

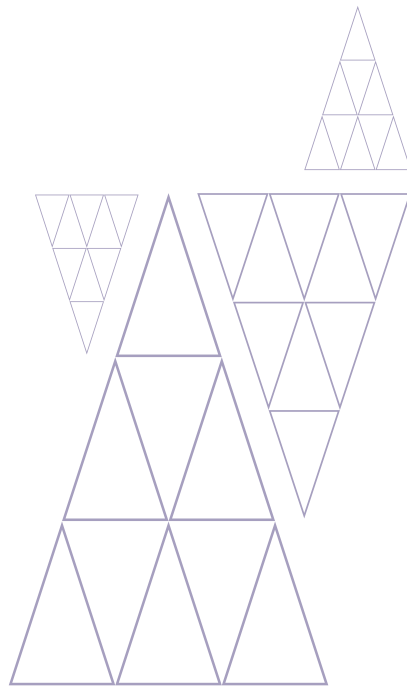


**UNIVERSIDAD**  
**MAYOR DE SAN SIMÓN**  
*Ciencia y Conocimiento desde 1832*

# CATÁLOGO DE OFERTAS DE CONOCIMIENTO Y/O TECNOLOGÍA

*Segunda edición*

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**  
DEPARTAMENTO DE COORDINACIÓN ACADÉMICA



# UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN

MSc. Julio Medina Gamboa

**RECTOR**

Dr. Luis Gerardo Carvajal Soria

**VICERRECTOR**

MSc. Ivan Efrain Fuentes Miranda

**DIRECTOR DICYT**

MSc. Fernando Gutierrez García

**JEFE DPTO. COORDINACIÓN ACADÉMICA**

---

Elaborado por personal técnico de la DICYT en colaboración especial de la comunidad de investigadores de la UMSS.

Agradecimiento a toda la Comunidad de Investigadores de la UMSS.

Cochabamba, marzo del 2021

## ELABORACIÓN

Fernando Gutiérrez García  
Agustín Jaime Quispe Quispe

## COLABORACIÓN

### *Revisión*

Ivan Efraín Fuentes Miranda

### *Soporte en Tecnologías de Información y Comunicación*

Carlos René Lopez Martínez  
Franz Elmer Silva Milan

### *Revisión de resumen traducido al inglés (Abstract)*

Quilla Libertad Catacora Flores

## INVESTIGADORES

Adelina Herbas Angulo  
Adolfo Escalante Lunario  
Alejandra Ramírez S.  
Álvaro Mercado Guzmán  
Amalia Antezana Valera  
Amilcar Alejandro Flores León  
Angelika Stemmer  
Carla Ascarrunz Mendivil  
Carla Oporto Pereira  
Carlos Erostequi Revilla  
Carlos Ramiro Iriarte  
Cesar Romero Padilla  
Cinthia Carola Rojas Arnez  
Claudia Rivas Valencia  
Cristina Karen Ovando Crespo  
Danny Rejas Alurralde  
Dieter Andrés Vildoso Vargas  
Dylian Castellón Reynaga  
Edgar Goitia Arze  
Elizabeth Rico Numbela  
Erick Vladimir Ferrufino Guardia  
Ernesto Rojas Cabrera  
Esther L. Rojas Vargas  
Fátima Funes Espinoza  
Fernando Benito Salazar Ortuño  
Franz Gutiérrez Ferrufino  
Freddy Delgado  
Freddy Navarro Antezana

Gaby Espinoza Benavides  
Gloria Saavedra Cabrera  
Hernán Campos Garvizu  
Huascar Gastón Bolívar Vallejo  
Ivan del Callejo Veracc  
Ivan Efraín Fuentes Miranda  
Jaime Delgadillo Pinto  
Jenny Espinoza Alcócer  
Johnny Villazón Quiroga  
Jorge A. Rojas Beltrán  
José Gino Aguirre Villarroel  
Jose Luis Balderrama Idina  
José Miguel Emilio Guzmán  
Rivero  
Juan José Edgar Montero  
Guevara  
Katrin Quillaguamán Leytón  
Leonardo Zambrana Vidal  
Lourdes Zalles Cueto  
Lucio Alejo Espinoza  
Luis Antonio Vilaseca Gamarra  
Luis Fernando Aguirre Urioste  
Luis Mauricio Romero Mérida  
Luis Mauricio Salinas Pereira  
Luz Mirian Vargas C.  
Mabel Maldonado Maldonado  
Marcelo Javier Lucano Lucano  
Maria de los Angeles Muñoz

Collasos  
María del Carmen Ledo García  
Marina Sturich Tamain  
Mario Orlando Huanca Ustariz  
Mauricio Daniel Guzman Duchén  
Melina Campero Paz  
Mercedes Alvarez Caero  
Mercedes Iriarte Puña  
Mirna F. Brum Torrico  
Mirtha Rivero Luján  
Nelson Tapia Ponce  
Nora Medrano Mercado  
Olga Ruiz Bentancourt  
Pascual Maldonado López  
Patricia Villarroel Castro  
Ramiro Iriarte Ardaya  
Raquel Antezana Gómez  
René Torrico Mejía  
Rosario Montaña Mérida  
Ruddy Meneses Arce  
Sergio Lizeca Baldiviezo  
Sonia Torrico Vallejos  
Susana Arrázola Rivero  
Virginia Alejandra Vargas Calle  
Vladimir Costas Jauregui  
Zulema Bustamante Gacía

**PUBLICACIÓN:**

Publicación 1<sup>ra</sup> edición, abril de 2015  
Reimpresión de 1<sup>ra</sup> edición, julio de 2015  
Publicación 2<sup>da</sup> edición, marzo de 2021

**ISBN: 978-9917-9819-4-7**

89DCG#C`@9; 5@`&!%)%&\$8%D"C"

***Esta publicación no puede ser comercializada***

La versión electrónica se encuentra en la página web: [www.dicyt.umss.edu.bo](http://www.dicyt.umss.edu.bo)



**PUBLICACIÓN FINANCIADO POR:**

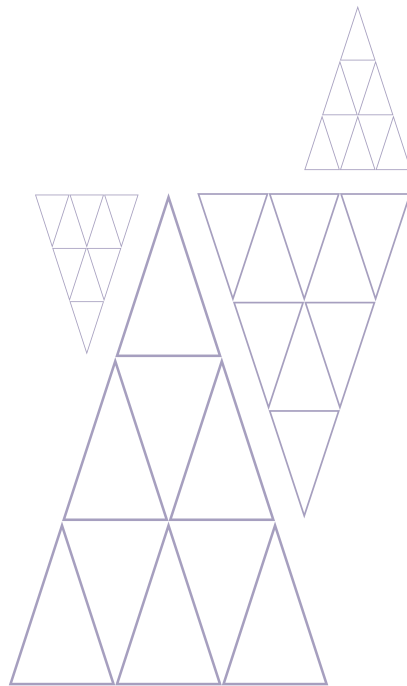
Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional a través del Programa ASDI - UMSS



**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

**Dirección:** Campus Central UMSS, Av. Oquendo entre final Calle Jordán, Ed. Multiacadémico 3er piso. **Telefono:** +591 4 4221486

**Página Web:** [www.dicyt.umss.edu.bo](http://www.dicyt.umss.edu.bo) **Email:** [dirección@dicyt.umss.edu.bo](mailto:dirección@dicyt.umss.edu.bo)



# PRESENTACIÓN

La Universidad Mayor de San Simón dentro sus tres pilares fundamentales que involucran la formación, investigación e interacción, toma un rol determinante la segunda misión universitaria al constituirse en integradora de las otras dos misiones, y mucho más en el contexto de una era del conocimiento en la que se encuentra la población actual.

La UMSS, como una política que tiene desde hace 20 años en fomentar la cultura de la investigación y su proyección en la mejora de la calidad de la docencia para generar conocimiento y/o desarrollo tecnológico para nuestra sociedad y el entorno socio productivo de Cochabamba y Bolivia, ha decidido proyectando a la UMSS como una universidad pública de excelencia al servicio de la sociedad boliviana.

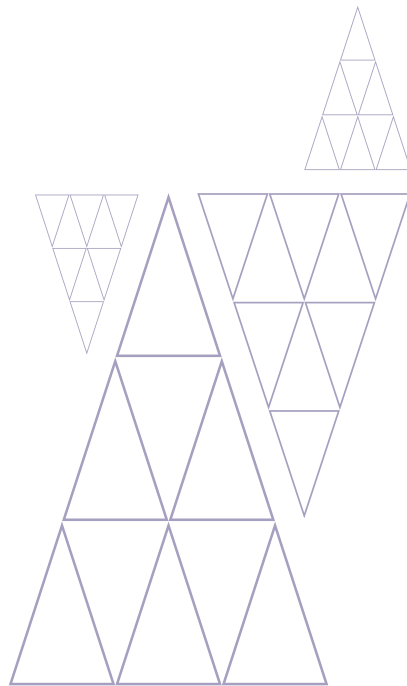
La difusión y publicación científica supone la culminación de toda labor investigadora como parte de la Responsabilidad Social Universitaria (RSU), y debe transmitirse a la comunidad científica y a la sociedad en general, considerando que el conocimiento científico es útil cuando puede transmitirse, difundirse, almacenarse y consultarse, es solo en este escenario cuando puede modificarse o desecharse el nuevo conocimiento y/o tecnología desarrollada.

Consciente de esto, la UMSS a través de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica pone a consideración la segunda edición del catálogo de OFERTA DE CONOCIMIENTO Y/O TECNOLOGÍA que presenta algunos de los resultados obtenidos por los equipos de Unidades de Investigación con las que cuenta, con el compromiso de continuar sacando periódicamente esta información sistematizada y orientada al público interesado en aplicar o ampliar estos conocimientos y/o tecnologías generadas. Aclarando que en su primera versión fue bien recibida por la comunidad científica, autoridades regionales y/o nacionales, pero sobre todo por la población en general.

Esta publicación se constituye además, en una expresión de voluntad de la UMSS para encontrar acompañantes de entidades académicas, gubernamentales, de organizaciones socio productivas y empresas para profundizar y aplicar nuevos saberes o conocimientos, como una muestra de la universidad que apoya al desarrollo integral del País.

MSc. Julio Medina Gamboa  
**RECTOR UMSS**

MSc. Iván Efraín Fuentes Miranda  
**DIRECTOR DICyT, UMSS**





AGROPECUARIA Y FORESTAL

AGUA Y SUELO

BIODIVERSIDAD, RRNN Y MEDIO AMBIENTE

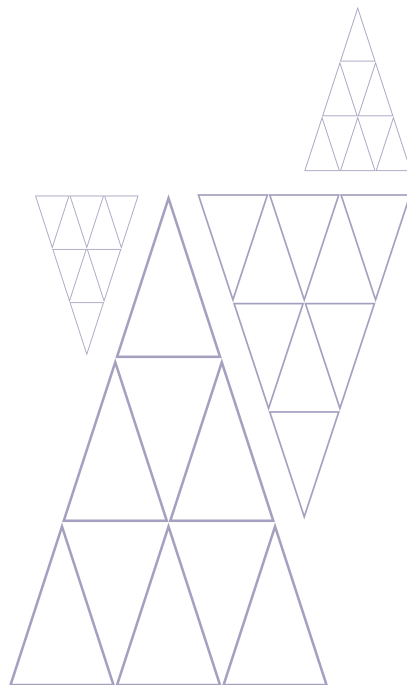
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

DESARROLLO INDUSTRIAL, PRODUCCIÓN, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

ENERGÍA, MINERÍA E HIDROCARBUROS

SALUD Y CIENCIAS DE LA VIDA

SISTEMAS DE TRANSPORTE, TELECOMUNICACIONES, TICS Y OTROS



# CONTENIDO

## A. AGROPECUARIA Y FORESTAL

### OFERTA DE CONOCIMIENTO

Ganadería en bosques xerofíticos .....	23
Nueva leguminosa forrajera para mejorar la productividad del ganado bovino lechero de la región amazónica y sub tropical de Bolivia .....	25
Uso sostenible de la llama de Ayopaya .....	27
Catálogo de frutas nativas de la región Andino-Amazónica de Bolivia .....	29
Contaminación por residuos plaguicidas en el tomate en los Municipios de Omereque y Rio Chico .....	31
Crianza mixta de llamas y alpacas, aprovechando su complementariedad .....	33
El Sacha Inchi: Cultivo alternativo en el Trópico de Cochabamba .....	35
Forrajeras arbusivas y arbóreas nativas de Bolivia para climas áridos con fines de enriquecimiento forrajero de áreas de pastoreo .....	37
Zanjas de infiltración para recuperar y enriquecer la vegetación en zonas áridas y semiáridas .....	39

### OFERTA DE TECNOLOGÍA

Banco de Germoplasma de cuyes reproductores .....	41
Evaluación de la Interacción genotipo – ambiente de poblaciones de cuyes bajo condiciones de campo .....	43
Micropropagación de especies vegetales de alta calidad sanitaria para contribuir a una alta productividad en campos de agricultores .....	45
Sistema de producción de semilla prebásica de papa combinando sistemas de multiplicación in vitro, hidroponía e invernadero .....	47
Uso de la tuna como forrajera para las zonas áridas y semiáridas de Bolivia .....	49
Generación de variedades tropicales de quinua .....	51

## B. AGUA Y SUELO

### OFERTA DE CONOCIMIENTO

Estrategia de estudios de Resistencia al Flujo en ríos de pendiente fuerte .....	55
Estrategia de estudios fluviomorfológicos para la protección de laderas y en ríos de pendiente fuerte .....	57

Remoción de metales pesados de aguas contaminadas mediante adsorción en sustratos biológicos .....	59
Alternativas de tratamiento para la remoción de plaguicidas en agua en base a estudio y evaluación de la contaminación por plaguicidas en aguas, suelo y tomate en zonas productoras de Bolivia .....	61
Calidad fisicoquímica y Bacteriológica de las aguas subterráneas del Valle Central de Cochabamba .....	63
Comparación de las propiedades de estabilización al deslizamiento y erosión de pino, eucalipto y kewiña aplicadas en la zona cordillerana del Parque Nacional Tunari .....	65
Guía Metodológica: Ecuación general del riesgo, una experiencia para construir mapas de riesgos .....	67
Referentes para el reúso de agua residual, prevención de enfermedades y sistemas de tratamiento .....	69
Gestión de Sistemas Alternativos de Agua para consumo humano en la ciudad de Sacaba .....	71
Plan General de Gestión de Recursos Hídricos, Bosques y Control de Erosión .....	73
Sistema de monitoreo de la degradación de tierras secas de Bolivia .....	75
Urbanización y disponibilidad de agua para consumo humano en la ciudad de Cochabamba: Reducción de datos por medio del análisis generalizado de correlación canónico .....	77

## OFERTA DE TECNOLOGÍA

Emplazamiento de Rellenos Sanitarios ¿Dónde hacerlo? .....	79
Reactor de flujo semicontinuo para desinfección solar del agua y estudio de cerámicos impregnados de plata coloidal para desinfección del agua .....	81

## C. BIODIVERSIDAD, RRNN Y MEDIO AMBIENTE

### OFERTA DE CONOCIMIENTO

Adaptación: La mejor manera de enfrentar el cambio climático .....	85
Bases ecológicas para el desarrollo de un modelo predictivo sobre los efectos del cambio climático en los humedales de los Altos Andes de Bolivia .....	87
Bioíndice para evaluar la calidad ecológica de ríos en la cuenca del río Caine .....	89
Desarrollo de herramientas de evaluación y monitoreo de la contaminación producida por pesticidas órganofosforados en poblaciones de organismos acuáticos (Cochabamba - Bolivia) .....	91
El cambio climático puede reducir la cantidad de alimento disponible para los peces en lagunas de alta montaña .....	93
Línea base de la diversidad microbiana del salar de Uyuni .....	95
Pautas relevantes para selección de sitios prioritarios para conservar los Bosques de <i>Polylepis</i> (Kewiñas) .....	97
Plaguicidas Agrícolas una amenaza para la Calidad del Agua y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos en ríos del Trópico de Cochabamba .....	99

Protocolo de germinación de especies nativas para actividades de reforestación en los Valles Secos Interandinos .....	101
TRIAD un método que permite determinar el grado de deterioro ambiental en cuerpos de agua .....	103
Aliados nocturnos: Los murciélagos de las sabanas benianas .....	105
La reforestación y la diversidad genética, una pieza útil y necesaria de información – el caso de la kewiña (queñua, <i>Polylepis spp.</i> ) en Cochabamba .....	107
Las plantaciones de pinos: Amenazas a nuestras aves nativas .....	109
Línea-base socioeconómica y ambiental para el manejo y conservación de las lagunas de la comunidad de Vacas (Arani-Cochabamba) .....	111
Los anfibios del Parque Nacional Carrasco .....	113
Obtención de conservantes alimentarios y antibióticos naturales a partir de microorganismos halófilos productoras de bacteriocinas.....	115
Pinos y eucaliptus: ¿Enemigos de nuestra fauna? .....	117
Bases para elaborar un modelo predictivo del impacto antrópico en ecosistemas de biodiversidad en humedales altoandinos .....	119
Los murciélagos: aliados nocturnos del maíz .....	121
Plantas amenazadas de la región amazónica de Bolivia .....	123

## OFERTA DE TECNOLOGÍA

Producción de fertilizantes orgánicos y bioplásticos por microorganismos aislados de lagunas de altura de Bolivia.....	125
--	-----

## D. CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

### OFERTA DE CONOCIMIENTO

“Territorialidades”, prácticas y estrategias en la construcción intercultural del territorio Cochabambino .....	129
Gestión y Planificación Territorial: Planes de Ordenamiento Territorial y línea base de datos geográfica de la Mancomunidad de Municipios de la Región Andina de Cochabamba .....	131
Gobernabilidad y control social en el desarrollo municipal desde la concepción, las experiencias y perspectivas de los actores .....	133
Una experiencia negativa en la gestión del territorio y de las tierras comunitarias, en la región andina de Cochabamba....	135
Identities tenues: eludiendo la discriminación y el racismo .....	137
Tecnología prehispánica en Incallajta y Pocona .....	139
Análisis de la situación de infancia, niñez, adolescencia y mujer con enfoque de equidad en los pueblos indígenas del Trópico de Cochabamba .....	141

Análisis de las dinámicas del desarrollo económico con perspectiva de género y su relación con la economía del cuidado: Cochabamba .....	143
Impactos de la inseguridad ciudadana en el municipio de Cochabamba .....	145
Las migraciones internas, internacionales y transnacionales en la diversidad de las ciudades de Bolivia .....	147
Movilidad Urbana en la ciudad de Cochabamba. Transporte y Género.....	149
Mercado inmobiliario habitacional y exclusión residencial en el área metropolitana de Cochabamba.....	151
Violencia e inseguridad ciudadana en procesos urbanos de la ciudad metropolitana de Cochabamba .....	153

## OFERTA DE TECNOLOGÍA

Innovaciones tecno-constructivas para la vivienda de bajo costo .....	155
---	-----

# E. DESARROLLO INDUSTRIAL, PRODUCCIÓN, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

## OFERTA DE CONOCIMIENTO

El plátano, garantía para la seguridad alimentaria de los pobladores de las zonas bajas de Bolivia .....	159
Hacia una Producción Lechera con Bienestar Animal en Cochabamba .....	161
La chicha tradicional de maíz ( <i>Zea mays</i> ) su importancia económica y sociocultural en la vida cotidiana de los cochabambinos .....	163
Lineamientos de Políticas Públicas para la Competitividad Económica-Ambiental de la Cadena Láctea de Bolivia .....	165
Mejor calidad de carne con bienestar animal en transporte.....	167
Obtención de productos enriquecidos en la industria de la panificación, usando semillas de chía ( <i>Salvia hispánica</i> L.) .....	169
Utilización del aceite esencial de orégano para el preparado de formulaciones plaguicidas con aplicaciones en cultivos de quinua .....	171
Conversión en Ácidos Grasos Poliinsaturados $\omega 6/\omega 3$ con dietas formuladas para peces .....	173
Desarrollo tecnológico de la agroindustria de quinua en Bolivia .....	175
El almidón de yuca una nueva alternativa en la elaboración de pan .....	177
Metodología sensorial y microbiológica de determinación de vida útil de subproductos de caña de azúcar .....	179
Mezclas alimentarias inmunorestauradoras como alternativa para el tratamiento y prevención de la desnutrición en Cochabamba – Bolivia .....	181
Cuantificación de <i>esteviosido</i> y <i>rebaudiosido</i> A por HPLC en hojas y purificados de Stevia .....	183
Microrganismos halófilos con potenciales aplicaciones biotecnológicas .....	185

## OFERTA DE TECNOLOGÍA

Aceite, Concentrado Proteico y Almidón de Quinoa Real .....	187
Antioxidantes de papa nativa que permiten conservar productos cárnicos .....	189
Aplicaciones en pegado de suelas de calzado con sistemas neumáticos .....	191
Mejoramiento del proceso de cultivo, transformación y comercialización de la cañahua .....	193
Obtención de concentrado y aislado de proteína de soya para la elaboración de productos cárnicos .....	195
Obtención de saponinas a partir del escarificado de quinua .....	197
Pelado de maíz con cal de construcción un nutraceutico rico en calcio, ingrediente de papillas infantiles .....	199
Segadora-hileradora, una innovación útil para el corte de forraje y cereales que facilita la producción de leche y granos .....	201
Grageados de quinua con chocolate, una alternativa innovativa para la pequeña y mediana industria .....	203
Hidrogenación del aceite virgen de castaña y obtención de margarinas .....	205
Nuevo insecticida natural de Piretro .....	207
Sulfonación de ácidos grasos de origen vegetal y animal destinado a la industria del cuero .....	209
Trilladora - Vendeadora una innovación que permite maximizar la cosecha de grano para pequeños agricultores .....	211
Obtención de aceite vegetal de Sacha Inchi ( <i>plukenetia volubilis L.</i> ) y metodología de su aprovechamiento integral para el uso en la industria alimentaria y cosmética.....	213
Obtención de Aceite, Proteína y Almidón a partir de Quinoa Real .....	215
Sistemas de automatización y control de velocidad de un fulón modelo en las diferentes etapas de curtido de pieles .....	217
Maquinaria sencilla para la obtención artesanal de almidón a partir de papa menuda .....	219

## F. ENERGÍA, MINERÍA E HIDROCARBUROS

### OFERTA DE CONOCIMIENTO

Atlas de radiación solar global de Bolivia .....	223
Análisis de ciclo de vida: Una herramienta para evaluar los impactos medioambientales en el sector energético .....	225

### OFERTA DE TECNOLOGÍA

Aerogenerador de 500 a 1000 vatios para sistemas de agua potable .....	227
Producción de gas de síntesis de gas natural para la reducción de minerales de hierro.....	229

## G. SALUD Y CIENCIAS DE LA VIDA

### OFERTA DE CONOCIMIENTO

Detección y cuantificación de aflatoxinas en alimentos elaborados en base a granos y leguminosas .....	233
Diagnóstico molecular de <i>Streptococcus pneumoniae</i> capsular, y determinación de cepas resistentes a antibióticos ....	235
Falla terapéutica en pacientes con Leishmaniasis cutánea estaría asociado a factores relacionados al parásito y no a alteraciones del sistema inmune .....	237
Intradermo reacción de Montenegro, herramienta útil para el diagnóstico epidemiológico de Leishmaniasis, en áreas donde co-existe la enfermedad de Chagas .....	239
La contaminación ambiental por cadmio representa un riesgo para la salud humana .....	241
Los nutraceuticos como alternativas a hambre oculta en niños desnutridos .....	243
Una alternativa de alta sensibilidad y especificidad para la caracterización molecular, de virotipos de <i>Escherichia coli</i> asociada a procesos diarreicos infecciosos en pacientes pediátricos, mediante métodos microbiológicos y MULTIPLEX PCR .....	245
Efecto del plomo sobre la salud y el equilibrio del ecosistema .....	247
Uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) en el control y prevención de la enfermedad de Chagas .....	249
Aplicación perilesional de medicamento para el tratamiento de leishmaniasis cutánea .....	251
Estrategias de control de las parasitosis y mejoramiento del estado nutricional .....	253
Detección de <i>Acinetobacter baumannii</i> multirresistente y su capacidad de formar biopelículas como factor de virulencia .....	255
Efecto del uso de plaguicidas en la calidad seminal y fragmentación del DNA espermático en agricultores .....	257
Estrategias de diagnóstico tradicional y molecular de la Enfermedad de Chagas en comunidades de Bolivia .....	259

## H. SISTEMAS DE TRANSPORTE, TELECOMUNICACIONES, TICS Y OTROS

### OFERTA DE TECNOLOGÍA

Tecnologías y componentes para la construcción de laboratorios virtuales de programación.....	263
---	-----



# MANUAL DE USUARIO

## Código QR

Código QR, que a través de un lector dirige a la plataforma digital de las Ofertas de Conocimiento y/o Tecnología

## Código

Código catalogado por ejes temáticos. Indica si es una oferta de Tecnología o Conocimiento.

Código: UMSS-DICYTOCA-2019-ET007



## Título

Nombre asignado a la Oferta de Conocimiento y/o Tecnología.

## Maquinaria sencilla para la obtención artesanal de almidón a partir de papa menuda

**INVESTIGADOR:** Mario Orlando Huancá Ustariz  
**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias  
**CENTROLABORATORIO:** Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA)

## RESUMEN

La UMSS, a través del Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA), ofrece máquinas sencillas desarrolladas de fácil operación y buen rendimiento que permite extraer, de forma artesanal el almidón de la papa menuda o de descañe que el agricultor se ve imposibilitado de comercializarlo, obteniendo ganancias adicionales y beneficios para la seguridad alimentaria. Este equipo que lava, tritura o muele y separa el almidón de la fibra, es apto para ser utilizado en grupos familiares, en unidades productivas, escuelas y otras organizaciones a quienes se está ofreciendo.

## ABSTRACT

The UMSS through the Center for Research, Training and Extension in Agricultural Mechanization (CIFEMA), offers simple machines developed of easy operation and good performance that allows to extract, in a handcrafted way the starch of the small or discard potato that the farmer sees unable to market it, obtaining additional profits and benefits for food security. This equipment that washes, crushes or grinds and separates the starch from the fiber, is suitable for use in family groups, productive municipalities, schools and other organizations to whom it is being offered.

## Datos de investigador y unidad de investigación

Indica el nombre del investigador y la unidad de investigación donde se desarrolló la Oferta de Conocimiento y/o Tecnología.

## Abstract

Resumen de las ofertas tecnológicas y de conocimiento en traducido al idioma inglés.

## Descripción y características fundamentales

Hace una descripción e incidencia en aspectos técnicos del resultado mostrado.

## Resumen

Resumen de las ofertas tecnológicas y de conocimiento en la aplicabilidad de conocimiento generado y/o mejorado.

## Aspectos Innovadores

Describe la novedad del resultado, que lo diferencia de otros ya existentes.

### Descripción y características fundamentales

El equipo es construido con material local y consta de: lavadora, molidora y separadora, que están sujetas a una sola estructura y trabaja en línea obteniendo almidón de papa u otros productos. Cada operación es impulsada por un motor eléctrico de 2 HP, monofásico, 4 polos, 220 volts. El proceso de funcionamiento comienza con el lavado del tubérculo puesto en una tela que sumergida en agua es balanceado con movimiento de válvula de la máquina, luego el tubérculo es molido en la molidora de martillos al cual se alimenta manualmente de forma constante; los martillos al moler rompen las células de la papa de modo que se libera el almidón, cayendo el producto en una tela filtradora. Posteriormente, se balancea nuevamente el producto molido agregando una permanente lluvia de agua, así se separa el almidón de la fibra. Finalmente, el líquido con apariencia blanquecina porque en ella se carga el almidón, por decantación se separa almidón puro, que antes de embolsarlo se deshidrata.

### Aspectos innovadores

La novedad de esta innovación está en el diseño y el dimensionamiento del equipo que está adecuado a los requerimientos de los pequeños y medianos productores de raíces y tubérculos. Las máquinas son sencillas y trabajan bajo principios físicos: del movimiento rotacional de transmisión simple de la polea del motor eléctrico a la polea de la lavadora que luego se transforma en movimiento de válvula o a la polea de la molidora que también es una máquina sencilla que trabaja con martillos, que además puede servir para moler granos.

### Grado de desarrollo de la tecnología

El equipo diseñado, se encuentra en etapa de ensayo en planta piloto. Las características de la máquina son: altura 1.5 m, ancho 2.0 m, peso 130 kg, fácil transporte, rendimiento 2 qph. El costo de estos equipos es de 10 000 bolivianos y se requiere de un mecánico y su personal de apoyo para fabricarlo en 8 jornales o días.

### Ventajas competitivas

La mayoría de las máquinas de transformación de productos agrícolas en almidón u otros derivados son de industria extranjera que llegan a nuestro mercado con altos precios, cuyos servicios de post-venta como repuestos y otros nos hace dependiente de la industria de origen, esta situación cambia al tener en propiedad la tecnología como es el caso de nuestra máquina procesadora de almidón. Por otra parte, el costo accesible de la máquina, así como su facilidad de manejo, hace que su uso sea de menor costo otorgando ganancia a las familias campesinas para los cuales está destinado esta máquina.

### Tipo de asociación que busca

La presente tecnología desarrollada, está dirigida a empresas de producción, CIFEMA es un centro con personal capacitado en la el diseño y fabricación de equipos mecánicos para la agropecuaria, la cual tiene la capacidad de reproducir y transferir estos equipos a los interesados.



Ilustración ET17: Máquina para obtención de almidón de papa | Mario Huancá

Dirección de Investigación Científica y Tecnológica | Universidad Mayor de San Simón

## Tipo de Asociación que busca

Esta área indica la intención que se tiene de buscar socios para explotar el resultado como una profundización del conocimiento o como explotación de la tecnología.

## Grado de desarrollo de la tecnología

Describe la situación actual en la que se encuentra la oferta tecnológica, dando enfoque al desarrollo, tiempo de incorporación y el costo del mismo.

*\*Corresponde solo a Ofertas Tecnológicas.*

## Identificación del proyecto, financiador, unidades de investigación y organizaciones asociadas

Presenta el nombre del proyecto, el financiador, así como las unidades de investigación que participaron y organizaciones asociadas al proyecto que contribuyeron en el origen de la Oferta de Conocimiento y/o Tecnología.

## Ventajas Competitivas

Presenta las ventajas competitivas como la reducción de costos, mejoras medioambientales, tecnológicas o utilidad social.



Proyecto: Validación y perfeccionamiento de equipos mecánicos para implementar un modelo de agroindustria rural de elaboración de almidón y harina de papa  
Financiador: Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (SIDA)

# DATOS DE UNIDADES

QUE PARTICIPARÓN EN LA ELABORACIÓN DE LAS OFERTAS DE CONOCIMIENTO Y/O TECNOLOGÍA

## Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

Email: [dirección@dicyt.umss.edu.bo](mailto:dirección@dicyt.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4221486 Página Web: [www.dicyt.umss.edu.bo](http://www.dicyt.umss.edu.bo)

### Instituto de Estudios Sociales y Económicos (IESE)

Email: [dir@iese.umss.edu.bo](mailto:dir@iese.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4540204 Página Web: [www.iese.umss.edu.bo](http://www.iese.umss.edu.bo)

### Centro de Estudios de Población (CEP)

Email: [cep@umss.edu.bo](mailto:cep@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4250686

### Instituto de Investigaciones Antropológicas Museo Arqueológico (INIAM)

Email: [iniam@umss.edu.bo](mailto:iniam@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4250010 - (+591) 4 4504136 Página Web: [www.museo.umss.edu.bo](http://www.museo.umss.edu.bo)

### Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG)

Email: [c.ledo@umss.edu.bo](mailto:c.ledo@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4542759 Página Web: [www.ceplag.umss.edu.bo](http://www.ceplag.umss.edu.bo)

## Instituto de Investigaciones Biomédicas e Investigación Social

Teléfono: (+591) 4 4539356 Página Web: [med.umss.edu.bo/webiibimed](http://med.umss.edu.bo/webiibimed)

### Laboratorio de Investigación Médica (LABIMED)

Email: [labimed.fac.med2018@umss.edu.bo](mailto:labimed.fac.med2018@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4221545

### Unidad de Investigación en Enfermedades Tropicales

Teléfono: (+591) 4 4539490 - (+591) 4 4539356

### Centro de Biotecnología y Nanotecnología (CByN)

Email: [cbyn@umss.edu.bo](mailto:cbyn@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4314414

## Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Ciencias del Hábitat

Email: [iiach@umss.edu.bo](mailto:iiach@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4255731 Página Web: [www.iiach.fach.umss.edu.bo](http://www.iiach.fach.umss.edu.bo)

### Programa Integral de Rehabilitación Áreas Históricas Cochabamba (PRAHC)

Email: [prahc@hotmail.com](mailto:prahc@hotmail.com) Teléfono: (+591) 4 4540084 Página Web: [www.prahc.umss.edu.bo](http://www.prahc.umss.edu.bo)

## Instituto de Investigaciones de Bioquímica y Farmacia

### Programa de Fármacos, Alimentos y Cosméticos (PROFAC)

Email: [bioquimica@bio.umss.edu.bo](mailto:bioquimica@bio.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4250651 - (+591) 4 4250652 Página Web: [www.bio.umss.edu.bo](http://www.bio.umss.edu.bo)

### Laboratorio Asistencias de Análisis Clínico

Email: [labasistencial.bqm@gmail.com](mailto:labasistencial.bqm@gmail.com) Teléfono: (+591) 4 4250651 - (+591) 4 4539599

### Laboratorio de Alimentos y Nutrición (LAN)

Email: [lan\\_bio.umss@hotmail.com](mailto:lan_bio.umss@hotmail.com) Teléfono: (+591) 4 4250651 - (+591) 4 4250652

### Laboratorio de Biología Molecular

Teléfono: (+591) 4 4250651 - (+591) 4 4250652

## Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Email: [investigaciones@agr.umss.edu.bo](mailto:investigaciones@agr.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4762384 Página Web: [www.agr.umss.edu.bo](http://www.agr.umss.edu.bo)

### Departamento de Zootecnia y Producción Animal

Email: [zootecnia.agro@umss.edu.bo](mailto:zootecnia.agro@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 476238 Página Web: [www.agr.umss.edu.bo](http://www.agr.umss.edu.bo)

### Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL)

Email: [cistel@umss.edu.bo](mailto:cistel@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4762298

### Centro de Investigación en Forrajes (CIF) "La Violeta"

Email: [cifumss@yahoo.com](mailto:cifumss@yahoo.com) Teléfono: (+591) 4 4316856 - (+591) 4 4315706 Página Web: [www.agr.umss.edu.bo](http://www.agr.umss.edu.bo)

### Centro de Investigación Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO)

Email: [agruco@umss.edu.bo](mailto:agruco@umss.edu.bo)

### Centro Agua

Email: [aguas@fcyt.umss.edu.bo](mailto:aguas@fcyt.umss.edu.bo)

Teléfono: (+591) 4 4250660 - (+591) 4 4229480 Página Web: [casa.fcyt.umss.edu.bo](http://casa.fcyt.umss.edu.bo)

### Departamento de Fitotecnia

Email: [fitoumss@hotmail.com](mailto:fitoumss@hotmail.com) Teléfono: (+591) 4 4764006 - (+591) 4 4761277 - (+591) 4 4762383

### Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA)

Email: [cifema@umss.edu.bo](mailto:cifema@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4765494

## Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

Teléfono: (+591) 4 4231765 Página Web: [www.fcyt.umss.edu.bo](http://www.fcyt.umss.edu.bo)

### Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

Email: [alimentos@fcyt.umss.edu.bo](mailto:alimentos@fcyt.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4251877

### Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)

Email: [aguas@fcyt.umss.edu.bo](mailto:aguas@fcyt.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4250660 Página Web: [casa.fcyt.umss.edu.bo](http://casa.fcyt.umss.edu.bo)

### Departamento de Biología

Email: [dptbio@fcyt.umss.edu.bo](mailto:dptbio@fcyt.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4256747

### Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

Email: [limnodir@fcyt.umss.edu.bo](mailto:limnodir@fcyt.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4235622 Página Web: [ulra.fcyt.umss.edu.bo](http://ulra.fcyt.umss.edu.bo)

### Centro de Biotecnología (CBT)

Teléfono: (+591) 4 4542895 Página Web: [cbt.fcyt.umss.edu.bo](http://cbt.fcyt.umss.edu.bo)

### Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

Teléfono: (+591) 4 4540364 - (+591) 4 4540796

### Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

Email: [cta@fcyt.umss.edu.bo](mailto:cta@fcyt.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4233648 - (+591) 4 4232548 - (+591) 4 4231767

### Programa Elektro

Email: [elektro@fcyt.umss.edu.bo](mailto:elektro@fcyt.umss.edu.bo)

Teléfono: (+591) 4 4545289 Página Web: [elektro.fcyt.umss.edu.bo](http://elektro.fcyt.umss.edu.bo)

### Laboratorio de Hidráulica

Email: [lhumss@umss.edu.bo](mailto:lhumss@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4218734 Página Web: [lhumss.fcyt.umss.edu.bo](http://lhumss.fcyt.umss.edu.bo)

**Laboratorio de Geotecnia**

Email: [gtumss@umss.edu.bo](mailto:gtumss@umss.edu.bo)

**Departamento de Física**

Email: [departamento.fisica@fcyt.umss.edu.bo](mailto:departamento.fisica@fcyt.umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4231765 **Página Web:** [fisica.fcyt.umss.edu.bo](http://fisica.fcyt.umss.edu.bo)

**Laboratorio de Chagas e Inmunoparasitología**

Teléfono: (+591) 4 4549456 **Página Web:** [www.labchagas.umss.edu.bo](http://www.labchagas.umss.edu.bo)

**Programa de Tecnologías de Fabricación (PDTF)**

Email: [pdfumssfcyt@gmail.com](mailto:pdfumssfcyt@gmail.com) Teléfono: (+591) 4 4352489 - (+591) 4 4353171

**Centro de Mejoramiento de la Enseñanza de la Matemática y la Informática (MEMI)**

Teléfono: (+591) 4 4666037

**Instituto de Investigaciones en Ciencias Sociales**

Email: [inciso\\_facso@umss.edu.bo](mailto:inciso_facso@umss.edu.bo) Teléfono: (+591) 4 4502821

**Vicerrectorado**

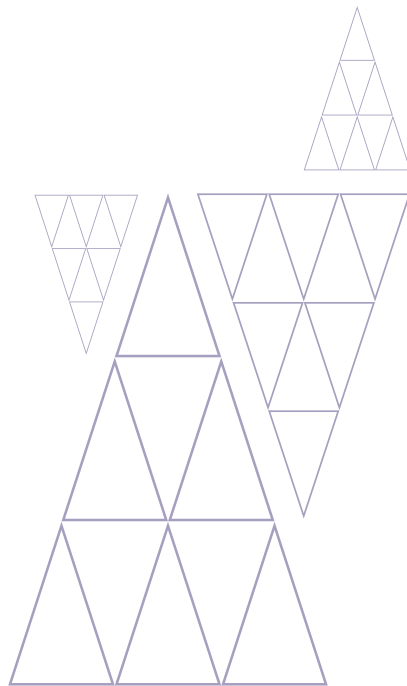
Teléfono: (+591) 4 4220717 **Página Web:** [vice.umss.edu.bo](http://vice.umss.edu.bo)

**Centro de Estudios Superiores Universitarios (CESU)**

Email: [cesuumss@gmail.com](mailto:cesuumss@gmail.com) Teléfono: (+591) 4 4252951 **Página Web:** [www.cesu.umss.edu.bo](http://www.cesu.umss.edu.bo)

# AGROPECUARIA Y FORESTAL





Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-AC0001



## Ganadería en bosques xerofíticos



**INVESTIGADORA:** Angelika Stemmer

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Zootecnia

### RESUMEN

La UMSS a través del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias ofrece conocimientos sobre el uso sustentable de los bosques xerofíticos con ganado bovino, caprino y ovino. Estos bosques tienen características propias de los valles mesotérmicos de Cochabamba. La actividad pecuaria es parte del sustento de la población humana, pero no siempre se desarrolla en concordancia con el medio ambiente. La información generada servirá de base a municipios para gestionar el manejo sostenible y de forma óptima de los recursos de los bosques xerofíticos.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Department of Zootechnics of the Faculty of Agricultural and Livestock Sciences offers knowledge on the sustainable use of xerophytic forests with ovine, goat and ovine cattle. These forests have characteristics typical of the mesothermic valleys of Cochabamba. Livestock activity is part of the livelihood of the human population, but it does not always develop in accordance with the environment. The information generated will serve as a basis for municipalities to manage the sustainable and optimal management of xerophytic forest resources.

## Descripción y características fundamentales

Los bosques xerofíticos en Cochabamba son una ecoregión propia y poco estudiada. En Bolivia, la introducción de ganado bovino, caprino y ovino, se realizó desde hace aproximadamente 500 años. El ganado difundido dentro del territorio nacional, ha pasado por periodos de adaptación, más que todo de acuerdo a las muchas y diferentes condiciones ecológicas que tiene el país. La vegetación presente en cada zona, como fuente de alimentación de los rumiantes, también ha sufrido procesos de adaptación, por efecto de los hábitos del ganado mismo. Esta situación ha ocasionado que zonas frágiles tengan procesos degradativos con consecuencias muchas veces costosas e irreversibles.

Los bosques xerofíticos ubicados en las provincias Campero y Mizque son utilizados por las comunidades de muchas formas, siendo una de ellas la alimentación de ganado bovino, caprino y ovino. Un impacto presente constituye el cambio fisonómico y de paisaje por este tipo de actividad, que ha ocasionado también un cambio de hábitos de la población humana y ganadera, por ejemplo una ganadería muy acentuada en el ramoneo de las especies vegetales nativas.

Se ofrece conocimientos en el manejo sostenible de potreros, diversificación de la actividad ganadera, selección y cuidado de sementales adaptados a condiciones adversas, construcción y mejora de atajados como propuestas de mitigación para poder manejar estos ecosistemas de los bosques xerofíticos en forma sustentable.

## Aspectos Innovadores

- Descripción de sistemas productivos pecuarios sostenibles relacionados con bosques xerofíticos.
- Incorporación de este conocimiento en el plan de uso sustentable de los recursos naturales.
- Preservación de la biodiversidad de flora y fauna en los bosques xerofíticos.

## Ventajas competitivas

Los conocimientos sirven para evitar que se empeore la degradación de suelos, vegetación y biodiversidad; se estabilizaría el estado de los recursos naturales y con esto la vida de las personas que dependen directamente de ellos.

Sirven también para tener poblaciones de bovinos, caprinos y ovinos seleccionados, adaptados, muy valiosos que asegurarían gran parte del sustento económico y social de sus dueños.

La cosecha de agua en atajados servirá para beneficiar a las personas, sus animales y la vegetación.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado es de interés para Municipios como Mizque, Omereque, Pasorapa, comunidades en el Cono Sur de Cochabamba y otras regiones similares, los cuales solo deben pedir asistencia técnica para la

puesta en marcha de las medidas de mitigación: manejo sostenible de potreros, diversificación de la actividad ganadera, selección y cuidado de sementales adaptados a condiciones adversas, construcción y mejora de atajados. No se tiene cuantificado exactamente el coste, sin embargo se requieren gastos en equipamiento: cercos para claustros (costo depende del área cercado); en comunidades con acceso a riego y agua para el ganado: construcción de corrales rústicos para semi estabulación de rumiantes, con materiales del lugar de bajo costo; construcción y mantenimiento de atajados. Capacitación para la selección de animales reproductores y la estimación de la carga animal apropiada. Personal: 2 técnicos por comunidad.



Ilustración AC1: Ganado en bosques xerofíticos



**Proyecto:** Caracterización de los sistemas productivos de bovinos, caprinos y ovinos, y su incidencia en el uso de los bosques xerofíticos en las provincias de Mizque y Campero del Departamento de Cochabamba

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL)
- Departamento de Zootecnia: Programa de Rumiantes Menores

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Centro Internacional Genético de América Central (CICAG)
- Alcaldías de los municipios de Mizque, Omereque y Pasorapa de Cochabamba, Bolivia
- Instituto de Capacitación del Oriente (ICO)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-AC0002



## Nueva leguminosa forrajera para mejorar la productividad del ganado bovino lechero de la región amazónica y sub tropical de Bolivia

**INVESTIGADOR:** Sergio Lizeca Baldiviezo

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigaciones en Forrajes (CIF) "La Violeta"

### RESUMEN

La *Cratylia argentea*, por su valor alimenticio, se constituye en una alternativa en la dieta del ganado de las regiones bajas tropicales de la región amazónica en las que logra una adecuada adaptación, tolera sequías de hasta seis meses y se desarrolla en suelos ácidos de baja fertilidad. Produce altos rendimientos de forraje bajo corte, siendo una de sus mayores ventajas la capacidad de rebrotar aun durante el periodo seco, debido al desarrollo curricular vigoroso de la especie. Se pretende implementar bancos de germoplasma en diferentes comunidades de la amazonia.

### ABSTRACT

*Cratylia argentea*, due to its nutritional value, is an alternative in the diet of cattle in the tropical lowlands of the Amazon region where it achieves adequate adaptation, tolerates droughts of up to six months and develops in acid soils of low fertility. It produces high yields of low cut, having as forage, one of its greatest advantages being the ability to re-sprout even during the dry period, due to the vigorous curricular development of the species. It is intended to implement germplasm banks in different communities of the



## Descripción y características fundamentales

La utilización de una leguminosa arbustiva, como suplemento alimenticio para incrementar la producción de leche, es una alternativa al uso de concentrados. Este hecho que tiene implicaciones económicas y técnicas, justifica el interés de evaluar opciones forrajeras en sistemas familiares de producción, en las diferentes comunidades de la región amazónica.

Los conocimientos ofrecidos se han implementado a través de tres diferentes etapas como ser: la Siembra y establecimiento, Producción forrajera, Utilización para la alimentación de ganado bovino lechero. Para utilizar la parcela bajo ramoneo, se debe incrementar la distancia entre hileras para facilitar la circulación de los animales.

Los primeros meses después de la siembra el desarrollo de la *Cratylia argentea* es lento, por lo que se debe realizar un primer control de malezas utilizando herbicida total (a los 30 a 45 días de la siembra) protegiendo adecuadamente a las plántulas de *Cratylia argentea*. El periodo de establecimiento puede durar entre siete y ocho meses, momento en el cual ya se puede cortar el forraje para su aprovechamiento por el ganado.

## Aspectos Innovadores

El arbusto *Cratylia argentea*, es una leguminosa nueva en los sistemas de producción forrajera para las regiones subtropicales de la amazonia. Esta especie ofrece mayores rendimientos en materia seca que las leguminosas forrajeras herbáceas, tolera mejor las condiciones adversas y tiene la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en condiciones de alto estrés hídrico.

Las características de *Cratylia argentea* la tipifican como una alternativa forrajera de alta calidad nutritiva, cuyas características de multiplicación, desarrollo y producción más relevantes, son forraje arbustivo, que se propaga por semilla (la propagación vegetativa no ha sido exitosa hasta el momento). El arbusto tiene un crecimiento inicial lento, pero se incrementa a partir de los dos meses de edad, dependiendo de las condiciones hídricas extremas. Tolerancia bien los cortes frecuentes después de 6 u 8 semanas y tiene la capacidad de rebrotar aún durante el período de aguda sequía.

Una alternativa para solucionar el problema de la baja calidad nutricional de las gramíneas forrajeras en regiones tropicales, en lo que respecta al contenido de proteína, es establecer "bancos de proteína".

## Ventajas competitivas

La ventaja de incluir este forraje en la alimentación de ganado bovino es que la utilización de este forraje como alimento de ganado en períodos de sequía, permite que su aporte a la alimentación animal sea fundamental.

La utilización de *Cratylia* mantiene y tiende a mejorar los niveles productivos del ganado lechero. Esto repercute en la disminución de costos de producción para el ganadero, que puede reemplazar los concentrados utilizados normalmente como suplemento alimenticio.

La *Cratylia argentea* puede constituirse en un importante suplemento alimenticio en la producción de leche, para reducir los costos de uso de concentrados utilizados normalmente como suplemento alimenticio.

## Tipo de asociación que busca

Se busca trabajar con Comunidades de las regiones sub tropicales de la Amazonia Boliviana, tales como: La Federación de Productores de Leche del Trópico de Cochabamba, El CIAT y Vallecito en Santa Cruz, y el ASOCRIOLLO en los municipios de Pando y Beni. Con estas se puede realizar la aplicación de las técnicas desarrolladas en la implementación de la *C. argentea* en los diferentes potreros de crianza de bovinos: manejo sostenible de potreros, para lo cual se debe prever aspectos como cercos para claustros (costo depende del área cercado); en comunidades con acceso a riego y agua para el ganado: construcción de corrales rústicos para semi estabulación, con materiales del lugar de bajo costo.



**Proyecto:** Utilización de gramíneas adaptadas a la región con suplemento de leguminosas forrajeras arbustivas, para mejorar la productividad de ganado bovino del municipio de Entre Ríos

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Programa de Agricultura Tropical Valle del Sajta
- Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Federación de Productores de leche del Trópico de Cochabamba



## Uso sostenible de la llama de Ayopaya



**INVESTIGADOR:** Angelika Stemmer

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Zootecnia y Producción Animal

### RESUMEN

La UMSS a través, del Programa Rumiantes Menores y Producción Pecuaria Sostenible del Departamento de Zootecnia y Producción Animal ofrece conocimientos referentes a la mejora de la producción de fibra y carne de llama en la provincia Ayopaya. La llama representa un valioso recurso genético autóctono sin embargo su potencial productivo no se aprovecha adecuadamente. Entre los factores que impiden su uso óptimo se encuentran el desconocimiento de los criterios de selección de los propios criadores y los problemas de sanidad animal. El conocimiento ofertado involucra la mejora genética por selección, además de un plan sanitario coherente con estándares ecológicos.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Minor Ruminants and Sustainable Livestock Production Program of the Department of Zootecnics and Animal Production, offers knowledge regarding the improvement of fiber and llama meat production in the Ayopaya province. The llama represents a valuable indigenous genetic resource, however its productive potential is not adequately exploited. Factors that prevent its optimal use include lack of knowledge of the breeders' selection criteria and animal health problems. The knowledge offered involves genetic improvement by selection, in addition to a health plan coherent with ecological standards.

### Descripción y características fundamentales

Se ofrece conocimiento de los criterios de selección utilizados por los criadores, su orden de preferencia y las diferencias entre varones y mujeres en lo que se refiere a la importancia que asignan a las diferentes funciones de sus llamas. Además, se calcularon las correlaciones genotípicas entre características de cantidad y calidad de la fibra, información necesaria para la formulación de un plan de mejora genética.

Se identificó la sanidad animal como el problema más severo en la producción de fibra y carne de llama. Elevada incidencia de parásitos internos y externos y uso indiscriminado de fármacos veterinarios tienen como consecuencia resistencia de los parásitos a los mismos. Se describió el manejo sanitario actual, las enfermedades más importantes y el conocimiento sobre prevención y tratamiento con fármacos y plantas medicinales nativas. Los ectoparásitos más importantes son los ácaros y piojos. Tomando en cuenta la situación actual y los reglamentos internacionales referente a productos ecológicos, se desarrolló un plan sanitario coherente con la problemática de sanidad animal y en el marco de estándares ecológicos.

### Aspectos Innovadores

Determinación de criterios de selección de los criadores, lo que permite formular y ejecutar con éxito un plan de mejora genética.

Revalorización del conocimiento local sobre prevención y tratamiento con fármacos y plantas medicinales nativas.

Elaboración de un plan sanitario coherente con estándares ecológicos, abriendo la posibilidad de ofrecer carne de llama en el mercado de productos ecológicos.

### Ventajas competitivas

Los conocimientos sirven para mejorar los ingresos de los criadores en dos aspectos: por la venta de fibra de calidad y por la venta de carne ecológica. También se reducirían los costos, porque la compra de productos farmacológicos de uso veterinario se reduciría mucho.

La utilidad social alcanza más allá del nivel de productores de llamas: con el mercado asegurado y el uso sostenible de las llamas de Ayopaya se daría un aporte muy importante a la conservación de este recurso genético único entre los camélidos de Bolivia.

### Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado es de interés para Organización de productores

como ORPACA que abarca 6 subcentrales dentro del municipio de Cocapata, ONG ASAR, quienes deben pedir asistencia técnica de los investigadores de PRORUMEN de la UMSS y asegurar financiamiento para la puesta en marcha de los planes de mejora genética y sanidad animal. No se tiene una estimación exacta de los costos de esta actividad pero se prevé gastos en equipamiento (computadoras), personal (por lo menos dos técnicos a tiempo completos).



Ilustración AC3: Pobladores de Ayopaya, Cochabamba



**Proyecto:** Conservación y uso sostenible de la llama de Ayopaya  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)  
**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Universidad Hohenheim, Alemania

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-AC0004



# Catálogo de frutas nativas de la región Andino-Amazónica de Bolivia



**INVESTIGADOR:** Ramiro Iriarte Ardaya

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL)

## RESUMEN

La UMSS a través de CISTEL y el Departamento de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias ha generado una línea base sobre la biodiversidad de frutales nativos que tiene Bolivia en la región Amazónica, con el propósito de ampliar las alternativas de seguridad alimentaria en la población nacional e internacional. Este catálogo es de interés para técnicos, investigadores, autoridades y organizaciones sociales, interesadas en conocer las características, propiedades y potencial de estas frutas para su aprovechamiento Industrial, comunal y uso familiar.

## ABSTRACT

The UMSS, through the CISTEL and the Phytotechnics Department of the Faculty of Agricultural and Livestock Sciences, has generated a baseline on the biodiversity of native fruit trees that Bolivia has in the Amazon region, with the purpose of expanding food security alternatives in the national and international population. This catalog serves technicians, researchers, authorities and social organizations, interested in knowing the characteristics, properties and potential of these fruits for their industrial, communal and family use.

### Descripción y características fundamentales

La falta de conocimientos de los recursos naturales en áreas de colonización, ha dado como resultado que las tierras sean utilizadas en actividades agropecuarias no siempre favorables ni de manejo sustentable; por ejemplo en el caso de la región de pie de monte y llanura amazónica de Bolivia, muchas de estas frutas que podrían generar ingresos y mejorar la seguridad alimentaria de las familias y comunidades han sido desechadas por desconocimiento de su potencial y cualidades alimenticias.

Con el trabajo del catálogo de frutas nativas de la región Andino Amazónica se tiene una visión del potencial en cuanto a frutas nativas que podrían ser alternativa para el manejo sustentable de los recursos naturales renovables y también de posibilidades económicas para los habitantes de esta región para complementar el conocimiento de alimentos para la población nacional y mundial y así lograr junto con otros productos y servicios la seguridad y soberanía alimentaria planteadas incluso en los planes nacionales y regionales.

Los frutales seleccionados tienen la ventaja de que las condiciones donde se desarrollan ya están comprobadas a través de un proceso de adaptación natural de miles de años en la mayoría de los casos, lo que da una ventaja respecto a nuevas especies o especies que no han sufrido este proceso. Sería necesario una complementación a este trabajo con ediciones que tengan mayor difusión y se distribuyan a la población.

### Aspectos Innovadores

El catálogo presenta un listado de alrededor de 100 accesiones de frutas de la región Andino Amazónica las que están identificadas en un mapa de Bolivia, además de estar también sobre una imagen satelital con la georeferenciación respectiva, además de estar indicada en que departamento fue colectado.

Cada accesión tiene una fotografía que da una referencia más objetiva del fruto así como también de su descripción botánica.

### Ventajas competitivas

Es un catálogo que proporciona alternativas en cuanto a frutos que pueden mejorar los ingresos económicos de la población de la región en forma sustentable y que es complementaria a sus actividades de producción tradicionales.

La producción orgánica de estas frutas constituye una ventaja para la aceptación en mercados nacionales e internacionales.

El conocimiento de alternativas nutricionales y de cualidades organolépticas también ayuda a una mayor demanda de estos productos.

### Tipo de asociación que busca

Este conocimiento puede ser de gran interés para las Autoridades Nacionales, Departamentales, Municipales. Ya que su aplicabilidad puede servir a las Unidades Productivas de Municipios para una planificación de sus recursos

naturales en forma sostenible de las tierras bajas con las cuales se busca Vínculos para su difusión ante las organizaciones de base (Sindicatos y Asociaciones de Productores de Frutas).



Ilustración AC4: Frutas de la región Andino - Amazónicas



SUECIA

**Proyecto:** Conservación y aprovechamiento sostenible de frutales nativos existentes en la región andino amazónica del Departamento de Cochabamba

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Departamento de Fitotecnia
- Carrera de Agricultura Tropical y Recursos Naturales

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-AC0005



## Contaminación por residuos plaguicidas en el tomate en los Municipios de Omereque y Rio Chico



**INVESTIGADOR:** Mercedes Alvarez Caero

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Agua y Saneamiento Ambiental (CASA)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental ha generado nuevo conocimiento sobre la presencia de residuos de plaguicidas en cultivos de tomate, de dos zonas de intensa actividad agrícola de Bolivia a través del diseño y validación metodológica multirresiduo por cromatografía de gases. Debido a las malas prácticas en el uso y manejo de plaguicidas existe el riesgo de causar daños irreversibles en la salud de los agricultores y consumidores junto con sus connotaciones ambientales.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Water and Environmental Sanitation, has generated new knowledge about the presence of pesticide residues in tomato crops, from two areas of intense agricultural activity in Bolivia through the design and multi-residue methodological validation by gas chromatography. Due to bad practices in the use and handling of pesticides there is a risk of causing irreversible damage to the health of farmers and consumers along with their environmental connotations.

## Descripción y características fundamentales

La localidad de Omereque, provincia Campero del Departamento de Cochabamba y Río Chico, provincia Oropesa del Departamento de Chuquisaca, se caracterizan por ser zonas altamente agrícolas, la mayor producción es la de tomate, abasteciendo casi a todo el país, lo cual conlleva a la necesidad de proteger y por ende aplicar plaguicidas a sus cultivos en forma intensiva e irracional. Debido a las malas prácticas en el uso y manejo de plaguicidas existe el riesgo de causar daños irreversibles en la salud de los agricultores y consumidores con sus connotaciones ambientales, con el presente trabajo se evaluó el grado de contaminación por residuos de plaguicidas en tomate sin tratamiento (sin lavar), lavado y pelado. Paralelamente se realizaron estudios de genotoxicidad que permitió determinar los posibles efectos genotóxicos. Las muestras de tomate se recolectaron mediante muestreo simple aleatorio, en nueve localidades de Omereque y ocho en Río Chico, agrupadas zonas alta, media y baja, para luego ser extraídas por el método multiresiduos Quechers, cuantificados mediante cromatografía. Los resultados obtenidos confirman el uso de plaguicidas organofosforados y organoclorados en las zonas de estudio. En Omereque se detectó plaguicidas organofosforados en el 89% de los puntos muestreados, la mayor concentración fue de metil paration 9.60mg/kg en la zona media y plaguicidas organoclorados en el 27 % de los puntos muestreados. En Río Chico se detectó residuos de plaguicidas organofosforados en el 87% de los puntos muestreados, la mayor concentración fue de metil paration 8.30mg/kg y plaguicidas organoclorados en el 33% de los puntos muestreados. El tiempo y la temperatura son variables importantes en la degradación de los residuos de plaguicidas ya que de estas depende considerablemente el tiempo de vida media. El análisis de varianza establece que la problemática interna y entre ambas áreas agrícolas no existe diferencias estadísticamente significativas.

## Aspectos Innovadores

- Información primaria a nivel internacional
- Es el primer estudio con base científica sobre la contaminación de tomates con residuos de plaguicidas.
- Estandarización de un sistema de pretratamiento novedoso para la extracción y cuantificación de residuos de plaguicidas en tomates.

## Ventajas competitivas

Esta investigación proporcionará una valiosa información que servirá no solo para evaluar los riesgos de exposición, sino también para fines regulatorios y la toma de decisiones de las entidades gubernamentales sobre el uso y manejo de plaguicidas en cultivos para mitigar el problema de contaminación agrícola.

Debido a la importancia que tiene el tomate en la dieta diaria, sus características en cuanto a su composición y la capacidad de reducir y prevenir algunas enfermedades, como el cáncer, debido a su acción antioxidante y anticancerígena, es necesario desarrollo de investigaciones participativas interdisciplinarias con las áreas socioeconómica y de salud con el objetivo de evaluar los daños sociales, económicos y en la salud de los pobladores las zonas agrícolas y la población en general.

Con los resultados de la investigación se contribuirá de manera indirecta al resguardo de la seguridad alimentaria de la población ya que una de las

conclusiones de la investigación es el consumo de tomate lavando y pelando, de esta manera hay una reducción considerable o eliminación de los residuos de plaguicidas en el tomate.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado puede ser de interés para autoridades ambientales como el Viceministerio de medio ambiente, ministerios de salud y de agricultura alcaldías municipios, Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), con las cuales se puede realizar actividades orientadas a minimizar la contaminación agrícola, hacer cumplir las normativas en cuanto a uso y manejo de plaguicidas. Actividades conjuntas con Universidades de Bolivia para continuar realizando seguimiento y monitoreo de los plaguicidas en el tomate y otros productos agrícolas. A las Asociación de agricultores, capacitación en el uso correcto y manejo de plaguicidas para conocer los riesgos que conlleva la presencia de plaguicidas en los cultivos, el ambiente y la salud, por personal del CASA y especialistas en el tema de la fundación Plaguicidas Bolivia (PLAGBOL).



Ilustración AC5: Exploración y análisis de tomates



**Proyecto:** Evaluación del grado de contaminación por residuos plaguicidas en el tomate en los Municipios de Omereque y Río Chico

**Financiado:** Fundación Plaguicidas Bolivia Cooperación al Desarrollo de Dinamarca

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Fundación Plaguicidas Bolivia PLAGBOL



Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-AC0006



# Crianza mixta de llamas y alpacas, aprovechando su complementariedad

**INVESTIGADOR:** Angelika Stemmer

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Zootecnia y Producción Animal

## RESUMEN

La UMSS a través, del Programa Rumiantes Menores y Producción Pecuaria Sostenible del Departamento de Zootecnia y Producción Animal, ofrece **estrategias para la crianza mixta de llamas y alpacas**, que son un apoyo fundamental para los criadores, con el fin de un manejo más adecuado de las dos especies animales. Estas estrategias, ayudarían a la obtención de fibra de calidad, y por consiguiente obtener mayores precios en el mercado, mejorando de esta manera la competitividad y los ingresos monetarios de los criadores. Además, es un apoyo para lograr una mejora en el bienestar de las familias criadoras. El presente conocimiento busca cooperación con los municipios alto andinos y/o servicios de extensión de entidades estatales o privadas, dirigido a desarrollar actividades comunes que beneficien a ambas.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Small Ruminants and Sustainable Livestock Production Programme of the Department of Zootechnics and Animal Production, offers strategies for the mixed breeding of llamas and alpacas, which are a fundamental support for breeders, in order to better manage the two animal species. These strategies would help to obtain quality fiber, and therefore to get higher prices in the market, thus improving the competitiveness and monetary income of breeders. In addition, it is a support to achieve an improvement in the welfare of breeding families. This knowledge seeks cooperation with the high Andean municipalities and/or extension services of government or private entities, aimed at developing



## Descripción y características fundamentales

Los criadores de camélidos domésticos enfrentan varios inconvenientes en el manejo conjunto de llamas y alpacas, principalmente: la competencia por forraje, el cruzamiento indeseable entre ambas especies y la comercialización de la fibra.

La principal limitante para no aumentar más el número de alpacas, es el acceso a bofedales (praderas húmedas), que son la fuente de alimentación de estos animales. Los intentos de criar alpacas sin tener bofedales no prosperaron. Los pajonales (praderas secas) se utilizan para el pastoreo de llamas. Aunque las dos especies usan sitios de pastoreo distintos, de noche se quedan cerca de las viviendas, pudiendo ocurrir cruzamientos entre llamas y alpacas, dando lugar al nacimiento de huarizos. Estos animales tienen fibra de calidad inferior a la alpaca, no tienen el tamaño ni la fuerza de la llama y no pueden ser usados como animales de carga. Además, su carne no es apreciada por los productores.

Las dos especies de camélidos se complementan en sus usos: los productos de las llamas son utilizadas más para el consumo doméstico mientras que la fibra de alpaca se vende casi en su totalidad. Los criadores valoran mucho a sus alpacas por el ingreso monetario que ellas les proveen mediante la venta de fibra. Las llamas producen fibra de doble capa, que necesita un proceso de descordado (separación de fibras finas y gruesas) para poder comercializarse a un precio justo.

Las estrategias que se proponen para la crianza mixta de llamas y alpacas incluyen:

- Prácticas de manejo para evitar el cruzamiento indeseable entre llamas y alpacas.
- Recomendaciones para la mejora de la calidad de la fibra animal.
- Uso de alternativas en la comercialización de la fibra de llama, mediante el proceso de descordado recientemente instalado en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias.
- Procesamiento previo a la comercialización de la fibra (descordado, cardado, hilado con ruecas eléctricas).

## Aspectos innovadores

En el Municipio de Cocapata (Provincia Ayopaya, Cochabamba), la crianza de llamas data de tiempos pre-hispánicos, pero las alpacas fueron introducidas recién en la década de los años 90 del siglo pasado. Aunque ambas especies son camélidos domésticos, difieren en varios aspectos como: el tipo de fibra que producen, hábitos alimenticios, tamaño corporal y hábitat. En la zona del estudio, la alpaca es una especie recientemente introducida; los criadores no tuvieron experiencia anterior en su crianza. En otras regiones de Bolivia tampoco es usual la crianza mixta, por eso es necesario desarrollar estrategias para el uso sostenible de ambas especies (llamas y alpacas).

## Ventajas competitivas

Las organizaciones de extensión pecuaria, podrían incorporar los conocimientos generados para la crianza mixta de llamas y alpacas, con el fin de apoyar a los criadores en un manejo adecuado de las dos especies animales. Con las estrategias propuestas se lograría la obtención de fibra de calidad, con los

que se obtiene mayores precios en el mercado, mejorando de esta manera la competitividad y los ingresos monetarios de los criadores. Por otra parte, controlando los apareamientos, se evitaría el nacimiento de híbridos indeseables. Vale decir que, con la aplicación de las estrategias propuestas, se lograría una mejora en el bienestar de las familias criadoras.

## Tipo de asociación que busca

Con el propósito de continuar con el desarrollo y la aplicación de este conocimiento, es necesario la colaboración con municipios alto andinos y/o servicios de extensión de entidades estatales o privadas, por ejemplo, el Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG). Las actividades se centrarían en cursos de capacitación y talleres para hombres y mujeres criadores de camélidos, incluyendo las estrategias propuestas. Se propone visitas a las instalaciones de PRORUMEN y demostraciones de los equipos de procesamiento de fibra animal. El costo para estas visitas, para organizaciones de extensión, son propios según el personal.



Ilustración AC6: Crianza de camélidos | Angelika Stemmer



**Proyecto:** Evaluación de la calidad de fibra de camélidos domésticos y de sus funciones dentro el sistema de producción del pequeño criador en Ayopaya.

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Universidad Hohenheim, Alemania

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-AC0007



# El Sacha Inchi: Cultivo alternativo en el Trópico de Cochabamba

**INVESTIGADOR:** Ruddy Meneses Arce

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigación en Forrajes (CIF) "La Violeta"

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Investigación en Forrajes (CIF) "La Violeta", ha constatado que a la fecha se tiene producción de materia prima (grano) de sachá inchi -a pequeña escala- en diferentes municipios del Trópico de Cochabamba. Esta escala reducida de producción puede ser fomentada y apoyada para lograr un significativo incremento, a partir de esfuerzos conjuntos de instituciones de desarrollo y los propios municipios de la zona, buscando cultivos alternativos al cultivo de coca.

## ABSTRACT

The UMSS through the Center for Forage Research (CIF) "La Violeta", has confirmed that to this date, there is production of raw material (grain) of sachá inchi -a small scale- in different municipalities of the Tropic of Cochabamba. This reduced scale of production can be promoted and supported to achieve a significant increase, based on the joint efforts of development institutions and the municipalities of the area, seeking alternative crops to coca cultivation.



## Descripción y características fundamentales

La producción agrícola en Bolivia está basada en alimentos esenciales y básicos para la canasta familiar, excluyendo así nuevas alternativas productivas. Dentro de este marco se encuentran productos de importancia industrial que en la actualidad no se conocen sino de manera silvestre, los cuales se encuentran en nuestro medio; uno de ellos es el sacha inchi, planta netamente tropical y sub tropical.

La Amazonía constituye el hábitat natural de plantas, que aún no han sido aprovechadas por el hombre en su real dimensión, solo algunos pueblos, conocedores de su riqueza implícita, aprovechan estos recursos. Es el caso de la especie *Plukenetia volubilis* L. (sacha inchi), la cual es un valioso aporte de la biodiversidad amazónica, siendo un legado milenario de las antiguas civilizaciones; utilizada por los pueblos de esta región y difundida en el periodo incaico a todo su territorio.

El sacha inchi es una especie de gran importancia en otros países, debido a su alta rentabilidad económica por la industrialización y la elevada demanda de su aceite en el mercado internacional, principalmente por las sustancias que posee su semilla: ácidos grasos esenciales, hasta en un 54%: Oleico (Omega 9), Linoleico (Omega 6) y Linoléico (Omega 3), además tiene un elevado tenor de proteínas, vitaminas A y E, esenciales y de gran beneficio en la dieta nutricional diaria; estos valores nutritivos son superiores a los de semillas de otras oleaginosas conocidas y utilizadas en nuestro medio.

Uno de los derivados más importantes del grano del sacha inchi es el aceite, un producto excelente para la salud humana, debido a sus propiedades nutricionales y terapéuticas para el control de radicales libres (colesterol) y una serie de enfermedades que éstos originan en el organismo humano.

En función a experiencias técnicas del CIF "La Violeta" (FCAYP-UMSS), trabajando con esta especie, en el Chapare, desde el año 2010, se evidencia que su cultivo es una opción técnica y económica viable, para fortalecer capacidades y diversificar cultivos en la zona, pudiendo constituirse en una opción más para el productor.

## Aspectos innovadores

El sacha inchi ofrece condiciones para producir un aceite vegetal de alta calidad para consumo humano, en comparación con aceites habitualmente consumidos en nuestro medio (girasol, soya) y producidos a escala industrial por empresas productoras del oriente del país. Por otra parte, el sacha inchi es una alternativa innovadora ya que podría ser un cultivo alternativo en el Chapare, en especial en aquellos sitios donde el monocultivo de coca, conlleva problemas de índole técnico, social y económico. La rentabilidad que ofrece el aceite de sacha inchi, hace que este cultivo sea comparable a otros cultivos propios de la zona.

## Ventajas competitivas

A nivel de producción a nivel de campo, se ha demostrado que el cultivo de sacha inchi es viable en el Trópico de Cochabamba, lo que falta es el establecimiento de una planta industrial extractora de aceite a partir del grano que produce esta especie.

Teniendo la planta industrial, se puede generar políticas de fomento del cultivo,

capacitación en el mismo y finalmente mecanismos de compra de la materia prima y venta del aceite producido a nivel nacional e internacional.

Al momento y mientras no se tenga una planta industrial para beneficiar la almendra de sacha inchi, el productor puede destinar este grano para consumo propio o para generar una actividad en escala menor, produciendo y comercializando tostado, almendras cubiertas con chocolate o un aceite producido de manera artesanal.

Los beneficios en cuanto a salud humana que brinda el sacha inchi, justifica el trabajar en este rubro, con una especie nativa y de alto valor para el Trópico de Cochabamba, pudiendo constituirse en un rubro productivo característico y totalmente identificado con la zona.

## Tipo de asociación que busca

El cultivo, transformación y comercialización del grano de sacha inchi y sus derivados, requiere la interacción de productores con la industria agro alimentaria, en especial aquella dedicada a la producción de cultivos alternativos.

Si bien el Trópico de Cochabamba presenta condiciones óptimas para el cultivo de sacha inchi, se requiere de una inversión significativa en una planta industrial, a partir de apoyo estatal o municipal para garantizar la compra de la materia prima. Sin una planta industrial, cualquier intento de consolidar esta especie a un nivel productivo en la zona, no tiene perspectivas de éxito.



Ilustración AC7: Fruto, grano y almendra de sacha inchi | Ruddy Meneses Arce



**Proyecto:** Manejo Agronómico del Sacha Inchi en el Trópico de Cochabamba.  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)
- Unidad Académica "Valle de Sacta", FCAPyF

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-AC0008



# Forrajeras arbusivas y arbóreas nativas de Bolivia para climas áridos con fines de enriquecimiento forrajero de áreas de pastoreo



**INVESTIGADOR:** Esther L. Rojas Vargas

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biotecnología y Nanotecnología: Centro Universitario de Excelencia en Investigación y Formación Académica

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biotecnología y Nanotecnología, ofrece una forrajera arbustiva nativa de Bolivia (*Gomphrena vaga*) y dos forrajeras arbóreas (*Gochnatia palosanto* y *Capparis speciosa*) para enriquecer las áreas de pastoreo de zonas áridas, comprendidas entre los 500 y 2200 msnm y con precipitaciones anuales desde 200 mm. Estas especies, que están en proceso de domesticación en los laboratorios del CByN. Crecen de forma natural en el Cono Sur del departamento de Cochabamba, zona que se caracteriza por tener un clima árido (150 – 350 mm de precipitación anual). De acuerdo a los estudios etnobotánicos y observaciones de campo realizados, son bastante palatables para el ganado bovino, caprino y ovino. Se busca expandir su cultivo en zonas de pastoreo similares.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biotechnology and Nanotechnology (CByN), offers a Bolivian native forage bush (*Gomphrena vaga*) and two arboreal forage (*Gochnatia palosanto* and *Capparis speciosa*) to enrich the grazing areas of arid areas, between 500 to 2200 meters above sea level and with 200 mm of annual rainfall from. These species, which are in the process of domestication in the laboratories of the CByN, grow naturally in the Southern Cone of the department of Cochabamba, an area characterized by an arid climate (150 - 350 mm of annual rainfall). According to ethnobotanical studies and field observations, they are quite palatable for bovine, goat and ovine cattle. Is sought to expand its cultivation in similar grazing areas.

## Descripción y características fundamentales

La actividad pecuaria juega un papel importante en la economía de las familias campesinas en Bolivia. En muchas regiones de Bolivia, como en el Cono Sur de Cochabamba y el Chaco, los bosques xerofíticos son utilizados como zonas de pastoreo para el ganado bovino, ovino y caprino. Sin embargo, el sobrepastoreo ha conducido a una dramática reducción, e incluso a la extinción, de especies forrajeras palatables para el ganado. El cambio climático ha agravado esta situación. Actualmente estos bosques están poblados por especies espinosas o no apetecibles por el ganado, incluso tóxicas. En consecuencia, es necesario enriquecer el bosque con especies que sean apreciadas por el ganado. El ganado en estas zonas puede consumir más de 100 especies de plantas, sin embargo, solo unas cuantas son realmente apreciadas por el ganado. Entre estas se encuentra una especie arbustiva, la *Gomphrena vaga*, y dos arbóreas, la *Gochnatia palosanto* y la *Capparis speciosa*. La ventaja de estas especies es que se las siembra una sola vez y después pueden proveer forraje por muchos años. En el CByN se ha iniciado un proceso de domesticación de estas especies. Actualmente se cuenta con semilla botánica y con la tecnología para producir plántulas a partir de estas semillas.

La *Gomphrena vaga* es un arbusto con tallo ascendente. Las hojas y ramas son pubescentes. Las hojas son lanceoladas, opuestas, decurrentes sobre el pecíolo, pubescencia más densa en el envés, pecioladas y abundantes. La inflorescencia es un capítulo subgloboso, y terminal. El fruto es un utrículo membranáceo e irregularmente dehiscente. El Melendre (*Gochnatia palosanto*) es un árbol pequeño forrajero muy apreciado por el ganado bovino, en el Cono Sur del departamento de Cochabamba. Esta planta se caracteriza por tener abundante follaje. Es una planta de hoja caduca, sin embargo, sus hojas son capaces de persistir hasta la próxima brotación, si no son consumidas antes por el ganado. Las hojas empiezan a brotar el mes de octubre o antes, dependiendo de las condiciones de humedad. La alcaparra (*Capparis speciosa*) es un árbol de entre 2-8 m de altura, copa densa, ramas tortuosas, follaje denso. Hojas simples, perennes, alternas, verde oscuras intensas, elípticas y grandes. Ramas finas, muy ramificadas, presenta lenticelas, corteza lisa, verde oscura y sin espinas.

## Aspectos innovadores

- Son arbustos o árboles nativos muy apreciados por el ganado bovino, ovino y caprino.
- Es la primera vez que se están multiplicando de forma artificial con fines forrajeros.
- Al ser plantas nativas, su desarrollo está garantizado.
- Se siembran o plantan una sola vez y soportan en ramoneo durante varios años.

## Ventajas competitivas

Las forrajeras cultivadas compiten con otras especies por terreno laborable. Es por eso que los ganaderos prefieren maíces doble propósito (grano y forraje) a maíces que solo sirven para forraje. En cambio, estas forrajeras nativas se pueden sembrar o plantar en áreas de pastoreo no utilizadas para la agricultura. Las forrajeras cultivadas son anuales, en cambio, las forrajeras nativas que

presentamos son semi perennes (*Gomphrena vaga*) o perennes. Naturalmente soportan muy bien el ramoneo por la tanto proveen forraje año tras año mediante rebrote. Además, son especies que soportan muy bien la sequía. En el caso de la alcaparra, mantiene su follaje verde incluso en invierno.

## Tipo de asociación que busca

Se busca vinculos con centros de innovación del estado, gobiernos municipales, ONGs; con el fin colaborar en el desarrollo de bombas ecológicas con las semillas de estas especies y realizar su difusión en los bosques de pastoreo. El costo aproximado para incorporar este conocimiento es aproximadamente asciende a 50 000 bolivianos.



Ilustración AC8: Planta como forraje | Esther Rojas Vargas

**giz**

**Proyecto:** INNOVACIÓN DE SISTEMAS FORRAJEROS RESILIENTES A LA SEQUÍA EN LOS VALLES MESOTERMICOS DE COCHABAMBA - BOLIVIA, EN EL MARCO DE LA GESTION INTEGRAL DE CUENCAS

**Financiador:** Cooperación Alemana GIZ

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Cooperación Trilateral en Forrajes (COTRIFOR)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-AC0009



# Zanjas de infiltración para recuperar y enriquecer la vegetación en zonas áridas y semiáridas

**INVESTIGADOR:** Franz Gutiérrez Ferrufino

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigación en Forrajes (CIF) "La Violeta"



## RESUMEN

Las zanjas de infiltración son una opción eficiente y económica, para recuperar y enriquecer la vegetación y cobertura vegetal, en suelos de zonas secas. Las zanjas captan el agua de lluvia, dando condiciones para la siembra y desarrollo de especies forrajeras aptas para esas condiciones. Al tener vegetación, se evita la erosión de suelos, se incrementa el forraje y por tanto la capacidad para producir forraje para la ganadería del lugar. Se busca apoyo para difundir y mejorar la técnica, en zonas similares.

## ABSTRACT

Infiltration ditches are an efficient and economical option, to recover and enrich vegetation and plant coverage, in soils of dry areas. The ditches capture rainwater, giving conditions for planting and development of forage species suitable for these conditions. By having vegetation, soil erosion is avoided, forage is increased, and therefore the capacity to produce fodder for local livestock. Support is sought to disseminate and improve the technique, in similar areas.

## Descripción y características fundamentales

En el Cono Sur de Cochabamba, en el municipio de Aiquile, los mayores problemas ambientales son la erosión y la pérdida de cobertura vegetal, a causa del sobrepastoreo y del sistema de manejo del ganado caprino, en especial. Esto incide en la seguridad alimentaria de la población y en su calidad de vida. En base a ello, se realizó un trabajo de investigación en dos comunidades de Aiquile (*Chingurí* y *Callejones B*). Se realizaron actividades para la recuperación de la pradera nativa comunal, mediante técnicas destinadas a la conservación de suelos en áreas secas. La base para el trabajo, fue el cercado eléctrico (con energía solar) de áreas degradadas de monte nativo. El objetivo concreto del trabajo fue determinar la carga animal y capacidad de carga animal de la pradera nativa, antes y después de la ejecución del Proyecto, como respuesta a la implementación de zanjas de infiltración y producción de biomasa forrajera en éstas. El trabajo se realizó dentro del marco de un trabajo relacionado a la resiliencia frente al cambio climático, entre noviembre de 2016 a marzo de 2018. Dentro de las áreas cercadas fueron abiertas zanjas de infiltración en curvas de nivel, distanciadas a diez metros entre sí, dentro de las cuales se sembraron especies forrajeras introducidas de los géneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Chloris* y *Eragrostis*, con la finalidad de observar su potencial para el incremento de la capacidad de carga, al incrementar la oferta forrajera. Al concluir el Proyecto, se evidenció que el control del ingreso de ganado y la consolidación de las zanjas de infiltración, permiten una notable recuperación de la vegetación, promoviendo el incremento y enriquecimiento de biomasa forrajera y la biodiversidad. Se demostró las ventajas y bondades productivas, logrando incrementos de la capacidad de carga animal, con prácticas de cercado de áreas y siembra de gramíneas forrajeras en las zanjas de infiltración.

## Aspectos innovadores

Las zanjas de infiltración son medidas de conservación de suelos, que no se utilizan en el Cono Sur de Cochabamba, donde la erosión y pérdida de biodiversidad vegetal, es dramática, por falta de cobertura vegetal y sobre pastoreo. Una condición básica para establecer las zanjas, es la utilización de cercado eléctrico con energía solar, práctica que se ha demostrado que es factible y que evita el ingreso de ganado, con lo cual se da la oportunidad de consolidar las zanjas, lo que al mediano y largo plazo, evitará la desertificación en áreas de por sí deprimidas y donde la precipitación pluvial es un elemento limitante.

## Ventajas competitivas

El recuperar la vegetación e incrementarla mediante la siembra de especies forrajeras tolerantes a la sequía, en zanjas de infiltración, implica una drástica mejora en la calidad del ambiente y resiliencia frente a los efectos del cambio climático. Además las zanjas consolidadas, evitan el arrastre de suelo y por tanto procesos erosivos que provocan costos sociales y económicos a las comunidades y los gobiernos municipales del Cono Sur de Cochabamba, que invierten cada año recursos económicos y técnicos en la mitigación física del daño provocado por desastres naturales, directamente relacionados con el

cambio climático. Al proteger los suelos, se protege la base de sustento de la ganadería de las familias que viven en zonas áridas y semiáridas.

## Tipo de asociación que busca

La tecnología planteada está pensada para que sea utilizada por los gobiernos municipales del Cono Sur de Cochabamba, destinando recursos y personal para la difusión, capacitación y aplicación de las técnicas planteadas, al interior de los sindicatos agrarios, quienes -a su vez- deberían apoyar, principalmente, con la mano de obra para el trazado, apertura, siembra y mantenimiento de las zanjas de infiltración. Los costos directos, principalmente se limitan a la cerca eléctrica (con energía solar) y la semilla de pastos a establecerse en las zanjas.



Ilustración AC9: Establecimiento de zanjas | Franz Gutiérrez Ferrufino



**Proyecto:** Gestión Territorial, Recuperación de la Pradera Nativa Comunal y Manejo de Unidades Productivas para la Resiliencia y Adaptación al Cambio Climático en Áreas Xerofíticas del Municipio de Aiquile.

**Financiado:** Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Investigación en Forrajes (CIF) "La Violeta"
- Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Centro de Investigación en Biodiversidad y Recursos Naturales (BIORENA), USFCH
- Gobierno Autónomo Municipal de Aiquile



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-AT0001



## Banco de Germoplasma de cuyes reproductores

**INVESTIGADOR:** Claudia Rivas Valencia

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Zootecnia y Producción Animal

### RESUMEN

La UMSS a través de Programa de Mejora Genética y Manejo de Cuy en Bolivia (MEJOCUY) del Departamento de Zootecnia y Producción Animal, se consolida como la pionera en la creación de un Banco de Germoplasma de Cuyes, para estimular la producción y consumo de esta especie, coadyuvando a la búsqueda de fuentes de trabajo y alimentación para la población. En MEJOCUY se desarrollan estrategias y planes de acción para la conservación, manejo sostenible y mejora genética de cuyes exóticos en Bolivia como base para la dotación de pie de cría de alta calidad genética.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Guinea Pig Genetic Improvement and Management Programme in Bolivia (MEJOCUY) of the Department of Zootechnics and Animal Production, is consolidated as the pioneer in the creation of a Guinea Pig Germplasm Bank, to stimulate the production and consumption of this species, contributing to the search for sources of work and food for the population. In MEJOCUY, strategies and action plans are developed for the conservation, sustainable management and genetic improvement of exotic guinea pigs in Bolivia as a basis for the provision of breeding stock of high genetic quality.



### Descripción y características fundamentales

El Departamento de Zootecnia y Producción Animal a través de programa MEJOCUY ha consolidado un Banco de Germoplasma de cuyes de países andinos que comparten el centro de origen de la especie, que son: Bolivia, Perú y Ecuador, con la finalidad de establecer planteles de cuyes exóticos para su conservación in vivo. Los cuyes de las líneas AUQUI, Rosario, San Luis y Perú tienen características de rendimiento superiores a las poblaciones locales pero requieren adaptarse a las nuevas condiciones bioclimáticas de la región, y a través de la caracterización del perfil de rendimiento y actividades orientadas al seguimiento y evaluación, desde el año de su introducción (2008), se tiene en proceso de adaptación, reproductores con fines de mejora genética por selección y cruzamiento que permitirán proporcionar pie de cría de alta calidad genética a los productores. Las evaluaciones de estos planteles, han contribuido al desarrollo de estrategias de conservación y manejo sostenible de la especie *Cavia aperea porcellus* en Bolivia. Por otra parte, la conservación ex – situ de líneas de cuyes hace del Centro MEJOCUY el único a nivel sudamericano con una colección in vivo de cuyes de tres de los países que conforman el centro de origen de la especie.

### Aspectos Innovadores

En Bolivia se dispone actualmente de cuyes provenientes de Ecuador y Perú, adaptados a las condiciones locales, lo cual no se logra de una generación a otra o con la compra de semovientes de otro país, sino a través de diferentes estrategias de conservación, adaptación y manejo sostenible lo cual permite a la fecha al Centro MEJOCUY, ofertar reproductores de alta calidad genética.

Los cuyes de las líneas AUQUI, San Luis, Rosario y Perú tienen mayor velocidad de crecimiento respecto de las poblaciones locales, el potencial de estos cuyes se centra en los resultados que se logran en la cruce comercial con cuyes nativos o mejorados localmente.

### Grado de desarrollo de la tecnología

El banco de germoplasma requiere un mayor desarrollo para lo cual se busca financiamiento externo aproximado de 15 000 dólares americanos para la conservación, manejo sostenible y mejora genética de nuevas poblaciones de cuyes exóticos, puesto que requieren un periodo mayor a los 24 meses para su adaptación.

### Ventajas competitivas

- Pie de cría de alta calidad genética adaptado a diferentes condiciones bioclimáticas.
- Velocidad de crecimiento superior a la media local y nacional.
- Reducción de costos de alimentación puesto que sale a menor edad al mercado.

### Tipo de asociación que busca

Se oferta cooperación técnica a entidades dedicadas a la crianza y comercialización a mediana y gran escala de cuyes. Los interesados requieren infraestructura diseñada para la crianza comercial y producción de forraje a lo largo de todo el año. El costo está en función al número de reproductores que se requieran para iniciar la crianza y el tipo de asesoramiento solicitado al centro.

La tecnología puede desarrollarse en otras universidades involucradas en mejoramiento genético animal o entidades que realizan trabajos de investigación en la temática, así como también productores comerciales que puedan garantizar los aspectos técnicos que requiere la crianza de líneas puras de cuyes especialmente en cuanto a selección.



Ilustración AT1: Cuy de alta calidad genética



**Proyecto:** Conformación de un banco de germoplasma de cuyes de países andinos que comparten el centro de origen en el proyecto MEJOCUY  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)



## Evaluación de la Interacción genotipo – ambiente de poblaciones de cuyes bajo condiciones de campo

**INVESTIGADOR:** Elizabeth Rico Numbela

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Zootecnia y Producción Animal



### RESUMEN

La UMSS a través de Programa de Mejora Genética y Manejo de Cuy en Bolivia (MEJOCUY) del Departamento de Zootecnia y Producción Animal, oferta material genético probado bajo diferentes condiciones bioclimáticas, que proporcionan al criador núcleos de reproductores de excelentes cualidades productivas. Actualmente, MEJOCUY busca desarrollar tecnologías de posproducción, con la transformación de subproductos de la cuyicultura en faeneo de carne y aprovechamiento del estiércol de cuy, para ofertar un paquete tecnológico con toda la cadena productiva de la especie a los beneficiarios.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Guinea Pig Genetic Improvement and Management Program in Bolivia (MEJOCUY) of the Department of Zootechnics and Animal Production, offers genetic material tested under different bioclimatic conditions, which provide the breeder with nuclei of reproducers of excellent productive qualities. Currently, MEJOCUY seeks to develop post-production technologies, with the transformation of guinea pig by-products into meat slaughter and use of guinea pig manure, to offer a technological package to the beneficiaries with the entire productive chain of the species.

## Descripción y características fundamentales

El paquete de oferta tecnológica se ha desarrollado a través de la interacción genotipo – ambiente de poblaciones de cuyes desarrolladas por cruzamiento y selección, para evaluar su respuesta en campo de igual manera que en estación y validar el rendimiento como resultado del proceso de mejora genética. Para la alimentación de los cuyes, la asociación cereal – leguminosa es más ventajosa para lograr mejores incrementos de peso y por otra parte, las líneas de cuyes que mejor responden en campo son aquellas que provienen del programa de cruzamientos.

Los resultados han permitido al Centro MEJOCUY ofertar un paquete tecnológico que incluye la evaluación de especies forrajeras para su adecuación a la dieta de los cuyes, definir líneas de cuyes aptas para determinadas condiciones bioclimáticas y realizar la capacitación en crianza de cuyes tecnificada que le permite al productor optimizar la producción con fines de seguridad alimentaria y venta de remanentes.

## Aspectos innovadores

Los cuyes resultantes de cruzamientos entre líneas peruanas, ecuatorianas y mejoradas localmente, responden mejor en campo que sus progenitores, con mejores índices de tamaño de camada y peso, aún en comunidades de altura como las de Tiraque en las cuales se podría esperar una mayor mortandad o problemas de adaptación, inclusive con rendimiento superior en campo respecto de estación. Sin embargo, esta respuesta va acompañada de las condiciones idóneas para la crianza que no son las mismas en cada zona por las consideraciones que debe tener el diagnóstico preliminar de producción forrajera, infraestructura y otros. El modelo de oferta tecnológica se puede replicar en diferentes zonas a nivel local y nacional, porque se ha logrado una aceptación del 100% de los productores.

## Grado de desarrollo de la tecnología

Si bien la oferta de material genético ya se encuentra en el mercado, existe aún material que requiere más desarrollo tecnológico para su explotación con un costo aproximado a determinarse según el requerimiento y una duración de entre 12 y 24 meses adicionales, para lo cual se busca financiamiento externo de entidades interesadas en la nueva tecnología.

## Ventajas competitivas

- Paquete tecnológico de crianza de cuyes en comunidades de altura con criterios de crianza familiar tecnificada.
- Contribución de manera directa a la seguridad alimentaria de los productores involucrados y por ende a la comunidad.
- Desarrollo de investigación participativa en forma conjunta con los involucrados, que permite evaluar los resultados alcanzados con la transferencia del paquete tecnológico.
- Utilidad social elevada en el entorno, dado que se mejora el consumo de proteína de origen animal, se proporciona elementos tecnológicos para la obtención de utilidades con la crianza de cuyes.
- Transformación de la crianza familiar de cuyes, a familiar – comercial que

tiene impacto positivo en la economía del productor, porque le genera mayores ingresos.

## Tipo de asociación que busca

Las organizaciones interesadas en trabajar con el programa MEJOCUY bajo esta modalidad requieren:

- Un convenio con el programa MEJOCUY y las autoridades respectivas tanto de la Universidad como de la organización a la que pertenecen.\* El costo de ejecución del proyecto en su totalidad debe ser cubierto por la organización solicitante, dado que MEJOCUY es un Centro universitario en autogestión, que no dispone de financiamiento para ejecución de proyectos. Este costo es variable en función al número de productores interesados en iniciar la crianza, cantidad de reproductores y distancia.
- El diagnóstico preliminar realizado por el programa MEJOCUY debe determinar condiciones idóneas para iniciar la crianza de cuyes en cuanto a forraje e infraestructura principalmente.
- El tiempo de capacitación oscila entre los 6 meses y el año para la ejecución adecuada.
- El progr MEJOCUY oferta: reproductores según las condiciones de la zona a intervenir, capacitación técnica, seguimiento y monitoreo a la crianza hasta lograr la apropiación de la oferta tecnológica por parte de los productores. Evaluación de los resultados alcanzados tangible a través de un informe de resultados de la transferencia.
- Las alcaldías, municipios, organizaciones de productores en coordinación con OG's, ONG's y otras instancias pueden solicitar trabajar con el Centro en forma conjunta bajo esta modalidad.



Ilustración AT2: Crianza de cuyes



**Proyecto:** Evaluación de especies forrajeras e Interacción Genotipo – Ambiente de Poblaciones Genéticas de Cuyes en el Municipio de Tiraque  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-AT0003



# Micropropagación de especies vegetales de alta calidad sanitaria para contribuir a una alta productividad en campos de agricultores

**INVESTIGADOR:** José Gino Aguirre Villarroel

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Fitotecnia



## RESUMEN

Las técnicas actuales de producción certificada de semilla de alta calidad sanitaria se basan en el cultivo *in vitro*, de esta manera se evita diseminar problemas a terrenos sanos y libres de enfermedades; en ese sentido, el cultivo *in vitro* resulta ser muy beneficioso para los fruticultores y agricultores en general. El Centro de Biotecnología y Nanotecnología se encuentra la capacidad de proveer estas plantas como un servicio que contribuya a empresas y/o productores a contar con plantas sanas que en campo muestren toda su capacidad productiva.

## ABSTRACT

The current techniques of certified production of high sanitary quality seeds are based on *in vitro* cultivation, in this way it is avoided to spread problems to healthy land and free of diseases; In this sense, *in vitro* cultivation turns out to be very beneficial for fruit growers and farmers in general. The Center for Biotechnology and Nanotechnology has the capacity to provide these plants as a service that contributes to companies and / or producers to have healthy plants that show all their productive capacity in the field.

### Descripción y características fundamentales

Las plantas multiplicadas vegetativamente son muy susceptibles a contaminarse de enfermedades virales, las cuales, con el tiempo, afectan los rendimientos hasta llegar a eliminar la planta en sí; esto ocurre en tubérculos como la papa, en flores, en hortalizas y en una serie de especies frutales, aromáticas y medicinales.

Asimismo, las normas de certificación de plantas, exigen que los plantales iniciales, se encuentren libres de virus, como una medida que evite la diseminación de enfermedades.

En nuestro medio, desde los años 90 la UMSS ha incorporado en su enseñanza la técnica de propagación *in vitro* en diferentes especies y ha jugado su rol al optimizar medios de cultivo en especies vegetales de alta demanda social o económica, adaptando, mejorando y validando las técnicas existentes.

### Grado de desarrollo de la tecnología

Como tecnología en sí, el principio es relativamente simple, se basa en la utilización de un medio de cultivo artificial que brinda a las plantas los requerimientos nutricionales para que las mismas puedan desarrollarse en condiciones *in vitro*; lo interesante de la técnica es que a partir de una planta, en diez meses de cultivo se logra producir más de un millón de plantas, aspecto que no sucede bajo los métodos tradicionales de multiplicación de plantas.

### Ventajas competitivas

Las ventajas de estas técnicas de multiplicación *in vitro* son la reducción de tiempo y de costos al contar con un número importante de plantas en espacios de tiempo menores que a través de las formas convencionales, además de garantizar la alta calidad sanitaria y la homogeneidad de cada una de las plantas obtenidas bajo este sistema.

Esta técnica puede ser utilizada en una gama de especies de relevancia económica como frutales, bulbos, tubérculos o flores o en aquellas especies que corren el riesgo de perderse dada su forma extractiva de uso, como sucede con las plantas medicinales, o con especies ricas en esencias, aromas o aceites esenciales.

### Tipo de asociación que busca

Se busca una cooperación técnica con productores de plántulas, viveristas, fruticultores, o entidades de apoyo al sector productivo tales como Fundación Valles, el Consejo Departamental de Competitividad, INIAF, con los cuales se puede ofertar la multiplicación de plantas *in vitro* del Laboratorio como servicio. El coste, fluctúa entre 0,5 cts. de boliviano a 5 Bs. dependiendo la especie.



Ilustración AT3: Cultivos *in vitro*

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-AT0004



## Sistema de producción de semilla prebásica de papa combinando sistemas de multiplicación in vitro, hidroponía e invernadero

**INVESTIGADOR:** Jorge A. Rojas Beltrán

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biotecnología y Nanotecnología: Centro Universitario de Excelencia en Investigación y Formación Académica



### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biotecnología y Nanotecnología (CByN), ofrece semilla prebásica de papa de la variedad que solicite el cliente. El uso de semilla prebásica garantiza la producción de semilla comercial de papa de alta calidad genética y sanitaria, tomando las precauciones necesarias para su producción. Esta semilla a su vez, garantiza muy buenos rendimientos para el productor. Esta oferta tecnológica es el resultado de una alianza entre el CByN y Cooperación Coreana (KOPIA) - Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biotechnology and Nanotechnology (CByN), offers pre-basic potato seed of the variety requested by the client. The use of pre-basic seed guarantees the production of commercial potato seed with high genetic and sanitary quality, taking the necessary precautions for its production. This seed in turn, guarantees very good yields for the producer. This technological offer is the result of an alliance between the CByNAF and the Korean Cooperation Center (KOPIA) - National Institute of Agricultural and Forestry Innovation (INIAF).

## Descripción y características fundamentales

La semilla de papa es uno de los insumos de mayor importancia para la producción de esta especie. De nada sirve tener un buen suelo, riego o realizar las prácticas culturales adecuadas, sino se tiene una buena semilla. Una semilla de buena calidad aumenta la producción, productividad y optimiza el uso de insumos, debido a una mayor uniformidad de emergencia y vigor de las plantas. Los rendimientos de papa en Bolivia son los más bajos de la región y son de aproximadamente 5 tn/ha. Estos bajos rendimientos son debido en gran medida a la mala calidad de la semilla empleada por los agricultores. Antiguamente, en el campo existían agricultores semilleros que producían la semilla de papa en terrenos de altura y libres de enfermedades. Estos agricultores ahora son muy escasos debido a que el campo se está vaciando de población. Ante esta realidad, no queda más alternativa que utilizar avances tecnológicos para la producción de semilla de papa de alta calidad genética y sanitaria. Entre estos avances tecnológicos está el cultivo *in vitro*, que permite limpiar las plantas de papa de enfermedades, además de ser una opción para su multiplicación; la hidroponía, que permite producir una gran cantidad de mini tubérculos a costos más bajos, con relación al cultivo *in vitro*, y finalmente la producción de tubérculos semilla en invernaderos acondicionados para evitar el ataque de plagas y enfermedades. El CByN y KOPIA han combinado estos tres sistemas a fin de maximizar la producción de semilla prebásica, reducir los tiempos de producción, así como también los costos de producción. Otro aspecto importante que hay que resaltar de esta tecnología, es que el sistema de producción no se concentra en una sola institución, sino que permite combinar instituciones de acuerdo a su especialidad. Además, se está involucrando a los municipios para que la tecnología beneficie a la mayor cantidad de productores y, de esta manera, sea innovativa.

## Aspectos innovadores

- El sistema de producción de semilla prebásica es el resultado de una alianza coordinada entre dos instituciones, que aportan su potencial específico. A este sistema, se pueden incorporar municipios, ONGs o empresas privadas para amplificar el impacto de la tecnología.
- KOPIA – INIAF ha optimizado una técnica económica de producción de minitubérculos de semilla prebásica de papa en condiciones de hidroponía, que permite la producción de 40 a 100 mini tubérculos por planta, cifra que es incuestionablemente superior al sistema de producción tradicional en sustrato (8 – 15 tubérculos por planta).

## Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología combina tres sistemas de multiplicación de papa: *in vitro*, hidroponía e invernadero, a fin de maximizar el proceso de producción de semilla prebásica y reducir costos. El cultivo *in vitro* se utiliza principalmente para eliminar enfermedades de la papa, (virus, viroides, etc.) y producir una cantidad suficiente de plántulas *in vitro* para el cultivo hidropónico, que es un método más económico y fácil de producción de mini tubérculos. Para certificar la ausencia de enfermedades se utilizan técnicas serológicas y/o moleculares. El CByN cuenta con el equipamiento y el personal capacitado para la detección de enfermedades, principalmente viroides, a nivel molecular. Esta primera etapa de la realiza en el

CByN de la UMSS. El cultivo hidropónico se utiliza para maximizar la producción de mini tubérculos a partir de plántulas sanas provenientes del cultivo *in vitro*. El protocolo ha sido optimizado por KOPIA-INIAF y permite la obtención de hasta 100 mini tubérculos por planta. La multiplicación en invernaderos provistos de mallas anti-áfidos y sistemas de control de temperatura, se realiza para producir tubérculos semilla. La producción en condiciones controladas de invernadero la realiza KOPIA, sin embargo, se está gestionando alianzas con los municipios, para que esta etapa de producción sea transferida a los municipios.

El proceso para el desarrollo de este sistema, requiere aproximadamente un tiempo de 12 a 24 meses. KOPIA ha desarrollado un invernadero económico de producción de minitubérculos de 150 m<sup>2</sup> y de fácil implementación.

## Ventajas competitivas

El uso de semilla de papa de alta calidad genética y sanitaria puede hasta duplicar el rendimiento de los tubérculos de esta especie. En cambio, la inversión que el productor realiza en adquirir semilla certificada significa un incremento de no más del 30% en sus costos de producción. Además, la utilización de semillas sanas reduce la aplicación de pesticidas, hecho que no solamente reduce los costos de producción, sino también tiene efectos benéficos para el medio ambiente.

## Tipo de asociación que busca

Esta tecnología es dirigida a empresas públicas, gobiernos municipales, ONGs, empresas privadas, entre otros; las cuales tienen actividades como ser: la multiplicación de semillas mediante hidroponía o en invernadero, para venta de semilla pre básica a los agricultores semilleros. El costo que supondría incorporar esta tecnología al interesado es aproximadamente 50 000 bolivianos.



Ilustración AT4: Invernadero para producción de semilla de papa | Jorge A. Rojas



Proyecto: Root to Food

Financiado: FONTAGRO

Organizaciones asociadas al proyecto:

- Centro de Cooperación (KOPIA)
- Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).



Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-AT0005



# Uso de la tuna como forrajera para las zonas áridas y semiáridas de Bolivia



**INVESTIGADOR:** Hernán Campos Garvizo

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigaciones en Forrajes (CIF) "La Violeta"

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Investigaciones en Forrajes (CIF) "La Violeta", ha generado información para utilizar la tuna como una nueva opción forrajera para las zonas áridas y semi árida del país. La tuna a diferencia de los forrajes tradicionales, prospera en condiciones de poca precipitación, produciendo forraje todo el año con un aporte importante de agua para el consumo de los animales. A corto plazo, se busca implementar parcelas de producción en el cono sur de Cochabamba, para ello se requiere al apoyo de cooperantes nacionales e internacionales.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Forage Research (CIF) "La Violeta", has generated information to use the prickly pear as a new forage option for the arid and semi-arid areas of the country. The prickly pear plant, unlike traditional fodder, thrives in low rainfall conditions, producing fodder all year long with an important water supply for animal consumption. In the short term, it is sought to implement production plots in the southern cone of Cochabamba, for this, the support of national and international cooperators is required.

## Descripción y características fundamentales

El uso de tuna como forraje es nuevo en nuestro medio, especialmente en zonas que tienen condiciones extremas de aridez, donde la fuente de alimentación del ganado es el monte nativo, el cual está seriamente afectado por la sequía y sobrepastoreo. El ganado carece de alimentación adecuada en gran parte del año, provocando desnutrición, mermas productivas y en casos extremos la muerte.

El conocimiento generado, ha posibilitado determinar la densidad de plantación óptima, que ha permitido una mayor producción de forraje en términos de materia seca por unidad de superficie, así también se pudo determinar los niveles de fertilización química y orgánica adecuados para alcanzar mayores rendimientos en forraje.

Los resultados han permitido al CIF “La Violeta” generar el conocimiento que se puede traducir en un paquete tecnológico para el uso de la tuna como forraje que incluye la implementación de parcelas, manejo agronómico, evaluación, aprovechamiento de forraje, capacitación a productores y técnicas de multiplicación de plantines de tuna a nivel de invernadero.

## Aspectos innovadores

Opuntia (tuna) es un género de plantas sub-utilizado en nuestro medio, en especial como forraje, siendo que tiene una serie de ventajas, que van desde la eficiencia en la utilización de agua para su desarrollo, hasta su capacidad de sobrevivir y producir en condiciones extremas de aridez, donde otras especies forrajeras no prosperan, el uso de esta especie, es novedoso, ya que en nuestro medio, salvo casos muy aislados, no se tiene experiencias documentadas sobre la utilización de la tuna como forraje. Un antecedente es el germoplasma traído en la década de los años setenta, por cooperantes suizos ligados a COTESU y el trabajo realizado por la cooperación alemana (GIZ) mediante su Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO – GIZ), salvo estas dos instituciones, a la fecha el Centro de Investigación en Forrajes CIF “La Violeta”, es la única institución que ha generado conocimiento en lo referente al manejo agronómico del uso de la tuna como forraje.

## Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología de la implementación de parcelas además del manejo agronómico de la tuna, para el uso como forrajes, se encuentran en fase de desarrollo, en donde el apoyo y financiamiento externo, para este, darían lugar al avance significativo de esta tecnología. El tiempo requerido para este desarrollo oscila entre 12 a 24 meses.

## Ventajas competitivas

La ventaja de incluir este forraje en la alimentación del ganado en los sistemas productivos de las zonas áridas y semi-áridas radica principalmente en la disponibilidad de forraje verde en periodos de sequía donde la oferta forrajera del monte nativo y otros forrajes cultivados se ve disminuida notablemente. Por otra parte la disponibilidad de agua para el consumo de los animales es escasa,

la tuna en su composición tiene aproximadamente un 90% de agua, este alto contenido de humedad de las pencas de tuna, puede marcar la diferencia en los meses secos del año para la sobrevivencia del ganado.

## Tipo de asociación que busca

Las asociaciones de productores de ganado bobino para la producción de carne y leche podrían ser las organizaciones llamadas a incorporar el conocimiento generado en el marco del proyecto, ya que estas organizaciones conocen del requerimiento en términos de cantidad y calidad del forraje que requieren para la alimentación de su ganado, además de disponer del terreno suficiente para la implementación de parcelas de producción de forraje y producción de material vegetal para su comercialización, los costos para iniciar una actividad económica son relativamente bajos, ya que al disponer de los terrenos, la inversión más fuerte, estaría concentrada en el equipamiento menor, provisión de insumos y contratación de personal técnico calificado que pueda poner en práctica el conocimiento generado por el Proyecto, las organizaciones que podrían asumir el reto son: la Asociación de Productores de Ganado Bobino del municipio de Pasorapa y los productores semilleristas de la Empresa de Semillas Forrajeras SEFO – SAM.



Ilustración AT5: Parcelas de plantines de tuna | Hernan Campos Garvizu



**Proyecto:** Recuperación y valorización de cactáceas, para el uso forrajero, como una forma de adaptación al cambio climático para apoyar la producción animal en zonas áridas y semiáridas de Bolivia.

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Departamento de Fitotecnia

**Otras unidades de investigación:**

- Programa de Desarrollo Sustentable (PROAGRO) de la Cooperación Alemana GIZ
- Gobierno Autónomo Municipal de Pasorapa

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-AT0006



## Variedades tropicales de quinua

**INVESTIGADOR:** Jorge A. Rojas Beltrán

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biotecnología y Nanotecnología: Centro Universitario de Excelencia en Investigación y Formación Académica

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biotecnología y Nanotecnología (CByN), ofrece 6 variedades tropicales de quinua. Estas variedades han sido desarrolladas a partir de accesiones de quinua Andinas, mediante selección. Las accesiones de quinua para la selección han sido proporcionadas por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). Estas variedades permiten la producción de quinua en las tierras bajas de Bolivia (Santa Cruz y otras tropicales) en cultivo de invierno, con un rendimiento promedio de 2 tn/ha. Se busca empresarios que permitan expandir esta tecnología.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biotechnology and Nanotechnology (CByN), offers 6 tropical varieties of quinoa. These varieties have been developed from accessions of Andean quinoa, by selection. Quinoa accessions for selection have been provided by the National Institute of Agricultural and Forestry Innovation (INIAF). These varieties allowed the production of quinoa in the lowlands of Bolivia (Santa Cruz and other tropical) in winter cultivation, with an average yield of 2 tons / Ha. Entrepreneurs are sought to expand this technology.



## Descripción y características fundamentales

La quinua, el grano sagrado de los Incas, es uno de los alimentos funcionales más completos que existen y capaz de producir en una gran diversidad de ambientes, incluso extremos (salinos, secos, fríos, etc.) Desde el punto de vista alimenticio, la quinua tiene muchas cualidades: alto contenido de proteínas; un buen balance de los aminoácidos esenciales; contiene varias vitaminas y minerales; no contiene gluten, por lo tanto, su almidón puede ser consumido por alérgicos al gluten; tiene un excepcional balance entre grasas, proteínas y carbohidratos; tiene un contenido importante de minerales; contiene moléculas antioxidantes, etc. Además, se ha reportado que las semillas de la quinua tienen propiedades anticancerígenas. Es más, al ser la quinua un alimento equilibrado, también se constituye como una alternativa eficaz para combatir el principal problema de salud de este siglo, que es la obesidad. Estas propiedades nutraceuticas eran y son por demás conocidas por las culturas de los Andes, por eso la quinua históricamente ha sido uno de los principales alimentos en esta región. La quinua es un cultivo muy importante en Bolivia y se la produce desde más o menos los 2000 msnm hasta los 4200 msnm. Sin embargo, debido a las condiciones geográficas de los Andes y debido al minifundio, no es posible realizar cultivos extensivos en esta área. Actualmente, el kilo de quinua Real en los supermercados ronda los 40 Bs., situación que no permite su consumo masivo. Para producir quinua en cantidades suficientes para el mercado nacional y a precios accesibles, y eventualmente para mercados internacionales específicos, es necesario producirla en grandes cantidades en las tierras bajas de Bolivia. Si bien se han ensayado algunas variedades mejoradas en el trópico de Bolivia, actualmente, a nuestro conocimiento, no existe una variedad que se esté sembrando de forma comercial en alturas inferiores a los 500 msnm. En el marco del "Programa Quinua" de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), se han desarrollado 6 variedades tropicales que quinua.

## Aspectos innovadores

- Si bien se han ensayado algunas variedades mejoradas en el trópico de Bolivia, actualmente, a nuestro conocimiento, a la fecha, no existe una variedad que se esté sembrando de forma comercial en esta región. Los cultivos comerciales realizados con las variedades de la UMSS, en las campañas 2018 y 2019, mostraron en gran potencial de las mismas.
- Proceso de producción totalmente mecanizado (desde la siembra hasta el trillado).

## Grado de desarrollo de la tecnología

Se han producido 6 variedades de quinua, en condiciones de trópico durante el invierno. Estas variedades fueron seleccionadas a partir de accesiones del Banco Nacional de Germoplasma de Quinua, que está bajo la custodia del INIAF. Las variedades en cuestión son: UMSS-V199JR, UMSS-V233JR, UMSS-V333JR, UMSS-V495JR, UMSS-V533JR y UMSS-V602JR. El ciclo de producción varía entre 5 y 6 meses, dependiendo de la variedad. El rendimiento promedio de las variedades es de 2 tn/ha. Las variedades de ciclo tardío son las que tienen mejores rendimientos. Todo el proceso productivo se puede realizar de forma mecanizada, adaptando tecnologías utilizada para la producción de la chíca o el trigo. También se ofrece asesoramiento técnico para la producción mecanizada de quinua en zonas tropicales de Bolivia.

El proceso para el desarrollo de este sistema, requiere aproximadamente un tiempo de 12 a 24 meses.

## Ventajas competitivas

La quinua tiene un excelente precio, tanto en el mercado nacional como en el mercado internacional. Se están desarrollando numerosos productos utilizando la quinua como materia prima, por lo tanto, el productor tiene mercado asegurado. Las quinuas que ofrecemos no compiten con los cultivos de verano ya que en sido mejoradas para producir como cultivo de rotación de invierno. Además, son bastante tolerantes a la sequía, fenómeno que es frecuente en invierno en tierras bajas. La tonelada de quinua, producida en condiciones convencionales, puede rondar los 6 000 Bs.

## Tipo de asociación que busca

Esta tecnología es dirigida a empresas agroindustriales, como ser la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO), entre otros; las cuales tienen actividades como ser: seleccionar la variedad que le conviene y producir quinua comercialmente. El costo que supondría incorporar esta tecnología al interesado es aproximadamente 10 000 bolivianos.



Ilustración AT6: Cultivo de quinua | Jorge Rojas



**Proyecto:** Introducción de variedades de quinua de grano grande a zonas no tradicionales de cultivo a fin de aumentar la resiliencia al cambio climático de los agricultores

**Financiador:** Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)

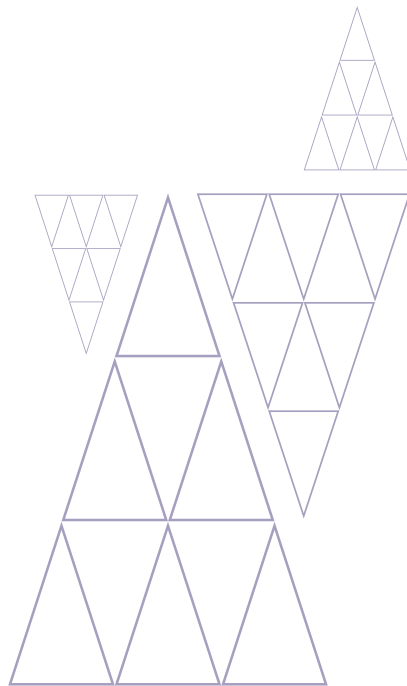


**UNIVERSIDAD**  
**MAYOR DE SAN SIMÓN**  
Ciencia y Conocimiento desde 1832

# AGUA Y SUELO



Dirección de Investigación Científica y Tecnológica



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-BC0001



# Estrategia de estudios de Resistencia al Flujo en ríos de pendiente fuerte

**INVESTIGADOR:** Luis Mauricio Romero Mérida

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Hidraulica

Agua y suelo

## RESUMEN

La presente estrategia contempla el ajuste y comparación de modelos de resistencia al flujo en ríos de pendiente fuerte y rugosidad a gran escala. Para esto, es necesario un trabajo de campo de aforos de caudales líquidos y relevamientos cuidadosos de pendientes. Por medio de un estudio planteado de esta manera, se pueden identificar qué modelos empíricos se ajustan más a la rugosidad observada y a las velocidades medias medidas en el torrente, con estimaciones de caudal más confiables.

## ABSTRACT

The present strategy contemplates the adjustment and comparison of models of resistance to flow in rivers with steep slopes and roughness on a large scale. For this, it is necessary a field work of gauges of liquid flows and careful ata-gathering of slopes. Through a study posed in this way, it is possible to identify which empirical models best fit the observed roughness and the mean velocities measured in the stream, with more reliable flow



## Descripción y características fundamentales

La presente estrategia contempla la evaluación del coeficiente de resistencia al flujo de Darcy-Weisbach  $f$  en torrentes de pendiente fuerte, en donde se lleva a cabo un extenso trabajo de campo consistente en levantamientos topográficos en tres zonas del río con pendientes características S, campañas de medición de caudales líquidos y de muestreo espacial de sedimentos.

Los muestreos se llevan a cabo por medio de los métodos de Wolman (1954) y Bunte & Abt (2001). Por otro lado, se evalúan diversos modelos de resistencia al flujo empíricos de la literatura con los datos de campo generados y sumergencias relativas presentes.

Entre los resultados a obtenerse, se contempla que algunas de las fórmulas anteriormente mencionadas proveen de estimaciones satisfactorias de  $f$ , dependiendo de las características hidráulicas del tramo de río estudiado, la pendiente del lecho S y la distribución del tamaño del sedimento.

Por medio de fórmulas identificadas, se obtienen estimaciones más realistas de los coeficientes de Darcy-Weisbach y de Manning, así como velocidades de flujo más cercanas a las medidas en campo, y por ende, caudales más precisos de flujo en ríos de pendiente fuerte y rugosidades a gran escala.

## Aspectos Innovadores

Desde el punto de vista científico, el estudio de torrentes es de una gran complejidad, y es en cierto modo, uno de los temas en la morfología de ríos donde se tienen más desaciertos y desafíos científicos por resolver.

En Bolivia, no se tiene conocimiento de esta temática a cabalidad, por lo que este estudio surge como algo muy innovador y de gran impacto en el medio, pues los resultados producidos pueden servir de base a la implementación de otros estudios más complejos como ser la estabilidad natural de torrentes y el transporte de sedimentos, aspectos que todavía han sido estudiados de manera incipiente y de una forma más empírica.

## Ventajas competitivas

Se incrementa la posibilidad de efectuar estudios mucho más precisos de estimaciones de caudales en torrentes, lo cual a su vez ayuda a mejorar la cuantificación del potencial de recursos hídricos en una cuenca, la estabilidad de cauces, incrementa la precisión de modelos numéricos para la predicción de eventos tales como inundaciones, desbordes, flujo de lodos y de detritos, eventos que afectan a la población de Cochabamba en la cordillera noroeste, asentada en grandes zonas que bordean este tipo de cauces.

## Tipo de asociación que busca

Es importante asociarse con entidades que estén relacionadas directamente con el manejo de recursos hídricos y medioambiente, infraestructura civil y vial y otras, en este sentido, son muy interesantes el Servicio Departamental de Cuencas, la Administradora Boliviana de Carreteras, el Ministerio de Obras Públicas, el Ministerio de Medioambiente y Agua, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y las Gobernaciones y Alcaldías a nivel local y nacional.

También sería muy importante asociarse con el sector productivo de la región, las cuales se vean afectadas por inundaciones, pérdidas de terrenos cultivables, OTBs específicas.

Finalmente, es importante buscar alianzas estratégicas con otras universidades locales, nacionales e internacionales con la finalidad de incrementar el conocimiento en la temática, intercambio de experiencias, establecimiento de redes académicas y de investigación y otras entidades internacionales relacionadas a la temática.

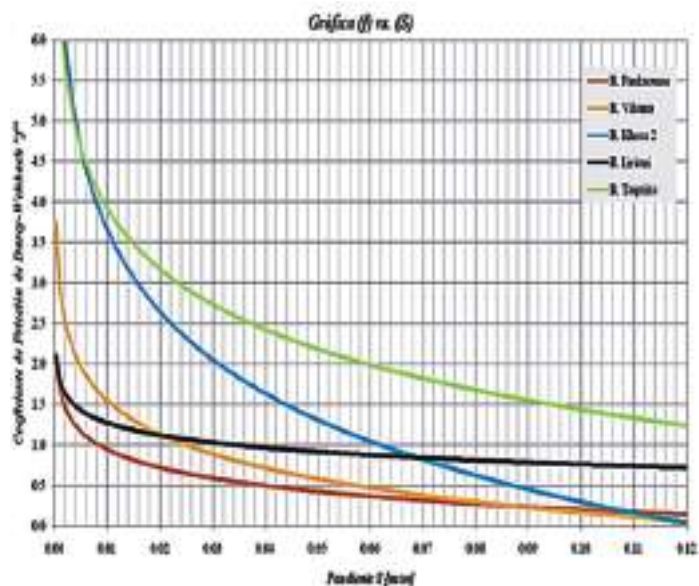


Ilustración BC1: Gráfica ( $f$ ) vs ( $S$ )



Proyecto: Resistencia al flujo en torrentes de la cabecera noroeste de la ciudad de Cochabamba y regionalización de modelos  
Financiador: Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-BC0002



## Estrategia de estudios fluviomorfológicos para la protección de laderas y en ríos de pendiente fuerte

**INVESTIGADOR:** Luis Mauricio Romero Mérida

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Hidraulica

### RESUMEN

La estrategia consiste en un extenso trabajo de campo y de mediciones específicas. Incluye la identificación de fórmulas de transporte de sedimentos para diferentes mecanismos. Por otro lado se implementan modelos hidrológicos y de producción de sedimentos y un modelo hidrodinámico para la simulación de eventos de crecida y la identificación de zonas problemáticas. Las medidas de mitigación se evalúan también con la ayuda del modelo hidrodinámico para estimar la eficiencia de las mismas.

### ABSTRACT

The strategy consists of an extensive field work and of specific measurements. Includes the identified sediment transport formulas for different mechanisms. On the other hand, hydrological and sediment production models and a hydrodynamic model are implemented for the simulation of flood events and the identification of problematic areas. Mitigation measures are also evaluated with the help of the hydrodynamic model to estimate their



## Descripción y características fundamentales

La estrategia contempla un extenso trabajo de campo consistente en relevamientos topográficos a detalle en una longitud representativa de cauce, así como aforos de caudales líquidos y sólidos producto de un número suficiente de campañas de medición. También se caracteriza el lecho del río por medio de muestras tomadas en campo y analizadas por el Laboratorio de Geotecnia de la UMSS, por medio de un muestreo de área o espacial.

Sobre la base de los datos recopilados en campo, se implementa un modelo hidrológico y de producción de sedimentos en la cuenca como el modelo SWAT 2000 (Soil and Water Assessment Tool), donde es necesaria la calibración y validación del mismo. Por otro lado, la calibración morfológica de un paquete hidrodinámico como por ejemplo el DELFT3D se lleva a cabo por medio de la comparación de los relieves topográficos medidos y los calculados por el modelo. La calibración hidrodinámica del modelo se efectúa por medio de la comparación de tirantes y velocidades de escurrimiento.

Una vez detectadas las zonas problemáticas de inundaciones e inestabilidad de laderas, se pueden evaluar medidas de mitigación como ser muros de protección de márgenes y espigones en diferentes configuraciones y número.

Por medio del modelo validado y diversas alternativas de mitigación, se pueden evaluar las mismas por medio de la eficiencia de estas estructuras en la reducción de velocidades erosivas, redistribución del campo de velocidades y montos de reducción en volúmenes socavados, identificándose de esta manera la alternativa más satisfactoria para la protección de las laderas.

## Aspectos Innovadores

Las técnicas de calibración y validación de un modelo hidrológico como el SWAT2000 en esta zona del continente se constituyen en un aporte al mejor uso y para identificar mejoras en el paquete.

La estimación confiable del transporte de sedimentos en ríos con pendientes fuertes y escalas de rugosidad grandes sigue siendo un asunto de cuidado, por lo que un aporte novedoso del proyecto a esta temática radica en la identificación de fórmulas que han producido resultados satisfactorios para un río particular en Bolivia.

Un modelo como el DELFT3D se utiliza esencialmente en ríos de pendiente baja y con lechos constituidos por sedimentos finos. Lo novedoso del proyecto es la implementación satisfactoria de dicho modelo en un río de pendiente y sedimentos heterogéneos, y la evaluación de medidas de protección de laderas y estabilización del cauce en dicho entorno por medio del mismo.

## Ventajas competitivas

El implementar una estrategia de investigación aplicada para resolver un problema real como la presente ofertada es imperativa para instituciones que tienen que ver con la prevención de desastres naturales y mejoraría con mucho el nivel de conocimiento que se tiene acerca de la predicción de eventos de inundación, sus consecuencias, extensión y por sobre todo la prevención y/o mitigación. Una organización que pueda dar respuestas realistas; basadas en un

conocimiento científico sólido, a este tipo de problemas en el país generaría una utilidad social enorme para los habitantes de zonas proclives a inundaciones, donde las mismas generan pobreza, malas condiciones de vida, salud, alimentación y desarrollo entre otras.

## Tipo de asociación que busca

Es importante asociarse con entidades que estén relacionadas directamente con el manejo de prevención de desastres naturales en el país o afines, instituciones gubernamentales relacionadas con el manejo de recursos hídricos y medioambiente, infraestructura civil y vial y otras, en este sentido, son muy interesantes

el Servicio Departamental de Cuencas, el Ministerio de Defensa, Administradora Boliviana de Carreteras, Ministerio de Obras Públicas, el Ministerio de Planificación del Desarrollo Servicios y Vivienda, Ministerio de Medioambiente y Agua, el Ministerio de Defensa Nacional, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), las Gobernaciones y Alcaldías a nivel local y nacional.

También sería muy importante asociarse con el sector productivo de la región, las cuales se vean afectadas por inundaciones, pérdidas de terrenos cultivables, OTBs específicas.

Finalmente, es importante buscar alianzas estratégicas con otras universidades locales, nacionales e internacionales con la finalidad de incrementar el conocimiento en la temática, intercambio de experiencias, establecimiento de redes académicas y de investigación y otras entidades internacionales relacionadas a la temática.

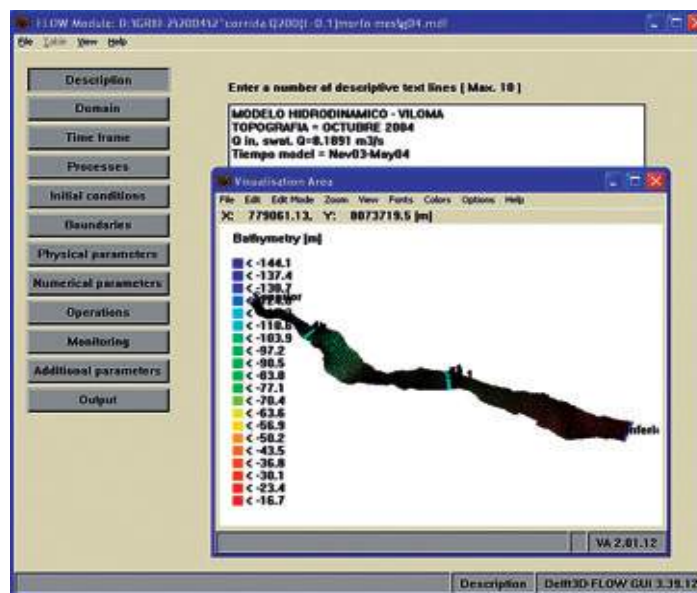


Ilustración BC2: Modelo hidrodinámico Rio Viloma



Proyecto: Estudio Fluviomorfológico del Río Viloma y Medidas de Protección de Laderas  
Financiador: Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-BC0003

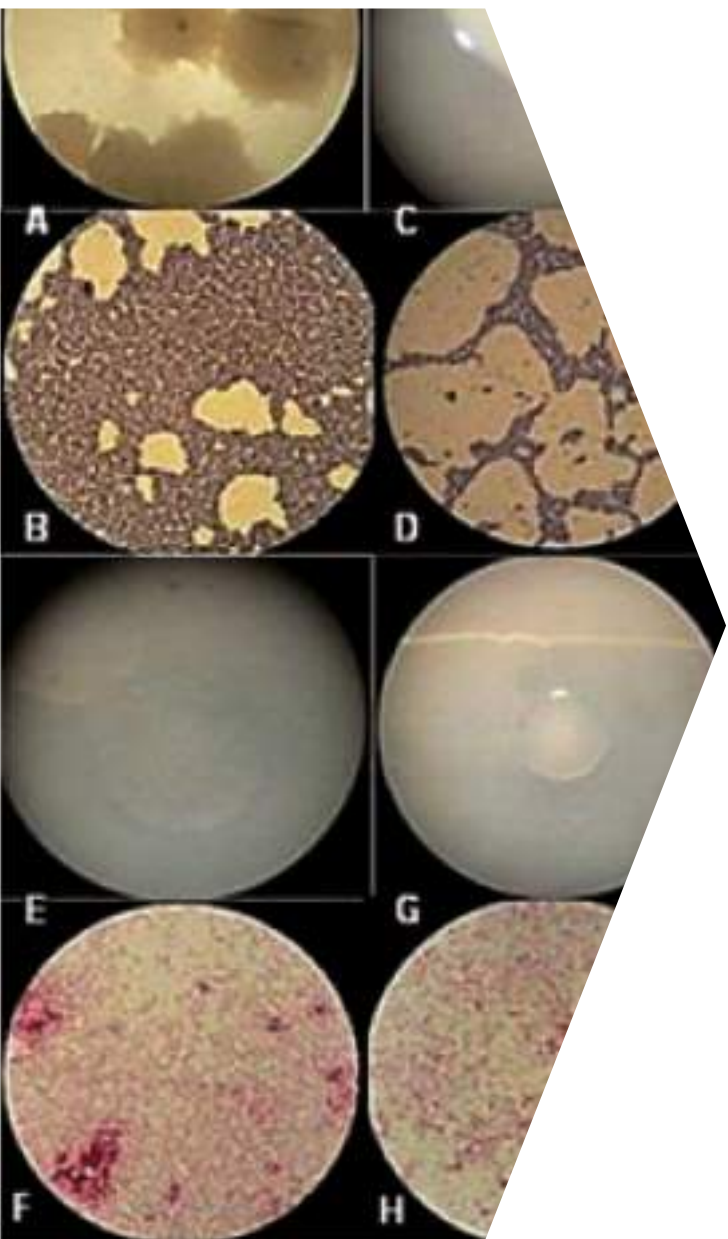


## Remoción de metales pesados de aguas contaminadas mediante adsorción en sustratos biológicos

**INVESTIGADOR:** Virginia Alejandra Vargas Calle

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biotecnología



### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biotecnología ha evaluado la concentración de plomo, cadmio, zinc y cobre en las zonas dedicadas a la explotación de minerales del Departamento de Cochabamba y ofrece un proceso de biosorción de estos metales pesados de un medio acuoso contaminado mediante el uso de biomasa y residuos agroindustriales. Estos procesos se pueden aplicar en diferentes zonas con este tipo de contaminación.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biotechnology, has evaluated the concentration of lead, cadmium, zinc and copper in the areas dedicated to the exploitation of minerals in the Department of Cochabamba and offers a process of biosorption of these heavy metals from a contaminated aqueous medium through the use of biomass and agro-industrial waste. These processes can be applied in different areas with this type of contamination.

## Descripción y características fundamentales

En la primera etapa se realizó el aislamiento de bacterias de aguas mineras capaces de adsorber plomo, cadmio, zinc o cobre en su estructura. Los microorganismos aislados se han sometido a pruebas de selección siendo 4 cepas las que han mostrado mejores resultados. Las cepas seleccionadas han sido caracterizadas macro y microscópicamente, se ha determinado su perfil bioquímico y se han identificado a nivel especie mediante técnicas de biología molecular. Bajo condiciones controladas de temperatura, agitación y pH, se han realizado pruebas de biosorción, registrándose rendimientos entre 50 y 100 % de adsorción de Pb en concentraciones hasta 250 mg/ml.

De igual manera, se ha evaluado la biosorción de plomo(II), cadmio(II), cobre(II) y zinc(II) en cáscara de arroz, bagazo de palmito y aserrín de madera, para lo que previamente se ha estudiado la activación química de los materiales con ácido fosfórico y cloruro de sodio. Posteriormente, se determinaron los valores de pH y agitación para los procesos de biosorción de metales pesados para realizar ensayo de biosorción en sistemas batch con cada sustrato agroindustrial evaluado. En el caso de la biomasa muerta se ha realizado la modificación química a través de acidificación, alcalinización y metilación.

La cinética de adsorción de los diferentes materiales en las condiciones óptimas encontradas nos permitió definir las Isotermas de Adsorción de diferentes metales pesados en cada tipo de sustrato evaluado. A fin de evaluar los procesos de biosorción en efluentes reales de mina se han determinado las curvas de ruptura y se ha utilizado dos métodos de escalamiento para el diseño de columnas de adsorción empacadas.

## Aspectos Innovadores

Los procesos de biosorción evaluados dentro del presente proyecto han sido realizados usando microorganismos aislados de aguas del interior de mina de la zona de Mina Asientos y que han sido utilizados como biomasa muerta para procesos de biosorción de metales pesados demostrando una alta capacidad de biosorción con plomo. Por otro lado, el aserrín y los residuos de bagazo de palmito se han evaluado como sorbentes biológicos de plomo, cadmio, zinc y cobre. El reporte de estos resultados constituye un aporte al conocimiento y al desarrollo de procesos de biosorción además del hecho de que estos microorganismos provienen de aguas de mina y por lo tanto han desarrollado la capacidad de sobrevivir en condiciones específicas de mina. A nivel local se traduce en el uso de nuestra biodiversidad para la solución de problemas locales, en una dinámica de interacción única, que brinda la posibilidad de diseñar de paquetes tecnológicos a medida.

## Ventajas competitivas

Los diferentes biosorbentes biológicos evaluados dentro del presente proyecto, han demostrado su eficiencia y versatilidad con diferentes tipos metales pesados. En base a la información de las diferentes áreas mineras del país se puede realizar un estudio de biodiversidad específico para cada actividad minera y así desarrollar procesos de biosorción de acuerdo a necesidades específicas. Así mismo, las diferentes actividades agroindustriales de nuestro departamento

generan diferentes tipos de residuos que pueden ser evaluados como biosorbentes de metales pesados que nos permita lidiar con este problema de contaminación que no solo afecta a zonas mineras sino a botaderos municipales.

## Tipo de asociación que busca

Los resultados del presente estudio podrían beneficiar a municipalidades afectadas por la contaminación de metales pesados. Por otro lado representan una opción más para el uso de los residuos vegetales generados por empresas con la opción de incrementar el valor agregado de los mismos. La implementación de procesos de biosorción dependerá del tipo de sustrato biológico a utilizar y el volumen de agua a ser tratada. Lo mismo sucede con aquellas empresas que generan residuos vegetales donde los costos de la producción de biosorbentes dependerá del tipo de material, tamaño y volumen producido.



**Proyecto:** Remoción de Metales pesados de Aguas contaminadas mediante adsorción en sustratos biológicos

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Asociación de peladores de arroz, Cochabamba
- Asociación de industrializadores de palmito, Cochabamba
- Mina Asientos, Cochabamba

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-BC0004



## Alternativas de tratamiento para la remoción de plaguicidas en agua en base a estudio y evaluación de la contaminación por plaguicidas en aguas, suelo y tomate en zonas productoras de Bolivia

**INVESTIGADOR:** Mercedes Alvarez Caero

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)

Agua y suelo

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA) amplía los conocimientos y destrezas sobre procesos de tratamiento de aguas contaminadas con residuos de plaguicidas. Estos procesos son útiles para la remoción de contaminantes con estas características. Las ventajas de estos procesos ofertados son: efectivas, eficientes y fácilmente aplicables. Se busca por la característica de la investigación ser aplicadas en zonas contaminadas de Bolivia ya que no existen investigaciones en este rubro.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Water and Environmental Sanitation (CASA), expands knowledge and skills on treatment processes for water contaminated with pesticide residues. These processes are useful for the removal of contaminants with these characteristics. The advantages of these offered processes are: effective, efficient and easily applicable. Due to the characteristics of the investigation, it is sought to be applied in contaminated areas of Bolivia since there are no investigations in this area.



## Descripción y características fundamentales

La presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar el grado de contaminación de aguas, suelo y tomate por residuos de plaguicidas, en el municipio de Omereque ubicado en la provincia de Campero, departamento de Cochabamba Bolivia, esta zona es de alta producción agrícola, el uso de plaguicidas es intensivo e irracional. El estudio se realizó en once zonas agrícolas, en dos épocas del año, lluvia y estiaje.

La cuantificación de plaguicidas en las matrices (agua, suelo y tomate) se realizó mediante cromatografía gaseosa (métodos EPA 8081 A - 8141 A). Con los resultados obtenidos se confirma el uso de plaguicidas organofosforados y organoclorados (Clorpirifos, Dimetoato, Etil Paration, Malation, Metil Paration, Atrazina, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptacloro), las concentraciones mayores corresponden: a la atrazina 12.767 mg/kg (muestra de suelo), metil paration 9.600 mg/kg (muestra de tomate). En el 97 % de las muestras de agua se detectó heptacloro, y metil paration, dimetoato en el 93 % y en porcentajes menores Clorpirifos, Etil Paration, Malation aldrin y dieldrin.

Debido a la presencia de plaguicidas en aguas de la zona de estudio y a sus características tóxicas y peligrosas, tanto para el medio ambiente como para la salud de la población, se han implementado tres sistemas de tratamiento de aguas a nivel de laboratorio y piloto para remoción de plaguicidas, clasificados como: Procesos de tratamiento de Oxidación Avanzada, biológico y de adsorción, los porcentaje de remoción de plaguicidas fueron del 100%, 83% y 100% respectivamente los resultados obtenidos demuestran que los tres procesos son efectivos, eficientes.

## Aspectos Innovadores

Se cuenta con tres sistemas de tratamiento evaluados a nivel de laboratorio y planta piloto a las condiciones de nuestro país para la remoción de plaguicidas presentes en agua. Estos sistemas de tratamiento pueden ser aplicados en comunidades rurales. Se opta por sistemas de tratamiento que requieren bajo costo energético. Se requiere un monto aproximado de 15.000 dólares para estudios de escalamiento, el tiempo de duración se estima entre 12 y 24 meses, para lo cual se busca financiamiento externo de entidades interesadas en la tecnología.

## Ventajas competitivas

Los diferentes procesos de tratamiento evaluados dentro del presente proyecto han demostrado su eficiencia y versatilidad con los diferentes plaguicidas, en base a los resultados de evaluación de contaminación de cuerpos de agua

Implementación de los sistemas de tratamiento propuestos por las empresas de agua de nuestro país y poblaciones que tienen problemas de contaminación orgánica

Otros beneficiarios serán investigadores, alumnos de pregrado y post grado

relacionados con el área de estudio para continuar de nuevos estudios en el tema y concientización de los mismos.

## Tipo de asociación que busca

Los resultados del presente estudio podrá beneficiar a municipios, el sector productivo afectadas por la contaminación por plaguicidas, a autoridades ambientales como el Viceministerio de Medio Ambiente, ministerio de salud con el fin de contribuir con soluciones factibles y concretas en el tema de contaminación de aguas en zonas con problemas de contaminación implementando los sistemas de tratamiento propuestos (Oxidación avanzada, oxidación biológica y adsorción) incidirá en la mejora del medio ambiente y en la calidad de vida de los pobladores.

Finalmente es importante buscar alianza estratégica con universidades locales, nacionales internacionales con la finalidad de incrementar el conocimiento en la temática, intercambio de experiencias, establecimiento de redes académicas y de investigación y otras entidades internacionales relacionadas con la temática.



Ilustración BC4: Agua en tratamiento



**Proyecto:** Estudio y evaluación de residuos de plaguicidas en agua, suelo y tomate. Tratamiento de aguas para eliminar plaguicidas en zonas productoras de Bolivia.

**Area de estudio:** Municipio de Omereque, Provincia Campero - Bolivia

**Financiador:** Agencia de Cooperación Catalana

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Universidad de Barcelona
- Fundación Plaguicidas Bolivia (PLAGBOL)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-BC0005



# Calidad fisicoquímica y Bacteriológica de las aguas subterráneas del Valle Central de Cochabamba

**INVESTIGADOR:** Rosario Montaña Mérida

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

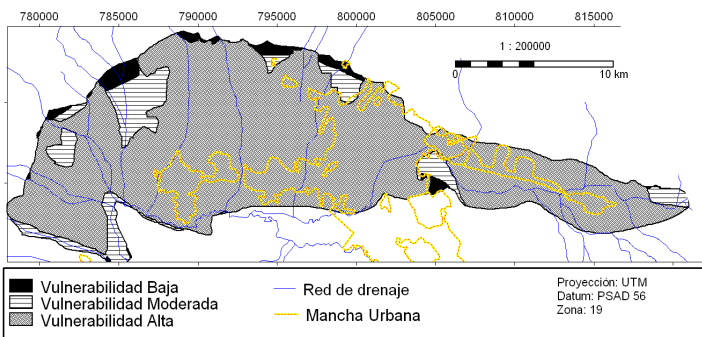
**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA) y el Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG, han realizado la clasificación espacial de la calidad de las aguas subterráneas en el Valle Central de Cochabamba utilizando modelos geoestadísticos. La metodología utilizada puede ser aplicada a diferentes áreas o cuencas durante todo un ciclo hidrológico y es de interés para Gobiernos municipales, departamentales y el Viceministerio del Agua, con los cuales puede ampliar estos estudios y proponer el mejoramiento y la prevención de la contaminación de fuentes de agua, para mejorar la calidad de vida de la población.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Water and Environmental Sanitation (CASA) and the Center for Aerospace Survey and GIS Applications, have carried out the spatial classification of the quality of groundwater in the Central Valley of Cochabamba using geostatistical models. The methodology used can be applied to different areas or basins throughout a hydrological cycle and is of interest to municipal and departmental governments and the Vice Ministry of Water, with which it can expand these studies and propose the improvement and prevention of water sources contamination, to improve the quality of life of the population.



## Descripción y características fundamentales

El presente estudio contempla una extensa recopilación, depuración de datos mediante los métodos de balance de carga ó electro neutralidad con un máximo error del 15%, y trabajo de campo para complementar, verificar y actualizar datos. La aplicación a la base de datos primarios georreferenciados de modelos geoestadísticos en la herramienta SIG – ILWIS, han permitido la clasificación espacial modelada de la calidad de las aguas obteniendo mapas de calidad de aguas para consumo humano y uso de riego y vida acuática (basados en la norma boliviana, la OMS y otros), en los que se muestran (mapas) diferentes zonas caracterizadas por la composición de las aguas, identificando al mismo tiempo parámetros como el hierro y manganeso en concentraciones que varían de moderado a elevado, excediendo los valores límite de la Norma Boliviana NB512, vigente en nuestro País para aguas de consumo. Se encontró que el índice de CF/SF < 07 predomina, mostrando que la mayoría de los pozos especialmente los de baja profundidad, se encuentran contaminados por heces fecales provenientes de animales como consecuencia de la falta de conocimientos sanitarios (protección de la fuente, ubicación adecuada de las letrinas, animales, disposición de residuos, etc.).

Se cuenta con mapa que presenta zonas que muestran la vulnerabilidad del agua a procesos de degradación (contaminación y reducción de volúmenes), obtenida de la interacción de varios factores, como la química y calidad del agua, para la presente investigación, se asume que depende del uso y cobertura de la tierra. Es decir, las actividades humanas predominantes en las zonas de estudio pueden desencadenar procesos de degradación.

La vulnerabilidad microbiológica de las fuentes de agua está determinada por la falta de condiciones sanitarias que está latente en la mayoría de los pozos, donde los animales no se encuentran en un lugar adecuado y circundan los alrededores de los pozos.

## Aspectos Innovadores

A pesar de la importancia sobre la calidad del agua, es el primer estudio que se ha realizado en esta zona utilizando herramientas geomáticas, en espacial modelamiento geoestadístico, brindando un aporte al conocimiento de mapas de calidad del agua desde el punto de vista del consumo humano, acuático y de riego; así como su influencia sobre la vulnerabilidad a la contaminación. Por otro lado, la técnica utilizada para la esquematización de los iones en diagramas Piper y Stiff usando el software Plotchem, permite visualizar la distribución de la concentración de los iones y realizar la clasificación y determinación del tipo de aguas. La incorporación del índice CF/SF es una novedad en la determinación de la contaminación bacteriológica desde el punto de vista de su procedencia ya sea humano ó animal.

## Ventajas competitivas

El software ILWIS (Integrated Land and Water Information System), posibilita el

uso del modelamiento geoestadístico en un formato raster (sencillo), como ser la interpolación de Moving average-linear decrease (medias móviles-decrecimiento lineal), a los resultados de análisis de las muestras, regionalizando en diferentes áreas ó cuencas y predecir el efecto de los contaminantes químicos y bacteriológicos a nivel de zonas de recarga acuífera.

## Tipo de asociación que busca

Es te nuevo conocimiento es de interés para organizaciones gubernamentales locales y nacionales, ONGs, consultoras y entidades relacionadas con el manejo de los recursos hídrico, donde se puedan aplicar técnicas de monitoreo en cuerpos de agua. El costo es relativamente alto, dependiendo del alcance del estudio, puesto que se deben considerar como mínimo dos campañas de muestreo en época de lluvias y estiaje.

Desde el punto de vista de la prevención, control y gestión de los recursos hídricos, las instituciones más comprometidas de realizar este tipo de estudio son el Viceministerio de Agua y Medio Ambiente, las Gobernaciones Departamentales y Municipales, así como las organizaciones comprometidas con la protección de los cuerpos de agua y del Medio Ambiente.

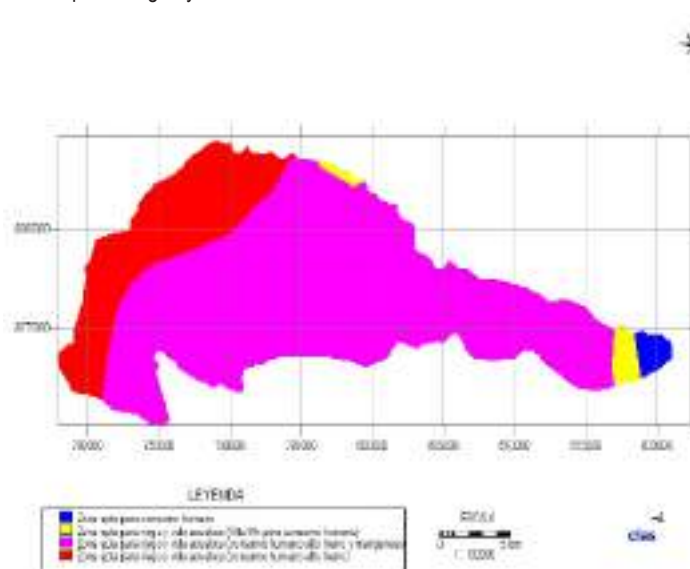


Ilustración BC5: Calidad de agua en el Valle Central de Cochabamba



**Proyecto:** Caracterización espacial, físico-química y microbiológica del recurso hídrico en el Valle Central y parte del Trópico de Cochabamba

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG (CLAS)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-BC0006



## Comparación de las propiedades de estabilización al deslizamiento y erosión de pino, eucalipto y kewiña aplicadas en la zona cordillerana del Parque Nacional Tunari



**INVESTIGADOR:** Luis Mauricio Salinas Pereira

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Geotecnia

### RESUMEN

La UMSS a través del Laboratorio de Geotecnia ha realizado diversos ensayos de campo y laboratorio, con el objeto de medir y determinar las propiedades de resistencia del conjunto suelo-raíz de las especies estudiadas, y estimar su efecto en la estabilidad de taludes de la zona de estudio (aporte global de estas especies a la estabilidad de laderas en nuestra región). Esta oferta es de interés para organizaciones que trabajan en el campo medio ambiente, Gobiernos Municipales y Gobernaciones.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Geotechnical Laboratory, has carried out various field and laboratory tests, in order to measure and determine the resistance properties of the soil-root set of the species studied, and estimate their effect on the stability of slopes in the study area (global contribution of these species to the stability of slopes in our region). This offer is of interest to organizations that work in the environmental field, Municipal Governments and Governments.

### Descripción y características fundamentales

Se aplicó una metodología basada en el estudio de las características de las especies pino (*Pinus radiata*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y kewiña (*Polylepisbesseri*), principalmente desde el punto de vista de la interacción suelo-raíz y su aporte a la resistencia del suelo predominantemente existente en la zona cordillerana del Parque Nacional Tunari.

Se han escogido 3 sitios de estudio situados a diferentes niveles altitudinales dentro esta zona, en los que se ha realizado un intensivo trabajo de campo, tanto en fragmentos naturales de bosque, como en plantaciones especialmente realizadas para el propósito de estudio.

Los resultados permiten constatar la hipótesis planteada, referida a las mejores propiedades de la especie nativa kewiña con respecto a las especies exóticas pino y eucalipto, en términos del incremento a la resistencia al corte del suelo y su aporte a la estabilidad de taludes.

Finalmente, con estos resultados y considerando el valor y el rol desde el punto de vista ecológico de la kewiña en nuestra región, EcoLadera pretende concientizar a las autoridades y sociedad en su conjunto, sobre la necesidad de preservar y fortalecer la presencia de esta y otras especies nativas en la región cordillerana, con fines de mitigación y estabilización de laderas y la conservación del ecosistema característico de la zona andina.

### Aspectos innovadores

En la literatura existente sobre la temática de investigación, no se contaba con datos de estudios realizados para la medición y estimación de los parámetros de resistencia del conjunto suelo-raíz y de raíces de la especie nativa *Polylepisbesseri*, ni de su efecto en la estabilidad de laderas representativas de la región cordillerana existente en nuestro medio. En este sentido, los resultados obtenidos representan un aporte innovador y universal a la temática de estudio con posibilidades de estudio en otras especies nativas existentes en nuestro país y en toda la región cordillerana sudamericana, para determinar el rol de estas no solo en términos de conservación de la biodiversidad existente, sino para aplicarlas como medidas efectivas de control y protección de laderas con problemas de pérdida de suelos.

### Ventajas competitivas

La erosión de taludes es muchas veces tratada por organizaciones de manera cualitativa, este conocimiento permite entrar en el campo cuantitativo con fines de mitigación y estabilización de laderas de forma eficiente y económica con especies típicas de la región. Debido a que la metodología aplicada muestra que las propiedades de la especie nativa kewiña con respecto a las especies exóticas pino y eucalipto son mejores en términos del incremento a la resistencia al corte del suelo y su aporte a la estabilidad de laderas de la región cordillerana existente en nuestro medio.

### Tipo de asociación que busca

La información sobre las propiedades de resistencia es de interés para Gobiernos Municipales y Gobernaciones, Organizaciones no Gubernamentales que trabajan en el campo del medio ambiente, como LIDEMA. Con estos tipos de organismos se busca vínculos para la aplicabilidad de este conocimiento.

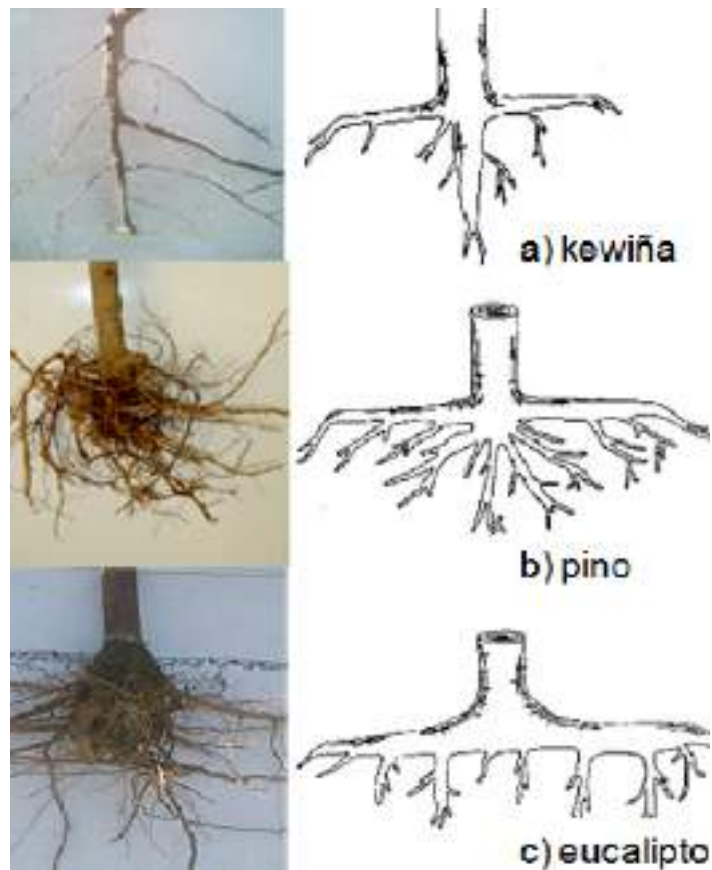


Ilustración BC6: Tipos de raíces a) kewiña, b) pino, c) eucalipto



**Proyecto:** Comparación de las propiedades de estabilización al deslizamiento y erosión de *Polylepis*, *Eucalyptus* y *Pinus*

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-BC0007



## Guía Metodológica: Ecuación general del riesgo, una experiencia para construir mapas de riesgos



**INVESTIGADOR:** Cristina Karen Ovando Crespo

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección ofrece una guía de aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y un programa de capacitación para la elaboración de mapas que son útiles para la reducción de riesgos y desastres y adaptación al cambio climático. Estos mapas reflejan la percepción local, tienen mejor aceptación, proporcionan información clave para la toma de decisiones y promueven el uso eficiente de los recursos para la elaboración de estudios y mapas sobre la temática.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Research and Services in Remote Sensing offers a guide for the application of Geographic Information Systems (GIS) and a training programme for the preparation of maps useful for risk and disasters seduction and adaptation to climate change . These maps reflect local perception, are better accepted, provide key information for decision-making and promote the efficient use of resources for the preparation of studies and maps on the subject.

### Descripción y características fundamentales

La guía metodológica “Ecuación general del riesgo: Una experiencia para construir mapas de riesgos” incluye una revisión conceptual del tema de elaboración de mapas para la reducción de riesgos, una estrategia metodológica y de intervención para elaborar mapas a distintas escalas con la participación activa de la población, autoridades y técnicos de municipios y comunidades.

Se ha producido de forma conjunta con la MMRAC (Mancomunidad de Municipios de la Región Andina de Cochabamba), con el financiamiento del Programa de Reducción de Riesgos y Desastres para la Adaptación al Cambio Climático de COSUDE. Se ha publicado en línea un libro digital “Ecuación general del riesgo: Una experiencia para construir mapas de riesgos”.

### Aspectos Innovadores

Parte de la información existente que se actualiza mediante un trabajo de campo y trabajo de talleres colaborativos dinámicos en un proceso de dialogo de saberes Integra el conocimiento local a través del trabajo conjunto entre todos los actores involucrados.

Plantea la elaboración de mapas de percepción local del riesgo (amenazas y vulnerabilidad) en lugar de los mapas parlantes y otros usados anteriormente. Estos mapas parten de la activa participación de la población pero usando insumos compatibles con la elaboración técnica de mapas para el modelamiento espacial formal (percepción técnica)

Optimiza el uso de recursos, materiales y tiempo en la elaboración y validación de los mapas de riesgo

### Ventajas competitivas

Los mapas obtenidos:

- A diferencia de los resultados de los mapas parlantes usados anteriormente, los mapas de percepción local corresponden con la realidad de la zona mapeada y están correctamente georeferenciados.
- Al ser elaborados y validados con participantes de la población, técnicos y autoridades se apropian del proceso, tienen mejor aceptación y son utilizados no solo por las autoridades y técnicos de los municipios sino por la población por ejemplo en las escuelas y colegios (profesores y estudiantes) e incluso para otros fines y proyectos de las organizaciones sociales.
- Proporciona información clave para la toma de decisiones y el análisis espacial para reducción de riesgos y desastres y adaptación al cambio climático, en lugares con escasa o ninguna información primaria, acudiendo a información secundaria, vivencias de los pobladores, bio-indicadores y análisis contextual.

- Promueve el uso eficiente de los recursos para la elaboración de estudios y mapas sobre la temática.

### Tipo de asociación que busca

Busca socios estratégicos para replicar e implementar en diferentes zonas de vida (Zona rural andina y de los valles, Zona rural de tierras bajas, áreas urbanas).



Ilustración BC7: Lectura de planos



**Proyecto:** Generación de acciones para la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) y la Adaptación al Cambio Climático (ACC) en la Mancomunidad de la Región Andina de Cochabamba

**Financiador:** HELVETAS Swiss Intercooperation

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Mancomunidad de Municipios de la Región Andina de Cochabamba
- Centro de Producción Radiofónica
- Fundación AGRECOL Andes
- Instituto de Investigación Cultural para la Educación Popular

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-BC0008



## Referentes para el reúso de agua residual, prevención de enfermedades y sistemas de tratamiento



**INVESTIGADOR:** Mercedes Iriarte Puña

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA) ha generado información y metodologías que demuestran la presencia de patógenos especiales, esta información permite evitar y prevenir enfermedades que son frecuentes en nuestro país, crear conciencia en las autoridades, agricultores y población en general, y promover políticas de uso y gestión de las aguas residuales con un mejor entendimiento y fuerte implicación que tiene sobre la salud de la población. Este conocimiento puede utilizarse en otras regiones de Bolivia.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Water and Environmental Sanitation (CASA) has generated information and methodologies that demonstrate the presence of special pathogens, this information allows to avoid and prevent diseases that are frequent in our country, create awareness in the authorities, farmers and the population in general, and promote policies for the use and management of wastewater with a better understanding and strong implication that it has on the health of the population. This knowledge can be used in other regions of Bolivia.

## Descripción y características fundamentales

Una base de datos inicial del estado de dos plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas tipo en el valle alto de Cochabamba y de una zona de cultivo cercana al río Rocha, muestra que no existen condiciones óptimas debido a la falta de mantenimiento y atención por parte de comunarios y autoridades encargados de su funcionamiento, se evidencia alta contaminación por microorganismos patógenos, cuyas aguas son destinadas a riego de cultivos, de la misma forma en aguas del río Rocha y pozos aledaños que riegan cultivos de consumo masivo de la población, la situación es similar o peor en muchos otros lugares en Cochabamba y Bolivia. Se da una mejor comprensión sobre los nuevos conceptos relacionados acerca de los desafíos de nuestro país en relación con el tratamiento, gestión y reutilización de aguas residuales domésticas, proporciona una valiosa experiencia en el análisis de laboratorio de microorganismos especiales en matrices ambientales, un conjunto de habilidades que no se encuentra en otros laboratorios o universidades de Bolivia. Los resultados preliminares obtenidos son muy importantes debido a la presencia de patógenos en las aguas residuales tratadas y su efecto en los cultivos para el consumo humano directo y en algunos casos de ganado. Con ello se está ofertando en la posibilidad para completar las guías de la OMS y normas bolivianas con la inclusión de los microorganismos encontrados de mayor relevancia por sus características de resistencia, permanencia e impacto a la salud. Esto coadyuvará en una reducción adicional de patógenos entre las plantas de tratamiento y los cultivos relacionados a este tipo de aguas. Así mismo, la concentración y tipo de microorganismos define una parte ingenieril que es importante para decidir sobre algunos procesos. En base a los datos obtenidos se puede incluir o complementar una guía para la infraestructura de transporte, almacenamiento o tratamiento del agua utilizada en riego de cultivos o el uso de técnicas particulares para reducir la contaminación a nivel de tratamiento, riego, cosecha, transporte, almacenamiento y venta de cultivos a la población.

## Aspectos Innovadores

Al presente, no existe información en Bolivia de la calidad microbiológica del agua de riego proveniente de aguas residuales tratadas, la información es la primera de sus características sin embargo se incrementa la evidencia de la contaminación producida por su uso. Los patógenos más frecuentemente encontrados en el presente estudio son Giardia, huevos de helmintos entre los cuales Ascaris y Taenia están en mayor porcentaje y finalmente Cryptosporidium, el tipo y abundancia de los patógenos transmitidos por el agua varía grandemente entre los países, por lo que es fundamental para la salud pública en nuestra región. Es una fuerte referencia para la recuperación, uso y sostenibilidad del recurso de las aguas residuales que puede ser mejorado con la participación de los interesados de diferentes sectores.

Por otra parte se consolida el análisis de estos microorganismos especiales, constituyéndose el CASA en el líder de referencia nacional ambiental para estos patógenos.

## Ventajas competitivas

El conocer de la calidad del agua de riego sirve para mejorar la operación y

mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, lo cual sirve para que los operadores de las mismas presupuesten más fondos, además de invertir en capacitación de su personal.

Mejora de la calidad del agua para reuso en agricultura, reducción del riesgo a la salud en el agua de riego y cultivos, mejora de sus productos, reducción de costos por el uso de agua residual tratada en lugar de agua clara, organizaciones de regantes, productores y autoridades con conocimiento técnico para promover las políticas de uso y gestión de las aguas residuales con un mejor entendimiento y de la fuerte implicación que tiene sobre la salud de la población por lo tanto mejora en el manejo de su economía y entorno social..

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado permite el análisis de plantas de tratamiento y o cultivos, el cual es de interés para organizaciones que están relacionadas directa o indirectamente con el manejo y reuso de las aguas residuales, riego de cultivos y los organismos interesados en la difusión y gestión de políticas de manejo y mejora para un buen uso del agua residual, por ejemplo municipios, gobernaciones, Epsas, OTB's, organización de regantes, Viceministerios de Medio Ambiente y Agua, SEMAPA, ONG's, etc. La transferencia de este conocimiento requiere costos de apoyo logístico como el transporte al lugar de las plantas de tratamiento y la dedicación horaria del personal.



**Proyecto:** El destino de los patógenos entéricos y las soluciones para el uso seguro del agua residual en la agricultura

**Financiador:** NAS-USAID

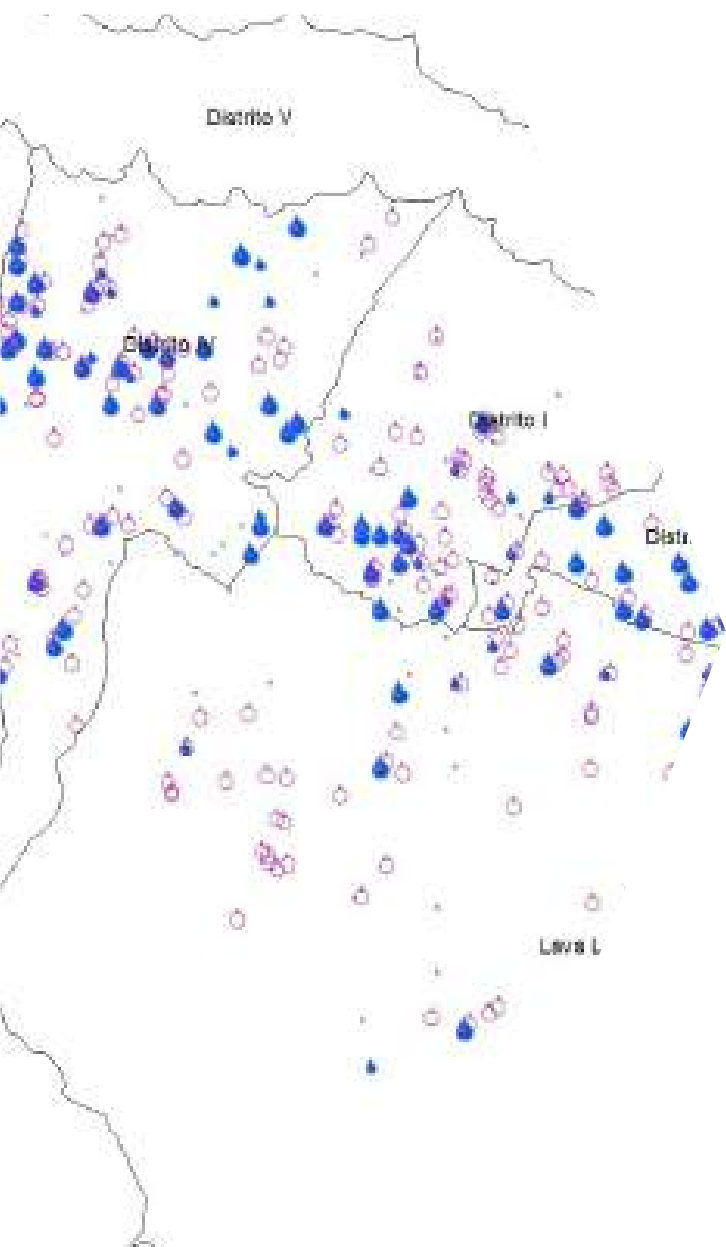
**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad del Sur de la Florida, Estados Unidos
- Municipio de Arani, Cochabamba
- Municipio de Punata
- API Huerta Mayu

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-BC0009



# Gestión de Sistemas Alternativos de Agua para consumo humano en la ciudad de Sacaba



**INVESTIGADOR:** María del Carmen Ledo García

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG)

## RESUMEN

La UMSS, a través del Centro de Planificación y Gestión, da a conocer la existencia de sistemas alternativos de agua, autogestionados por la iniciativa de los vecinos. La comunidad organizada ha invertido recursos económicos provenientes de aporte propio, donaciones y el uso de su fuerza de trabajo en la implementación de sus sistemas que se encargan de cubrir la demanda insatisfecha, su organización revela la utilización de distintos e innovadores mecanismos de auto-gestión. Este conocimiento tiene el propósito de ampliar la información que contribuya a la identificación de un modelo de gestión social del agua, resultante de la evaluación y comparación de los sistemas.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Planning and Management, allows to know the existence of alternative water systems, self-managed by neighbors' initiative. The organized community has invested economic resources from its own contribution, donations and the use of its workforce in the implementation of their systems that cover the unsatisfied demand, their organization reveals the use of different and innovative mechanisms of self-management. This knowledge is intended to expand the information that contributes to the identification of a social water management model, resulting from the evaluation and comparison of the systems.

### Descripción y características fundamentales

En muchas ciudades bolivianas, la provisión pública del servicio del agua no beneficia a todos sus habitantes, la población recurre a ingeniosos mecanismos de abastecimiento, utilizando carros cisternas, pozos y pequeños sistemas de autogestión social, construidos a través de los movimientos sociales. La empresa pública del servicio de agua en la ciudad de Sacaba, solo cubre al 38% de los hogares, en esta investigación se persigue analizar las estrategias a las que recurren los sectores que no cuentan con dotación de agua para consumo humano, para cubrir sus necesidades básicas. Los pobladores utilizan su espacio vecinal entrelazando la defensa económica y protesta política, con una tónica marcada por el populismo; se forma, una acción predominantemente social, pero que también tiene metas globales y políticas para incorporar a los sectores marginados en una movilización social, por ello se analizan los sistemas alternativos de alrededor de 300 pozos, debido a que dichos sistemas cubren parte de la demanda insatisfecha existente en los barrios periféricos de Sacaba, su organización revela la utilización de distintos e innovadores mecanismos de auto-gestión. Los resultados de esta investigación tienen el propósito de generar información que contribuya a la identificación de un modelo de gestión social del agua, resultante de la evaluación y comparación de los sistemas.

### Aspectos innovadores

Los sistemas alternativos de agua, son precarios, el personal que administra son personas de escasa formación educativa en ingeniería sanitaria, en administración y gestión; son empíricos y ponen voluntad para hacer las cosas. Al momento de la conformación existe confusión ya que, si bien se deciden por uno de estos sistemas al momento de poner en práctica, se confunde con otro sistema y no funciona como inicialmente se planeaba. Por otro lado, parte de la informalidad de estos sistemas se demuestra cuando se observa que la mayoría no cuenta con personería jurídica y operan cuando es necesario con la personería jurídica de su OTB que si cuentan con este documento, en consecuencia existe una gran falencia en lo que es la administración de estos sistemas alternativos ya que la forma como manejan estos sistemas es totalmente empírica e improvisada debido principalmente a las condiciones de formación que tienen los dirigentes encargados de su funcionamiento.

### Ventajas competitivas

La ventaja de poder llevar adelante la transferencia de conocimiento, radica en que en el municipio de Sacaba existen discrepancias sobre el número de pozos en operación de la empresa pública EMAPAS y los sistemas alternativos, según ELFEC habrían alrededor de 242 (2013), según JICA – UMSS, 350 pozos el año 2018. Se tienen unos 295 pozos en operación, de los cuales 58 pozos son operados por EMAPAS y 13 del Gobierno Autónomo Municipal de Sacaba y el restante por los sistemas alternativos.

### Tipo de asociación que busca

El presente conocimiento esta dirigo a organizaciones, universidades e instituciones del sector público y privado, como ser: EPSAS, OLPEs, MISICUNI, con el objetivo de coadyuvar con el levantamiento de datos referentes a sistemas de agua e incidir en las gestiones de las políticas públicas.



Ilustración BC9: Pileta de agua | Equipo de comunicación CEPLAG



**Proyecto:** Desarrollo de capacidades relacionadas a la gestión integral del agua en el departamento de Cochabamba. “Estudio del estado de uso real del agua en la Cuenca del Río Maylanco”.

**Financiado:** Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)
- Laboratorio de Hidráulica (LHUMSS)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba
- Gobierno Autónomo Municipal de Sacaba
- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA), Sacaba



Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-BC0010



# Plan General de Gestión de Recursos Hídricos, Bosques y Control de Erosión

**INVESTIGADOR:** Ivan del Callejo Veracc

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro Agua

Agua y suelo

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro Agua, ofrece un Plan de Gestión de Agua, Bosques y Control de Erosión, es un trabajo con la colaboración de Autonomía Indígena de Raqaypampa, la Universidad Católica San Pablo e ISA-Bolivia. Este plan, es un instrumento orientador de gestión territorial, armoniza atención a necesidades y aspiraciones del pueblo indígena, con estudios científicos sobre recursos naturales para diseñar acciones para la solución de los problemas y desarrollo de potencialidades del territorio.

## ABSTRACT

The UMSS through the Water Center, offers a Water Management, Forest and Erosion Control Plan, is a work with the collaboration of the Indigenous Autonomy of Raqaypampa, the Catholic University San Pablo and ISA-Bolivia. This plan, is a guiding instrument of territorial management, harmonizes attention to the needs and aspirations of the indigenous people, with scientific studies on natural resources to design actions to solve problems and develop potentialities of the territory.

## Descripción y características fundamentales

A través de la identificación de las tendencias e impactos del cambio climático sobre el agua, los bosques, la cobertura de la tierra y la erosión en el Territorio Indígena de Raqaypampa se tiene el diseño de un Plan General de manejo de agua, bosques y control de la erosión (con un enfoque de Manejo Integral de cuencas) para el fortalecimiento de la resiliencia ecológica en el marco de la Estrategia Raqaypampeña de gestión del cambio climático.

Los pueblos indígenas de los Andes, de tierras secas como Raqaypampa están enfrentando una crisis medioambiental y social que impacta su territorio. La reducción de la lluvia, ligada a la pérdida de cobertura vegetal y a la presión de actividades humanas, como el pastoreo extensivo, disminuye de manera significativa la disponibilidad del agua y la fertilidad de los suelos, provocando problemas de erosión y de degradación de la tierra cada vez más severas.

Este resultado es un largo proceso de planificación territorial iniciado por Raqaypampa y propone, después de un diagnóstico a profundidad de los varios componentes de la madre tierra (agua, bosques y suelos) una priorización de acciones, proyectos, e implementación de infraestructura piloto con un enfoque integral de manejo de cuenca y de gestión integral de los recursos hídricos orientadas a aportar a los proyectos a ser implementados a corto (hasta 2020) y mediano plazo (hasta 2025).

Para asegurar un impacto positivo de la intervención del proyecto y de otras iniciativas en Raqaypampa, se ha desarrollado procesos de capacitación y trabajo conjunto con las autoridades de la Central, subcentrales, comunidades, las familias, los jóvenes y escolares, y la conformación del consejo de gestión territorial, clave para una buena implementación de una gestión territorial integral.

## Aspectos innovadores

Debido a su carácter innovador de trabajo conjunto con las comunidades de la Autonomía Indígena, su carácter inter y transdisciplinario, este conocimiento fue nominado al Premio Plurinacional de Ciencia y Tecnología. Incluye diagnósticos con mapas, una base de datos de fuentes de agua, estudios hidrológicos, climatológicos, inventario forestal, un estudio de cambio de cobertura y expansión de las áreas erosionadas y cárcavas, propuestas adecuadas para comunidades en tierras secas para la implementación de mecanismos de gestión territorial y manejo sustentable del agua, bosques y control de la erosión, todo lo anterior en complementariedad con conocimientos y prácticas locales sobre manejo de recursos naturales. También una estrategia Edu-comunicacional para la difusión de las recomendaciones y el desarrollo del Plan de Gestión de agua, bosques y suelos.

## Ventajas competitivas

Es una propuesta de gestión territorial que muestra que es posible con el trabajo conjunto con pueblos indígenas y comunidades armonizar la atención a necesidades y aspiraciones de las familias, con estudios científicos sobre recursos naturales para diseñar acciones para la solución de los problemas y desarrollo de potencialidades del territorio, con acciones concretas como la cosecha de agua y la planificación territorial. El conocimiento compartido implica

que se conozca mejor las demandas locales y que se logre una mejor adaptación de alternativas tecnológicas, brindando sustentabilidad y continuidad al proyecto, por ejemplo: los Raqaypampeños, han implementado dos sistemas de cosecha de agua en dos escuelas organizándose localmente y de forma completamente independiente y autónoma.

## Tipo de asociación que busca

Junto con las instancias estatales y privadas busca asociarse con organizaciones, instituciones, ministerios, viceministerios, direcciones generales, gobernaciones, municipios y comunidades para coadyuvar a lograr una adecuada gestión territorial en autonomías indígenas, municipios y comunidades. A su vez se busca fuentes de financiamiento para investigación aplicada para proponer soluciones para evitar y mitigar la degradación de tierras, mejorar la planificación territorial y busca la implementación de prácticas de manejo sustentable.



Ilustración BC10: Sistema de almacenamiento de agua | Ivan del Callejo Veracc



**Proyecto:** Evaluación participativa del impacto del Cambio Climático en el Agua, bosques y erosión del Territorio de Raqaypampa y elaboración del Plan General de Gestión de Recursos Hídricos, Bosques y Control de Erosión.

**Financiador:** Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- ISA Bolivia

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-BC0011



# Sistema de monitoreo de la degradación de tierras secas de Bolivia



**INVESTIGADOR:** Cristina Karen Ovando Crespo

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL)

## RESUMEN

La UMSS, a través del Centro de Investigación y Servicios en Teledetección (CISTEL) y Viceministerio Recursos Hídricos y Riego han desarrollado una línea base del estado de degradación de tierras secas de Bolivia (áridas, semiáridas y sub-húmedas secas) y diseñó una propuesta y esquema de un sistema de monitoreo en base a LADA, que es un enfoque de base científica para evaluar, mapear y caracterizar tipos degradación de tierras. Incluye mapas e indicadores de tierras secas de Bolivia (Sur La Paz y Cbba, Oruro, Potosi, Chuquisaca, Tarija y Chaco Cruceño).

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Research and Services in Remote Sensing (CISTEL) and the Vice Ministry of Water Resources and Irrigation have developed a baseline of the state of drylands degradation of Bolivia (arid, semi-arid and dry sub-humid) and designed a proposal and a scheme for a monitoring system based on LADA, which is a scientifically based approach to assess, map and characterize types of land degradation. It includes maps and indicators of drylands of Bolivia (South La Paz and Cbba, Oruro, Potosi, Chuquisaca, Tarija and Chaco Cruceño).

## Descripción y características fundamentales

La Estrategia Nacional Neutralidad en la Degradación de las Tierras (NDT) Hacia el 2030, señala que “Es de vital importancia que estas iniciativas”, de lucha contra la desertificación, “no se restrinjan al sector público, sino que se abran a ejecutores privados, entidades autárquicas, Universidades, Centros de investigación, etc., considerando fundamentalmente que las acciones se encuentren incluidas en la Estrategia y sigan las normativas de ejecución de proyectos del país”.

El enfoque LADA tiene como objetivo evaluar el alcance y las causas de la degradación de tierras en zonas áridas. Surgió como requerimiento de países participantes en el marco de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNNCD) de contar con una metodología estandarizada de evaluación de la desertificación, que puede ser adoptada por todos los países afectados, como es el caso de Bolivia.

De acuerdo a lo especificado para el proyecto según el Convenio Interinstitucional No 34, para Bolivia se ha seleccionado una lista de indicadores como Línea Base a escala Nacional de la Degradación de Tierras Secas. Los indicadores se seleccionaron con las contrapartes técnicas del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego y fueron validados en talleres de evaluación participativa con expertos nacionales. Se cuenta con 68 mapas de indicadores de degradación de tierras y una base de datos edafológica de 11308 perfiles y muestras de suelos georeferenciados de tierras secas de Bolivia. 33 fichas que describen prácticas de manejo sustentable (WOCAT) para diferentes zonas (Chaco, Puna y Valles) y una propuesta de esquema de diseño de sistema de monitoreo de la degradación de tierras secas de Bolivia, con indicadores seleccionados participativamente para el nivel local y regional.

## Aspectos innovadores

El nivel de detalle y la base de datos de indicadores, es mejor y más completa que los mapas elaborados en 1996 PRONALDES, que si bien tenían su memoria técnica, no se contaba con la línea base con la que elaboraron los dos mapas obtenidos. La línea base de mapas, la base de datos georeferenciada de suelos, la información sistematizada, los datos obtenidos en talleres participativos con expertos nacionales y la propuesta de esquema de monitoreo, coadyuvan a disponer de información actualizada y comparable sobre la degradación de las tierras para tierras secas de Bolivia, aportando así a las acciones propuestas por la Estrategia Nacional de Neutralidad de la Degradación de Tierras, con potencial de seguir colaborando como universidad y centro de investigación a lograr lo planteado a nivel estatal para 2030, a través del trabajo conjunto con organizaciones, instituciones, ministerios, viceministerios, direcciones generales, gobernaciones, municipios y comunidades.

## Ventajas competitivas

El enfoque se puede aplicar a diversas escalas, se reducen costos utilizando imágenes satelitales y datos gratuitos, optimizando los recursos para el trabajo de campo a escalas regionales y locales. Los mapas ayudan a seleccionar áreas

de estudio más pequeñas en las que se podría desarrollar proyectos y estudios a escala regional y local. Se ha implementado otros estudios a escalas regionales (Raqaypampa) y a nivel comunal (Aiquile: Chinguri y Callejones B) que han mostrado el potencial de continuidad del proyecto para la planificación territorial y la implementación de prácticas de manejo sustentable.

## Tipo de asociación que busca

Junto con las instancias estatales busca asociarse con organizaciones, instituciones, ministerios, viceministerios, direcciones generales, gobernaciones, municipios y comunidades para coadyuvar a lograr lo planteado en la Estrategia Nacional Neutralidad en la Degradación de las Tierras (NDT) Hacia el 2030. Busca fuentes de financiamiento para investigación aplicada para proponer soluciones para evitar y mitigar la degradación de tierras, mejorar la planificación territorial y busca la implementación de prácticas de manejo sustentable.



**Ilustración BC11:** Talleres de evaluación participativa mediante uso de mapas | Marcelo Joel Ruiz Alanís



**Proyecto:** Línea base estado de degradación de tierras secas de Bolivia (áridas, semiáridas y sub-húmedas secas) y propuesta diseño de esquema sistema de monitoreo en base a LADA  
**Financiado:** Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-BC0012

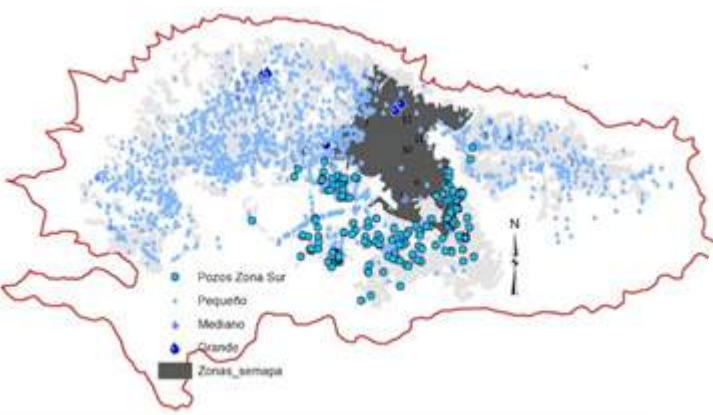


# Urbanización y disponibilidad de agua para consumo humano en la ciudad de Cochabamba: Reducción de datos por medio del análisis generalizado de correlación canónico

**INVESTIGADOR:** María del Carmen Ledo García

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG)



## RESUMEN

La UMSS, a través del Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG), ofrece demostrar la multidimensional cara de la pobreza, vulnerabilidad, deprivación y desigualdad social en la disponibilidad de agua para consumo humano para que las autoridades, coordinando con la población, busquen estrategias que garanticen el acceso al agua en los sectores más pobres y vulnerables. Partiendo de la base de datos de la Encuesta CEPLAG-ANESAPA, 2016, que visibilizan las inequidades en el consumo de agua potable.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Planning and Management, offers to demonstrate the multidimensional face of poverty, vulnerability, deprivation and social inequality in the availability of water for human consumption so that the authorities, coordinating with the population, look for strategies that guarantee the access to water in the poorest and most vulnerable sectors. Starting from the database of the CEPLAG-ANESAPA Survey, 2016, which make visible the inequities in drinking water consumption.

## Descripción y características fundamentales

La problemática del agua debe ser vista desde una óptica integral; la relación entre el hombre, la naturaleza y el sistema de recursos naturales implica un punto de vista ecológico; como parte de un sistema de necesidades básicas y satisfactores. Se intenta rescatar la “dimensión agua” en relación al proceso de desarrollo; a sus usos; y particularmente a su relación con las condiciones de vida, salud y las necesidades básicas de la población. El agua es un bien común - social, esencial para los seres humanos y todas las formas de vida. La contaminación y la falta de acceso universal al agua potable están proliferando el ciclo de pobreza, de enfermedades transmitidas por el agua y de las desigualdades de género.

La estructura urbana de Cochabamba, se caracteriza por el acelerado crecimiento horizontal de baja densidad de su huella urbana, con manifestaciones concretas de segregación y “marginalidad” física. Existen problemas de dotación y abastecimiento de agua, principalmente en los barrios peri-urbanos, situación que provoca una creciente demanda insatisfecha. Los grupos sociales y el aparato del Estado se interrelacionan, para crear las bases de la estructura urbana de una región que crece en población, se expande en territorio y se segrega por efecto de una acentuación de las desiguales pautas de acceso a los servicios de consumo colectivo y también a la reproducción social y de organización de la producción.

Cochabamba está ubicada en un valle afectado por problemas hidrológicos importantes de ahí que es catalogada como una de las ciudades más secas en Bolivia. La lluvia varía entre los 400 a los 500 mm/año durante alrededor de 70 días lluviosos. El agua es, por tanto, un recurso escaso en Cochabamba y su expansión horizontal, desordenada y de baja densidad sobre la zona de recarga de su acuífero, está creando serios problemas para el abastecimiento de agua.

## Aspectos innovadores

Dada la heterogeneidad estructural vigente en la ciudad de Cochabamba y la presencia de alarmantes niveles de inequidad y pobreza, el modelo multivariado generalizado de correlación canónica (GCCA) permitirá encontrar la múltiple dimensión de la inequidad y pobreza, en la disponibilidad de agua para consumo humano. La interpretación de los factores condicionantes de la exclusión social y pobreza vigente en el territorio cochabambino, se buscó a través de la interacción simultánea de 5 dimensiones: socioeconómica, socio-espacial, condiciones de vida, posición en el ciclo vital y vulnerabilidad. Los resultados revelan dos mensajes principales: Por una parte, la primera dimensión demuestra la demografía de la pobreza y los factores de riesgo representados por los hogares vulnerables. En la segunda dimensión se torna elocuente la cara de la pobreza, segregación espacial y de privación, en el acceso y disponibilidad de agua para consumo humano de los hogares cochabambinos.

## Ventajas competitivas

Los cochabambinos tienen la mayor demanda insatisfecha, SEMAPA atiende alrededor de 70 mil conexiones domésticas y existen alrededor de 180 mil hogares. Los hogares carentes del servicio, buscan fuentes de aprovisionamiento alternativo: carros aguateros y sistemas autogestionarios creados por la iniciativa de vecinos localizados en la periferia urbana. Las autoridades deberían en coordinación con la población buscar medidas destinadas a garantizar el derecho al agua y asegurar estrategias que permitan que los sectores más pobres y vulnerables de la sociedad tengan acceso al agua, que en el peor de los casos se traduce en muerte debido a las patologías que se derivan de la falta de acceso a agua de buena calidad entre los grupos más deprimidos.

## Tipo de asociación que busca

El presente conocimiento está dirigido a organizaciones, universidades e instituciones del sector público y privado, como ser: EPSAS, OLPES, MISICUNI, con el objetivo de coadyuvar con levantamiento de datos referentes a sistemas de agua.



**Ilustración BC12:** Abastecimiento de agua mediante cisterna | *Equipo de comunicación CEPLAG*



**Proyecto:** Encuesta domiciliar de opinión de la población sobre el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en la ciudad de Cochabamba, 2016.

**Financiado:** Asociación Nacional de Empresas de Servicios de Agua Potable y de Alcantarillado (ANESAPA)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SEMAPA)

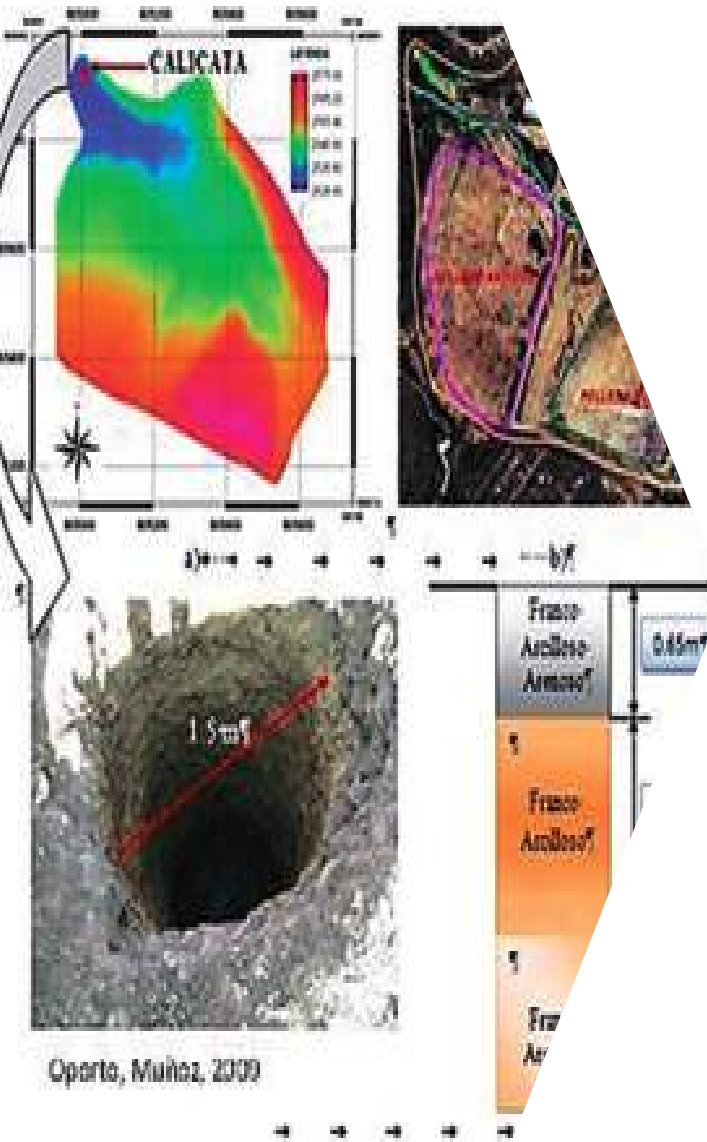


## Emplazamiento de Rellenos Sanitarios ¿Dónde hacerlo?

**INVESTIGADOR:** Carla Oporto Pereira

**UNIDAD:** Instituto de investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)



### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA) ha desarrollado una metodología de estudio para evaluar la aptitud de sitios potenciales para el emplazamiento de Rellenos Sanitarios. Esta incluye la determinación de la configuración estratigráfica del subsuelo, la caracterización geotécnica e hidráulica y la predicción de la migración de contaminantes a estratos profundos del suelo. Se busca socios para ampliación de estos estudios.

### ABSTRACT

The UMSS through the Center for Water and Environmental Sanitation (CASA) has developed a study methodology to evaluate the suitability of potential sites for the location of Sanitary Landfills. This includes the determination of the stratigraphic configuration of the subsoil, the geotechnical and hydraulic characterization and the prediction of the migration of pollutants to deep soil strata. Partners are sought to expand these studies.

## Descripción y características fundamentales

La metodología propuesta plantea las siguientes acciones:

1. Realizar o complementar los estudios hidrogeológicos normalmente existentes en la zona aplicando sondeos eléctricos verticales para la determinación de la profundidad de los acuíferos, la litología y la dirección del flujo de agua subterránea en la cuenca.
2. Caracterizar el proceso de migración de contaminantes en la zona no saturada cercana al relleno a través de la modelación matemática. Para esto se aplica un modelo matemático de transporte unidimensional de contaminantes desde la superficie hasta el sistema subterráneo. Este modelo se alimenta con parámetros determinados experimentalmente en ensayos de desplazamiento continuo (en columnas de suelo no disturbadas) y ensayos batch (isotermas de adsorción) en laboratorio.

Los ensayos de laboratorio se pueden aplicar a muestras de diferentes puntos y proporcionan una predicción confiable del potencial de un contaminante para alcanzar determinadas profundidades en tiempos dados. Estos ensayos proporcionan certeza científica a las predicciones basadas únicamente en la configuración estructural del suelo.

## Aspectos innovadores

En la actualidad, los organismos responsables de la prospección de nuevos sitios para emplazamiento de rellenos sanitarios no aplican esta metodología para apoyar la toma de decisiones. Los estudios, en el mejor de los casos, solamente incluyen estudios hidrogeológicos, geotécnicos, climatológicos, y topográficos. La metodología ofertada incluye el uso de un modelo matemático de infiltración de contaminantes que posibilita la predicción de este proceso en diferentes escenarios hipotéticos.

## Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología se encuentra aún en fase de desarrollo y a escala de laboratorio, por lo tanto es necesario el financiamiento externo para complementar el estudio con una duración aproximada de 12 a 24 meses adicionales. El costo estimado será en función de la dimensión del trabajo a implementar.

## Ventajas competitivas

- Mayor confiabilidad en la evaluación de la aptitud de un sitio, para prevenir riesgos ambientales o a la salud humana por contaminación de aguas subterráneas.
- La tecnología posibilita la predicción de la infiltración en diferentes escenarios hipotéticos, por ejemplo en situaciones de precipitaciones extremas, inundaciones, o frente a la disposición (o generación) de nuevos contaminantes.

## Tipo de asociación que busca

Se necesita cooperación técnica a través de proyectos conjuntos con contrapartes científicas.



**Proyecto:** Estudio del riesgo ambiental por metales pesados en la zona del relleno sanitario de Kjara Kjara  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)  
**Otras unidades de investigación:**

- Laboratorio de Hidráulica (LHUMSS)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-BT0002



# Reactor de flujo semicontinuo para desinfección solar del agua y estudio de cerámicos impregnados de plata coloidal para desinfección del agua

**INVESTIGADOR:** Álvaro Mercado Guzmán

**UNIDAD:** Instituto de investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)



## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA) diseñó y construyó un reactor semicontinuo para desinfección solar del agua, que tiene la capacidad de desinfectar hasta 50 litros de agua (7 órdenes logarítmicos en coliformes termotolerantes) en 4 horas, el sistema es hidráulico independiente de energía externa.

En el Departamento de química se desarrollaron anillos cerámicos que tienen la capacidad de liberar plata coloidal con el objetivo de agilizar la desinfección solar del agua, y también de actuar como medio de contacto para desinfectar el agua.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Water and Environmental Sanitation (CASA), designed and built a semi-continuous reactor for solar water disinfection, which has the capacity to disinfect up to 50 liters of water (7 logarithmic orders in thermotolerant coliforms) in 4 hours, the system is hydraulic independent of external power. In the Department of Chemistry, ceramic rings were developed that have the ability to release colloidal silver in order to speed up the solar disinfection of water, and also act as a means of contact to disinfect water.

## Descripción y características fundamentales

En el presente trabajo desarrollaron formulaciones y preparado materiales cerámicos como una alternativa de acelerar el proceso de desinfección del agua, a partir de tres materias primas que son roca fosfórica, arcilla y harina de hueso, que posteriormente fueron dopados con iones plata. Para ello, se consideraron mezclas de las distintas materias primas, temperaturas y tiempos de cocción de los materiales silicofosfatados obtenidos. Realizados los ensayos de porosidad, disgregación en agua y absorción de agua, se logró seleccionar una formulación y condiciones de sinterización óptimos, para su aplicación posterior en pruebas de inactivación de microorganismos del tipo E. Coli. Bajo estas condiciones se removió hasta 7 órdenes logarítmicos la bacteria y hasta 1 orden logarítmico los colifagos. La forma de aplicación fue introduciendo 1, 3 y 5 cerámicos dentro de la botella de SODIS. Además de construir una columna de filtración con los cerámicos. Una vez optimizadas la preparación, los cerámicos podrían ser utilizados muchas veces para agilizar la desinfección del agua.

Se construyó un reactor de 60 cm por 120 cm, a fin de verificar la capacidad de remover indicadores de contaminación bacteriológica, evaluando el efecto de la temperatura, y la influencia de la radiación solar sobre su funcionamiento. El reactor se construyó con resina plástica y fibra de vidrio, y una placa de acrílico transparente en la parte superior. Los ensayos que fueron llevados, con radiación natural, mostraron que con un flujo de 223 ml /min, y un tiempo de retención de 89 minutos, se pudieron eliminar 5 órdenes logarítmicos de contaminación bacteriológica en todos los ensayos, y hasta 7 órdenes logarítmicos bajo condición de cielo totalmente despejado, (bajo esta condición la temperatura del efluente fue mayor a 50°C).

Se concluyó que este tipo de reactor puede producir más de 50 litros de agua potable en 4 horas. Un reactor de este tipo puede ser utilizado donde no se tenga energía, ni otras opciones de desinfección del agua, especialmente en medio rural.

## Aspectos innovadores

Se considera una innovación el hecho de generar hasta 50 litros de agua desinfectada por día con energía solar, sin tener ningún elemento del sistema que requiera de energía eléctrica u otra externa. Si bien el uso de plata coloidal no es nuevo, el incorporarlo dentro de cerámicos que se puedan añadir al agua y desinfecten no se había probado anteriormente, luego de optimizarlos pueden ser utilizados en situaciones de emergencia donde no se puede hervir, o clorar el agua. Los cerámicos se pueden añadir a la botella SODIS o utilizar como medio de contacto.

## Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología se encuentra a nivel de prototipo, requiere mayor desarrollo con un costo aproximado de 100.000 bolivianos y una duración adicional de entre 6 a 12 meses, para lo cual se busca financiamiento externo de entidades interesadas.

## Ventajas competitivas

Reactor

- Hasta 50 litros de agua desinfectada por día en condiciones de cielo

despejado.

- Reactor totalmente hidráulico.
- Para escuelas, hospitales, postas y pequeñas comunidades rurales, especialmente en el área occidental del país, donde abunda radiación solar y otros medios de desinfección son costosos.

Cerámicos impregnados de plata coloidal.

- Reducción del tiempo de exposición al sol de las botellas SODIS.
- Reducción del tiempo de la desinfección del agua en general.

## Tipo de asociación que busca

Se busca una cooperación técnica con instituciones dedicadas a la mejora de la calidad del agua en el área rural y periurbana como el Ministerio de Agua y Medio Ambiente, ONG dedicadas a la mejora de los servicios básicos. Instituciones dedicadas a la mejora de tecnologías para aplicarlas en áreas rurales, con los cuales se busca la fabricación de materiales más duraderos e impermeables que eviten la fuga de agua y permitan una mejor desinfección en menor tiempo y optimizar la combinación de materiales cerámicos para una mejor liberación de la plata coloidal en el agua. El costo dependerá principalmente de los materiales a ser utilizados en el reactor, y de los ensayos adicionales en el caso de los cerámicos. Se estima aproximadamente unos 3.000 dólares en el reactor, y monto similar en los cerámicos.



**Proyecto:** Desarrollo y evaluación de sistemas mejorados e integrados de desinfección continua de aguas para consumo humano

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional

**Otras unidades de investigación:**

- Departamento de Química

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Fundación SODIS

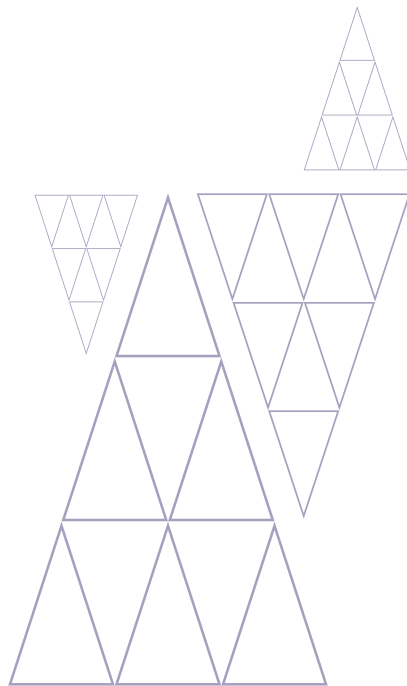


**UNIVERSIDAD**  
**MAYOR DE SAN SIMÓN**  
Ciencia y Conocimiento desde 1832

# BIODIVERSIDAD, RRNN Y MEDIO AMBIENTE



Dirección de Investigación Científica y Tecnológica



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CC0001



## Adaptación: La mejor manera de enfrentar el cambio climático



**INVESTIGADOR:** Melina Campero Paz

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

### RESUMEN

La UMSS a través de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA) ofrece un paquete de información generada de forma experimental para determinar la reacción de las comunidades biológicas en los sistemas acuáticos de montaña frente al cambio climático y poder prever mecanismos de acción en caso de que éstos sean afectados negativamente. Esta información sirve de base a municipios, gobernaciones y entidades ligadas al medioambiente para gestionar de forma óptima los mencionados sistemas.

### ABSTRACT

The UMSS through the Limnology and Aquatic Resources Unit (ULRA) offers an experimentally generated information package to determine the reaction of biological communities in mountain aquatic systems facing climate change and to be able to foresee mechanisms of action in case these are negatively affected. This information serves as a basis for municipalities, governments and entities linked to the environment, to optimally manage the aforementioned systems.

## Descripción y características fundamentales

Estudios actuales muestran que independientemente de las acciones que se tomen para disminuir la emisión de gases invernadero a la atmósfera, el planeta ha entrado en un ciclo de calentamiento que no puede ser revertido y que es parte de un ciclo natural (acelerado por las acciones del hombre). Entonces, cabe preguntarse si las especies que pueblan el planeta (incluyendo al hombre) están condenadas a la desaparición a corto, mediano y largo plazo o si esto puede evitarse. Por ello, la ULRA planteó un proyecto para responder la interrogante de si la fuerza que ejerce el medio ambiente (cambios en el clima) es suficiente para eliminar a las especies de sistemas ecológicos sensibles o si las características de adaptación de las especies pueden contrarrestar dichos cambios y asegurar su supervivencia.

Se escogieron como sistemas-tipo las lagunas altoandinas de la Cordillera del Tunari, ya que la parte altoandina está considerada como una de las zonas que será más afectada por el cambio climático. En estos sistemas, se estudiaron los organismos acuáticos de las lagunas debido a las diversas estrategias que tienen para el manejo de la temperatura/radiación solar y porque son la base alimenticia de los peces en las lagunas aptas para acuicultura. Encontramos que las especies con mayor capacidad adaptativa sobreviven a los diferentes escenarios de cambio climático, y lo que es más, pueden mantener la producción pesquera. Las especies de poca capacidad adaptativa no sobreviven en mucho de los escenarios probados y son reemplazadas por otras más flexibles. Estos resultados muestran que la adaptación y no la resistencia al cambio climático es lo que traerá los resultados más positivos para los animales y el hombre. Además, sienta las bases para biomanipular sistemas acuáticos en los que hayan desaparecido las especies menos adaptables de manera que el sistema pueda seguir siendo utilizado de manera sostenible por las comunidades aledañas.

## Aspectos Innovadores

- Información primaria a nivel mundial sobre sistemas acuáticos de montaña con diferentes regímenes de radiación ultravioleta y temperatura en el cinturón tropical.
- Uso novedoso de matemática sencilla para la determinación de plasticidad fenotípica (capacidad adaptativa) sin la necesidad de herramientas genéticas, que son mucho más costosas.

## Ventajas competitivas

Sirve como indicativo para políticas nacionales de que la mejor estrategia contra el cambio climático es la adaptación. Para el sector productivo acuícola de las zonas de montaña sirve de base para determinar en qué lagunas/condiciones la producción de peces está asegurada o no se verá afectada por el cambio climático. También sirve como indicativo para el posible uso que se puede dar a sistemas acuáticos que sí se vean afectados por el cambio climático.

## Tipo de asociación que busca

En términos de aplicación, la información generada es del interés directo del Municipio de Tiquipaya (Cochabamba) ya que nos encontramos en condición de ofrecer asesoramiento para el cultivo de peces en sus lagunas más altas, además de los lineamientos técnicos para asegurar esta producción bajo diferentes escenarios de cambio climático y extracción de agua. Adicionalmente, debido

al tipo de pigmentos que fueron encontrados en los organismos acuáticos como protección para la radiación ultravioleta, estamos buscando financiamiento para el estudio de los mismos. Debido a que los usos potenciales de los pigmentos son por un lado, la generación de energía eléctrica de forma totalmente blanca (renovable e inocua al medio ambiente) y por el otro, el uso de los mismos como suplemento alimenticio por su alto contenido en aceites Omega 3, 6 y antioxidantes, creemos que el Ministerio de Ciencia y Tecnología (Bolivia) puede estar interesado en un futuro desarrollo de este estudio.

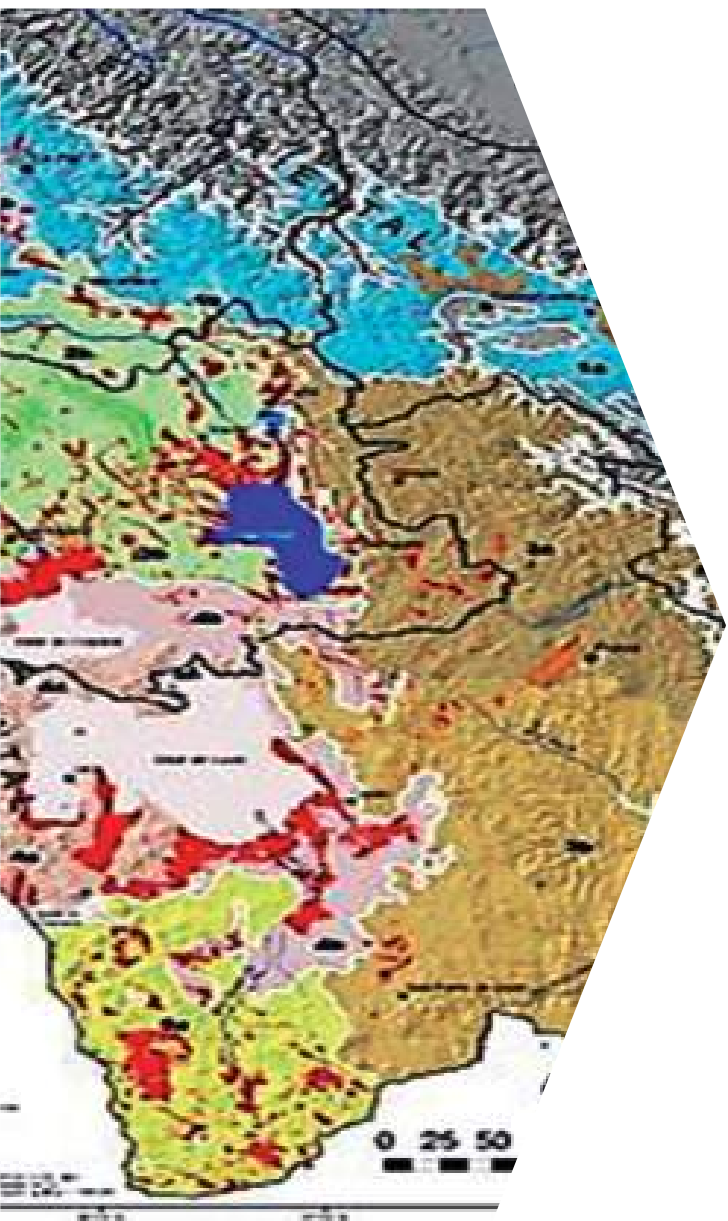


**Proyecto:** Adaptabilidad potencial de las comunidades zooplanctónicas al cambio climático en sistemas acuáticos de alta montaña (ADAPCC)  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CC0002



# Bases ecológicas para el desarrollo de un modelo predictivo sobre los efectos del cambio climático en los humedales de los Altos Andes de Bolivia



**INVESTIGADOR:** Mabel Maldonado Maldonado

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

## RESUMEN

La Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos de la UMSS conjuntamente con RUMBOL SRL han desarrollado las bases de un modelo ecogeográfico explicativo y predictivo de los efectos del cambio climático sobre los humedales altoandinos de Bolivia. Dichas bases incluyen la caracterización, descripción y clasificación ecológica de los humedales, traducidos cartográficamente en un Mapa de Humedales. Con estas bases se completará el modelo de predicción de los efectos del cambio climático en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que prestan los humedales, siendo una herramienta que apoyará acciones de instituciones científicas, de gestión y educación.

## ABSTRACT

The Limnology and Aquatic Resources Unit of the UMSS, together with RUMBOL SRL have developed the bases of an explanatory and predictive ecogeographic model of the effects of climate change on the high Andean wetlands of Bolivia. Those bases include the characterization, description and ecological classification of the wetlands, translated cartographically in a Wetland Map. With these bases, the prediction model of the effects of climate change on biodiversity and the ecosystem services provided by wetlands will be completed, being a tool that will support actions of scientific, management and educational institutions.

## Descripción y características fundamentales

El conocimiento generado incluye:

- Sistema de clasificación de los humedales altoandinos de Bolivia, basado en criterios biogeográficos, bioclimáticos, geofísicos, ecológicos y biocenóticos.
- Inventario extensivo de la biodiversidad en los humedales (plantas palustres y acuáticas, algas, invertebrados acuáticos y peces).
- Caracterización ecológica de los humedales: rasgos físicos y químicos de los humedales.
- Descripción de la composición y distribución de las biocenosis acuáticas, es decir de la vegetación palustre y acuática, fitoplancton, zooplancton, bentos y perizoon.
- Selección de organismos palustres y acuáticos indicadores de las condiciones ambientales de los humedales, particularmente de la salinidad del agua. Estos organismos serán utilizados como "sensores" en el modelo predictivo que se encuentra en desarrollo.
- Mapa de los Humedales de los Altos Andes de Bolivia, que representa la traducción cartográfica de los puntos anteriores, mostrando unidades jerárquicas definidas por criterios que se utilizarán para generar escenarios de cambio climático en el modelo predictivo.

Una vez completado el modelo de predicción, la simulación de diferentes escenarios climáticos permitirá establecer los efectos que podrían ocurrir en la biodiversidad y las características ecológicas de los humedales, y por ende en los servicios ecosistémicos que prestan. De esta forma, gestores ambientales, investigadores y educadores podrán utilizar esta herramienta en sus labores de evaluación, prevención, mitigación y adaptación al cambio climático.

## Aspectos Innovadores

El conocimiento generado es una innovación en Bolivia debido a:

- Primer inventario exhaustivo de la biodiversidad palustre y acuática en los humedales altoandinos de Bolivia, poco conocidos en nuestro país desde el punto de vista ecológico.
- Primera descripción y clasificación ecológica-biogeográfica de los humedales altoandinos de Bolivia.
- Primer mapa ecológico-biogeográfico de los Humedales altoandinos de Bolivia, elaborado en base a criterios que integran tanto aspectos biogeográficos, bioclimáticos, geofísicos y biocenóticos. Esta traducción cartográfica del conocimiento generado en los humedales, es de fácil interpretación, por lo cual no es necesario tener una formación especializada para utilizar esta herramienta.

Dado que el modelo predictivo será también un modelo geográfico, contará con la misma ventaja para los futuros usuarios del mismo.

## Ventajas competitivas

Las instituciones ambientales que desarrollan acciones respecto al cambio climático podrán contar con una línea base extensiva y un modelo cartográfico sobre los humedales altoandinos de Bolivia, para utilizar este conocimiento en sus acciones de evaluación, planificación, interpretación, prevención, mitigación y adaptación a los posibles efectos del cambio climático en la Puna boliviana. Siendo estas acciones dirigidas a proteger a las sociedades civiles y los sistemas productivos que las sostienen, puede colaborar en mejorar la utilidad social que representan.

## Tipo de asociación que busca

El modelo desarrollado puede ser de interés para instituciones relacionadas a las acciones vinculadas con el cambio climático para aplicar el conocimiento generado a través de formación de recursos humanos o investigación aplicada a sus acciones (por ejemplo ONG's relacionadas al tema). También se busca Instituciones de investigación que deseen colaborar con la fase final de desarrollo del modelo, como por ejemplo el Programa Nacional sobre el Cambio Climático, PNCC.



**Proyecto:** Bases ecológicas para el desarrollo de un modelo predictivo sobre los efectos del cambio climático en los humedales de los Altos Andes de Bolivia

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- RUMBOL SRL, Cochabamba



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CC0003



# Bioíndice para evaluar la calidad ecológica de ríos en la cuenca del río Caine



**INVESTIGADOR:** Edgar Goitia Arze

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

## RESUMEN

El bioíndice o índice biótico, es utilizado para evaluar la calidad ecológica del agua mediante organismos que viven en el agua, y es importante ya que la comunidad de organismos, que viven en el ecosistema acuático, reflejan los efectos que trae la perturbación, por efectos de contaminación o eutrofización, en el tiempo, mientras que solo los análisis químicos dan un resultado puntual y momentáneo. Por este motivo se elaboró el Índice de Integridad Biótica (IBI) con el fin de utilizarlo en el biomonitoreo de la calidad del agua de ríos, utilizando invertebrados que viven en el sustrato de estos ambientes. Debido a que los organismos pueden ser sensibles o tolerantes a la contaminación. La presencia o ausencia de ciertos grupos, de estos organismos, indicaran el grado de perturbación o contaminación que se encuentra este ecosistema, por lo que este índice permite determinar la calidad ecológica de estos ambientes, pudiendo, de una manera más fácil y económica, tomar las medidas de remediación necesarias para evitar que el problema continúe o buscar la solución y hacer que estos ambientes vuelvan a su estado natural.

Si bien la utilización de este índice permite evaluar la calidad ecológica de los ríos, la utilización de otros índices, tales como el BMWP, también evaluado para su utilización en cada región permitirá un mejor resultado en cuanto a la identificación del grado de perturbación de los ríos.

## ABSTRACT

The bioindex, or biotic index, is used to evaluate the ecological quality of the water through organisms that live in the water, and it is important since the community of organisms, that live in the aquatic ecosystem, reflect the effects that disturbance brings, due to effects of contamination or eutrophication, in time; while chemical analyzes, only give a punctual and momentary result. For this reason, the Biotic Integrity Index (IBI) was developed in order to use it in the biomonitoring of river water quality, using invertebrates that live in the substrate of these environments, because organisms can be sensitive or tolerant to contamination. The presence or absence of certain groups, of these organisms, will indicate the degree of disturbance or contamination of this ecosystem, so this index allows to determine the ecological quality of these environments, being able, in an easier and economic way to, take the necessary remedial measures to prevent the problem from continuing or seek a solution and return these environments to their natural state. Although the use of this index allows evaluating the ecological quality of rivers, the use of other indexes, such as the BMWP, also evaluated for its use in each region will allow a better result in terms of identifying the degree of disturbance of the rivers.

Dirección de Investigación Científica y Tecnológica/ Universidad Mayor de San Simón

## Descripción y características fundamentales

Para el desarrollo del índice, se toman muestras biológicas químicas y físicas en varios sitios de diferentes ríos, bajo condiciones de referencia (mínimo estado de perturbación antrópica) y sitios perturbados por residuos domésticos, industriales, agrícolas o mineros.

Con estas muestras se realizan una serie de medidas basadas en la estructura de la comunidad biótica que da señales sobre la condición del río y permite calcular valores para un determinado sitio, que luego es comparado con el valor esperado en un sitio perturbado.

Las medidas en el IBI incluyen la riqueza de especies, la composición de especies, la estructura trófica, la abundancia total y la condición individual. Cada medida refleja la calidad de un aspecto diferente de la estructura que responde de manera diferente a los factores de estrés del ecosistema.

El IBI ofrece varias ventajas: primero, evalúa la estructura y la función de varios niveles tróficos; segundo, es flexible y ampliamente adaptable. Tercero, combina varios tipos de medidas que proveen individualmente diferentes respuestas a las perturbaciones y podrían ser capaces de cuantificar los efectos biológicos de las actividades humanas en los ecosistemas acuáticos.

Estas ventajas sumadas a las que se pueden obtener de otros índices que tienen la misma aplicación permiten diagnosticar adecuadamente la calidad ecológica del agua para una adecuada gestión de los ecosistemas acuáticos.

## Aspectos Innovadores

Existen numerosos bioíndices para evaluar la calidad de los ambientes acuáticos a nivel mundial, y estas han sido desarrolladas particularmente para determinadas regiones; sin embargo el IBI, es un índice fácilmente aplicable a Bolivia, el cual es una novedad en nuestro medio, que con las modificaciones ya realizadas, es una importante herramienta para evaluar la calidad ecológica del agua. En Bolivia se han utilizado técnicas fisicoquímicas que solo muestran resultados puntuales y momentáneos de la calidad del agua, mientras que este índice muestra resultados adecuados sin que se evidencien parámetros contaminantes en el momento de la toma de muestras, ya que los organismos perciben la contaminación en el tiempo. Este índice sumado a otros índices y a la toma de características fisicoquímicas permitirán un resultado óptimo para determinar la calidad ecológica de las aguas en los ríos y realizar un monitoreo continuo de sus aguas.

## Ventajas competitivas

El uso de Bioíndices para evaluar la calidad del agua, es una gran ventaja en costos, ya que no utiliza una gran cantidad de recursos para realizar el monitoreo frente a otros sistemas de evaluación, además no requiere de un gran entrenamiento para su realización y podrá ser usado fácilmente por las entidades gestoras ambientales u organizaciones sociales en regiones con problemas sobre la contaminación de sus cuerpos de agua.

## Tipo de asociación que busca

Este método puede ser utilizado para el control y monitoreo de los cuerpos de agua, por: Organizaciones sociales interesadas en el control de la contaminación de cuerpos de agua, gestores ambientales de Municipios, gestores ambientales de Gobernaciones y cualquier persona interesada desde cualquier punto de vista (científico, educativo, etc.). Se debe realizar la toma de muestras biológicas (invertebrados) de los cuerpos de agua de interés y el análisis de estos datos para determinar el estado ecológico de los ecosistemas. El factor económico no es muy grande ya que requiere de la compra de una red de arrastre o Surber, con valor aproximado de Bs. 400.00 y el método está al alcance de los interesados sin costo adicional.



Ilustración 01: Río Caine, Cochabamba | mapio.net



**Proyecto:** Elaboración de un bioíndice para evaluar la calidad ecológica de ríos en la cuenca del río Caine  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CC0004



## Desarrollo de herramientas de evaluación y monitoreo de la contaminación producida por pesticidas órganofosforados en poblaciones de organismos acuáticos (Cochabamba - Bolivia)

**INVESTIGADOR:** Mirtha Rivero Luján

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

### RESUMEN

La UMSS a través de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), ha desarrollado herramientas de gran utilidad para evaluar impactos de la actividad antropogénica (pesticidas órganofosforados) sobre la biodiversidad acuática. Basados en mediciones de asimetría fluctuante y de la acetil colinesterasa. Actualmente se busca la colaboración de autoridades ambientales de cada municipio para elaborar mapas de riesgo en toda la cuenca a nivel nacional.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Limnology and Aquatic Resources Unit (ULRA), has developed highly useful tools to assess impacts of anthropogenic activity (organophosphate pesticides) on aquatic biodiversity. Based on fluctuating skewness and acetyl cholinesterase measurements. Currently, the collaboration of environmental authorities in each municipality is being sought to prepare risk maps throughout the basin at a national level.



## Descripción y características fundamentales

En Bolivia, es muy escasa y dispersa la información disponible sobre pesticidas en sistemas acuáticos, por el costo elevado que representa los análisis químicos de estos compuestos orgánicos. La presente investigación es una contribución en la construcción de estrategias y evaluación de la calidad del agua respecto a pesticidas organofosforados a través del desarrollo de biomarcadores como la asimetría fluctuante y actividad enzimática de la acetil colinesterasa (AChE) en ninfas de odonatos.

La investigación realizada es la primera en combinar estas dos técnicas, relacionando el estrés en los organismos acuáticos con la presencia de pesticidas organofosforados en los sistemas acuáticos.

Los resultados muestran que los dos biomarcadores utilizados presentan correlación significativa con la presencia de pesticidas organofosforados. La enzima determinada en ninfas de odonatos se inhibe ante la mayor cantidad de Dimetoato y Metil Paratión, en tanto que la asimetría fluctuante aumenta con mayores cantidades de los mismos pesticidas y no así con las variables fisicoquímicas. Encontrándose que en todas las estaciones de muestreo en los ríos de la cuenca de estudio, presentan contaminación por pesticidas organofosforados.

Para validar estas técnicas también se determinó la concentración de pesticidas organofosforados en agua, en los mismos puntos de muestreo que las variables biológicas.

Según los resultados de los análisis químicos en agua de los ríos de la cuenca de estudio, se encuentran contaminados con al menos cinco pesticidas organofosforados.

Los resultados muestran que los biomarcadores utilizados son los suficientemente sensibles y específicos para detectar contaminación por pesticidas organofosforados, sin ser influenciados por otros parámetros en el medio acuático, de esta manera se podrá realizar el seguimiento de la calidad del agua, en ríos circundantes a zonas agrícolas por uso de pesticidas en las diferentes cuencas que conforman el Chapare-Cochabamba.

## Aspectos Innovadores

La incorporación del desarrollo de diferentes herramientas aplicando los biomarcadores como la asimetría fluctuante y medición de la actividad de la enzima de la acetil colinesterasa en macroinvertebrados acuáticos (Odonatos), para medición de la contaminación por pesticidas organofosforados en sistemas acuáticos, es la primera investigación en combinar estas técnicas y poder realizar la determinación de estos compuestos orgánicos a bajo costo y lo más importante que nos permitirá medir la presencia de pequeñas cantidades de contaminantes por plaguicidas en sistemas acuáticos que generalmente pasa inadvertida en diferentes programas de biomonitoreo debido a que son indetectables para análisis químicos o no producen cambios a nivel ecológico en el sistema.

## Ventajas competitivas

La incorporación de los conocimientos sobre períodos de aplicación de estos compuestos orgánicos y concentraciones usadas por los comunarios y aplicadas

a las superficies cultivadas de frutas y hortalizas es muy importante para realizar prevención en la calidad de las aguas de los ecosistemas acuáticos.

La aplicación de modelos para realizar el seguimiento y monitoreo de los cursos de agua, con el fin de identificar entre los plaguicidas usados cuales tienen mayor posibilidad de provocar perturbación en las comunidades acuáticas, tener la más alta persistencia, bioacumulación potencial y finalmente si el contaminante provoca efectos negativos en la salud humana.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado puede ser de interés para autoridades ambientales como del Viceministerio del Medio Ambiente, Gobernaciones, Alcaldías y Municipios dentro de áreas ambientales, Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), Universidades y autoridades gubernamentales, con las cuales se puede realizar actividades orientadas a sistematizar toda la información referente a estos contaminantes, así como regular la aplicación y uso de estos plaguicidas, actividades conjuntas con la Universidad para seguir realizando el seguimiento y monitoreo de los plaguicidas en los sistemas acuáticos en las diferentes cuencas de Bolivia.



**Proyecto:** Desarrollo de un sistema de seguimiento del estrés producido por pesticidas organofosforados en poblaciones de organismos acuáticos (Chapare, Cochabamba)

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CC0005



## El cambio climático puede reducir la cantidad de alimento disponible para los peces en lagunas de alta montaña

**INVESTIGADOR:** Danny Rejas Alurralde

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

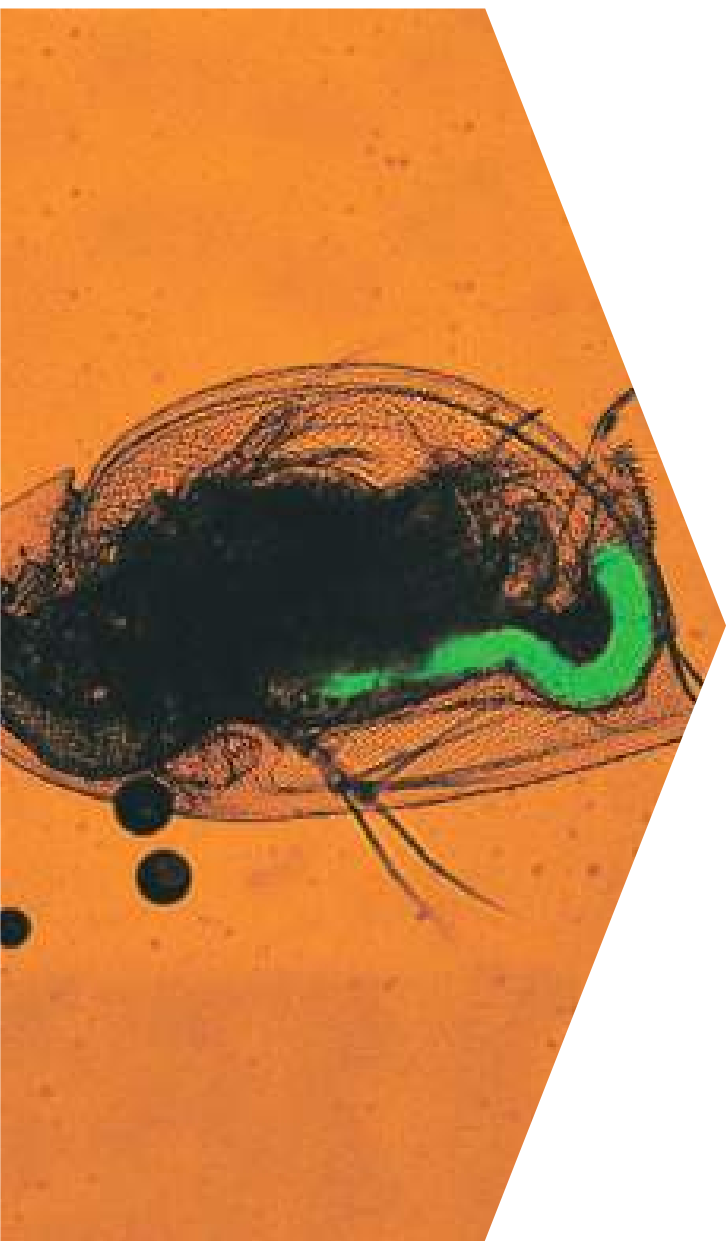
**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

### RESUMEN

La Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos de la UMSS de obtuvo mapas de radiación UV para Bolivia y datos de coeficientes de atenuación de radiación UV en lagunas. También se desarrolló una técnica para determinación del pastoreo con microesferas fluorescentes. Encontramos que pequeñas dosis de UV reduce el consumo de algas y por lo tanto la cantidad de alimento disponible para los peces. Esta información sirve para predecir la productividad de las lagunas en el escenario de los cambios climáticos. Buscamos ampliar el equipo a investigadores de otras universidades.

### ABSTRACT

The Limnology and Aquatic Resources Unit of the UMSS obtained UV radiation maps for Bolivia and data on UV radiation attenuation coefficients in lagoons. A technique for determining grazing with fluorescent microspheres was also developed. We found that small doses of UV reduce the consumption of algae and therefore the amount of food available to the fish. This information is used to predict the productivity of the lagoons in the scenario of climatic changes. We seek to expand the team to researchers from other universities.



## Descripción y características fundamentales

El cambio climático constituye el problema ambiental más serio en la actualidad. Se prevé que los ecosistemas montañosos sufrirán los mayores cambios, presentando climas más calientes y secos, que reducirán la saturación con agua en los suelos, lo que a su vez reducirá las concentraciones de Carbono Orgánico Disuelto (COD) en lagos y lagunas. El impacto del cambio climático puede ser particularmente pronunciado en ecosistemas acuáticos debido al incremento exponencial de la penetración de los rayos UV cuando las concentraciones de COD son inferiores a  $2 \text{ mg}^* \text{L}^{-1}$ . En los últimos años se han publicado un gran número de estudios sobre el efecto de incremento de la radiación UV sobre los organismos, lo que pone en evidencia el interés de la comunidad científica en esta área de investigación.

En la cadena trófica pelágica clásica, la producción primaria se encuentra a cargo de las algas (fitoplancton). Animales microscópicos (zooplancton) se alimentan de estas algas y a su vez son consumidos por depredadores de mayor tamaño como insectos y peces. Los peces piscívoros y otros depredadores de mayor tamaño se encuentran al tope de la cadena trófica. Como resultado de la baja eficiencia en la transferencia de energía (10 % o menos), un máximo de cinco niveles tróficos pueden ser sostenidos en redes tróficas de aguas abiertas. El zooplancton juega un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos, transfiriendo materia y energía de los productores primarios a los niveles tróficos superiores. Se ha establecido que algunas especies de zooplancton son especialmente sensibles a la radiación UV-B, presentando altas tasas de mortalidad ante exposiciones a niveles naturales de radiación. Por lo tanto, variaciones en la intensidad de radiación UV-B podrían tener un fuerte efecto sobre el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, al cambiar la estructura de la comunidad zooplanctónica y las redes tróficas.

## Aspectos Innovadores

Dos principales puntos merecen señalarse:

- Contrario a lo esperado, la RUV penetra a una profundidad mucho menor en lagunas altoandinas que en lagunas alpinas. Menos del 1 % de la radiación UV-B llegó a un metro de profundidad en las lagunas estudiadas.
- Por consecuencia de este primer hallazgo, enfocamos el estudio en los efectos de dosis subletales de radiación UV en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Los efectos indirectos de la radiación UV, por ejemplo al reducir las tasas de pastoreo (y por tanto la materia y energía disponibles para los niveles tróficos superiores, principalmente peces) son potencialmente mucho más importantes que los efectos directos (mortalidad de algas, zooplancton y peces). Los resultados indican que la reducción de sus tasas de pastoreo como efecto de la radiación UV puede reducir el alimento disponible para los peces, reduciendo la productividad de las lagunas. Este trabajo demuestra por primera vez, que dosis subletales de UV-B pueden afectar las tasas de filtración de los organismos zooplanctónicos.

## Ventajas competitivas

Predecir cómo variará la productividad de las lagunas en el escenario de

los cambios climáticos, qué cantidad de peces podrá sostener bajo estas condiciones. Mitigación del impacto del cambio en ecosistemas acuáticos de alta montaña.

## Tipo de asociación que busca

Instituciones interesadas en profundizar el conocimiento, entidades vinculadas a los efectos del cambio climático, etc.



**Proyecto:** Efecto de los cambios climáticos en los ecosistemas acuáticos de alta montaña

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Departamento de Física



## Línea base de la diversidad microbiana del salar de Uyuni

**INVESTIGADOR:** Mercedes Iriarte

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)

### RESUMEN

El Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA) de la UMSS ha establecido una línea de base de la diversidad microbiana del Salar de Uyuni con la finalidad de evitar el saqueo y la manipulación indebida de la reserva genética, además del uso potencial de estos microorganismos como indicadores del impacto que pueda tener en el futuro la extracción de minerales del Salar. Estos datos son la base complementaria de estudios biotecnológicos e industriales para futuros trabajos que se realicen.

### ABSTRACT

The Center of Water and Environmental Sanitation (CASA) has established a baseline of the microbial diversity of the Salar de Uyuni in order to avoid looting and improper manipulation of the gene pool, in addition to the potential use of these microorganisms. as indicators of the impact that the extraction of minerals from the Salar may have in the future. These data are the complementary basis for biotechnological and industrial studies for future work to be carried out.



### Descripción y características fundamentales

La línea base de la diversidad microbiana encontrada en el Salar de Uyuni, no estudiada hasta hoy en nuestro país, podrá utilizarse como base de los cambios en este ecosistema provocado por las extracciones a que está siendo sometido por la explotación de Litio y otros componentes de interés, es decir, los microorganismos identificados pueden ser utilizados como indicadores de los cambios a través del tiempo en este tipo de ambientes. Otro aspecto importante, es la utilidad que tendrá en la biotecnología, muchos de estos microorganismos deberán ser estudiados por sus propiedades y otros que se encontrarán podrán ser comparados con la línea de este trabajo, así como otros estudios vendrán a complementar los actuales.

La diversidad microbiana encontrada en este ecosistema constituye una fuente única de riqueza genética, por las características del lugar (temperatura, altura, dimensiones y otros) lo cual se constituye en un pilar fundamental para la protección del saqueo y la manipulación indebida de estos recursos.

### Aspectos Innovadores

- Sistematización de la línea base de la diversidad microbiana del Salar de Uyuni.
- Microorganismos identificados a nivel de especie.
- Los microorganismos identificados serán indicadores de los cambios que puedan ocurrir en dicho ecosistema, ya sea en forma natural o por la actividad del ser humano.
- La diversidad y aprovechamiento de recursos naturales, su protección y manejo integral.

### Ventajas competitivas

- Microorganismos identificados a nivel de especie, constituyendo árboles filogenéticos y reserva genética.
- Indicadores del estado actual y futuro del ecosistema del Salar, no existen otros indicadores bióticos en este tipo de ambientes que no sean microorganismos.
- Microorganismos pueden suponer características biotecnológicas que pueden resultar en un beneficio económico para la población del lugar.

### Tipo de asociación que busca

La información generada es de interés para organizaciones que trabajan con recursos naturales, que realizan evaluaciones de impacto ambiental en actividades mineras e industriales. Ministerios o viceministerios encargados del manejo y protección de los recursos naturales del país como el Viceministerio de recursos evaporíticos, la Gobernación de Potosí y el Municipio de Uyuni. Esta puede ser utilizada para generar políticas o normativas de protección del ecosistema como el del Salar de Uyuni o el patrocinio de investigaciones complementarias con un coste aproximado de Bs. 14000.



Ilustración CC6: Salar de Uyuni



**Proyecto:** Establecimiento de la línea base de la diversidad microbiana del salar de Uyuni con el fin de evaluar el impacto ambiental de actividades mineras en la zona

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional(ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Departamento de Biología

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Laboratorio de Microbiología Ambiental, Universidad de Puerto Rico



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CC0007



## Pautas relevantes para selección de sitios prioritarios para conservar los Bosques de *Polylepis* (Kewiñas)



**INVESTIGADOR:** Olga Ruiz Bentancourt

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

### RESUMEN

Los bosques de *Polylepis* son centros de endemismo muy altos para la flora y fauna, ellos han sufrido una fuerte presión humana, actualmente quedan relictos de hábitat y el riesgo de su desaparición es inminente, por ello se propone una metodología para determinar criterios de evaluación de selección de sitios para su conservación, con información que podrá ser utilizada por instituciones y personas comprometidas en la investigación y conservación. La principal ventaja es el enfoque integrado (biológico-ambiental) a la situación actual en bosques de Kewiñas.

### ABSTRACT

*Polylepis* forests are very high endemism centers for flora and fauna, they have suffered strong human pressure, currently there are remnants of habitat and the risk of their disappearance is imminent, therefore a methodology is proposed to determine evaluation criteria of selection of sites for conservation, with information that can be used by institutions and people committed to research and conservation. The main advantage is the integrated approach (biological-environmental) to the current situation in Kewiñas forests.

## Descripción y características fundamentales

La pérdida constante y acelerada de los bosques de *Polylepis* nos impulsa a evaluar las potenciales consecuencias negativas sobre la biodiversidad asociada a ellos, evitar o mitigar eventuales efectos de su desaparición, nos permitirá conservar su biodiversidad y mantener los servicios ambientales derivados de ellos. Generar conocimiento, orientar adecuadamente a la gente respecto a la conservación del medio ambiente y al manejo sostenible de los recursos naturales, son temas necesarios para evitar la destrucción. La metodología presentada para determinar las pautas relevantes para la selección de sitios prioritarios de bosques de *Polylepis*, se enfoca técnicamente al análisis de la situación actual relacionada a cuatro tipos de bosques de *Polylepis* (*P. lanata*, *P. bessi*, *P. subtusalbida*, *P. pepe*) incluida su biodiversidad (con grupos de artrópodos, aves, mamíferos y plantas) y su ecología, se consideró también el tamaño de los fragmentos, exposición de bosques, estructura vegetal, que no se encuentren dentro ningún área protegida y algunos otros parámetros ambientales, con el fin de promover cambios o mejoras en la conservación de los bosques de kewiñas. La metodología también, incluye talleres de sensibilización y concientización sobre los servicios ambientales que ofrecen estos bosques y la protección de la biodiversidad, para contribuir a un mejor uso de los recursos naturales, disminuir la pobreza y mejorar el nivel de vida.

## Aspectos Innovadores

Pese a la importancia que se conoce sobre la pérdida acelerada de los bosques de *Polylepis*, pocos estudios ecológicos se han desarrollado y menos aún en lo referente a la ecología de la fauna en ecosistemas altoandinos. La metodología generada proporciona datos completamente nuevos para estos bosques, especialmente de los grupos biológicos y de su

ecología, como por ejemplo: se registraron muchos endemismos para todos los grupos, especies con algún grado de amenaza, registro de especies por primera vez (nuevas para el departamento de Cochabamba); registros nuevos de alturas en el grupo de aves y una posible nueva subespecie.

Si bien existen numerosos trabajos en bosques de *Polylepis* que presentan solo listas detalladas de especies, la metodología propuesta se diferencia porque considera un enfoque integrado entre lo biológico y lo ambiental, esto ayuda a obtener una información más detallada del estado de los bosques, ya que los grupos biológicos son considerados como indicadores del estado de conservación de ellos.

## Ventajas competitivas

Con la metodología propuesta se registraron especies de plantas y animales endémicas y con algún grado de amenaza, lo que permite sugerir la inclusión al Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), o también estar como áreas Municipales o Regionales. La integración de lo biológico con lo ambiental, hace de esta metodología más sensible y completa, ya que genera todas las pautas

relevantes para realizar la priorización de áreas para la conservación de bosques de *Polylepis*.

La ventaja que tendría el SERNAP o las organizaciones departamentales o municipales, es la información completa del estado actual de los bosques de *Polylepis* de cuatro sitios estudiados en Cochabamba, utilizando una metodología nueva e integradora. Esto reduciría sus costos de investigación para proponer un área nueva de protección en el departamento, por otro lado un área protegida mejoraría la situación de las comunidades campesinas que viven cerca de ellos.

## Tipo de asociación que busca

La metodología propuesta, está dirigida a instituciones (las universidades e institutos de investigación), organizaciones y a todas aquellas personas interesadas en la investigación y conservación de los bosques de *Polylepis* (*Kewiñas*). En el caso de las organizaciones o instituciones que trabajan en esta temática, pueden utilizar esta metodología para continuar los estudios en otros bosques de *Polylepis*, y así conocer el estado actual en cada uno de ellos, porque en Bolivia existen 14 especies del género *Polylepis* y tenemos cinco especies endémicas, por lo que es necesario hacer la priorización de áreas para la conservación de estos bosques.



Ilustración CC7: Estudiando espacios potenciales para plantar kewiña



**Proyecto:** Sitios prioritarios para la conservación de bosques de polylepis: evaluación de la diversidad y endemismo de aves, mamíferos y plantas en el departamento de Cochabamba

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CC0008



# Plaguicidas Agrícolas una amenaza para la Calidad del Agua y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos en ríos del Trópico de Cochabamba

**INVESTIGADOR:** Mirna F. Brum Torrico

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

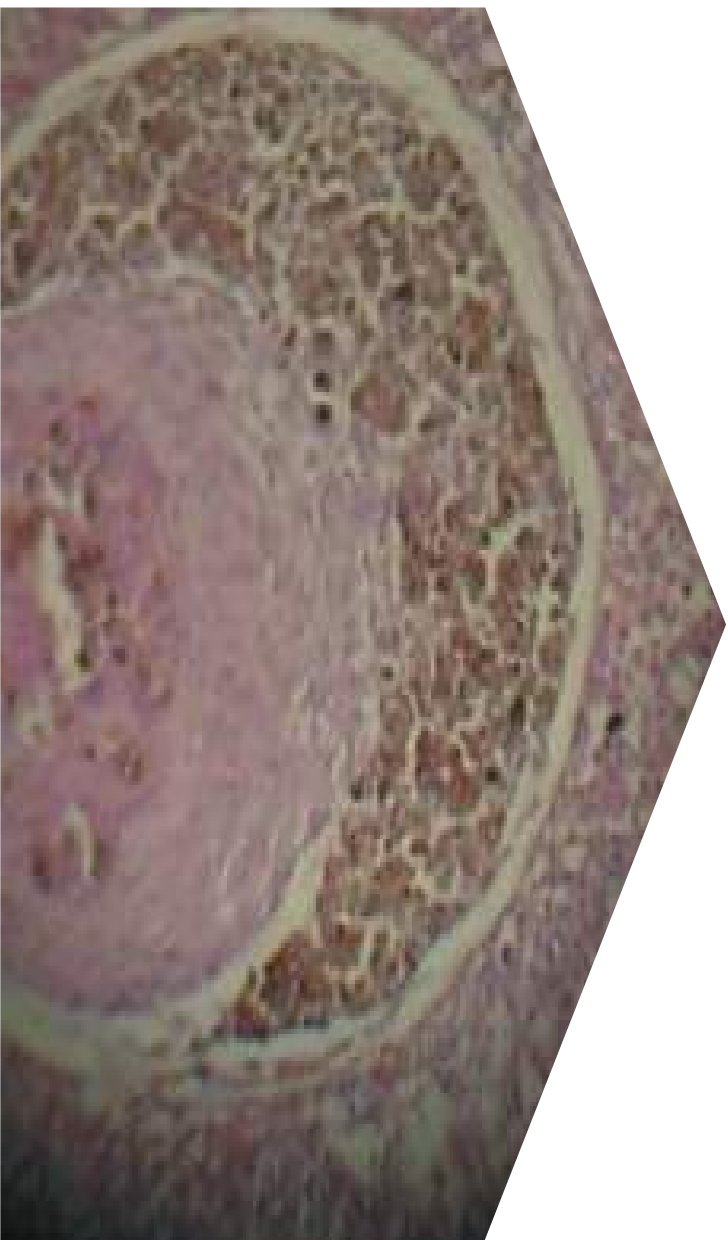
**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

## RESUMEN

La estación de Limnología y Acuicultura Pirahiba (Dependiente de la ULRA) de la UMSS, aplica un modelo científico, que permite determinar el efecto de sustancias nocivas, como plaguicidas, sobre la biota de ecosistemas acuáticos, permitiendo conocer el estado de contaminación de estos, lo que evitara su deterioro, para lo que se necesita saber el estado de la biota de todos los ríos del trópico de Cochabamba, y así establecer la sostenibilidad de estos con el incremento de la frontera agrícola y reglamentar el uso de plaguicidas.

## ABSTRACT

The Pirahiba Limnology and Aquaculture Station (Dependent of the ULRA) of the UMSS, applies a scientific model, which allows to determine the effect of harmful substances, such as pesticides, on the biota of aquatic ecosystems, allowing to know the state of contamination of these, which will prevent its deterioration, for which it is necessary to know the state of the biota of all the rivers of the tropic of Cochabamba, and thus establish their sustainability with the increase of the agricultural frontier and regulate the use of pesticides.



## Descripción y características fundamentales

Los afluentes del Río Ichilo que se encuentran dentro el Municipio de Puerto Villarroel, se hallan rodeados de cultivos de coca, banano, piña, palmito, etc. y en los cuales, para mejorar su producción, se utilizan plaguicidas que por escorrentía y lixiviación alcanzan las aguas de los ríos y arroyos tanto, ocasionando desequilibrio en los ecosistemas acuáticos.

Utilizando la tecnología de la aproximación TRIAD, que cuenta con tres ejes temáticos de acción que son: a) acumulación química, b) integridad ecológica y c) efectos tóxicos, se ha obtenido el estado de contaminación en el que se encuentran los ríos: Ichilo, Izarsama, Leche, Nuevo y los arroyos Jucumayo, Centro.

La acumulación química determinada por cromatografía de gases, ha puesto en evidencia la presencia de compuestos químicos como los organofosforados y organoclorados son un ejemplo el Dimetoato, Folidol, Glifosato, etc.

La integridad ecológica (organismos macrobentónicos) mostró 27 taxas de insectos y 2 de moluscos. En cuanto a la calidad de agua basada en el Índice IBF, los ríos Leche e Ichilo están relativamente mal, los ríos Izarsama, Nuevo y Centro tienen una calidad buena, destacándose el arroyo Jucumayo con una calidad muy buena

Los efectos tóxicos observados en los bioensayos de toxicidad aguda determinaron la concentración letal media LC50-96 para el Folidol de 1,34 mg/l, Dimetoato 12, 68 mg/l y Glifosato 31,12 mg/l. La toxicidad crónica resultado de la exposición a concentraciones por debajo de la LC50-96 han producido alteraciones histopatológicas en los músculos, hígado, branquias, riñón y bazo, como también aumento de volumen del hígado y las branquias, produciendo cuadros de hipoxia y degeneración grasa (esteatosis), las patologías mencionadas son causa de estrés a los agroquímicos que producen alteraciones fisiológicas y metabólicas.

## Aspectos Innovadores

Al utilizar la aproximación TRIAD, (que compara tres diferentes ejes de investigación), se permitió obtener resultados que muestran el grado de contaminación química de las aguas, de seis ríos, por la utilización de pesticidas en la agricultura, que llegan a estos por lixiviación o escorrentía, y a su vez se encontró los efectos negativos en los organismos acuáticos como peces, moluscos, crustáceos, e invertebrados, lo que permite analizar en un solo contexto el deterioro ambiental producidos por los agentes químicos utilizados en la zona, lo que no es posible cuando se realizan investigaciones independientes de los factores fisicoquímicos y de la biota.

## Ventajas competitivas

La información generada, permite evitar programas o actividades costosas para la mitigación de los efectos ambientales, producidos en los cuerpos de

agua contaminados por pesticidas utilizados en la agricultura, reduciendo los de costos de mantenimiento del medio ambiente acuático. Al mismo tiempo, constituye una base científica para la implementación de normativas para la aplicación de pesticidas como los organofosforados y organoclorados cuyo uso no es permitido en otros países, evitando de esta forma afectar a los organismos acuáticos que cada día se pierden por la contaminación de los cuerpos de agua.

## Tipo de asociación que busca

Es de interés para Municipios con áreas de explotación petrolera, Instituciones dedicadas a la defensa de medioambiente y la madre tierra, ONGs ambientalistas, con las cuales se debe realizar monitoreo del estado de contaminación de los ríos cercanos a cultivos agrícolas y procesadoras de productos agrícolas, lo cual supondrá un coste de aproximadamente 20.000,00 Bolivianos por río (tanto de equipamiento como de personal).



Ilustración CC8: Río en el trópico de Cochabamba



**Proyecto:** Efecto de plaguicidas agrícolas, en la calidad del agua y la biota (peces y bentos), de seis cuerpos de agua, influenciados por cultivos

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CC0009



# Protocolo de germinación de especies nativas para actividades de reforestación en los Valles Secos Interandinos

**INVESTIGADOR:** Olga Ruiz Bentancourt

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

## RESUMEN

Protocolo sobre la germinación de plantas de especies nativas de Valles Secos Interandinos de Cochabamba, con información básica y necesaria para realizar restauración y/o reforestación en hábitats degradados como estos sitios; ricos en diversidad y endemismos, pero con problemas de degradación del ecosistema. Actualmente buscamos organismos e instituciones que estén interesados en recuperar estos suelos, teniendo la ventaja de utilizar estas especies seleccionadas para la conservación de estas áreas.

## ABSTRACT

Protocol on the germination of native species plants of the Inter-Andean Dry Valleys of Cochabamba, with basic and necessary information to carry out restoration and / or reforestation in degraded habitats such as these sites; rich in diversity and endemisms, but with problems of ecosystem degradation. We are currently looking for organizations and institutions that are interested in recovering these soils, having the advantage of using these selected species for the conservation of these areas.



## Descripción y características fundamentales

Las regiones montañosas presentan tipos de hábitat extremadamente diversos por las condiciones ambientales que varían con la altura, pendiente y exposición de laderas y por otro lado el tamaño de sus bosques que van disminuyendo constantemente, principalmente por destrucción y fragmentación del crecimiento poblacional y territorial. Estos problemas motivan a buscar soluciones para recuperar y conservar estos ecosistemas amenazados. Una de las alternativas es la reforestación y/o restauración, que es una actividad y un proceso que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido; intentando que el capital natural que nos brindaba sea restituido, volviendo a brindar los mismos servicios a la sociedad como la provisión de agua, fuente de alimentos, esparcimiento y manutención de diversidad biológica. Este proceso debe tener como referente siempre la vegetación nativa.

Los valles secos interandinos cuentan con un ecosistema de elementos andinos xerofíticos con notable cantidad de endemismos y riqueza biológica (flora y fauna) que acentúan su valor para la conservación, pero que confrontan graves problemas como la desertización, erosión del suelo, pérdida de cobertura vegetal, salinización e insuficiencia de agua, con la consecuente baja productividad de la tierra.

Estudios de reforestación y/o restauración en Valles secos son escasos o nulos aun cuando la extinción va en aumento en estos ecosistemas frágiles y muy afectados. El protocolo presenta las bases biológicas para la restauración (homogeneidad, tiempo de latencia, porcentaje de germinación), en base a observaciones, revisiones bibliográficas, evaluaciones en campo y talleres con comunarios del lugar se seleccionaron 14 especies nativas y en peligro por uso extensivo apuntando a mejorar el área, recuperar los suelos, disminuir la erosión, recuperar la fauna y flora y de manera general mejorar los servicios ecosistémicos. También tiene información sobre la adquisición de semilla, recolección y preparación del sustrato, siembra, riego, etc.

## Aspectos Innovadores

La información básica que presenta el protocolo para acciones de reforestación y/o restauración con especies nativas en estos ecosistemas difíciles, como son los Valles Secos Interandinos de Cochabamba es novedosa debido a que no existen estudios en esta temática, siendo este uno de los primeros trabajos. Otro aspecto importante que tiene el protocolo, son los programas de sensibilización y capacitación, que deben ir acompañando estas actividades, para así lograr que las comunidades locales se involucren en temas de conservación, ya que la reforestación beneficiara no solo a las comunidades, también a la población en general que se sirve de los servicios ecosistémicos que brindan los bosques.

## Ventajas competitivas

La información que presenta el protocolo ayudara a planificar mejor a las organizaciones o instituciones que deseen realizar actividades de reforestación y/o restauración, pues contarán con el conocimiento generado y recomendaciones técnicas importantes que se deben tener en cuenta al momento de tomar decisiones, sobre todo en la selección de especies a utilizar, haciéndolas más competitivas pues conociendo la biología de algunas especies nativas de los valles, su multiplicación y uso en restauraciones, tendrán un alto

porcentaje de ser exitosa y llegar a ser útil para la sociedad y acciones futuras. Por otro lado reduce costos y tiempo ya que tienen la información básica y necesaria a la mano.

## Tipo de asociación que busca

La información que tiene el protocolo, está dirigida a organizaciones zonales, comunales, provinciales y departamentales. Son actividades de reforestación y/o restauración que deben realizar las organizaciones o instituciones, pero debido a que el impacto de la restauración es apreciado a largo plazo y se requiere de monitoreo para tener resultados que puedan ser evaluados, es conveniente la ayuda externa, ya sea de las entidades interesadas en hacer inversiones a largo plazo (por ejemplo el Municipio provincial o departamental, gobernaciones, ONG's, compañías de provisión de agua, empresas de luz, etc.), así como de personas comprometidas en la conservación del medio ambiente. El costo que implicaría reforestar una zona degradada o alterada, dependería netamente del tamaño del área que se quiera trabajar, de las especies que se quiera utilizar y del tiempo que se quiera monitorear.



Ilustración CC9: Plantines de especies nativas



**Proyecto:** Restauración ecológica en el área de manejo integrado municipal de Lagarpampa, valle seco interandino (Cochabamba-Bolivia) para la conservación de la biodiversidad nativa y los servicios ecosistémicos

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CC0010



## TRIAD un método que permite determinar el grado de deterioro ambiental en cuerpos de agua

**INVESTIGADOR:** Mirna F. Brum Torrico

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

### RESUMEN

La Universidad Mayor de San Simón a través de Estación de Limnología y acuicultura Pirahiba ha utilizado el método TRIAD (Chapman 1996-2000) para realizar una valoración del grado de contaminación con hidrocarburos totales en ríos cercanos a los centros petroleros. Los ríos estudiados muestran concentraciones superiores a los permitidos por la Ley de hidrocarburos, los índices bióticos muestran una calidad de regular a relativamente mala y afecciones hepática y reproductiva en los peces.

### ABSTRACT

The Universidad Mayor de San Simón, through the Pirahiba Limnology and Aquaculture Station, has used the TRIAD method (Chapman 1996-2000) to carry out an assessment of the degree of contamination with total hydrocarbons in rivers near oil centers. The rivers studied show concentrations higher than those allowed by the Hydrocarbons Law, the biotic indices show a moderate to relatively poor quality and liver and reproductive disorders in the fish.



## Descripción y características fundamentales

El bosque de uso Múltiple del Trópico de Cochabamba, en el Municipio de Entre Ríos, se encuentra la más grande explotación de hidrocarburos de este departamento, y los pobladores de zonas aledañas a estos, han exteriorizado su preocupación sobre la salud de ellos y sus animales, que presentaron tumores y otras afecciones, asimismo, cambios en el color olor y sabor del agua de los ríos.

La aproximación TRIAD, considera la Acumulación química (concentración de hidrocarburos por cromatografía de gases), Indicadores ecológicos (Bioindicadores macro bentónicos) en los ríos e Indicadores de toxicidad (bioensayos de toxicidad aguda LC50-96 y crónica, Histopatología de peces). para determinar la calidad y estado de contaminación de los cuerpos de agua.

El estudio se realizó en cinco ríos influidos por la actividad petrolera: Río Izoso, Choré, Víbora, Ichoa y Campo palmar.

La acumulación química determinada por cromatografía de gases, muestra que la concentración de hidrocarburos totales se encuentra en el rango de 2,62 - 18,08 mg/l en la época de estiaje y de 0,92 - 12,05 mg/l en época de lluvia, estos valores sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la Ley de Hidrocarburos 1689 que, indica un máximo de 1 mg/l.

El estudio de los indicadores ecológicos, muestra la existencias de 42 taxa entre los organismos macrobentónicos y el análisis de los parámetros comunitarios diversidad y riqueza como los índices EBT, EPT, BWMP indican que la calidad del agua de los ríos estudiados esta catalogada de regular a relativamente mala.

Los bioensayos de toxicidad aguda dieron como resultado que la concentración letal media LC50-96 en peces para hidrocarburos totales es de 1,94 mg/l y los bioensayos de toxicidad crónica en peces por acumulación de hidrocarburos muestran alteraciones metabólicas y fisiológicas, hipoxia branquial, degeneración grasa (esteatosis) en hígado y aumento de melanomacrófagos en bazo lo que indica una gran actividad de defensa al estrés producido por la presencia de hidrocarburos.

## Aspectos Innovadores

El método TRIAD, permite conocer los efectos provocados en los organismos acuáticos y en la calidad del agua, desde alteraciones moleculares a ecológicas, y el análisis independiente y en conjunto de sus componentes permiten evaluar el daño real en tiempo y en espacio, y realizar proyecciones para su rehabilitación, mediante estudios de investigación.. Las técnicas empleadas hasta ahora, limitan el análisis conjunto de la situación ambiental, originando resultados parciales.

## Ventajas competitivas

La información generada mediante el método, permite evitar programas o actividades costosas para la mitigación de los efectos ambientales producidos en los cuerpos de agua contaminados por hidrocarburos, reduciendo los de costos de mantenimiento del medio ambiente acuático. Al mismo tiempo, constituye

una base científica para la implementación de normativas para un buen manejo de los residuos líquidos producidos en esta actividad, generando bienestar de la población que utiliza estos cuerpos de agua para su consumo como para actividades agropecuarias.

## Tipo de asociación que busca

TRIAD es de utilidad para Municipios con áreas de explotación petrolera, Instituciones dedicadas a la defensa de medioambiente y la madre tierra, ONGs ambientalistas con los cuales se puede realizar el monitoreo del estado de contaminación de los ríos por hidrocarburos y control de efluentes provenientes de empresas petroleras. El coste, tanto de equipamiento como de personal, que le supondría a la organización incorporar el conocimiento es de aproximadamente 25.000 Bolivianos año por río.



Ilustración CC10: Pobladores, Trópico de Cochabamba



**Proyecto:** Explotación de Hidrocarburos y su Efecto en la Fauna Acuática de cuatro ríos de la Zona Tropical de Cochabamba

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)





## Aliados nocturnos: Los murciélagos de las sabanas benianas



**INVESTIGADOR:** Luis F. Aguirre

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biodiversidad y Genética ha establecido que en la fauna bosque-sabana en Espiritu (Beni), un componente importante, por el número de especies y su rol ecológico, son los murciélagos que se alimentan de insectos al vuelo, en áreas abiertas o cercanas a la vegetación. Con los datos de acústica obtenidos se observó una tendencia de las especies a estar presentes en distintos hábitats de la sabana y que la explotación del hábitat por parte de los murciélagos es muy compleja, lo que permite la coexistencia de numerosas especies en esos ecosistemas.

### ABSTRACT

The UMSS through the Center for Biodiversity and Genetics has established that in the forest-savanna fauna in Espiritu (Beni), an important component, due to the number of species and their ecological role, are the bats that feed on insects on the fly, in open areas or close to vegetation. With the acoustic data obtained, a tendency was observed for the species to be present in different habitats of the savannah, and that the exploitation of the habitat by bats is very complex, which allows the coexistence of numerous species in these ecosystems.

## Descripción y características fundamentales

Las comunidades de murciélagos Neotropicales están caracterizadas por mantener una gran diversidad de especies que puede ser mantenida por medio de la partición de recursos. Los murciélagos insectívoros corresponden entre 30-50% de la comunidad local. Pese a que no existen estimaciones confiables sobre los tamaños poblacionales en murciélagos insectívoros aéreos, su abundancia relativa puede ser evaluada por medio de técnicas de monitoreo acústico. Debido a que estas especies vuelan alto en áreas abiertas (p.e. sobre el dosel del bosque), es muy difícil poder colectarlos empleando técnicas convencionales (p.e. redes de neblina). Esto ha llevado a que estos murciélagos sean siempre subrepresentados o a veces no aparezcan listados en estudios sobre comunidades ecológicas de murciélagos y sus ensamblajes. Como estos murciélagos se alimentan de una gran cantidad de insectos, las investigaciones orientadas a la dinámica y estructuración de sus comunidades y el uso que realizan del espacio, también nos permiten indagar sobre su rol como controladores de plagas, ya que pueden contribuir de sobremanera a reducir y controlar poblaciones de mosquitos, polillas y otros que habitan en áreas tropicales y subtropicales de Sudamérica.

Sin embargo, pese a la importancia de los murciélagos Neotropicales, se sabe muy poco sobre la manera en la que estos mamíferos interactúan en las sabanas Neotropicales. La capacidad de vuelo permite a los murciélagos volar distancias largas en cortos períodos de tiempo, cruzando diferentes tipos de vegetación o paisajes que podrían ser obstáculos para otros mamíferos. La diferencia entre la ecología y la morfología entre especies, sugiere que los murciélagos son capaces de adaptarse a diferentes tipos de hábitats, como ser el interior del bosque, áreas abiertas sobre el dosel del bosque o al borde de la vegetación.

Toda esta información puede aportar a entender la manera en la que la fragmentación podría estar afectando a murciélagos dispersores, polinizadores y controladores de plagas y usarla para orientar a planes de manejo y programas de conservación de las especies y los ecosistemas.

## Aspectos Innovadores

- Capacitación en manejo de instrumentales de primera generación para detección acústica en Bolivia.
- Por primera vez, una parte importante de la fauna de murciélagos (como son los insectívoros), que fue muy difícil de estudiar, puede ser investigada.
- Mejor entendimiento del significado funcional del diseño de las llamadas de ecolocación en relación a la ecología y la filogenia.
- Mejor entendimiento de la distribución de las especies, su dinámica y demandas ecológicas para una gama de especies muy amplia que no se habían conocido detalladamente hasta el momento.

## Ventajas competitivas

Entendimiento ecológico de los murciélagos en ambientes abiertos, como la sabana, o pastizales naturales.

Personal capacitado en detección acústica de murciélagos insectívoros, quienes

proveen servicios ambientales fundamentales como el control de plagas naturales.

Aporte de información sobre la biodiversidad en el Beni para el manejo y conservación de recursos naturales, con énfasis en fauna.

## Tipo de asociación que busca

Se buscan asociados potenciales en el desarrollo de investigaciones científicas orientadas a la conservación de la biodiversidad *in situ*. El perfil del asociado debe incluir un fuerte componente de investigación y conocimiento de la realidad nacional. Debe apoyar en la búsqueda de fondos y con materiales y gastos de operación de los trabajos de campo.



Ilustración CC11: Murciélago en vuelo | Octavio Jiménez



**Proyecto:** Ecología y uso del espacio por murciélagos insectívoros en una sabana neotropical de Bolivia

**Financiado por:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada
- Programa para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-CC0012



## La reforestación y la diversidad genética, una pieza útil y necesaria de información – el caso de la kewiña (*queñua*, *Polylepis spp.*) en Cochabamba



**INVESTIGADOR:** Freddy Navarro Antezana

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biodiversidad y Genética, presenta información genética de 2 especies de kewiña. Esta crece hasta 5000 m, es utilizada por la gente y tiene poblaciones fragmentadas. Se usaron 5 marcadores en ADN extraído de hojas. Más del 65% de la variación genética está en los fragmentos y las especies tienen diferentes ploidías. Con esta información se pueden evitar efectos negativos en programas de reforestación y es útil para empresas e instancias gubernamentales que reforesten ecosistemas altoandinos.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biodiversity and Genetics, presents genetic information of 2 species of kewiña. It grows up to the 5000 ms, is used by people and has fragmented populations. 5 markers were used in DNA extracted from leaves. More than 65% of the genetic variation is in the fragments and the species have different ploidies. With this information, negative effects in reforestation programs can be avoided and it is useful for companies and government agencies that reforest high Andean ecosystems.

## Descripción y características fundamentales

Se ofrece conocimiento acerca de la distribución de la diversidad genética de un árbol muy importante y vulnerable de alta montaña (kewiña, queñua, *Polylepis besseri* (Rosaceae)). Los remanentes de bosque de este árbol (fragmentos) en la región andina brindan servicios ecosistémicos primordiales para sus alrededores, pues evitan la erosión del suelo, incrementan el almacenamiento de agua subterránea, así como la diversidad de especies que habitan dentro de sus bosques, algunas de las cuales son de importancia económica.

Este conocimiento es uno de los primeros en Bolivia acerca de la variabilidad genética y su distribución en bosques nativos, en este caso fragmentos de bosque de kewiña en Cochabamba. Esta información se generó recurriendo a técnicas moleculares innovadoras para la región (ISSRs) y a análisis estadísticos actuales (Análisis de varianza molecular), cuyos resultados pueden ser utilizados en procesos de reforestación o restauración de estos importantes ecosistemas. La mayor variabilidad genética de los adultos dentro de fragmentos indica que éstos todavía pueden ser utilizados como fuentes de material para la reforestación. Sin embargo, en esta reforestación no se pueden intercambiar las especies. La metodología empleada permite realizar trabajos similares para otras especies de interés de los colaboradores.

## Aspectos Innovadores

Este es uno de los primeros trabajos en Bolivia con el que se conoce la distribución de la variabilidad genética de un árbol (kewiña, *Polylepis besseri* (Rosaceae)) sin importancia económica directa (p.ej. maderera), pero con gran importancia para su entorno.

Al ser así, el Centro de Biodiversidad y Genética fue uno de los primeros Centros de investigación en utilizar kits de extracción de ADN y utilizar los marcadores moleculares ISSR, que se pueden estandarizar para otras especies de interés. Asimismo, se determinó la diversidad genética de las poblaciones de kewiña con el uso de análisis muy actuales como son los análisis de varianza molecular.

A pesar de esta complejidad técnica y de análisis, sus resultados son fácilmente aplicables: se sugiere utilizar el material vegetal de los fragmentos altamente degradados para la reforestación, aunque este material debe corresponder a sus sitios de origen.

## Ventajas competitivas

Las principales ventajas de utilizar información genética de las especies con las cuales se realizarán procesos de restauración de ecosistemas o de reforestación, radica en: 1) el conocimiento de la diversidad genética (a mayor diversidad mayores posibilidades de que las especies puedan responder a cambios en su medio ambiente, como el cambio climático), 2) evitar los efectos negativos que pueden presentarse por endogamia, así como 3) garantizar la conectividad entre los fragmentos para evitar la deterioración de la diversidad genética de los sistemas restaurados en el futuro.

## Tipo de asociación que busca

La información presentada es de interés para empresas dedicadas a la reforestación o restauración de ecosistemas vulnerables en Bolivia, como el Programa Nacional de Forestación y Reforestación, el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONABOSQUE) y otros. La transferencia de la información

es gratuita, pues solo hay que introducirlo en el diseño de la recolección del material vegetal y en el diseño de la reforestación o restauración de los bosques de Kewiña.



**Proyecto:** Bases biológicas y genéticas para un futuro programa de re forestación con *polylepis besseri* en Cochabamba  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-CC0013



## Las plantaciones de pinos: Amenazas a nuestras aves nativas



**INVESTIGADOR:** Luis Fernando Aguirre Urioste

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biodiversidad y Genética ha establecido que la introducción de especies forestales exóticas, representa una amenaza para el establecimiento y nidificación de aves. Estas especies exóticas presentes en el Parque Nacional Tunari, modifican la biodiversidad en su composición, estructura y funcionamiento, manteniendo una menor diversidad y abundancia de aves que los bosques nativos de *Polylepis*, esta información es de interés para municipios, gobernaciones y entidades que quieran trabajar en la conservación de la biodiversidad *in situ*.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biodiversity and Genetics, has established that the introduction of exotic forest species represents a threat to the establishment and nesting of birds. These exotic species present in the Tunari National Park, modify the biodiversity in its composition, structure and operation, maintaining a lower diversity and abundance of birds than the native forests of *Polylepis*, this information is of interest to municipalities, governments and entities that esire to work in the conservation of biodiversity *in situ*.

## Descripción y características fundamentales

El cambio del uso del suelo es una de las mayores amenazas para la biodiversidad. De hecho, la deforestación y las plantaciones de especies exóticas se ha incrementado en todo el mundo y son una amenaza importante para la composición, estructura y funcionamiento de la misma. Actualmente, 3% de la masa arbórea del planeta son plantaciones comerciales, cubriendo 60 millones de hectáreas en países desarrollados y 55 millones en países en desarrollo. Entre ellas, las plantaciones de *Pinus radiata* constituyen una de las plantaciones económicamente más exitosas y difundidas del mundo. En Bolivia, durante la década de 1970 comenzó a ser plantada masivamente con fines industriales y, con la ayuda de diversos planes gubernamentales de incentivo a la reforestación y el apoyo de Organizaciones No Gubernamentales de Suiza y Alemania, ha llegado a convertirse en una de las dos especies más plantadas, abarcando 46,000 ha hacia al año 2000.

Al igual que en otras partes del mundo, las plantaciones de pinos en Bolivia podrían considerarse “desiertos biológicos”, por cuanto sustentaría una menor biodiversidad. En efecto, en Bolivia la riqueza y abundancia de especies de aves es menor en plantaciones que en bosques de *Polylepis*. El empobrecimiento en los ensambles de aves no se genera necesariamente por la falta de sitios de nidificación, lo cual sugiere que otros factores serían responsables de este fenómeno. Uno de ellos podría ser la depredación de nidos. Efectivamente, la depredación de nidos es mayor en plantaciones que en bosques nativos adyacentes. La mayor tasa de depredaciones se relaciona con la abundancia de pequeños mamíferos omnívoros y rapaces, los depredadores más probables de nidos. La alta depredación se traduce en menores éxitos reproductivos. De hecho, la depredación de nidos es una de las principales causas de la falla reproductiva de aves y puede afectar la viabilidad de las poblaciones al punto de provocar extinciones locales.

## Aspectos Innovadores

Conocimiento sobre el efecto de plantaciones de Pinos sobre la biodiversidad nativa.

Cuatificación del grado del efecto de plantaciones de pinos en procesos ecológico, como la depredación de nidos.

Tener elementos de juicio y de decisión para desarrollar prácticas de manejo sostenible adecuadas de bosques nativos andinos de Bolivia y de rodales introducidos.

## Ventajas competitivas

- Entendimiento de los procesos y patrones ecológico de la fauna en bosques nativos andinos y sus cambios frente a actividades humanas.
- Aporte de información sobre la biodiversidad en el Parque Nacional Tunari

para el manejo y conservación de recursos naturales, con énfasis en flora y fauna amenazada.

## Tipo de asociación que busca

Se buscan asociados potenciales en el desarrollo de investigaciones científicas orientadas a la conservación de la biodiversidad *in situ*. El perfil del asociado debe incluir un fuerte componente de investigación y conocimiento de la realidad nacional. Debe apoyar en la búsqueda de fondos y con materiales y gastos de operación de los trabajos de campo.



Ilustración CC13: Verificando nidos de aves



**Proyecto:** Diversidad de aves en plantaciones forestales: La depredación de nidos como una amenaza

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad, Universidad de Chile

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-CC0014



## Línea - base socioeconómica y ambiental para el manejo y conservación de las lagunas de la comunidad de Vacas (Arani - Cochabamba)



**INVESTIGADOR:** Dylían Castellón Reynaga

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

### RESUMEN

La Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos tiene una línea base socioeconómica ambiental de tres Lagunas del municipio de Vacas, cuyos indicadores socioeconómicos muestran el grado de depresión de las comunidades. Así mismo, los resultados ambientales y ecológicos revelan la degradación de la cuenca, de las lagunas y del recurso pesquero, convirtiéndose este instrumento como referente para una planificación integral de manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de estos ambientes y sus recursos.

### ABSTRACT

The Limnology and Aquatic Resources Unit has an environmental socioeconomic baseline of three lagoons in the municipality of Vacas, whose socioeconomic indicators show the degree of depression in the communities. Likewise, the environmental and ecological results reveal the degradation of the basin, the lagoons and the fishing resource, becoming this instrument as a reference for an integral planning of management, conservation and sustainable use of these environments and their resources.

## Descripción y características fundamentales

Los principales indicadores sociales muestran a una población deprimida con un alto índice de pobreza y un índice de Desarrollo Humano muy por debajo del promedio departamental, especialmente en mujeres, reflejado en la gran diferencia de tasas de alfabetismo entre ambos sexos. En lo económico, las principales actividades productivas son la agropecuaria, pesca artesanal (eventualmente recreativa) y entre otros, la albañilería, comercio, artesanía, etc. Las dos primeras relacionadas con las lagunas que proporcionan agua para riego, forraje para el ganado y hábitat para peces. La degradación de las lagunas se atribuye a factores clasificados como: a) factores biológicos, b) factores ambientales y c) factores antropogénicos. La gran presión antrópica, reflejada también en el estudio de suelos de la cuenca, origina un importante aporte de nutrientes, incrementado por la erosión eólica y pluvial de sedimentos y pesticidas provenientes de cultivos cercanos, que determinan altos valores en la Demanda Química de Oxígeno, lo que a su vez determina la estructura trófica de estas lagunas. El análisis limnológico de las tres lagunas muestra diferencias, respecto a la biodiversidad acuática, así como diferentes grados de contaminación orgánica, pero todas caen dentro de la caracterización de hipereutróficas. La pesquería se encuentra organizada en asociaciones de pescadores, cuyos miembros han sido capacitados en el levantamiento de datos, control de la pesca y beneficios de un manejo integrado de las lagunas. Así mismo se han determinado los parámetros biológicos del recurso pesquero, que servirán de base a los organismos de control para la reformulación de las normativas en el control del recurso en estas lagunas. Finalmente, la evaluación realizada, en términos de usos y beneficios, permite visualizar aspectos a considerar al momento de implementar acciones dirigidas al manejo y/o conservación de estos ecosistemas.

## Aspectos Innovadores

El proyecto ha considerado no solo la parte ambiental y ecológica, sino que ha introducido aspectos sociales y económicos que han contribuido a identificar los principales factores y su impacto sobre las lagunas y sus recursos ícticos; así mismo, la participación de los actores (comunarios, pescadores y gestores) y la integración de disciplinas diferentes para el estudio de la cuenca, ha permitido visualizar de manera más amplia la problemática de estos ecosistemas. Por lo que, la línea base obtenida es el resultado del estudio integral, interdisciplinario y participativo de las lagunas y se convierte en una referencia para una adecuada administración de las mismas y de los recursos ícticos cuya red de pescadores formada y capacitada, en base a los pescadores de la zona, permitirá un control adecuado de la pesca y la elaboración de planes de manejo a corto, mediano y largo plazo.

## Ventajas competitivas

Contar con una línea base supone contar con una base de datos de referencia que permite planificar de manera adecuada y pertinente las actividades de

mantenimiento, preservación y aprovechamiento de estas lagunas y sus recursos ya que el costo de mantenimiento de estos ambientes es siempre menor que el de la recuperación, más aún, si se integran aspectos sociales y económicos de la región, lo que permite a las instituciones de gestión una administración más efectiva y pertinente, a través de la elaboración y aplicación de planes de manejo. En el caso de la pesquería, el beneficio es aún mayor porque les permite un mejor control de las actividades de la pesca.

## Tipo de asociación que busca

Esta línea base es de interés para Instituciones que trabajan con gestión ambiental como la Dirección Especial de Protección de la Madre Tierra de los Gobiernos Autónomos Municipal y Departamental, Centro Desarrollo Pesquero del Gobierno Autónomo Departamental, Asociaciones de pescadores y piscicultores, Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Biodiversidad, etc. Con estas instituciones se puede realizar la aplicación del conocimiento y herramientas.



SUECIA

**Proyecto:** Estudio Socioeconómico y ambiental para el manejo y conservación de tres lagunas de la comunidad de Vacas

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

### Otras unidades de investigación:

- Programa de Fármacos Alimentos y Cosméticos (PROFAC)
- Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)
- Centro de Investigación y Servicios en Teledetección (CISTEL)

### Organizaciones asociadas al proyecto:

- Subprefectura de Arani
- Gobierno Autónomo Municipal del Municipio de Vacas
- Asociación de pescadores del Municipio de Vacas



Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-CC0015



## Los anfibios del Parque Nacional Carrasco



**INVESTIGADOR:** Luis Fernando Aguirre Urioste

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

### RESUMEN

El Centro de Biodiversidad y Genética tiene información referente al estado poblacional (abundancia y estructura), de anfibios amenazados en varias localidades conocidas de su distribución. Han sufrido una disminución drástica comparada con lo que se conocía históricamente y se tiene el registro inédito para Bolivia del hongo quitrido en la larva de *Rhinella quechua*. Las principales amenazas documentadas para estas especies son la destrucción de su hábitat, su distribución restringida y la fuerte presión por agricultura.

### ABSTRACT

The Center for Biodiversity and Genetics has information regarding the population status (abundance and structure) of threatened amphibians in several known where they are distributed. They have suffered a drastic decrease compared to what was known historically and there is an unpublished record for Bolivia of the chytrid fungus in the larvae of *Rhinella quechua*. The main documented threats to these species are the destruction of their habitat, their restricted distribution, and strong pressure from agriculture.

## Descripción y características fundamentales

En Bolivia, América Latina y en el mundo en general se ha documentado un declive generalizado en poblaciones de anfibios. Esto se ve empeorado por la falta de conocimiento, en la que no se conocen las fluctuaciones naturales y los cambios en la estructura poblacional de la mayoría de las especies de anfibios bolivianos. Además, en el Parque Nacional Carrasco se encuentran 8 especies amenazadas, de las cuales 6 presentan allí su principal área de distribución, este número representa el 28% del total de especies de anfibios amenazados en el país, por lo que un estudio minucioso como el que se hizo en este Parque Nacional representa un avance importante en el conocimiento de un gran número de especies amenazadas. Gran parte de las declinaciones reportadas en países vecinos están atribuidas a la presencia del hongo quitrido y se teme que esta enfermedad se este propagando rápidamente. Hasta este estudio, en el país todavía no ha sido documentada la presencia del hongo, pero sí hay un caso claro de drástica disminución, si no extinción, de una población de una especie aún no descrita de *Telmatobius* en los Yungas de Cochabamba, e, igualmente, el hallazgo de ejemplares muertos de otras especies de *Telmatobius* en diversas localidades apuntan a la quitridiomycosis como posible causa.

Otro aspecto importante a considerar en una categorización es el conocimiento sobre la distribución de las especies analizadas, información que es muy escasa y dispersa para la mayoría de las especies del país y peor aun de las especies amenazadas.

## Aspectos Innovadores

El interés científico que se plantea con la consecución del presente proyecto incluye varios aspectos:

- Proporciona información novedosa sobre varios aspectos poblacionales y ecológicos (fenología, abundancia, estructura poblacional) de la comunidad de anfibios del Parque Nacional Carrasco.
- Identificación y documentación de las amenazas reales y potenciales a las poblaciones de anfibios.
- Contribución al conocimiento de las enfermedades emergentes en anfibios (fundamentalmente quitridiomycosis) en el mundo y en Latinoamérica a través de la documentación de la presencia del hongo quitrido en las poblaciones de anfibios de Bolivia.

## Ventajas competitivas

Entendimiento ecológico de poblaciones de fauna amenazada en áreas protegidas de Bolivia.

Aporte de información sobre la biodiversidad amenazada en el Parque Nacional Carrasco para el manejo y conservación de recursos naturales, con énfasis en flora y fauna amenazada.

Desarrollo de técnicas de evaluación de enfermedades emergentes en fauna de Bolivia.

## Tipo de asociación que busca

Se buscan asociados potenciales en el desarrollo de investigaciones científicas orientadas a la conservación de la biodiversidad in situ. El perfil del asociado debe incluir un fuerte componente de investigación y conocimiento de la realidad nacional. Debe apoyar en la búsqueda de fondos y con materiales y gastos de operación de los trabajos de campo.



SUECIA

**Proyecto:** Conservación de los anfibios de los bosques yungueños del P.N. Carrasco (Cochabamba, Bolivia), con énfasis en las especies amenazadas

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Parque Nacional Carrasco (PNC),
- Fundación Miguel Lillo
- Instituto de Herpetología
- Universidad Nacional de Tucumán, Argentina
- Museo Nacional de Ciencias Naturales, España

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-CC0016



# Obtención de conservantes alimentarios y antibióticos naturales a partir de microorganismos halófilos productoras de bacteriocinas

**INVESTIGADOR:** Erick Vladimir Ferrufino Guardia

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biotecnología (CBT)

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biotecnología ofrece un banco de microorganismos halófilos capaces de producir antibióticos naturales como una alternativa potencial a los clásicos tratamientos de infecciones así como la producción de conservantes alimentarios para uso en la transformación de alimentos como una alternativa a los conservantes químicos. Se busca industrias productoras de conservantes de alimentos o farmacéuticas interesadas en producir sustancias antimicrobianas específicas a ciertos organismos patógenos sin inhibir la acción de otros microorganismos benéficos.

## ABSTRACT

The UMSS through the Center for Biotechnology offers a bank of halophilic microorganisms capable of producing natural antibiotics as a potential alternative to the classic treatments of infections as well as the production of food conservants for use in the transformation of food as an alternative to chemical conservants. Industries that produce food conservants or pharmaceuticals interested in producing antimicrobial substances specific to certain pathogenic organisms without inhibiting the action of other beneficial microorganisms are sought.



### Descripción y características fundamentales

Las bacteriocinas son péptidos antimicrobianos de reducido tamaño, con una actividad antimicrobiana muy potente frente a bacterias tóxicas alimentarias. Las bacteriocinas son resistentes al calor y la acidez, son hidrolizadas por proteinasas, lo que permite su posible empleo como conservadores naturales de alimentos.

En el Centro de Biotecnología hemos procedido a la caracterización bioquímica de bacteriocinas producidas por bacterias halófilas de lagunas saladas de altura, así como a la determinación de su actividad antimicrobiana. De los resultados obtenidos se propone que las bacterias halófilas puedan utilizarse como generadores de bacteriocinas; es decir, como aditivos o péptidos antimicrobianos naturales, como ingredientes alimentarios con actividad antimicrobiana. Dichas bacterias halófilas y sus bacteriocinas podrían utilizarse también como aditivos antimicrobianos naturales y cultivos protectores en piensos para alimentos. Estos péptidos poseen también mecanismos de acción diferentes a los antibióticos convencionales con espectros de acción reducidos o amplios, lo cual ofrece la posibilidad de utilizarlos en la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas de humanos y animales, incluyendo aquellas bacterias resistentes a los antibióticos convencionales.

### Aspectos Innovadores

La utilización de las bacteriocinas purificadas como conservadores de los alimentos permitirá la sustitución de aditivos químicos de síntesis por otros naturales, elaborados por microorganismos. Debido a su resistencia al calor, la acidez y la baja aw, las bacteriocinas podrían utilizarse como conservadores naturales de los alimentos. Debido a su sensibilidad a enzimas proteolíticas, las bacteriocinas serán hidrolizadas por los jugos gástricos de personas o animales, perdiendo su funcionalidad orgánica. Las bacteriocinas poseen mecanismos de acción diferentes a los antibióticos convencionales con espectros de acción reducidos o amplios, lo cual ofrece la posibilidad de utilizarlos en la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas de humanos y animales.

### Ventajas competitivas

Los alimentos con bacterias halófilas productoras de bacteriocinas o con bacteriocinas parcialmente purificadas o purificadas a homogeneidad pueden incrementar significativamente su seguridad, lo que mejora su imagen comercial y de competitividad en la industria alimentaria. Las bacteriocinas pueden también emplearse en forma de ingredientes alimentarios. Como las bacteriocinas son resistentes al calor, a la acidez, a la baja aw, etc., puede utilizarse también para incrementar la seguridad y la vida útil de muchos alimentos. y al establecimiento de nuevos tratamientos biomédicos.

### Tipo de asociación que busca

La legislación que regula la utilización de sustancias biológicas y el conocimiento aún en proceso de desarrollo y evaluación, nos restringe a que el grupo investigador solo pueda aportar la experiencia y los conocimientos técnicos suficientes para iniciar estudios "in vitro" así como de técnicas de escalado y de evaluación de su eficacia en situaciones reales, para evaluar: el potencial de las bacteriocinas como conservadores naturales de los alimentos o antibióticos naturales en tratamientos biomédicos. También podemos hacer estudios de dimensionamiento del proceso a escala piloto. Para empresas dedicadas a la elaboración, investigación y/o desarrollo de: conservantes naturales para los diversos segmentos de la industria alimenticia o de producción de antibióticos para uso humano o animal.

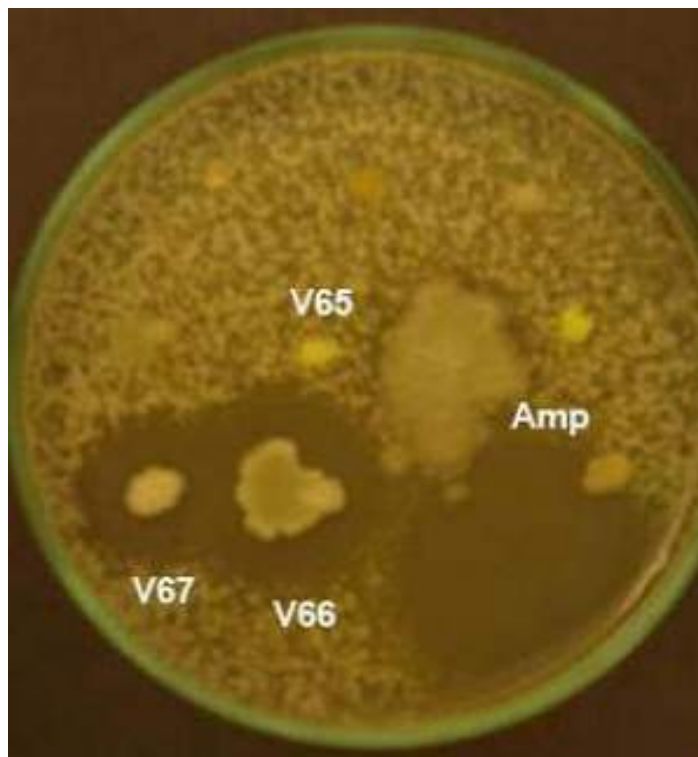


Ilustración CC16: Muestras por microscopio



**Proyecto:** Exploración, selección y caracterización de sustancias antibióticas producidas por microorganismos halófilos de lagunas saladas de altura

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional

**Otras unidades de investigación:**

- Programa de Fármacos alimentos y Cosméticos (PROFAC)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-CC0017



## Pinos y eucaliptus: ¿Enemigos de nuestra fauna?

**INVESTIGADOR:** Luis Fernando Aguirre Urioste

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biodiversidad y Genética

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biodiversidad y Genética ha establecido que la presencia de bosques de pinos y eucaliptus muestra un efecto negativo evidente sobre la riqueza de mamíferos pequeños, especialmente en la abundancia, la cual es mayor mientras menos relación con plantas exóticas haya. De manera general se puede decir que las especies exóticas afectan la fauna terrestre nativa. Esta información es de interés para municipios, gobernaciones y entidades que quieran trabajar en la conservación de la biodiversidad.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biodiversity and Genetics, has established that the presence of pine and eucalyptus forests shows an evident negative effect on the richness of small mammals, especially abundance, which is greater the less relationship with exotic plants there is. In general, it can be said that exotic species affect the native terrestrial fauna. This information is of interest to municipalities, governments and entities that want to work on the conservation of biodiversity.



## Descripción y características fundamentales

La vegetación remanente natural y seminatural en el mundo se la encuentra cada vez más en estados fragmentados, donde la preocupación mayor esta cada vez más relacionada con la habilidad de las poblaciones para persistir en estas islas. Los ecosistemas más amenazados en Sudamérica son los bosques de *Polylepis* (Kewiña) en las zonas altoandinas. Estos bosques se encuentran en un escenario fragmentado mantenido por fuego y renovación de pastizales para el ganado y algunas veces modificados fuertemente por prácticas de reforestación. En algunos casos el efecto de esta fragmentación puede verse incrementada por la introducción de especies exóticas dentro de la matriz natural o directamente dentro de los remanentes fragmentados de bosques nativos. Una especie invasora es exitosa cuando llega a un lugar diferente de su origen y se expande rápidamente de sus colonias fundadoras. Esta situación puede ser aún más extrema si es que la especie invasora ha sido plantada artificialmente, reemplazando las condiciones naturales o habiendo sido distribuida entremezclada dentro de las formaciones de plantas nativas.

Las especies de *Polylepis* son endémicas de Sudamérica y constituyen el único bosque nativo que se desarrolla a grandes elevaciones. Los estudios de fauna en los andes tropicales y en particular en los bosques nativos andinos son muy escasos y se limitan a observar la presencia y ausencia de especies sin probar aspectos relacionados al efecto de la introducción de especies de plantas exóticas sobre bosques nativos y la fauna asociada a estos. Los mamíferos son uno de los grupos de interés para el estudio de dichos procesos y efectos pues constituyen eslabones claves en las cadenas tróficas y en los procesos naturales de los ecosistemas. La información existente sobre la fauna de mamíferos asociada a los bosques altoandinos es incipiente, debido a que no ha recibido atención científica apropiada.

Por todos los antecedentes mencionados anteriormente, resulta muy importante efectuar trabajos de investigación que generen información acerca de la ecología de la fauna de vertebrados. Actualmente el Centro de Biodiversidad se encuentra realizando trabajos sobre fauna en bosques de *Polylepis* (San Miguel y Sacha Loma, Provincias Quillacollo y Mizque respectivamente) y se espera un incremento sustancial en el conocimiento de patrones de diversidad biológica en las áreas de acción que contempla el trabajo propuesto.

## Aspectos Innovadores

Conocimiento sobre el efecto de la introducción de Pinos y Eucaliptos en sitios de bosques de Kewiña en el Parque Tunari sobre los mamíferos, insectos y herpetofauna.

Cuatificación del grado del mismo por medio del análisis de la composición de especies y abundancia de individuos de la fauna en rodales introducidos (manejados y no manejados) y nativos.

Tener elementos de juicio y de decisión para desarrollar practicas de manejo sostenible adecuadas de bosques nativos andinos de Bolivia y de rodales introducidos.

## Ventajas competitivas

Entendimiento ecológico de la fauna en bosques nativos andinos.

Aporte de información sobre la biodiversidad en el Parque Nacional Tunari para el manejo y conservación de recurso naturales, con énfasis en flora y fauna amenazada.

## Tipo de asociación que busca

Se buscan asociados potenciales en el desarrollo de investigaciones científicas orientadas a la conservación de la biodiversidad *in situ*. El perfil del asociado debe incluir un fuerte componente de investigación y conocimiento de la realidad nacional. Debe apoyar en la búsqueda de fondos y con materiales y gastos de operación de los trabajos de campo.



Ilustración CC17: Tomando muestras | Luis F. Aguirre



SUECIA

**Proyecto:** Efecto de dos especies forestales sobre la fauna terrestre en el Parque Nacional Tunari

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Banco de Semillas Forestales (BASFOR)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-CC0018



# Bases para elaborar un modelo predictivo del impacto antrópico en ecosistemas de biodiversidad en humedales altoandinos

**INVESTIGADOR:** Mabel Maldonado Maldonado

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA)

## RESUMEN

La UMSS a través de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), como parte del desarrollo de modelos explicativos y predictivos sobre la biodiversidad en humedales altoandinos, ha generado las bases para elaborar un modelo predictivo del impacto antrópico en estos ecosistemas. El conocimiento obtenido incluye patrones de distribución y composición de las comunidades biológicas en condiciones de perturbación, que permiten seleccionar especies/comunidades indicadoras de las condiciones de perturbación, evaluar las desviaciones de los patrones de composición y distribución de las biocenosis acuáticas en condiciones de perturbación. Con estas bases de conocimiento se ha preparado un modelo numérico básico predictivo que podrá ser utilizado en acciones de gestión y monitoreo de humedales altoandinos en zonas similares de los Altos Andes de Bolivia. Se desea establecer colaboración con instituciones de investigación para dar continuidad al desarrollo de modelos de este tipo, y con instituciones de gestión y conservación que deseen implementar modelos para acciones de evaluación y monitoreo ambiental.

## ABSTRACT

The UMSS through the Unit of Limnology and Aquatic Resources (ULRA), as part of the development of explanatory and predictive models on biodiversity in high Andean wetlands, has created the basis for developing a predictive model of anthropic impact on these ecosystems. The knowledge obtained includes patterns of distribution and composition of biological communities in disturbance conditions, which allows to select species / communities indicative of disturbance conditions, evaluate deviations of the composition and distribution patterns of aquatic biocenosis in disturbance conditions. With these knowledge bases, a basic predictive numerical model has been prepared that can be used in management and monitoring actions of high Andean wetlands in similar areas of the High Andes of Bolivia. It is desired to establish collaboration with research institutions to continue the development of models of this type, and with management and conservation institutions that wish to implement models for environmental assessment and monitoring actions.

Dirección de Investigación Científica y Tecnológica/ Universidad Mayor de San Simón

## Descripción y características fundamentales

Se tiene el estudio de los efectos de dos tipos de perturbación en la Puna de Bolivia: la contaminación de origen minera en ríos de la cuenca del lago Poopó, y la extracción de agua de los humedales de la Cordillera de Tiraque. El impacto sobre la biodiversidad de ambos tipos de perturbación, se detectó, a través de sus efectos sobre la distribución y composición de las biocenosis acuáticas en situaciones de referencia y de perturbación.

El conocimiento generado incluye:

- Caracterización ecológica de los ríos de la cuenca del lago Poopó.
- Caracterización ecológica de los bofedales en la Cordillera de Tiraque.
- Descripción de patrones de distribución y composición de los macroinvertebrados bentónicos en ríos de la cuenca del lago Poopó.
- Descripción de patrones temporales en las características físicas y químicas de los bofedales, así como de las biocenosis acuáticas (plancton y bentos).
- Preparación del modelo predictivo con las fases de: selección de comunidades y especies indicadoras de las condiciones de perturbación, determinación del grado de desviación de los patrones naturales de composición y distribución de las comunidades biológicas en diferentes condiciones de perturbación antrópica y de los límites de tolerancia de las comunidades biológicas frente a diferentes tipos y grados de perturbación antrópica.
- Bases ecológicas para el desarrollo del modelo predictivo en los humedales de la Cordillera de Tiraque.

Con el conocimiento generado se podrá dar continuidad al desarrollo de modelos predictivos, que permitirán a los gestores establecer efectos en la biodiversidad y las características ecológicas de los humedales altoandinos debidos a acciones antrópicas, y por ende evaluar el efecto en los servicios ecosistémicos que prestan, además de apoyar las acciones de monitoreo y toma de decisiones para su gestión y conservación.

## Aspectos innovadores

Los modelos predictivos son instrumentos fundamentales para planificar y realizar acciones de gestión ambiental y de conservación, pues ayudan a los gestores y políticos a tomar decisiones pertinentes, de largo plazo y en distintos escenarios potenciales. En Bolivia, no se han desarrollado modelos ecológicos, por lo cual se trata de un campo de investigación nuevo y que generará herramientas de fácil aplicación en las instituciones encargadas de la evaluación, monitoreo, recuperación y protección de los ambientes acuáticos y su biodiversidad.

En términos del impacto ambiental, los aspectos positivos que pueden ser relevantes son:

- Desarrollo de una metodología novedosa para predecir impactos
- Fortalecimiento de la base de datos sobre biodiversidad en humedales de Bolivia

## Ventajas competitivas

Las instituciones que desarrollan acciones de gestión y conservación de los humedales altoandinos podrán contar con una línea base de conocimiento ecológico sobre humedales sometidos a presiones antrópicas, además de una herramienta que les permitirá predecir efectos de dichas presiones en el estado ecológico de los humedales, además de los efectos sobre los servicios ecosistémicos que prestan. Estas acciones mejorarán sustancialmente la toma de decisiones en su accionar, pues al momento, pues podrán disponer de criterios cuantitativos que no se utilizan en la actualidad. Siendo estas acciones dirigidas a proteger a las sociedades civiles y los sistemas productivos que las sostienen, puede colaborar en mejorar la utilidad social que representan.

## Tipo de asociación que busca

Se busca vinculos con:

- Instituciones relacionadas a las acciones vinculadas con la gestión y conservación de humedales altoandinos para aplicar el conocimiento generado a través de formación de recursos humanos o investigación aplicada a sus acciones (por ejemplo ONG's relacionadas al tema).
- Instituciones de investigación que deseen colaborar con la fase final de desarrollo de los modelos predictivos.



Ilustración CC18: Río contaminado por actividad minera | Mabel Maldonado M.



**Proyecto:** Modelo predictivo del impacto antrópico sobre la biodiversidad en los humedales de la Puna boliviana.  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-CC0019



## Los murciélagos: aliados nocturnos del maíz



**INVESTIGADOR:** Luis Fernando Aguirre Urioste

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

### RESUMEN

La UMSS, a través del Centro de Biodiversidad y Genética, ofrece un estudio sobre controladores biológicos naturales, como el murciélago, que proveen servicios ambientales a los humanos y disminuyen el efecto de las plagas en cultivos de maíz. En Bolivia el maíz es uno de los cultivos de mayor relevancia y se encuentra expuesto a los ataques de numerosas plagas (*p.e. Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea*: *Lepidoptera*) que causa daños considerables. Se buscan asociados potenciales en el desarrollo de investigaciones científicas orientadas a la conservación de la biodiversidad *in situ*.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biodiversity and Genetics, offers a study on natural biological controllers, such as the bat, that provide environmental services to humans and diminish the effect of pests on corn crops. In Bolivia, corn is one of the most important crops and is exposed to the attacks of numerous pests (*e.g. Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea*: *Lepidoptera*) that causes considerable damages. Potential partners are sought in the development of scientific research, aimed o biodiversity conservation *in situ*.

## Descripción y características fundamentales

Actualmente, el maíz es uno de los cultivos de mayor relevancia, tanto para la alimentación de la población mundial en general, y de la boliviana en particular, como para la economía de diversos sectores de la denominada economía plural. Desde el momento de la siembra, el maíz está expuesto al ataque de numerosas plagas; entre los factores principales que favorecen o dificultan la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo están: condiciones de clima, labores culturales del terreno, rotación de cultivos y el control de malezas, entre otros. Sin embargo, existen algunos agentes naturales de control biológico que pueden contribuir de manera significativa en la disminución de plagas y por ende en el uso indiscriminado de pesticidas. Estos agentes naturales proporcionan, entonces, servicios ambientales fundamentales que se pueden transformar en un aporte significativo a la economía local. Desde un punto de vista integral y holístico, la valoración de los servicios ambientales puede jugar un papel importante en la planificación de la conservación de la biodiversidad y la gestión basada en el manejo de los ecosistemas.

La gran mayoría de los murciélagos en Bolivia y el mundo se alimenta de insectos y frutas, habiendo aquellos que se alimentan también de néctar, otros omnívoros y algunos pocos de pequeños vertebrados. Estos organismos están involucrados en procesos ecológicos muy importantes para el medio ambiente que incluyen la polinización, la dispersión de semillas y el control de poblaciones de insectos. La mayoría de los murciélagos son depredadores de gran movilidad de los insectos voladores nocturnos, especialmente lepidópteros, muchos de los cuales son plagas importantes en los ecosistemas naturales y agrícolas. Muchos murciélagos insectívoros son depredadores generalistas, y los murciélagos a menudo se citan como importantes agentes para la represión de plagas agrícolas. Sin embargo, la información que vincula a los murciélagos a los impactos sobre las poblaciones de plagas se ha limitado a pocos lugares en Norte América y se conoce muy poco sobre los servicios ambientales que ellos prestan en Sudamérica y particularmente en Bolivia.

## Aspectos innovadores

La novedad de este conocimiento dirige a:

- Contribuir a estudios ecológicos en la relación presa (plagas)-depredadores (murciélagos) y realizar una aproximación a la modelización de servicios ambientales de aprovisionamiento (por el tema de seguridad alimentaria) y de regulación (en este caso de las plagas).
- Desarrollar herramientas técnicas (detección acústica de murciélagos y análisis molecular de contenidos estomacales y heces) y de manejo (implementación de guaridas artificiales de murciélagos en maizales) que permitan extrapolar a otras regiones y ámbitos mayores en Bolivia con presencia de plagas.

## Ventajas competitivas

Entre los componentes de la biodiversidad, los murciélagos son bioindicadores importantes cuyas poblaciones y comunidades cambian en respuesta a una serie

de factores de estrés como la fragmentación del hábitat y la intensificación de la agricultura. Además, los murciélagos, pueden ser considerados controladores de plagas “sostenibles”, al cumplir con todas las dimensiones del desarrollo sostenible: beneficios económicos y sociales y salud para el ecosistema. Aunque el nivel de sustitución entre las funciones de murciélagos y pesticidas no llegue a ser considerada como total, tener el conocimiento de la función del murciélagos, puede formar parte de un programa de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE).

## Tipo de asociación que busca

Se buscan asociados potenciales en el desarrollo de investigaciones científicas orientadas a la conservación de la biodiversidad in situ, manejo y conservación de la agrobiodiversidad mediante la implementación de prácticas de manejo integral y multidisciplinario. El perfil del asociado debe incluir un fuerte componente de investigación y conocimiento de la realidad nacional. Debe apoyar en la búsqueda de fondos y con materiales y gastos de operación de los trabajos de campo.



Ilustración CC19: Viviendas de murciélagos | Luis Aguirre



**Proyecto:** Dianóstico integral del servicio ambiental por murciélagos insectívoros en el control de insectos plaga del maíz en el valle de Cochabamba, Bolivia.

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Levantamiento Aéreo Espaciales y Aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los Recursos Naturales (CLAS)
- Laboratorio de Entomología, Dpto. de Fitotecnia, Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**Otras unidades de investigación**

- Programa Para la Conservación de los Murciélagos de Bolivia (PCMB)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-CC0020



## Plantas amenazadas de la región amazónica de Bolivia



**INVESTIGADOR:** Susana Arrázola Rivero

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biodiversidad y Genética (CBG)

### RESUMEN

El entendimiento sobre la diversidad biológica de un país de gran riqueza natural y cultural como Bolivia es una gran necesidad y un gran reto. En este conocimiento muestra la evaluación del estado de conservación de la flora amenazada de las Tierras Bajas de Bolivia, en donde se evaluaron 313 especies con metodologías propias e internacionales que permitieron establecer las amenazas actuales, acciones concretas de conservación y uso para las mismas. Datos que ayudan en la conservación y gestión de las mismas.

### ABSTRACT

Understanding about the biological diversity of a country of great natural and cultural wealth like Bolivia is a great need and a great challenge. This knowledge shows the evaluation of the conservation status of the threatened flora of the Lowlands of Bolivia, where 313 species were evaluated with their own and international methodologies that allowed establishing current threats, concrete conservation and use actions for them. Data that helps in the conservation and management of them.

## Descripción y características fundamentales

La región amazónica es una rica fuente de biodiversidad y contiene alrededor de un cuarto de todas las especies terrestres. Esta región, es muy importante porque gran parte del ciclo del carbono que es crucial para la ecología del planeta y el clima, se produce en esta región, por ello se la conoce también como “los pulmones de la Tierra”. Por estas razones, la región amazónica está considerada como la segunda área más vulnerable de la Tierra después del Ártico. Toda esta riqueza de especies en el caso de las plantas se encuentra fuertemente amenazada y bajo una significativa presión de riesgo de extinción, por las diversas actividades humanas que conlleva la pérdida de hábitat por degradación, perturbación y destrucción de ecosistemas naturales. Por esta razón, es imprescindible para el país identificar que especies se encuentran bajo mayores presiones y mayor riesgo de extinción, con un fundamento técnico-científico que pueda ser usado en planes y programas de conservación y uso sostenible, utilizando estándares internacionales vigentes para este tipo de evaluaciones como el de la IUCN (2001). De esta forma en este estudio se evalúa y conforma una lista de las plantas amenazadas de las Tierras Bajas de Bolivia, base fundamental para el entendimiento, conservación y uso de los recursos naturales derivados de la riquísima flora de las áreas no andinas bolivianas. Y, por tanto, para la conservación y uso equilibrado de los ecosistemas naturales que contienen esta importante diversidad florística. Por la gran diversidad de especies de esta región, se priorizó especies de plantas en base a varios criterios como Situación actual de la especie en Bolivia, Distribución en Bolivia, Aspectos Valor crítico de uso intrínsecos de la especie, Categoría preliminar de conservación, además se considera el aspecto de las limitaciones de la información que hay en Bolivia debido a la falta de colecciones principalmente.

## Aspectos innovadores

El Estado Boliviano, a través del Plan Nacional de Desarrollo (PND), reconoce la importancia de ser un país megadiverso. En este sentido, el Plan establece como una de sus principales políticas la protección, manejo y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, donde el Estado boliviano reconoce además el carácter estratégico de la Conservación de la diversidad biológica como un componente fundamental del desarrollo nacional, en el marco del paradigma del “Vivir Bien” de la población boliviana. El conocimiento sobre el grado de amenaza de la flora tiene su valor más preciso, para el uso y manejo de la misma. El carácter innovador de este estudio se encuentra en el enfoque ecosistémico, siendo una herramienta eficaz que facilita la regionalización del conocimiento y manejo de la flora amenazada. Un enfoque de utilidad, remarcando para cada especie seleccionada y un enfoque científico, valorando las plantas que poseen un significado científico clave.

## Ventajas competitivas

Teniendo en cuenta el carácter megadiverso de Bolivia, con más de 20 000 especies de plantas en su flora, consideramos que necesariamente un dato de esta naturaleza, que proporcione la información necesaria para las políticas de gestión que se requiere ante un proceso alarmante de deforestación practicado en esta zona. La información generada es semejante a lo realizado en el Libro Rojo de la Flora amenazada de Bolivia. Volumen I, Zona andina (MMAY 2012) y por otros países de muy alta biodiversidad como Colombia (Calderón et al

2002 y 2005; García y Galeano 2007). El CBG es uno de los pocos centros de investigación en la temática de conservación de la biodiversidad de Bolivia.

## Tipo de asociación que busca

Se buscan asociados potenciales en el desarrollo de investigaciones científicas orientadas a la conservación de la biodiversidad in situ, manejo y conservación de la biodiversidad mediante la implementación de prácticas de manejo integral y multidisciplinario. El perfil del asociado debe incluir un fuerte componente de investigación y conocimiento de la realidad nacional. Debe apoyar en la búsqueda de fondos y con materiales y gastos de operación de los trabajos de campo.



Ilustración CC20: Recolección de datos | Susana Arrazola



**Proyecto:** Evaluación del estado de conservación de las plantas amenazadas de la región amazónica de Bolivia.

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Levantamiento Aéreo Espaciales y Aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los Recursos Naturales (CLAS)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-CT0001



## Producción de fertilizantes orgánicos y bioplásticos por microorganismos aislados de lagunas de altura de Bolivia

**INVESTIGADOR:** Virginia Alejandra Vargas Calle

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biotecnología (CBT)



### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biotecnología ofrece un Banco de Microorganismos aislados de lagunas de altura de Bolivia como iniciadores microbiológicos para la producción de biofertilizantes a partir de residuos orgánicos. La implementación de esta tecnología permitiría reducir el tiempo de degradación de materia orgánica además de generar productos de valor agregado. Así mismo, se ha identificado microorganismos capaces de usar material orgánico rico en carbohidratos para la producción de bioplásticos.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biotechnology, offers a Bank of Microorganisms isolated from high-altitude lagoons in Bolivia as microbiological initiators for the production of biofertilizers from organic waste. The implementation of this technology would allow reducing the degradation time of organic matter in addition to generate value-added products. Likewise, microorganisms capable of using organic material rich in carbohydrates have been identified for the production of bioplastics.

### Descripción y características fundamentales

La acumulación de basura en rellenos sanitarios es un problema de especial importancia en la mayor parte del mundo. La producción de biofertilizantes a partir de desechos orgánicos ha sido identificada por el Centro de Biotecnología, de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la UMSS, como un proceso que genera un producto de valor agregado con un impacto económico positivo. Así mismo se ha evaluado a nivel laboratorio la creación de sistemas tecnológicos que sirvan como base para la posterior producción de nuevos productos de alto valor agregado, como plásticos biodegradables.

El proceso de degradación aerobia se realizó mediante la inoculación de microorganismos a fin de acelerar la obtención de abono orgánico. Para este fin se realizó la selección de cepas de microorganismos aislados de lagunas de altura de Bolivia del Banco de Microorganismos del CBT. La capacidad degradadora del iniciador fue evaluada con muestras de residuos orgánicos generados en el Comedor Universitario de la UMSS así como material orgánico del Botadero de K'ara-K'ara. El volumen de materia orgánica al final de 16 días se redujo en un 87% y al final de las características químicas, físicas y nutricionales de los fertilizantes obtenidos en condiciones óptimas son aceptables para un compost de buena calidad que pueda comercializarse.

La evaluación a nivel laboratorio de la producción de plásticos biodegradables se realizó en cultivos fed-batch de *Halomonas boliviensis*, logrando altos valores de producción de biopolímeros y productividad volumétrica utilizando medio de cultivo definido. Cultivos iniciales en frascos agitados en medio mínimo revelaron que el crecimiento de *H. boliviensis* es posible sólo cuando el medio es suplementado con ácido aspártico, glicina, o glutamina.

En el medio de cultivo la glutamina fue sustituida por glutamato monosódico (MSG), sustrato menos costoso, sin cambio notable en la densidad celular y el contenido de bioplásticos en peso seco celular alcanzaron valores de 90%, después de 18 h de cultivo.

### Aspectos innovadores

La aplicación de iniciadores microbiológicos permite reducir el tiempo de producción de biofertilizantes y por tanto optimizar el manejo de este tipo de residuos. En el mercado existen diferentes productos para este fin, sin embargo, en nuestro caso los iniciadores están formados con microorganismos nativos que forman parte del Banco de Microorganismos del CBT. Este proceso es independiente de la provisión de productos comerciales al plantearse la

opción de producir iniciadores específicos locales y mejorar las condiciones de producción de biofertilizantes.

### Ventajas competitivas

La implementación de este proceso permitiría manejar de grandes volúmenes de residuos orgánicos para la producción de biofertilizantes como producto de valor agregado. A nivel social significa un mejor manejo de los residuos generados en las diferentes comunas.

La inversión inicial para establecer una planta piloto de producción de iniciadores microbiológicos depende directamente del tamaño de material que va ser procesado por lo que se debe establecer estos costos en base a las necesidades generadas.

### Tipo de asociación que busca

El manejo de residuos orgánicos está a cargo de las gobernaciones, municipalidades, etc. por lo que se constituyen en las principales interesadas en este tipo de procesos. Sin embargo, es necesario pensar en la implementación de una planta de producción de iniciadores microbiológicos, así como la capacitación de personal. La inversión requerida para la implementación de este tipo de tecnología dependerá del volumen de residuos que deben tratarse, por lo que no se puede establecer un costo definido.

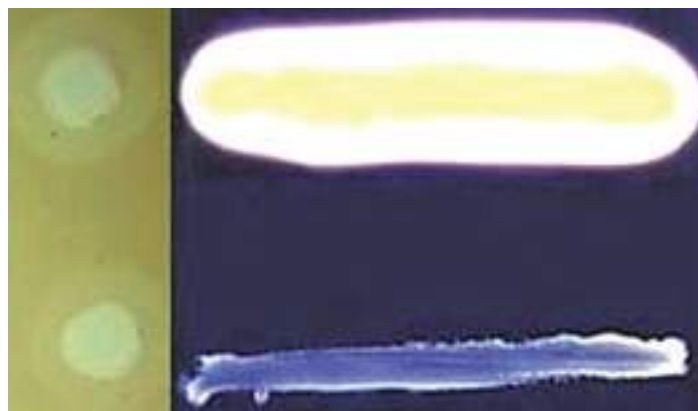


Ilustración CT1: a) Halos de actividad proteolítica en agar-leche b) Halos de actividad amilolítica en medio con almidón



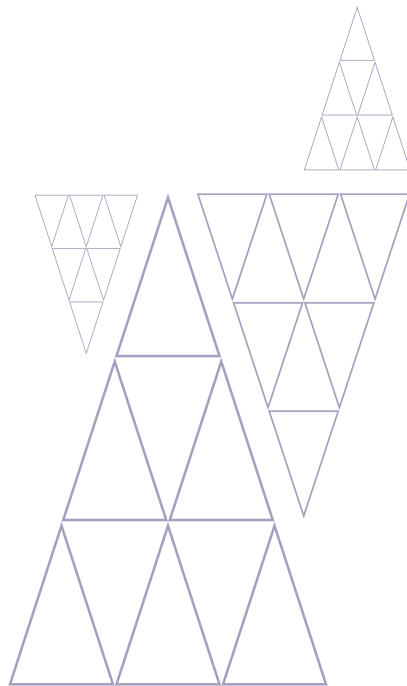
**Proyecto:** Transformación Biotecnológica de los Residuos Orgánicos Generados en el Municipio del Cercado: Producción de Fertilizantes Orgánicos y Bioplásticos  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Empresa Municipal de Servicios de Aseo (EMSA)

# CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES







Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-DC0001



## “Territorialidades”, prácticas y estrategias en la construcción intercultural del territorio cochabambino

**INVESTIGADOR:** Marina Sturich Tamain

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de Arquitectura y Ciencias del Hábitat

**CENTRO/LABORATORIO:** Programa Integral de Rehabilitación Áreas Históricas Cochabamba (PRAHC)

### RESUMEN

El Programa integral de Rehabilitación Áreas Históricas Cochabamba más allá de las caracterizaciones político-administrativas, económicas y formales, explica “el territorio” comprendido como el producto de una diversidad de prácticas, estrategias y representaciones, caracterizadas por cierta pervivencia identitaria andina, para visualizar el establecimiento de sus flujos socioeconómicos y simbólicos (caso municipios de SipeSipe y Tapacarí). Problemáticas sobre las cuales la investigación y la planificación territorial se han mostrado pobremente comprometidas.

Si bien el territorio, como producción cultural, se ha discutido desde hace décadas, la planificación territorial se ha mostrado incapaz de trascender el paradigma funcionalista que la impregna y la condena.

### ABSTRACT

The Comprehensive Program for the Rehabilitation of Historic Areas from Cochabamba, beyond the political-administrative, economic and formal characterizations, explains “the territory” understood as the product of a diversity of practices, strategies and representations, characterized by a certain Andean identity persistence, to visualize the establishment of its socioeconomic and symbolic flows (in the case of the municipalities of SipeSipe and Tapacarí). Issues on which research and territorial planning have been poorly compromised. Although the territory, as a cultural production, has been discussed for decades, territorial planning has shown itself incapable of transcending the functionalist paradigm that permeates and condemns it.



## Descripción y características fundamentales

Se ha logrado integrar procesos formativos, bajo la visión de vincular capacitación con la investigación/acción, tomando temas del debate académico y social en los que el PRAHC.UMSS cuenta con un bagaje reflexivo significativo. Territorio y cultura son temáticas claves del enfoque, se hallan en el centro de la discusión nacional y precisan comprenderse desde una mirada transdisciplinaria, capaz de aportar en su interpretación y en el reposicionamiento de aquellos actores sociales que tradicionalmente están desplazados de los espacios formales de producción de conocimiento.

Se prioriza el estudio de las prácticas y discursos de la vida cotidiana, a partir de los cuales los actores sociales representan y reconfiguran el territorio, considerado desde una perspectiva multidimensional, multitemporal y transdisciplinaria. Ello implica repensar no sólo las heterogéneas formas de construcción territorial sino también el proceso continuo de generación de valores patrimoniales socialmente producidos, alejados de toda concepción “formal-tradicional”, estática y tecnócrata del patrimonio. Se profundiza en el análisis de las prácticas y representaciones territoriales desde otras miradas, nuevas lecturas capaces de interpelar las habitualmente conocidas por los técnicos del territorio. Miradas que deben integrarse en los fundamentos y reflexiones de la planificación territorial, que deben considerar las dinámicas de organización del tiempo y espacio de las familias ampliadas, que dan cuenta de una serie de interacciones de territorios gestionados para garantizar la reproducción familiar y el acceso a los mercados.

La Investigación presenta a las comunidades de Anthakawa - Tapacari y Linku – SipeSipe, desde una consideración histórica, social, demográfica y cultural. De esta forma, el lector tiene la cercanía y la complicidad con los investigadores en relación a conocer a los actores sociales que recorrieron el camino de la búsqueda de información desde su cotidianidad y la reconstrucción de la historia común. Se incorpora además la mirada institucional matizada por una permanente reflexión y contraste con los datos propios y primarios, situando así el análisis en la perspectiva diacrónica y sincrónica de los sujetos de investigación.

La vuelta metodológica y el cierre teórico es dado por el capítulo final de conclusiones que contrastan y discuten, desde las diferentes entradas que hacen a los objetivos, las hipótesis iniciales y el andamiaje teórico metodológico, que arriban a constataciones importantes sobre el papel de las territorialidades familiares en la construcción de los territorios comunales, municipales, departamentales, etc.

## Aspectos Innovadores

Este conocimiento marca una novedad en principio como una metodología en cuanto genera experiencia en la entrada desde la Investigación, Acción, Formación, en temas de gestión territorial que también se constituyen en algo novedoso en cuanto analiza desde sus complejas relaciones. La construcción del análisis de la territorialidades utilizando cartografías participativas con base en imágenes satelitales, mapas IGM, e incorporando a los pobladores en la posibilidad de relevar lo cotidiano en la construcción de los análisis funcionales de la vivienda y la recuperación de la memoria colectiva desde el patrimonio se considera una riqueza técnica en cuanto a la profundidad del análisis y la incorporación de nuevas herramientas participativas de investigación territorial.

## Ventajas competitivas

- El conocimiento generado puede utilizarse para generar procesos de gestión territorial y políticas públicas de puesta en valor del patrimonio.
- Se ha realizado un minucioso análisis de la vivienda desde el enfoque de diferentes aristas, que incluyen lo arquitectónico, cultural identitario, etc., que presenta una base fundamental a la hora de planificar programas de mejoramiento de la vivienda.

## Tipo de asociación que busca

Estos resultados son de interés para OTB's, Organizaciones comunales y campesinas como la Mancomunidad de Municipios de la Zona Andina, Alcaldías, Gobernación, Ministerio de Planificación y Planes de Vivienda para poder ejecutar un plan de gestión territorial y mejoramiento de vivienda, políticas de puesta en valor del Patrimonio de ambas comunidades, lineamiento para la gestión territorial y el nuevo modelo autonómico. Para lo cual se debe considerar un equipo mínimo de expertos y garantizar la movilidad y acceso a las comunidades de acuerdo a la capacidad y el alcance de la organización interesada.



**Proyecto:** Territorialidades. Prácticas y Estrategias en la construcción intercultural del territorio cochabambino

**Financiado:** Cooperación Interinstitucional de Universidades Francófonas (CIUF)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Sindicato Agrario Linkú - Sipe Sipe, Cochabamba
- Comunidad Originaria Antakahua – Jira Jira Ayllu Aransaya “B” de Marka Ch’alla Lacuyo – Tapacari, Cochabamba



## Descripción y características fundamentales

El Ordenamiento Territorial es un componente fundamental del proceso de planificación territorial integrada, por lo que el Plan Regional y los Planes Municipales de Ordenamiento Territorial de la Mancomunidad se constituyen en instrumentos base para la planificación municipal, que tiene un carácter normativo y regulador del uso de la tierra y ocupación (estructuración) del territorio. La línea base de datos geográfica digital de la mancomunidad de municipios de la región andina de Cochabamba es de utilidad como referencia para todo tipo de estudios y de gran utilidad para la población, autoridades y técnicos.

## Aspectos Innovadores

Incorporación de un enfoque Histórico-Lógico-Cultural, planteando el “diálogo de saberes” entre las visiones de los pueblos indígenas originarios y los otros sectores de la sociedad.

Los planes y la base de datos se elaboraron a través de un proceso en el que se valora el conocimiento local a la par del conocimiento técnico convencional.

Algunos mapas como el de accesibilidad, estructuración del territorio, etc. han sido elaborados sobre la base de la experiencia de los avances tanto en ordenamiento territorial como en el modelamiento espacial, con un resultado útil para la población y fácil de interpretar.

## Ventajas competitivas

Planes elaborados colaborativamente con las autoridades y organizaciones sociales desde un enfoque histórico-lógico-cultural, a través del dialogo de saberes y la planificación integral sustentable.

Los resultados obtenidos proporcionan información clave para sustentar técnicamente las demandas de proyectos en los municipios y la región en base a un análisis espacial técnico que usa tecnología avanzada de sistemas de información geográfica, imágenes satelitales y lineamientos de planificación territorial integral concertados con la población.

Al incluir cinco municipios contiguos, a través del análisis regional, como insumo de información permite no solo una mejor gestión territorial local y municipal sino de impacto regional, ya que a través del análisis espacial se han analizado problemas comunes de los cinco municipios y se han elaborado de forma conjunta propuestas que se están haciendo realidad y le han permitido a los municipios y a la mancomunidad acceder a financiamiento y apoyo para programas y proyectos en ámbitos ya prácticos de Reducción de Riesgos, Gestión Territorial y de acciones concurrentes.

Puede ser replicado exitosamente en cualquier ámbito local, regional y nacional.

## Tipo de asociación que busca

Busca asociaciones estratégicas para implementar los proyectos propuestos en los planes..

**Proyecto:** Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Mancomunidad de Municipios de la Region Andina de Cochabamba

**Financador:** Mancomunidad de Municipios de la Region Andina de Cochabamba

**Otras unidades de investigación:**

- Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-DC0003



# Gobernabilidad y control social en el desarrollo municipal desde la concepción, las experiencias y perspectivas de los actores



**INVESTIGADOR:** Jaime Delgadillo Pinto

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigación Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO)

## RESUMEN

La UMSS a través de la unidad Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO) ofrece conocimientos, experiencias y saberes de los actores involucrados con el desarrollo municipal en relación a la gobernabilidad y control social sobre tres casos municipales: Toco, Sipe Sipe y Tapacari. La misma puede ser de utilidad para las instituciones que apoyan la construcción de las autonomías municipales ya que la base de datos y los resultados de las investigaciones aportan a la gestión municipal y control social desde la visión indígena originaria campesina.

## ABSTRACT

The UMSS through the Agroecology University Cochabamba unit (AGRUCO) offers understanding, experiences and knowledge of the actors involved with municipal development in relation to governance and social control on three municipal cases: Toco, Sipe Sipe and Tapacari. It can be useful for the institutions that support the construction of municipal autonomies since the database and the results of the investigations contribute to municipal management and social control from the native indigenous peasant perspective.

## Descripción y características fundamentales

El conocimiento desarrollado se caracteriza por contener una descripción y análisis de la gestión municipal y control social que a continuación se resume:

Municipio de Toco. Se caracteriza por ser un municipio pequeño que cuenta con cinco concejalías las cuales generalmente son muy disputadas por los diferentes partidos políticos y agrupaciones ciudadanas. Asimismo, dicho aspecto va acompañado por la presencia de una fuerte organización sindical que representa a los sindicatos campesinos y por detrás aparecen las otras organizaciones que también de algún modo tienen incidencia en la toma de decisiones.

La gobernabilidad municipal bajo esas características evidentemente no es muy estable ya que al frente tiene un control social que permanentemente va monitoreando los avances y desaciertos de la alcaldía constituyéndose en una experiencia interesante que puede ser de utilidad para mejorar la gestión municipal.

Municipio de Sipe Sipe por su ubicación presenta características potenciales en la agricultura, la ganadería y últimamente se ha volcado hacia el área industrial aquí claramente se puede percibir la pugna permanente entre los pobladores del área urbana y rural. Asimismo, existe la fuerte presencia de la organización campesina regional y el autotransporte que influyen en la toma de decisiones a nivel municipal bajo esa situación la gobernabilidad también tiene dificultades por lo que con frecuencia se puede observar problemas en la alcaldía y el concejo.

Municipio de Tapacari, es rural y tiene como principales potenciales la agricultura y ganadería.

El municipio se caracteriza por su estabilidad en cuanto a la gobernabilidad y que no solo conto con el apoyo de la población sino también el comité de vigilancia y la organización sindical a nivel provincial organizados en un Concejo de Participación Popular (CPP) que se ocupa de realizar un monitoreo permanente de las actividades del municipio en los diferentes niveles lo que permitió fortalecer el desarrollo.

## Aspectos Innovadores

- Aplicación del enfoque histórico cultural lógico.
- Aplicación de la investigación participativa revalorizadora.
- Método de grupos de discusión.
- Talleres comunitarios de validación de los resultados de investigación.

## Ventajas competitivas

El uso del conocimiento ofertado permitirá a las instituciones lo siguiente:

- Conocer y mejorar la gestión municipal y control social.
- Mejorar participación de los actores locales en el proceso de la planificación participativa comunitaria.
- Promover una mayor participación de hombres y mujeres en la toma de decisiones desde las comunidades.
- Mayor participación en la construcción de las leyes municipales.
- Mayor conocimiento sobre gestión municipal y gobernabilidad.

## Tipo de asociación que busca

Se busca trabajar con Organizaciones sociales INDIGENA ORIGINARIO CAMPESINO, Comité de Vigilancia, Confederación de Mujeres Bartolina Sisa, Estudiantes de Pre y Posgrado, para realizar la incidencia en políticas públicas a partir de la experiencia.



**Proyecto:** Gobernabilidad, Gobernanca y Control Social en el Desarrollo Municipal desde la Concepción, las Experiencias y la Perspectiva de los Actores Sociales.  
**Los casos de los municipios de Toco, Tapacari y Sipe Sipe del departamento de Cochabamba**  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-DC0004



## Una experiencia negativa en la gestión del territorio y de las tierras comunitarias, en la región andina de Cochabamba



**INVESTIGADOR:** Nelson Tapia Ponce

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigación Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Investigación Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO) ha generado información pertinente respecto a la transformación en la gestión socio-territorial en comunidades originarias de la provincia Tapacarí donde todavía la gestión de la tierra se hace de manera colectiva. Este conocimiento generado aporta con una reflexión crítica sobre las consecuencias negativas que significa el hecho que las comunidades andinas fraccionen su territorio colectivo hacia la propiedad individual. Dada la coyuntura socio política y climática actual, desde ningún punto de vista se considera pertinente el fraccionamiento de las tierras comunitarias independientemente al contexto agroecológico donde se ubican.

### ABSTRACT

The UMSS through the University Cochabamba Agroecology Research Center (AGRUCO) has generated pertinent information regarding the transformation in socio-territorial management in original communities of the Tapacarí province where land management is still done collectively. This generated knowledge contributes with a critical reflection on the negative consequences that the fact that Andean communities divide their collective territory towards individual property. Given the current socio-political and climatic situation, from no point of view is the division of community lands considered pertinent regardless of the agroecological context where they are located.

## Descripción y características fundamentales

Por medio de la investigación participativa revalorizadora y técnicas de investigación cualitativas se ha generado conocimientos de manera participativa que apuntan a reflexionar sobre los procesos de transformación en la gestión de la tierra, del territorio y la producción agrícola, sufridos en los últimos 15 años en la provincia Tapacarí. Es de conocimiento que en la actualidad el control y la organización del territorio son responsabilidad de cada una de las comunidades originarias de Bolivia y visto desde cualquier punto de vista y considerando aspectos ecológicos, sociales, culturales y políticos el hecho de cambiar de una modalidad de acceso colectivo a uno familiar trae sus consecuencias negativas.

Una de las consecuencias o efectos negativos que trae consigo este proceso de cambio o transformación que sumados al cambio climático, se refleja y observa en la incidencia de plagas y enfermedades poco conocidas que están afectando significativamente en la producción de cultivos tradicionales de la región andina, por otra parte la presión sobre la tierra ha eliminado los ciclos largos de la rotación colectiva (10 años) reflejados ahora en el uso intensivo y degradación de los suelos agrícolas.

Por otra parte, la organización social originaria tiende a ser transformada y subsumida por la organización sindical, situación que pone en serias desventajas de tipo organizativo y político a las organizaciones sociales matrices ancestrales que se ven reducidas en el poder de decisión para la gestión sustentable del territorio y de sus recursos naturales y productivos.

## Aspectos Innovadores

Los conocimientos generados para el proceso de transformación socioterritorial han sido posibles gracias a la aplicación de la metodología de la investigación participativa revalorizadora que permite a investigadores y actores locales involucrados construir de manera participativa conocimientos nuevos que permitan reflexionar sobre la gestión sustentable del territorio dada la coyuntura política actual que apunta a fortalecer la autonomías territoriales y municipales indígenas. Los conocimientos generados mediante una metodología novedosa y particular permitirán a las comunidades campesina indígenas que viven en territorios de uso colectivo (ayllus, TCOs) que lo comunitario se impone sobre la propiedad familiar o individual y que en todo caso se debe buscar puntos de equilibrio en la gestión de territorio considerando aspectos sociales, ecológicos, culturales y políticos.

## Ventajas competitivas

Las ventajas radican en que al conocer los efectos e impactos negativos que conllevo la delimitación y división de la ayñoqas en parcelas individuales, las organizaciones sociales de Bolivia van a utilizar los conocimientos generados de manera reflexiva para no caer en el error de promover procesos de división o fragmentación de territorios colectivos, ya que en algunos casos podría conducir a consecuencias nefastas e irreversibles que van a apuntar hacia la gestión insostenible de los recursos naturales y productivos como el suelo, la flora, fauna, agrobiodiversidad, saberes, etc.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento es de interés para productores campesinos e indígenas de Bolivia que viven en ayllus y manejan el territorio, la tierra y los recursos productivos y naturales de manera colectiva, tales como la Confederación Nacional de Ayllus y Marcas del Qollasuyo (CONAMAQ), Confederación de Mujeres Bartolina Sisa, Confederación Sindical Única de Trabajadores Campesinos de Bolivia, INIAF; con los cuales se puede organizar talleres por parte de AGRUCO-UMSS para socializar los conocimientos generados en torno a la gestión territorial y reflexionar sobre las desventajas del fraccionamiento de los territorios comunitarios.



**Proyecto:** Procesos de transformación en la gestión de la tierra y territorio, y en la producción agropecuaria, el caso del ayllu Majasaya Mujlli (Prov. Tapacarí)

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Instituto de Estudios Sociales y Económicos (IESE)





## Identidades tenues: eludiendo la discriminación y el racismo



**INVESTIGADOR:** Carla Ascarrunz Mendivil

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones en Ciencias Sociales

**CENTRO/LABORATORIO:** --

### RESUMEN

El Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Sociales, ofrece un documentado análisis de la problemática discriminación-racismo “a la boliviana”, evidenciando sus diversas facetas y particularidades. Considera las diferentes expresiones de discriminación, formas de agresión e identificación externa que contienen carga discriminatoria o racista.

Cuenta con un perfil del joven, en aspectos socio-demográficos y culturales que constituyen el contexto en que se desenvuelve su cotidianidad. La información es una base para proyectos ligados a la juventud y política pública.

### ABSTRACT

The Research Institute of the Faculty of Social Sciences offers a documented analysis of the problematic discrimination-racism to the bolivians, highlighting its various facets and particularities. It considers the different expressions of discrimination, forms of aggression and external identification that contain a discriminatory or racist charge. It has a profile of the young person, in socio-demographic and cultural aspects that constitute the context in which their daily life unfolds. The information is a basis for projects related to youth and public policy.

## Descripción y características fundamentales

El racismo acentúa la discriminación de manera arbitraria por determinadas diferencias entre personas y grupos; es decir, genera un tratamiento desfavorable por razones de origen étnico, color de piel y otras diferencias somáticas y culturales. La existencia de tensiones raciales-étnicas impide que haya una sociedad abierta y libre, dañando tanto a sus víctimas como a quienes discriminan, cuando no a toda la comunidad

La visión que tienen los jóvenes con relación a “otros” distintos a ellos, sea de sus círculos sociales más próximos y más distantes, pueden ser denotadas a partir de “calificaciones” que utilizan en su cotidiano vivir, cuando se refieren a personas sea de una manera “amable” o beligerante. La imitación y reiteración de su uso es lo que le otorga “validez” y da por sobreentendido su significado, el que además cambia en su sentido de acuerdo a las circunstancias y usos que se quiera hacer de los mismos

El racismo “a la boliviana”, inferido a partir de nuestra investigación, hace que las personas asuman la discriminación o racismo como algo “normal”, establecido “naturalmente”, que no se cuestiona y constituye la “verdadera realidad”. Esta situación ha sido construida social e históricamente, por lo mismo se presenta como dada y no problemática para los jóvenes, marcando definitivamente los ámbitos sociales de la vida privada y pública.

## Aspectos Innovadores

- Dar cuenta del joven urbano, sus características socio demográficas, espacios de recreación, actividades, conflictos y problemas de discriminación y racismo.
- Conocer la construcción que hace el joven de sí mismo y la visión que tiene del otro.
- Estar al tanto sobre la discriminación racial y otras de la que es objeto el joven en sus espacios y actividades cotidianas.
- La información puede ser desagregada por comuna de residencia (seis comunas en Cercado) y los jóvenes del área metropolitana que por sus actividades convergen en Cercado.

## Ventajas competitivas

Responde a la urgente necesidad de investigación planteada en la Ley contra el Racismo y Toda Forma de Discriminación (Ley N° 045), ofreciendo información actualizada y sistematizada sobre una realidad que insulta la dignidad humana aún en este nuevo milenio.

Es una línea base para la generación de acciones educativas, políticas sociales, y otras actividades orientadas a erradicar o revertir la discriminación y el racismo imperante en nuestro medio.

## Tipo de asociación que busca

En términos de aplicación, la información generada es del interés de los Ministerios de Culturas, Educación y Comunicación, de forma directa, de instancias de gobierno e instituciones que trabajan con esta problemática, (Gobernación, Municipio, ONGs instituciones educativas y otras) nos encontramos en condición de ofrecer el desarrollo de investigaciones que profundicen y aborden otros aspectos de esta problemática, así como asesoramiento para el desarrollo de proyectos educativos y otros.



**Ilustración DC5:** Ilustraciones con reacciones, comentarios, mensaje, calificaciones que aluden y discriminan





## Tecnología prehispánica en Incallajta y Pocona



**INVESTIGADOR:** Maria de los Angeles Muñoz Collazos

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Instituto de Investigaciones Antropológicas Museo Arqueológico (INIAM)

### RESUMEN

El Instituto de Investigaciones Antropológicas y Museo Arqueológico (INIAM) oferta datos base únicos de Incallajta y Pocona sobre el desarrollo tecnológico y de conocimientos alcanzado por los incas, esta información permite la comparación, experimentación así como la autogestión hacia un turismo comunitario. La amplitud de esta área, nos insta a buscar colaboración en conservación, capacitación, tecnología para analizar materiales y en nuevas investigaciones que profundicen y amplíen estos conocimientos para ser transferidos a los pobladores locales e instancias diversas.

### ABSTRACT

The Institute of Anthropological Research and Archaeological Museum (INIAM) offers unique base data from Incallajta and Pocona on the technological development and knowledge achieved by the Incas, this information allows comparison, experimentation as well as self-management towards community tourism. The amplitude of this area urges us to seek collaboration in conservation, training, technology to analyze materials and in new research that deepens and broadens this knowledge to be transferred to local people and various instances.

## Descripción y características fundamentales

Los resultados del proyecto Incallajta -pionero en prospecciones y excavaciones sistemáticas en la zona de Pocona-, permiten: reportar por primera vez más de 200 sitios arqueológicos de varios periodos; sus patrones de asentamiento; caminos prehispánicos demostrativos del interés por la coca y un camino doble que resalta importancia del Monumento.

Las excavaciones en Incallajta, develan: las diversas funciones que cumplió este monumento, antes solo tomado por "fortaleza" y frontera; la kallanka (78mx26m), la ingeniería del sistema de techado del edificio, con columnas consolidadas por anillos de arcilla quemada, algo no reportado previamente en tecnología inca; el Ushnu, ser una estructura de media cruz andina (chacana), comparable con estructuras sagradas y ceremoniales similares a lo largo del área andina.

En Incarracay los silos rectangulares develan la tecnología de almacenamiento en un sistema de ventilación o enfriamiento de productos almacenados (tubérculos sugieren los análisis geoquímicos) y, Molle Pujru, enterramientos en cistas en plataformas piramidales, desconocidos hasta hoy en los Andes. La utilización por primera vez en un proyecto boliviano, de diversas técnicas arqueométricas y tecnología de punta no invasiva en un trabajo interdisciplinario, permiten obtener: los fechados de la ocupación inca, el más antiguo para Incallajta, 680±60 B.P.; la determinación mineralógica de la cerámica por Difracción y Fluorescencia de Rayos X. La Emisión de Rayos X inducida por partículas (PIXE), Espectroscopia de Retrodispersión de Rutherford (RBS), Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) y Espectroscopia de Energía Dispersiva (EDX), aplicados a metales y piedras procedentes de Incallajta, ofrecen los resultados más sorprendentes: el uso y técnica de trabajo de bronce y plata, la utilización de turquesa y lo más relevante e inédito: la utilización de la técnica de soldadura por reducción de sales de cobre, no reportada antes en metalurgia precolombina.

## Aspectos Innovadores

Pionero en realizar investigaciones sistemáticas en Pocona y develar el grado de conocimiento y desarrollo tecnológico prehispánico, utilizando tecnología de punta, con primicias sobre aspectos desconocidos en el área andina y únicos, en el caso del uso de la soldadura por reducción de sales de cobre, de utilización de turquesa y de cistas en plataformas piramidales.

Línea base para estudios comparativos, en arquitectura e ingeniería inca: sistemas de techado y de ventilación y cerámica.

Pionero en Bolivia, con un modelo de trabajo de gestión mancomunada con los actores locales y con el Municipio. La metodología investigación-acción, ha permitido detectar la demanda permanente de capacitación por parte de los pobladores y la preocupación de comunarios y autoridades, por la conservación costosa de sus monumentos arqueológicos.

## Ventajas competitivas

- Conocimientos sistematizados sobre los diversos procesos tecnológicos prehispánicos.
- Línea base de sitios arqueológicos relevados de diversos periodos para

la zona.

- Re-valorización del patrimonio y de saberes ancestrales
- Autogestión de sitios arqueológicos, de un turismo patrimonial comunitario e identitario, ante un municipio con altos índices de pobreza, pero con incalculable riqueza arqueológica y patrimonial.
- Conocimiento en el trabajo de metales que pueden ser incorporados por artesanos.

## Tipo de asociación que busca

Los datos ofertados son útiles para la conservación del Patrimonio Arqueológico y es de interés para Instituciones académicas o empresas que oferten análisis de materiales con alta tecnología. Así también para organizaciones que capaciten en temas de turismo comunitario.



Ilustración DC6: Incallajta | María de los Angeles Muñoz Collazos



**Proyecto:** Representaciones del poder político y administrativo inca en el Collasuyo, a través de un sitio monumental: Incallajta  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-DC0007



# Análisis de la situación de infancia, niñez, adolescencia y mujer con enfoque de equidad en los pueblos indígenas del Trópico de Cochabamba



**INVESTIGADOR:** María del Carmen Ledo García

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG)

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG), presenta datos del análisis de la Situación de la Infancia, Niñez y Adolescencia (SITAN) en los pueblos indígenas del Trópico de Cochabamba, con la finalidad de desentrañar los logros en desarrollo humano, educación, salud, supervivencia, protección social, empleo, riesgos, desastres, restitución de derechos y pobreza infantil. Se considera que este conocimiento, se constituiría en insumo para la implementación de políticas públicas que coadyuven en la mejora de las condiciones materiales de vida y de trabajo de los pobladores de estos territorios.

## ABSTRACT

The UMSS through the Center for Planning and Management (CEPLAG), presents data on the analysis of the Situation of Infant, Children and Adolescents (SITAN) in the indigenous peoples of the Tropic of Cochabamba, in order to present the achievements in human development, education, health, survival, social protection, employment, risks, disasters, rights restitution and child poverty. It is considered that this knowledge would be an input for the implementation of public policies that contribute to the improvement of the material living and working conditions of the inhabitants of these territories.

## Descripción y características fundamentales

Los pueblos indígenas del Trópico de Cochabamba se encuentran rezagados hacia el año 2015, reflejan una distancia de 15 años de los valores nacionales en logros de desarrollo humano, se sitúan en niveles que Bolivia tenía a inicios de la década de los noventa. Para el desarrollo del proyecto de investigación, se han utilizado diversas estrategias metodológicas cuantitativas y cualitativas, se han construido indicadores con información secundaria y primaria, se cuenta con estudios etnográficos y talleres con múltiples actores. Se han detectado situaciones de vulnerabilidad en el trabajo infantil, se ha identificado la existencia de castigos físicos como principal herramienta de disciplina en la mayoría de las comunidades. En síntesis, existen en las comunidades múltiples carencias de condiciones dignas de trabajo, educación, salud y precarias condiciones de vida.

## Aspectos innovadores

Esta investigación ofrece como aspectos novedosos la aplicación de herramientas que evidencian el pluralismo metodológico como camino que posibilitó el trabajo con información de carácter cuanti y cualitativo en beneficio del análisis a profundidad, así como retrospectivo y prospectivo, con miras a generar recomendaciones de planes, programas y proyectos para el ejercicio efectivo de los derechos de niños, niñas, adolescentes y mujeres de pueblos indígenas. De igual manera, el desarrollo de este proceso investigativo, genera múltiples aportes en cuanto a estructuración de mecanismos de promoción de la incidencia en políticas públicas, la triangulación de información, la generación de insumos metodológicos de carácter participativo para recolección y análisis de información. Igualmente permite la estructuración y diseño de insumos investigativos que permite incentivar la indagación y estudio de fenómenos sociales que afectan el ejercicio efectivo y pleno de los derechos de los diversos grupos de población, desde la perspectiva del enfoque diferencial que considera género, generación y pertenencia étnica.

## Ventajas competitivas

Las ventajas competitivas que ofrece el desarrollo de estos proyectos de investigación, están asociadas con el incentivo de mejores condiciones de vida y cumplimiento de derechos de las poblaciones. Por otra parte, con la incorporación de enfoques poblacionales que deben ser transversales al desarrollo de planes, programas y proyectos de política pública.

## Tipo de asociación que busca

Se busca vinculos con ONGs, instituciones nacionales o internacionales, instituciones que trabajan temas de Derechos Humanos, entidades públicas y privadas que trabajan temas de infancia, niñez, adolescencia y género, como se: Alcaldías, Gobernaciones, Gobiernos Autónomos Municipales, niveles Nacionales y Sub nacionales del Estado. La actividad a realizar se enmarca en el trabajo desde el enfoque de Derechos Humanos y poblacional.



Ilustración DC7: Niños indígenas del trópico de Cochabamba | Carlos Totola



**Proyecto:** Situación de la Infancia, Niñez y Adolescencia (SITAN)  
**Financiador:** Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF)  
**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-DC0008



# Análisis de las dinámicas del desarrollo económico con perspectiva de género y su relación con la economía del cuidado: Cochabamba

**INVESTIGADOR:** María del Carmen Ledo García

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG)

## RESUMEN

La articulación de la temática del género y la desigualdad en la inserción laboral se constituyen en un doble desafío. Por un lado, debido a la histórica despersonalización del género en las estimaciones clásicas de la inserción laboral y por otro, debido a las connotaciones del uso del tiempo productivo y reproductivo. De este modo, se desea utilizar diversas herramientas metodológicas que permitan incluir la perspectiva de género en la cuantificación de la de la inserción de la población al mercado de trabajo, así como la indagación sobre el uso del tiempo en el ámbito de los hogares.

## ABSTRACT

The articulation of gender issues and inequality in labor insertion constitute a double challenge. On one hand, due to the historical depersonalization of gender in the classical estimates of labor insertion and on the other, due to the connotations of the use of Productive and Reproductive Time. In this way, it is desired to use various methodological tools that allow the gender perspective to be included in the quantification of the insertion of the population into the labor market, as well as the inquiry about the use of time in the field of households.



## Descripción y características fundamentales

La historia de Bolivia muestra la presencia de distintas fases o tipos del desarrollo económico, en la cual el capital humano y el capital social jugaron roles diferentes, sus resultados se expresan en la profunda heterogeneidad histórico – estructural, expresada en las brechas económicas, sociales, políticas, ambientales, espaciales y culturales existentes al interior del territorio nacional.

En Cochabamba el predominio terciario en el empleo y la debilidad del sector industrial determinan un ambiente en el que la autogeneración de puestos de trabajo y la solidez de los lazos familiares parecerían ser las dimensiones más notables. La situación del empleo se caracteriza por la alta precariedad e informalidad laboral que implica todo tipo de desigualdades y vulnerabilidades que afecta a la población de distintas maneras. Sin embargo, el análisis de la situación laboral esconde distintas dimensiones de desigualdad que afectan y ponen en desventaja a grupos específicos de la población, que muchas veces pasan desapercibidos. Una de estas dimensiones consiste en la naturalización de ciertos roles por parte de la sociedad y a la invisibilización de ciertos trabajos no remunerados por parte del Estado o mercado de trabajo. Las tareas del cuidado suponen una gran barrera para la inserción al mercado de trabajo cuando estas no son distribuidas adecuadamente.

La creciente inserción de la mujer en el mercado de trabajo revela la necesidad de implementar acciones tendientes a buscar mecanismos en materia de políticas destinadas a mejorar su inserción laboral, debido a que tienen dificultades para acceder a un empleo remunerado y en períodos de crisis ellas son las primeras en quedarse sin empleo, y en los períodos de recuperación del ciclo económico son las últimas en acceder al trabajo.

## Aspectos innovadores

Se tiene previsto realizar diversos procesamientos de datos, en miras a la visualización de la diferenciación de género en la estimación de la inserción laboral, por ello se debe construir indicadores con perspectiva de género que permitan aproximarnos a una temática de tan grande envergadura. Se tiene previsto utilizar datos provenientes de censos nacionales de población y vivienda de 1976, 1992, 2001 y 2012. También, se levantará una encuesta que permita recoger información sobre las condiciones materiales de vida de los hogares, disponibilidad de los servicios básicos, características sociodemográficas y migratorias del hogar, medición de la inserción de la población al mercado de trabajo, indagando sobre su condición de actividad principal, categoría ocupacional, ocupación principal, rama de actividad, ingresos percibidos, jornada laboral, antigüedad laboral, entre otros. Se identificó la necesidad de indagar sobre el Uso de Tiempo productivo y reproductivo, con la finalidad de estudiar

la participación y la percepción sobre corresponsabilidad en el cuidado, ya que se ha demostrado que efectivamente una gran magnitud de mujeres se halla en alto riesgo y vulnerabilidad, particularmente las mujeres que viven en las zonas urbano marginales.

## Ventajas competitivas

Generación de conocimiento multidimensional y de carácter colectivo que visibilice las condiciones actuales de la fuerza de trabajo y de la inserción laboral de las mujeres, como también la generación de conocimiento sobre el cuidado en el ámbito de los hogares, desentrañando las desigualdades económicas, sociales, culturales, políticas e institucionales en las que se encuentra este grupo de población. Como parte de esta tarea, el análisis sobre las dinámicas, discursos y prácticas sobre el tiempo productivo y reproductivo, se convierten en correlatos de la acción de develar las inequidades y los nudos críticos de la desigualdad en el contexto boliviano en general y cochabambino en particular, para a través de los resultados incidir en la política pública para la toma de conciencia y la reducción de situaciones de vulnerabilidad en la mujeres.

## Tipo de asociación que busca

Se busca construir vínculos con entidades internacionales, ONGs, organismos nacionales, como: Ministerio de Trabajo, Empleo y Previsión Social, Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba, Dirección de Igualdad de Oportunidades, entre otros.

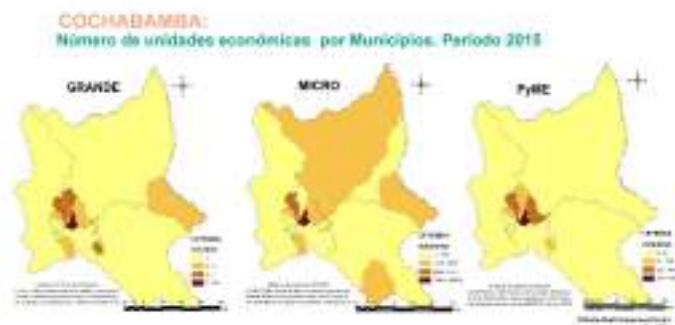


Ilustración DC8: Gráfico de unidades económicas | Raúl Huaynoca



**Proyecto:** Diseño de lineamientos para incorporar y transversalizar categorías de género y economía de los cuidados en la estrategia de desarrollo económico del departamento de Cochabamba.

**Financiador:** Instituto de Formación Femenina Integral (IFFI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba



Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-DC0009



# Impactos de la inseguridad ciudadana en el municipio de Cochabamba



Cámara 06

**INVESTIGADOR:** Patricia Villarroel Castro

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Ciencias del Hábitat

**CENTRO/LABORATORIO:** --

## RESUMEN

La UMSS a través del Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Ciencias del Hábitat, ha generado conocimiento que caracteriza y compara vivencias de inseguridad ciudadana, percepciones e imaginarios de miedo y estrategias ciudadanas de habitantes de barrios del municipio de Cochabamba, y su impacto social en el territorio.

Revela limitaciones del ejercicio de ciudadanía plena por parte de sectores sociales, populares particularmente, y la demanda de un Estado de Derecho que garantice políticas sociales inclusivas y políticas de seguridad ciudadana más acertadas.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Habitat Architecture and Science Research Institute, has generated knowledge that compares and compares experiences of citizen insecurity, perceptions and imaginary fears and citizen strategies of residents of neighborhoods of the municipality of Cochabamba, and their social impact on the territory

Reveal limitations of the exercise of full citizenship by social sectors, specifically popular, and the demand for a rule of law that guarantees inclusive social policies and more accurate citizen security policies.

## Descripción y características fundamentales

Este conocimiento aporta con una mirada multidisciplinaria articulando desde la reflexión teórica, y el enfoque metodológico, perspectivas desde la sociología, la psicología social y lo urbano-territorial en un análisis, fundamentalmente cualitativo, de la problemática de la inseguridad ciudadana y la violencia desde el sentir y el actuar de la ciudadanía.

Fue posible aproximarse a entender y contrastar -a partir de sus particularidades no sólo de ubicación, sino más bien de características socio-espaciales diferenciadas- cómo se vivencia la inseguridad y la violencia en estos barrios, aunque violencias domésticas e intergeneracionales son invisibilizadas en general, y cómo y desde que lógicas se construyen las estrategias de seguridad, desplegándose discursos y actitudes con efectos en la construcción del territorio urbano, particularmente en su tejido social.

La lectura del territorio, a partir de la seguridad ciudadana, permite mirar la cotidianeidad de hechos de violencia e inseguridad mostrando esencialmente que ésta no sólo está signada por la violencia delincuencial, sino que, las relaciones sociales han incorporado la violencia como una forma de relacionamiento por un lado, y como parte de su cotidianeidad, por otro.

Estudio que posibilita conocer -y sugiere desarrollar mayor conocimiento- las prácticas sociales de los ciudadanos respecto a la problemática de la Seguridad Ciudadana y su impacto en la construcción del territorio, observándose que estas prácticas tienen un carácter dual porque, por una parte, tienden a promover la organización vecinal y en consecuencia a desarrollar lazos que fortalezcan el tejido social, pero por otra parte y de manera simultánea, fragmentan el territorio y el tejido social respecto a otros diferentes, incidiendo en patrones de segregación en el territorio urbano que incorporan la variable de la "seguridad".

## Aspectos innovadores

Se destaca esencialmente el abordaje metodológico cualitativo, de estudios de caso y de carácter comparativo entre barrios, que permite contrastar situaciones distintas de vivencia de la inseguridad y de prácticas sociales diferenciadas desde lógicas ciudadanas, también diferenciadas, de acuerdo a su inserción socioeconómica en el contexto urbano.

De acuerdo a diferenciales de poder y recursos, en cada caso, se construyen estrategias de acceso a seguridad donde, por un lado, los ciudadanos se organizan sobre todo para demandar atención de instancias públicas y, por otro, fundamentalmente sus estrategias se basan en recursos privados de seguridad.

## Ventajas competitivas

Se espera contribuya a las organizaciones sociales para fortalecerlas tanto internamente como en sus demandas frente al Estado; y a las instancias públicas como insumos que alimenten las reflexiones para la formulación de políticas sociales, de seguridad ciudadana y políticas urbanas que respondan a las problemáticas descritas.

De manera general, sin embargo, busca contribuir a la reflexión colectiva sobre las características de las relaciones sociales que cotidianamente se dan en este

contexto urbano, construyendo territorialidades, y sobre el Estado de Derecho que debe garantizar el ejercicio pleno de derechos ciudadanos.

## Tipo de asociación que busca

Este conocimiento generado, debe ser apropiado por las organizaciones barriales, otras organizaciones sociales territoriales, OTBs y/o Juntas vecinales, organizaciones Distritales y los pobladores en general, para que esta información alimente sus conocimientos y reflexión para el relacionamiento y organización de sus demandas frente a instancias públicas.

Es también importante la sensibilización de instancias públicas, como insumos de reflexión, para mejorar o en su caso reorientar políticas públicas. Así como también, su participación puede ser importante para socializar -en los barrios- y debatir sobre esta información

En resumen, de manera específica se orienta a contribuir a OTBs y/o Juntas vecinales, organizaciones Distritales, e Instituciones Públicas relacionadas con políticas sociales y de seguridad ciudadana



Ilustración DC9: Planificación de seguridad | Jannette Villarroel



**Proyecto:** Impactos de la inseguridad ciudadana en el municipio de Cercado: Estudios de caso.

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Instituto de Investigaciones de Humanidades y Ciencias de la Educación (IIHCE)
- Programa integral de Rehabilitación Áreas Históricas Cochabamba (PRAHC)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Consejo de Seguridad Ciudadana de los 14 distritos de Cercado, Cochabamba

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-DC0010



## Las migraciones internas, internacionales y transnacionales en la diversidad de las ciudades de Bolivia

**INVESTIGADOR:** María del Carmen Ledo García

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG)

### RESUMEN

La UMSS, a través del Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG), ofrece conocimiento referente a los cambios de los movimientos migratorios de los últimos 20 años, debido a que la migración interna, internacional y transnacional, se ha vuelto una estrategia de vida para muchas familias. Tradicionalmente la migración se orientó hacia Argentina y Estados Unidos. Luego de varios cambios en la década del 2000 al 2009, se observa una nueva direccionalidad emigratoria femenina hacia España e Italia. A partir de este conocimiento, es posible recopilar información sobre la salida de bolivianos a Chile y la gran llegada de venezolanos en los últimos años.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center of Planning and Management, offers knowledge regarding the changes of the migratory movements of the last 20 years, due to internal, international and transnational migration has become a life strategy for many household. Traditionally, migration was directed towards Argentina and the United States. After several changes starting of 2000s, show a clear female emigration in direction of Spain and Italy. From this knowledge, it is possible to gather information about the departure of bolivians to Chile, and the the arrival of Venezuelans in the last years.

## Descripción y características fundamentales

Las modificaciones en los orígenes y destinos migratorios son dinámicos, a inicios del siglo XXI España se convirtió en el principal destino de la migración procedente de las bolivianas, se pudo demostrar que el flujo de migrantes a España tuvo una vinculación previa con algún pariente residente en dicho país. De ahí que el efecto “llamada a las hermanas” cobra relevancia en la feminización de la migración. La posibilidad de inserción laboral en la economía del cuidado fue el factor que coadyuvó en la direccionalidad del flujo migratorio. Sin embargo, a partir del año 2008, las consecuencias de la crisis socioeconómica mundial afectaron a los contextos de emigración, como Europa. La pérdida de bienestar de las familias migrantes junto al endurecimiento de las políticas y control migratorio, generaron cambios en los proyectos y trayectorias de la población migrante latinoamericana que incluyeron el retorno selectivo y escalonado de sus miembros y/o el desplazamiento hacia otros países europeos (Pedone, Echeverri y Gil Araujo, 2014). A partir del año 2015 se produce un punto de inflexión, se reinstala las políticas de restricciones a la libre movilidad humana, cambios punitivos en las leyes y normativas migratorias. En este sentido, las políticas migratorias dan un viraje mediante decretos presidenciales que restringen el acceso a derechos sociales y políticos por parte de la población migrante y facilitan las condiciones para la expulsión de extranjeros/as. Esto se acompaña de campañas mediáticas y discursos que refuerzan la asociación entre migraciones y delitos (Pedone, Mallimaci, 2019). En efecto, las dinámicas migratorias están redefiniendo nuevas geografías de movilidad que responden a fenómenos globales, generan rutas cada vez más complejas. Los nuevos flujos no sólo proceden de desplazamientos intrarregionales de población el caso de los venezolanos en Bolivia y los bolivianos en Chile se deberían constituir en motivo de análisis.

## Aspectos innovadores

Se logró realizar dos encuestas de Derecho (Presentes y Ausentes) en las áreas urbanas de Cochabamba, La Paz y El Alto entre el 2009 y el año 2013. Existe concentración migratoria de los emigrantes alteños en dos destinos, Argentina y Brasil (75%) versus un 94% de los emigrados paceños y cochabambinos que se dirigen a Argentina, España, Brasil, Chile y Estados Unidos. Se demostró que las mujeres tuvieron que emigrar para conseguir el sustento familiar dejando encargadas a sus madres (abuelas) para el cuidado de sus hijos, este modelo de “welfare familista” está provocado una serie de complejos impactos. Las interacciones resultantes de la migración en origen/destino y la necesidad de entender las múltiples dimensiones producidas en los hogares en la búsqueda de la justicia global. Uno de los principales efectos fue la desestructuración familiar, ya que, en casos de migración femenina, la cadena del cuidado es ejercida por el núcleo materno. Existen múltiples arreglos de la maternidad/paternidad transnacional a distancia y en la solidaridad de las redes familiares.

## Ventajas competitivas

La ventaja de poder llevar adelante la transferencia de conocimiento es que, se tiene experiencia en el levantamiento de los datos y la elaboración de diagnósticos de los nuevos lugares de origen y destino de la migración, cabe mencionar la creciente importancia de la inmigración venezolana y la emigración de bolivianos a Chile, se debería recomendar que en los países las políticas de migración se inscriban en el contexto de las estrategias de desarrollo. El derecho al libre tránsito de las personas y del capital financiero, derechos económicos, sociales, políticos, - solidarios, de igualdad de oportunidades y trato laboral, identidad cultural, fortalecimiento institucional de las organizaciones de migrantes, entre otros posibles.

## Tipo de asociación que busca

El presente conocimiento llega a ser de gran interés para instituciones como: universidades, sector público y privado, asociaciones de migrantes y sociedad civil. El cual ayudaría a coadyuvar con el levantamiento de datos, que es de utilidad para generar políticas públicas.



Ilustración DC10: Vista de expansión urbana | Equipo de comunicación CEPLAG



### Proyectos:

- Procesos Migratorios Nacionales e Internacionales en la Ciudad de Cochabamba 2009-2012.
- Encuesta Nacional de Migraciones Internacionales y Remesas – 2013

### Financiadores:

- Consejo Interuniversitario de Universidades Francófonas del gobierno de Bélgica
- Comisión Universitario para el Desarrollo (CIUF/CUD)
- Institut d'études du développement - IED - Universidad Católica de Lovaina
- Institut des Sciences Humaines et Sociales - Université de Liège
- Fundación ESPERANZA, Comisión Andina de Juristas, Capítulo Boliviano de Derechos Humanos, Democracia y Desarrollo, Unión Europea

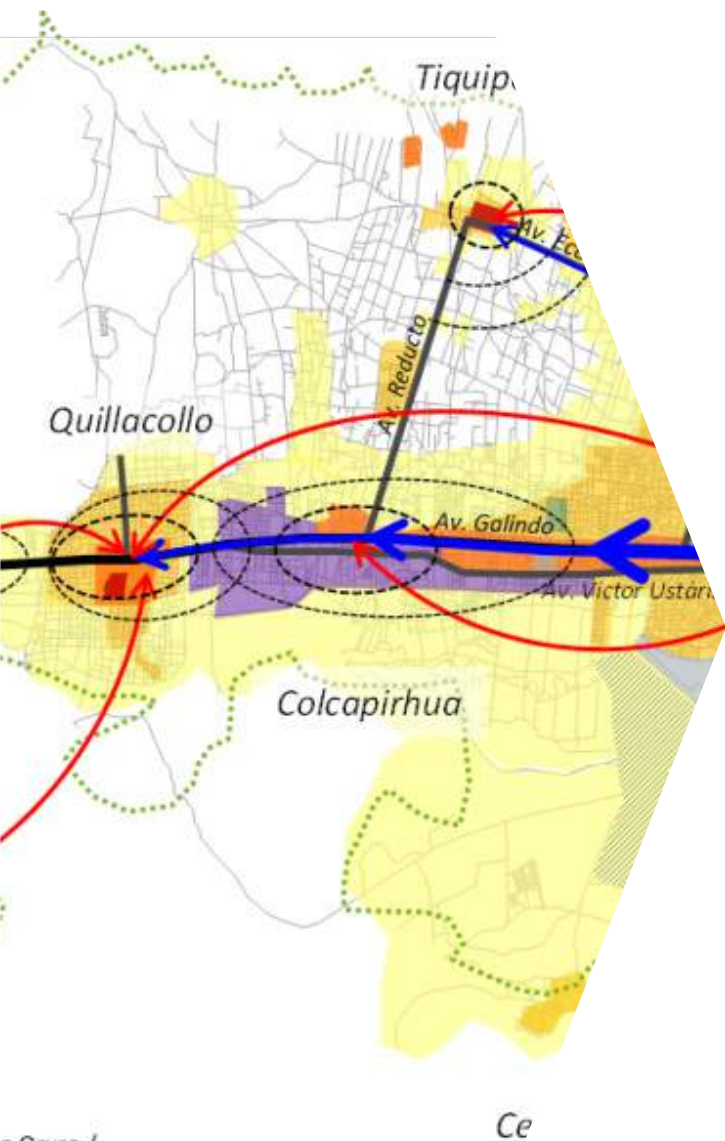
### Organizaciones asociadas al proyecto:

- Universidad Católica de Lovaina (UCL), Bélgica
- Universidad de Lieja, Bélgica

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-DC0011



# Movilidad Urbana en la ciudad de Cochabamba. Transporte y Género



**INVESTIGADOR:** María del Carmen Ledo García

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG)

## RESUMEN

Pensar la movilidad en ciudades con acelerada urbanización y modernización constituye un desafío formidable, se plantean estrategias de un sistema integrado entre diversas modalidades de transporte, se incluye la visión de género en el marco del objetivo de asegurar la solidez y sostenibilidad de los proyectos que la institución desarrolla; además, en el estudio realizado se buscó explorar los aspectos como patrones de viaje, características económicas y demográficas, barreras al usar el transporte, factores que contribuyen a un mayor uso del transporte público.

## ABSTRACT

Thinking about mobility in cities with accelerated urbanization and modernization is a formidable challenge, strategies of an integrated system between different transport modalities are proposed, the gender vision is included in the framework of the objective of ensuring the solidity and sustainability of the projects that the institution develops; In addition, the study sought to explore aspects such as travel patterns, economic and demographic characteristics, transportation use limitations, factors that contribute to greater use of public transport.

## Descripción y características fundamentales

Tomando en cuenta los aspectos mencionados, el enfoque de género se convirtió en piedra angular de los esfuerzos realizados, en cuanto a discursos y prácticas sobre transporte en los diversos contextos de su influencia. “En razón de esto, se incluye el análisis de la relación género-transporte en estudios e intervenciones territoriales tomando en consideración, por un lado, a las mujeres como usuarias de los sistemas de transporte y por el otro, la participación de las mujeres en el mercado laboral del sector infraestructura y operación del transporte” (Granada et al. 2016: 10). Desde esta perspectiva, se incluye la visión de género en el marco del objetivo de asegurar la solidez y sostenibilidad de los proyectos que la institución desarrolla, así como con el fin de potenciar elementos de fomento de la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres a partir de hacer visible su visión sobre el tema. La perspectiva de género para analizar el transporte público en ciudades latinoamericanas significa mucho más que tomar en cuenta a las mujeres y reconocer su existencia. Esta responsabilidad exige una forma distinta de observar los fenómenos sociales y pensar las demandas ciudadanas. En consecuencia, los objetivos de planificación urbana deben incluir las diferencias de género y la heterogeneidad de necesidades e intereses de las mujeres y los hombres.

## Aspectos innovadores

El abordaje de la temática del transporte en las ciudades latinoamericanas involucra diversos factores que tienen que ver con la calidad de vida, con los niveles de desarrollo y con la estructura social de nuestros países. La discusión sobre los tiempos de desplazamiento de un lugar a otro, los tiempos de espera, la seguridad, los costos, la infraestructura necesaria para asegurar la movilidad se vinculan con el ejercicio pleno de los derechos de la ciudadanía, con la segregación urbana y en general con las condiciones desiguales del desarrollo en la región. Se considera nuevo ya que en temas de movilidad urbana y transporte existen muy pocas investigaciones y estudios que permitan analizar la demanda de transporte y la necesidad de implementar un sistema de transporte articulado, seguro, eficiente, accesible y asequible que vayan acordes a las diferentes necesidades de cada grupo social de la población.

## Ventajas competitivas

La ventaja del análisis de la movilidad urbana y transporte radica en establecer e identificar los puntos más débiles en todo el sistema de transporte actual en la ciudad de Cochabamba y de qué manera se podría articular los sistemas de transporte públicos existentes con los transportes públicos recién implementados y además lograr la integralidad entre las peatonales, ciclovías y pasos a desnivel para peatones.

## Tipo de asociación que busca

Se busca vínculos con: ONGs, Gobiernos Autónomos Municipales, Gobernación, entidades internacionales, entidades públicas y privadas; que trabajen con la temática de transporte y movilidad urbana; para la realización de programas en la temática de movilidad urbana y transporte accesible, eficiente y seguro.



Ilustración DC11: Transporte en la ciudad de Cochabamba | Equipo de comunicación CEPLAG

ALG



### Proyectos:

- Encuesta de Origen y Destino Domiciliario, en el marco del Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable para el Área Metropolitana de Cochabamba.
- Grupos focales en Cochabamba. Transporte y Género

### Financiadores:

- ALG Transportation, Infrastructure & Logistics
- Banco Interamericano de Desarrollo

### Organizaciones asociadas al proyecto:

- Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba
- Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba
- Transconsult, México
- Transconsult, Colombia

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-DC0012



# Mercado inmobiliario habitacional y exclusión residencial en el área metropolitana de Cochabamba



**INVESTIGADOR:** Katrin Quillaguamán Leytón

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Estudios de Población (CEP)

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Estudios de Población (CEP), ofrece estadísticas sobre la oferta inmobiliaria según la evolución histórica y el tipo de inmueble, también sobre el déficit habitacional cuantitativo y cualitativo en el AMC. Los resultados son de utilidad para la regulación de precios de oferta por parte de Estado. La principal ventaja es que los datos se encuentran georreferenciados en una imagen satelital. Para su aplicación en la planificación urbana, se requiere el apoyo de las Alcaldías y del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo.

## ABSTRACT

The UMSS through the Population Studies Center (CEP), offers statistics on the real estate offer according to the historical evolution and the type of property, also on the quantitative and qualitative housing deficit in the AMC. The results are useful for the regulation of supply prices by the State. The main advantage is that the data is georeferenced in a satellite image. For its application in urban planning, the support of the City Halls and the Vice Ministry of Housing and Urban Planning is required.

## Descripción y características fundamentales

El CEP ofrece información sobre la dinámica del mercado inmobiliario habitacional, a partir de estimaciones estadísticas de la oferta entre 2001 y 2012. Se evalúa las variaciones de la oferta y de los precios en el período que corresponde a la crisis económica global iniciada en 2008. Presenta información primaria sobre su volumen, estructura, precio, superficie y distribución espacial. Asimismo, ofrece información sobre sub-mercados identificados a partir del precio por metro cuadrado de suelo, casas y departamentos.

Respecto al sector de la vivienda, se presentan resultados de déficit habitacional, precariedad laboral y acceso a la vivienda en el AMC. También se ofrece información estadística concerniente a los servicios básicos en el municipio de Cochabamba como referente de exclusión social y desde un enfoque de derechos y ciudadanía.

El CEP, además, propone un modelo de localización residencial metropolitana, que permite evaluar el rol de ciertos factores individuales o de hogar que inciden en la formación de la racionalidad de localización.

Asimismo, a partir de la información histórica sobre la planificación urbana y regional, se aborda las causas y consecuencias del crecimiento y expansión no planificada de las áreas urbanas, también se trata el contexto económico de la región, el conflicto socio-espacial y su influencia en la gestión territorial.

El CEP, adicionalmente, oferta bases de datos sobre la venta, alquiler y anticrético de casas, departamentos, habitaciones sueltas y lotes (2012). Brinda indicadores generados por el programa Redatam+SP, a partir de los datos censales. Ofrece una imagen satelital con límites municipales y distritales. El manejo de esta información requiere personal especializado.

La reproducción del estudio es recomendable para áreas urbanas. Este conocimiento es de acceso gratuito y está dirigido especialmente a instituciones del Estado y a organizaciones sociales vinculadas con el tema de vivienda y suelo.

## Aspectos innovadores

Si bien existe información sobre el comportamiento del mercado inmobiliario y otros que definen sub-mercados inmobiliarios mediante diferentes metodologías, en Bolivia y, particularmente, en el área metropolitana de Cochabamba no se cuenta con datos que muestren la evolución histórica de la oferta inmobiliaria, ni del precio de venta por metro cuadrado de suelo y por tipo de edificación con relación a características habitacionales y sociales por sector urbano (distritos o municipios).

Por otra parte, respecto a la estimación del déficit de vivienda cualitativo y cuantitativo, se elabora una metodología, sustentada teórica y empíricamente, que permite cuantificar hogares que requieren otra vivienda según la composición del hogar y, a la vez, señalar el requerimiento de mejoramiento en la vivienda o de ampliación. No se tiene referencia de una metodología similar en Bolivia desde 1992.

## Ventajas competitivas

Las ventajas competitivas de incorporar el conocimiento, por parte de una organización, son principalmente de utilidad social. Para la formulación de planes de vivienda, se requiere conocer la situación habitacional con la aplicación de censos recientes y proveniente de fuentes primarias (encuestas y entrevistas), así como conocer la estructura del mercado desde una perspectiva histórica y los conflictos socio-espaciales que limitan los intentos de planificación y gestión de uso del suelo y ocupación del territorio. En materia de política de vivienda se requerirá regular el mercado a fin de evitar la especulación inmobiliaria. La información que ofrece el CEP es básica para este cometido.

## Tipo de asociación que busca

Las organizaciones que podrían estar interesadas en incorporar este conocimiento son:

- Gestión Pública: El Ministerio de Vivienda, Gobernaciones y Alcaldías.
- Organizaciones Sociales: Inquilinos y Cooperativas de Vivienda.

Pero se considera que dicho conocimiento es de importancia principalmente para el Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba y la Agencia Estatal de Vivienda.

Dicha información debe ser solicitada mediante una carta dirigida al Director del CEP. La dotación de la información editada es gratuita. Sin embargo, la utilización de las bases de datos y mapas requiere personal especializado. Las organizaciones requerirían computadoras, pero los softwares pueden ser instalados gratuitamente. El personal puede ser capacitado en el CEP, con un costo de Bs. 400 por persona.



Ilustración DC12: Libros publicados | Equipo CEP



**Proyecto:** Mercado inmobiliario habitacional y exclusión residencial en el área metropolitana del departamento de Cochabamba.

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Ciencias del Hábitat (IIACH)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Maestría en Gestión Urbana, Universidad Piloto de Colombia
- Gobierno Autónomo Municipal de Sipe Sipe
- Gobierno Autónomo Municipal de Vinto
- Gobierno Autónomo Municipal de Tiquipaya
- Gobierno Autónomo Municipal de Colcapiruha



Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-DC0013



## Violencia e inseguridad ciudadana en procesos urbanos de la ciudad metropolitana de Cochabamba



Muñeco colgado en la ciudad de Cochabamba. Redner Céspedes

**INVESTIGADORA:** Alejandra Ramírez S.

**UNIDAD:** Vicerrectorado

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Estudios Superiores Universitarios (CESU)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Estudios Superiores Universitarios (CESU) junto con el Centro de Estudios de Población (CEP), el Instituto de Investigaciones de Humanidades y Ciencias de la Educación (IIHCE), el Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Ciencias del Hábitat (IIACH) y la participación de Acción Andina, consolidó un Observatorio de la violencia e inseguridad ciudadana en la Región Metropolitana de Cochabamba. Desde distintas disciplinas y entradas metodológicas, se construyeron bases de datos cuantitativos y cualitativos que muestran que las violencias y las inseguridades ciudadanas son elementos que empeoran la calidad de vida de la población que habita en la región, y que no están siendo solucionados por las políticas de seguridad por ser éstas de orden punitivo y represivo mirando la problemática de manera unidimensional.

### ABSTRACT

The UMSS through the CESU, together with the CEP, the IIHCE; the IIACH, and counting with the participation of "Acción Andina", consolidated and Observatory of Citizen Violence and Insecurity for the Cochabamba Metropolitan Region. From different disciplines and methodological entries, quantitative and qualitative databases were built, showing that violence and insecurity are elements that deteriorate the quality of life for the population that inhabits the region. These problems are not being solved through public policies due to its punitive and repressive character as well as the unidimensional way they use for seizing the issue.

## Descripción y características fundamentales

El conocimiento ofertado presenta los siguientes puntos:

Un abordaje teórico y conceptual multidisciplinario de una problemática compleja -que vincula violencia, inseguridad con el proceso de construcción región urbana metropolitana- aportando con distintas y laterales miradas. Involucra diferentes y variadas entradas de análisis teórico con sus respectivas consecuencias en lo que se refiere al abordaje metodológico de la problemática, e incluso, distintas definiciones conceptuales implicando un debate interno activo que ha enriquecido el análisis y las reflexiones.

Sobre el desarrollo de una metodología de trabajo de campo también multi-disciplinaria y mixta (cuantitativa y cualitativa) que ha impulsado la construcción de un conjunto de bases de datos, sirve para una mejor comprensión de la problemática y la consecuente propuesta de indicadores integrales para su tratamiento.

La utilización de metodologías transdisciplinarias, que permiten construir de manera conjunta con los ciudadanos y funcionarios públicos propuestas de comprensión y de alternativas de solución al problema a través de talleres, conversatorios, seminarios.

La conformación de un Observatorio Regional Metropolitano de la problemática, alimentado por la información recopilada y que permite sentar las bases para un trabajo dinámico de interacción con diferentes organizaciones civiles y entidades públicas trabajan sobre la temática. Así se fortalece el puente entre academia-ciudadanía-funcionarios públicos- y los medios de comunicación que sirva de referencia hacia el futuro para las definiciones de políticas públicas sobre el tema.

## Aspectos innovadores

Hasta ahora el abordaje tradicional de la problemática de violencia social e inseguridad ciudadana ha impulsado políticas públicas que tienden a la punición, represión y control. Según diferentes estudios a nivel internacional este tipo de política de seguridad genera un círculo vicioso que, a su vez, produce mayor violencia. Integrando miradas multi y trans-disciplinarias, esta oferta logra generar una comprensión multi-dimensional, que, al explicar la problemática desde sus distintos niveles (macro-meso-micro) y dimensiones (económicas, demográficas, sociales, institucionales, culturales, territoriales psicológicas y medioambientales), sienta las bases para proponer nuevas pautas de solución. Asimismo, priorizando la mezcla de diferentes técnicas de recopilación de datos, es decir introduciendo lecturas e intereses distintos en los instrumentos, se impulsa un diálogo de saberes tanto científicos como prácticos, lo que a su vez enriquece las propuestas.

## Ventajas competitivas

Dicho conocimiento dota de información y propuestas para que las políticas públicas encaminen sus decisiones acordes a las realidades que deben enfrentar,

sobre todo en campos como los de la violencia e inseguridad.

## Tipo de asociación que busca

Se busca construir vínculos con Organizaciones Territoriales de Base (OTB's), organizaciones públicas involucradas con la problemática, organizaciones educativas y otras entidades de investigación. La actividad concreta a ser realizada por éstas, es la de aportar al fortalecimiento del Observatorio de violencia e inseguridad en la Región Metropolitana de Cochabamba, para generar mayor información sobre la problemática, la cual a su vez, posibilita plantear nuevas propuestas para encarar la problemática.



**Ilustración DC13:** Un control a inhaladores en la zona de la Coronilla | Mauricio Rocabado



SUECIA

**Proyecto:** Violencia e inseguridad ciudadana en procesos urbanos. Estudio de caso en la ciudad metropolitana de Cochabamba – Bolivia, 2003 - 2013.

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Estudios de Población (CEP),
- Instituto de Investigaciones de Humanidades y Ciencias de la Educación (IIHCE)
- Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Ciencias del Hábitat (IIACH)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Acción Andina

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-DT0001



# Innovaciones tecno-constructivas para la vivienda de bajo costo

**INVESTIGADOR:** Huascar Gastón Bolívar Vallejo

**UNIDAD:** Instituto de Arquitectura y Ciencias del Hábitat

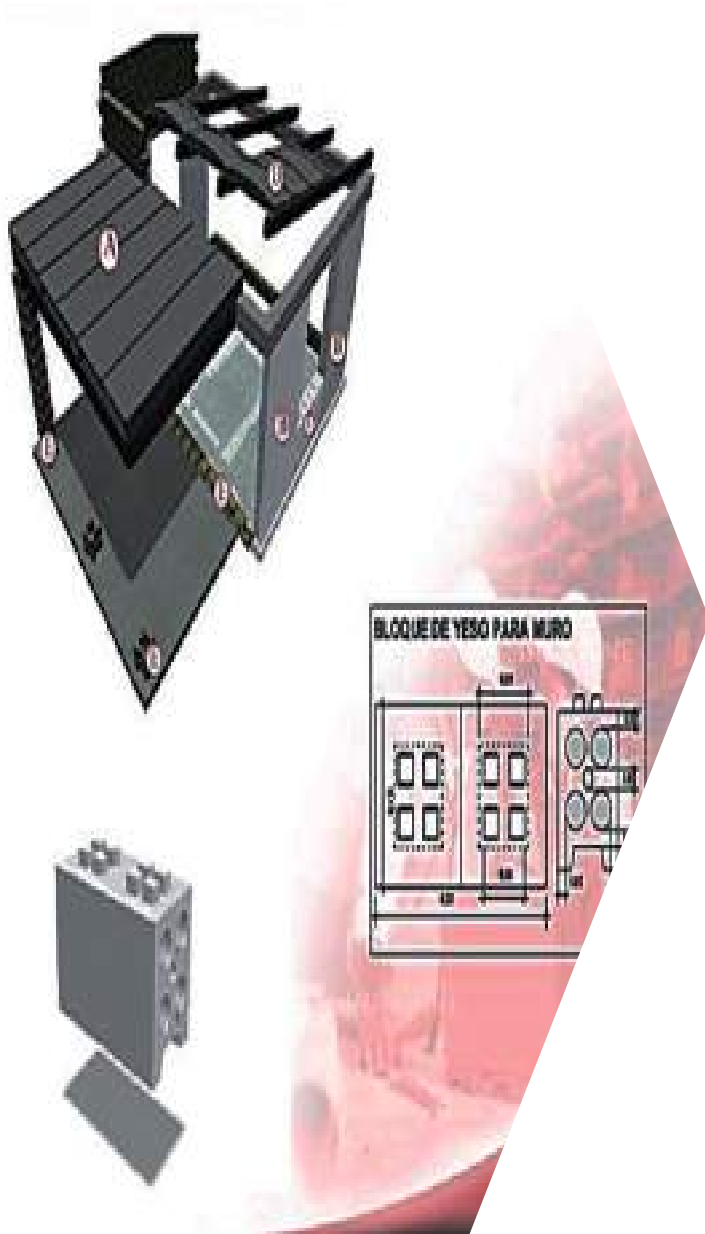
**CENTRO/LABORATORIO:** -

## RESUMEN

El producto ofertado se constituye en un sistema constructivo innovador, en base a los ítems muro y cubierta, dirigido a mejorar la calidad de habitabilidad de la vivienda de bajo costo. La línea sostenible tiene como objetivo la utilización de materiales locales, de bajo costo, de reducido consumo energético, reciclables y de uso popular, englobados en el concepto "tecnología apropiada". En este esquema el sistema constructivo busca dinamizar el mercado local de la cerámica, el yeso y el cemento; materiales básicos para el desarrollo de los prototipos constructivos.

## ABSTRACT

The product offered is an innovative construction system, based on the wall and roof items, aimed at improving the quality of habitability of low-cost housing. The sustainable line aims to use local materials, low cost, low energy consumption, recyclable and popular use, encompassed in the concept of "appropriate technology". In this scheme, the construction system seeks to energize the local market of ceramics, plaster and cement; basic materials for the development of construction prototypes.



## Descripción y características fundamentales

El proyecto propone el diseño de opciones tecnológicas innovadoras empleando materiales locales de reducido consumo energético, reciclables y de bajo costo, aplicados a la vivienda económica, con el objetivo de mejorar las condiciones de habitabilidad a través de la calidad constructiva. En este propósito los productos están diseñados y probados, en sus aspectos físico-mecánicos, para ser utilizados en una eco-región de valle, característica de la metrópoli Cochabambina.

En cuanto al material de cubierta de Yeso Emi-hidratado, el producto utiliza en su fabricación yeso de bajo porcentaje de humedad (entre el 5 y 7% de humedad en su fórmula, que permite la activación de reactivos de acuerdo al tiempo de fraguado requerido) de la fábrica Gypsum Bolivia, fábrica que ofrece un óptimo nivel de cocción del yeso y granulometría fina, permitiendo en las piezas fabricadas niveles adecuados de impermeabilidad según normativa.

El sistema constructivo propuesto permite un ensamble estructurado entre muros combinados de elementos cerámicos, diseñados en piezas pequeñas a ser trabadas con ligadura de mortero de cemento y piezas alargadas de ferrocemento, con la cubierta de yeso semi-hidratado formada por elementos modulares de 50 cm x 80 cm. Las proporciones modulares planteadas permiten el ensamble correcto de acuerdo a requerimientos espaciales. Asimismo, el montaje de las piezas conjuga la práctica tradicional de manera rápida y fácil, permitiendo una ejecución constructiva de rendimientos altos en lo que concierne al tiempo de construcción.

No obstante de concentrarse la propuesta en una eco-región de valle, uno de los apartados de la investigación contempla también la profundización del uso del bambú en nuevas opciones tecno-constructivas para una eco-región de trópico.

## Aspectos Innovadores

Un aspecto innovador importante es la posibilidad de hibridación estructural entre prototipos de muro y cubierta en base a materiales diversos articulados en una propuesta global. En ello, resulta novedosa la conjugación formal de nuevos elementos cerámicos en cuanto a trabas y posibilidades de anclaje, fáciles de operar desde la óptica de la construcción tradicional. Por otra parte, la utilización del Yeso semi-hidratado de alta calidad en cubiertas resulta altamente novedosa, no sólo por el material en sí aplicado en cubiertas, sino por la posibilidad de generar mayor confort térmico al interior de las viviendas, a tiempo de abaratar costos y tiempos de ejecución considerando las dimensiones laborables de piezas modulares de fácil colocación; lo que en conjunto alude a una tecnología apropiable.

## Grado de desarrollo de la tecnología

El sistema constructivo innovador se encuentra desarrollado listo para su demostración. Adicionalmente se ha generado un Software de Presupuesto y Construcción.

## Ventajas competitivas

Una ventaja considerable es la posibilidad de generar mayor valor agregado al material producido por las empresas de cerámica, yeso y cemento, al dirigir sus esfuerzos a la fabricación de piezas constructivas con miras a la apertura de un mercado masivo de viviendas, sobre todo en un medio en el cual tanto los déficits

cuantitativos como cuantitativos aún conservan niveles altos de insatisfacción. Por otra parte, el hecho de que estas empresas productoras formen parte de la dinámica de producción de "elementos constructivos", permite una reducción significativa de los costos de producción, constituyéndose este aspecto en punto importante para el posicionamiento de sus productos en el mercado.

## Tipo de asociación que busca

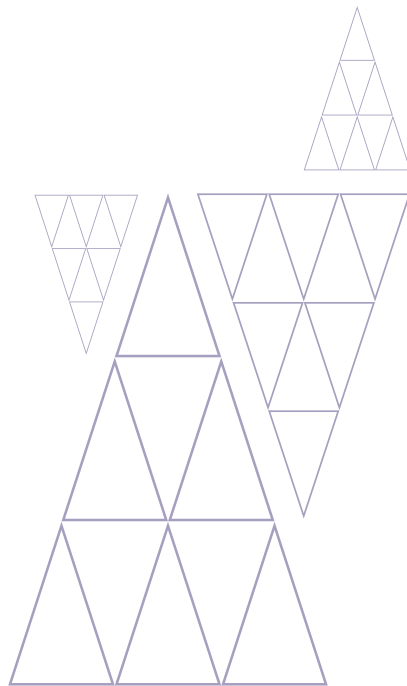
Se busca un acuerdo de fabricación con empresas dedicadas a la producción de material base para la construcción de prototipos: cemento, yeso y cerámica, por lo que el concurso de fábricas especializadas en cerámica resulta conveniente, tales como Ceramil; Fábrica de yeso Gypsum Bolivia, Fábrica de Cemento COBOCE, con los cuales se puede realizar la fabricación de elementos constructivos (piezas) en bloques pequeños para construcción de muros cerámicos, fabricación de elementos de cerramiento horizontal (cubierta) en formato de bloque y fabricación de elementos de cerramiento vertical (muro) y horizontal (cubierta) en piezas alargadas.



**Proyecto:** Innovaciones tecno-constructivas para la vivienda de bajo costo del Distrito 9 del Cercado de Cochabamba  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

# DESARROLLO INDUSTRIAL, PRODUCCIÓN, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN





Suecia  
Sverige

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-EC0001



## El plátano, garantía para la seguridad alimentaria de los pobladores de las zonas bajas de Bolivia



**INVESTIGADOR:** José Gino Aguirre Villarroel

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Fitotecnia

### RESUMEN

El plátano es uno de los cultivos de mayor aporte alimenticio para las familias de las zonas bajas del país. Con las variedades locales de plátano, recolectadas en los Yungas y en el Chapare, se ha establecido una colección viva en el Fundo Universitario del Valle del Sacta. La misma que con carácter demostrativo, servirá para realizar evaluaciones de comportamiento para su posterior establecimiento *in vitro*, con la finalidad de multiplicarlos masivamente.

Posteriormente, el fundo del Valle del Sacta podrá ofertar plántines de plátano de óptimas condiciones sanitarias a los productores.

### ABSTRACT

Banana is one of the crops with the highest nutritional contribution for families in the lowlands of the country. With the local varieties of banana, collected in the Yungas and in the Chapare, a living collection has been established in the Fundo Universitario del Valle del Sacta. The same, with a demonstrative character, will be used to carry out behavioral evaluations for their subsequent *in vitro* establishment, in order to multiply them massively. Later, the fundo Valle del Sacta will be able to offer banana seedlings with optimal sanitary conditions to the producers.

## Descripción y características fundamentales

La importancia del plátano en la seguridad alimentaria del poblador boliviano es muy relevante, sin embargo, su cultivo tiene una serie de factores que limitan una mayor expansión del mismo, entre ellas están las diferentes plagas y enfermedades, entre las que destacan el ataque de nematodos, la presencia del picudo y de la sigatoka. Al no existir empresa alguna que pueda proporcionar a los productores materiales vegetales libres de estas plagas, los sistemas tradicionales de multiplicación de plantas diseminan más bien las plagas y enfermedades al multiplicarse estos materiales en suelos infestados o transportando en la misma planta larvas y adultos del gorgojo, lo que en vez de significar una multiplicación sana, favorece a la diseminación de estos factores bióticos.

El Laboratorio de Biotecnología de la FCAyP busca optimizar los medios de cultivo que permitan ofertar a los productores, a través de las mancomunidades, materiales sanos y con su verdadero potencial productivo, es así que se ha establecido de inicio en el Valle del Sacta, una colección de las variedades locales de plátano más difundidas en los Yungas y en el Chapare para que sirvan en condiciones de laboratorio, de material de inicio para su multiplicación masiva.

## Aspectos Innovadores

El cultivo in vitro de especies vegetales permite la generación de plantas libres de patógenos, con la finalidad de no diseminar a zonas sanas estos problemas bióticos, de esta manera los productores plataneros tienen una respuesta clara a sus necesidades en cuanto a calidad de material de siembra, los mismos que les permitirán establecer huertos madre de plantas libres de patógenos.

## Ventajas competitivas

Las empresas plataneras, productores independientes o las mancomunidades actualmente no cuentan con proveedores de material sano de esta especie. A través del uso de estas técnicas, los productores, además de cuidar la calidad sanitaria de sus suelos, se beneficiarían de estos materiales sanos, abriendo la posibilidad de poder ser certificados por el INIAF, y de esta manera constituirse en semilleros garantizados.

## Tipo de asociación que busca

Con Mancomunidades, empresas semilleras, Productores plataneros, tales como la Mancomunidad del trópico en Cochabamba, BANABENI en el Norte de La Paz, y otros sectores plataneros del Beni, Pando y Santa Cruz, se pueden establecer convenios con la UMSS a través del Laboratorio de Biotecnología para:

- La micropropagación de plantas de plátano en laboratorio.
- El establecimiento de huertos madre y de viveros para el endurecimiento de las plantas provenientes de laboratorio.

- El entrenamiento del personal en el endurecimiento de plantas in vitro y en el sistema de desinfección de sustrato.

Estas actividades implican un coste, tanto de equipamiento como de personal, que le supondría a la organización incorporar el conocimiento.

El costo debe traducirse en relación al tamaño que se desea establecer el sistema. Un costo unitario en plántulas de plátano de 2 meses de edad, previamente aclimatado supone aproximadamente 3,5 Bs. éstas plantas servirán para establecer huertos madre.



Ilustración EC1: Huertos de plátano | *Diario Digital Financiero*



**Proyecto:** Recolección, caracterización morfológica y optimización de medios de cultivo para la propagación masiva de plátano AAB (*Musa paradisíaca*)

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

### Otras unidades de investigación:

- Escuela Técnica Superior de Agronomía.
- Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

### Organizaciones asociadas al proyecto:

- Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
- Cooperativa Central de Cooperativas Agropecuarias de Caranavi (CELCCAR)
- Empresa BANA BENI SRL.



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-EC0002



# Hacia una Producción Lechera con Bienestar Animal en Cochabamba



**INVESTIGADOR:** Johnny Villazón Quiroga

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Zootecnia y Producción Animal

## RESUMEN

La UMSS a través del Departamento de Zootecnia genera una línea base en indicadores de Bienestar Animal para su aplicación en unidades de producción, optimizando la calidad de la producción lechera, generando recomendaciones técnicas y normativas en Bienestar de bovinos, estableciendo ventajas competitivas en la calidad de la leche frente a la apertura de nuevos mercados. Se espera realizar investigaciones con apoyo de organismos internacionales para profundizar en la temática del Bienestar Animal.

## ABSTRACT

The UMSS through the Department of Zootechnics generates a baseline in Animal Welfare indicators for its application in production units, optimizing the quality of milk production, generating technical and regulatory recommendations on Bovine Welfare, establishing competitive advantages in the quality of milk facing the opening of new markets. It is expected to carry out research with the support of international organizations to deepen the theme of Animal Welfare.

## Descripción y características fundamentales

El Bienestar Animal (BA) en especies productivas está tomando creciente importancia y es una de las principales preocupaciones a nivel mundial. Los consumidores, sobre todo europeos, exigen que los productos lácteos sean sanos e inocuos y con garantías de que los animales de los que provienen hayan sido criados según normas internacionales sobre Bienestar Animal, en nuestro medio, aun no se aplican estándares de Bienestar Animal ni hay estudios previos que determinen el grado de Bienestar en el cual viven los animales, en base a estos antecedentes, el Departamento de Zootecnia realizó este trabajo sobre Bienestar Animal y su influencia en la producción lechera del Valle Central de Cochabamba. Se visitaron 39 granjas lecheras, se evaluaron los indicadores de Bienestar Animal en base a las cinco libertades (libres de hambre y sed, libres de dolor y enfermedad, de incomodidad, de expresar comportamiento normal y libres de miedo y estrés) se trabajó únicamente con vacas en producción, utilizando una metodología observacional y medible, incluida la producción. Todos los indicadores se agruparon en tres categorías “malo”, “regular” y “bueno”, que indican deficiente, regular y buen nivel de Bienestar Animal respectivamente y fueron ordenadas de acuerdo al porcentaje de granjas en cada categoría según el indicador, para de este modo generar las recomendaciones pertinentes. Para la relación Bienestar Animal y producción se realizó un criterio de calificación de donde se obtuvo un índice de Bienestar Animal por indicador y por granja, para correlacionar dicho índice con la producción. En conclusión, bajo la metodología que se desarrolló (evaluación y producción a nivel de granja), el nivel de Bienestar Animal de las unidades de producción no influyó de manera determinante en la misma, sin embargo es necesario realizar investigaciones de manera individual, las libertades más comprometidas son hambre y sed y la de incomodidad, las cuales necesitan mayor atención.

## Aspectos Innovadores

Genera una matriz de colecta de información novedosa sobre el Bienestar Animal en Bolivia, contribuyendo a la sensibilización social sobre el tema, particularmente en productores y consumidores de productos de origen animal, actualmente nuestro país carece de un sistema para evaluar los niveles de Bienestar Animal. Contribuye a la generación de la línea base en Bienestar Animal para los sistemas de producción lechera en Bolivia, básicamente es un esfuerzo en la sistematización de los parámetros de Bienestar Animal correspondientes con las libertades reconocidas internacionalmente aplicados a la producción lechera regional para empezar el desarrollo de ésta temática en nuestro país, con miras a acceder a nuevos mercados para nuestros productos ganaderos, más aun considerando que el Bienestar Animal es actualmente un criterio de exigencia para acceso a mercados importantes como el de la Comunidad Económica Europea o el de EEUU.

## Ventajas competitivas

La incorporación del Bienestar Animal en las lecherías del valle Central de Cochabamba reduciría significativamente los costos de tratamientos veterinarios relacionados con el manejo sin Bienestar Animal, con la implementación de instalaciones adecuadas para los animales se reducirían lesiones y cojeras ya que estos problemas están relacionados con el buen diseño de instalaciones, una provisión de agua y alimentación adecuada contribuiría a obtener un producto de alta calidad e inocuo para los consumidores, con miras a la exportación de productos ganaderos a partir del hecho de que el Bienestar Animal es un aspecto emergente en el comercio mundial.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento es de mucha utilidad para las Organizaciones de productores de Leche (APL), Asociación de Criadores de Holando Boliviano (ACROBOL) así como también organizaciones de consumidores, Instituciones de protección de los animales, Servicio Nacional de Agricultura y Ganadería (SENASAG), los cuales pueden solicitar mayor información sobre la temática, así como también canalizar recursos para profundizar el conocimiento sobre Bienestar Animal, lo cual implica un coste, tanto de equipamiento como de personal, que le supondrá a la organización incorporar el conocimiento.



Ilustración EC2: Vaca | Karen Rodríguez



Proyecto: Evaluación del bienestar animal en ganadería lechera del valle de Cochabamba  
Financiado: Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-EC0003



# La chicha tradicional de maíz (*Zea mays*) su importancia económica y sociocultural en la vida cotidiana de los cochabambinos



**INVESTIGADOR:** Freddy Delgado

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Agroecología Universitaria Cochabamba (AGRUCO)

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO), ha desarrollado una base de conocimiento científico referente a los aspectos tecnológicos, económicos y socioculturales que caracterizan a la chicha de maíz, sumando a ello la experticia y conocimientos de los elaboradores de chicha, que constituye una base única e importante para el país, disponible para todos aquellos que quieren contribuir al mejoramiento de la calidad y competitividad económica y sociocultural de la chicha.

## ABSTRACT

The UMSS through the Agroecology-University Center Cochabamba (AGRUCO), has developed a scientific knowledge base regarding the technological, economic and sociocultural aspects that characterize the corn chicha, adding to this the expertise and knowledge of the chicha producers, which constitutes a unique and important base for the country, available to all those who want to contribute to the improvement of the quality and economic and sociocultural competitiveness of the chicha.

## Descripción y características fundamentales

El conocimiento científico desarrollado sobre los insumos y la tecnología empleada en las diversas formas de elaboración de la chicha, inclusive de algunos “secretos” que permiten obtener chicha de excelente calidad, ha permitido y puede permitir a los elaboradores de chicha realizar innovaciones respecto a los insumos, los procesos de elaboración como en la tecnología para garantizar la calidad de la chicha y por tanto la competitividad.

El conocimiento científico desarrollado sobre la diversidad de maíces y trigo que se utiliza para la elaboración de la chicha en los seis municipios de estudio, que además identifica de manera participativa los aportes que cada variedad de maíz puede otorgar en el sabor, textura, color, olor, fuerza, energía y otros de la chicha, constituye asimismo una importante referencia para que los elaboradores de chicha puedan seleccionar y usar las diferentes variedades de maíz y trigo de acuerdo a las preferencias del buen consumidor, y revalorizar las variedades nativas de maíz que son las mejores para garantizar la calidad de la chicha.

La revalorización de los diversos usos medicinales y alimenticios de la chicha de maíz y los subproductos obtenidos en el proceso de elaboración ( janch'i, upiura, miski q'eta, llojillo, seg'e, etc.), apoyados con datos de valor nutricional y contenido de aflatoxinas, es un importante y único referente del significado que tenía y tiene la chicha en su uso como alimento y medicina, usos que se mantienen vigentes en algunos municipios rurales porque es afín a la buena calidad y a un consumo responsable, lo cual debe ser revalorizado en contextos urbanos devolviéndole a la chicha su verdadera connotación sociocultural, de manera que se pueda aumentar la competitividad de la chicha de maíz como algo “nuestro” parte de nuestra cultura y disminuir la campaña de desprestigio de la misma.

El conocimiento científico referido a las concepciones sobre el uso y consumo tradicional de la chicha y su valor simbólico, cultural, social y económico, que además permite rescatar importantes testimonios sobre la concepción y connotaciones sociales y rituales que tiene la chicha para la diversidad de consumidores, constituye una base importante para la recreación de la cultura e identidad de nuestros pueblos, por tanto una base importante para el futuro proyecto de declarar la chicha como patrimonio cultural de nuestro país.

El conocimiento generado sobre costos de producción, establece que la actividad de elaboración de chicha es importante para el sustento de las familias campesinas, también establece que es rentable, genera importantes beneficios económicos y socioculturales, visibiliza que parte de las ‘ganancias’ se redistribuye en la misma población en la galeta y la yapa desde una lógica económica “diferente”, lo cual podría ser contemplado por los municipios del valle alto para promover la actividad de elaboración de la chicha como un emprendimiento con significativos aportes a la economía familiar y al fortalecimiento de las relaciones sociales de reciprocidad y redistribución.

## Aspectos Innovadores

El conocimiento generado respecto a los aportes económicos de la elaboración y comercialización de la chicha a los municipios establece que esta actividad genera un movimiento económico significativo y con características sociales y culturales también importantes, por tanto constituye una base primordial para que los municipios puedan

trabajar en políticas, programas y proyectos que fomenten y apoyen la elaboración de chicha de calidad.

El conocimiento científico generado respecto a los parámetros fisicoquímicos(acidez total, azúcares totales, azúcares reductores, extracto seco y grado alcohólico), contenido de sacarina, el análisis microbiológico, el análisis de levaduras, constituyen una importante referencia para que los elaboradores de chicha tengan el cuidado necesario en todas las etapas del proceso de elaboración de chicha, de manera que puedan evitar cualquier tipo de contaminación y garantizar la calidad de la chicha en la perspectiva de su certificación.

## Ventajas competitivas

Es novedosa porque aborda el tema de la chicha desde diversos ámbitos como el productivo, tecnológico, económico, ambiental, sociológico y hasta antropológico en dialogo con los saberes de los productores de chicha, permitiendo la revalorización de saberes en todos los aspectos concernientes a la elaboración, uso y destino de la chicha. Pero también con apertura a la innovación.

Una inquietud generalizada de los elaboradores de chicha tradicional, es la certificación de su producto para garantizar la calidad, los análisis realizados en laboratorio respecto al análisis microbiológico y el contenido de alcohol, muestran datos que están en los márgenes permitidos por IBNORCA, por lo que la tarea de certificación de la chicha tradicional, es viable si cuenta con el apoyo necesario de los municipios, que si bien reconocen la importancia de la producción de la chicha en el desarrollo local, todavía es necesario trabajar con ellos en políticas que permitan favorecer al sector, por ejemplo garantizar la calidad (ayudando en los costos de certificación), pero también garantizar la competitividad con mejores precios y mayor difusión del producto de calidad y mayor responsabilidad en el consumo.

## Tipo de asociación que busca

Los conocimientos sistematizados sobre los diversos procesos tecnológicos tanto tradicionales como industriales y el uso de variados insumos para la elaboración de la chicha, constituyen una base importante para la innovación en la producción de chicha en la perspectiva de reducir los costos de producción y el mejoramiento de la calidad. Así el uso de peroles de bronce u ollas de barro y el uso de gas domiciliario para la elaboración de chicha son una buena opción en términos de costos y también en términos ecológicos, por la escases de leña y sus efectos en la deforestación, además el uso de recipientes como los puñus, wirquis, tutumas, permite conservar la calidad de la chicha y fomentar la producción de artesanía.

Los resultados de laboratorio respecto al análisis microbiológico y el contenido de alcohol, muestran datos que están en los márgenes permitidos por IBNORCA, lo cual puede ayudar a la certificación de la producción de chicha para contribuir en la competitividad.

Los conocimientos desarrollados pueden ser incorporados por las asociaciones de productores de chicha para mejorar la calidad de su producto, consolidar sus organizaciones y trabajar en políticas de fomento de la producción de la chicha de calidad, pero también para promocionar su producto en el mercado. Además, permitiría negociar con los municipios el apoyo necesario por lo que es de interés esta temática para Gobiernos municipales, productores de maíz del Valle Alto, Asociaciones de chicheros y la gobernación Agroecología Universitaria Cochabamba.



**Proyecto:** Mejoramiento de la calidad y competitividad económica y sociocultural de la chicha tradicional de maíz (zea maiz) en familias campesinas y municipios de la región de Cochabamba.

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Asociación de chicheros de los municipios de Arbieto, Punata, Cliza, Sipe Sipe, Independencia y Tapacarí
- Gobiernos municipales de Arbieto, Punata, Cliza, Independencia, Tapacarí y Sipe Sipe

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-EC0004



# Lineamientos de Políticas Públicas para la Competitividad Económica-Ambiental de la Cadena Láctea de Bolivia

**INVESTIGADOR:** Cesar Romero Padilla

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Instituto de Estudios Sociales y Económicos (IESE)

## RESUMEN

La UMSS a través del Instituto de Estudios Sociales y Económicos ofrece una exploración práctica del diseño de lineamientos de políticas públicas orientadas a la competitividad económica-ambiental para la cadena láctea de Bolivia, sobre la base de resultados de tres estudios realizados en el sector lácteo de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz. La ventaja de los referidos lineamientos de políticas públicas es que se elaboró con base a talleres en los que participaron tanto instituciones y organizaciones públicas y privadas vinculadas a la cadena láctea de las agroindustrias de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, como los principales actores de cada segmento de la cadena láctea.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Institute of Social and Economic Studies, offers a practical exploration of the design of public policy guidelines aimed at economic-environmental competitiveness for the Bolivian dairy chain, based on the results of three studies carried out in the dairy sector of Cochabamba, Santa Cruz and La Paz. The advantage of the aforementioned public policy guidelines is that they were developed based on workshops in which both public and private institutions and organizations linked to the dairy chain of the agro-industries of Cochabamba, Santa Cruz and La Paz participated, as the main actors of each segment of the dairy chain.



## Descripción y características fundamentales

Los lineamientos de políticas públicas orientadas a la competitividad económica-ambiental de la cadena de lácteos de Bolivia (Cochabamba, Santa Cruz y La Paz), se realiza sobre la base de la aplicación integral de los enfoques Cadena Global de Mercancías (CGM) y Análisis del Ciclo de Vida (ACV) ambiental, que se los explora como instrumentos de formulación de políticas sectoriales.

Cuatro elementos clave determinan la estructura y dinámica de la cadena láctea de Bolivia. En primer lugar, se tiene la estructura insumo-producto de creación de valor agregado. En segundo lugar, la eficiencia geográfica como base de la creación de valor. La tercera dimensión aborda el contexto institucional y sociopolítico, como variables que afectan la creación y distribución de valor dentro la cadena. El cuarto elemento está formado por la fuerza orientadora o estructura de control de la cadena, que es la fuerza organizativa que controla a los factores de producción de mayor valor de la cadena.

El análisis de los impactos ambientales en la cadena láctea boliviana, a nivel de todos los procesos de creación de valor (extracción de materia prima, procesos de industrialización, comercio, servicios, consumo y deshecho final), se los aborda con el enfoque ACV. El análisis sistémico permite identificar los impactos ambientales menos y más severos, así como orientar acciones de mejoramiento.

En síntesis, con el enfoque CGM se analiza la dimensión de creación de valor económico en la cadena láctea de Bolivia, con base a las actividades insumo-producto y de generación de externalidades positivas. A través del enfoque ACV se identifican y analizan los impactos ambientales o la generación de externalidades negativas provenientes del uso de recursos (no) renovables y la contaminación, en cada uno de los procesos correspondientes a cada etapa o segmento de la cadena láctea. De esta manera, el análisis socioeconómico del enfoque CGM complementa el ambiental del ACV y sitúa aquello en una perspectiva más holística, sobre cuya base se han explorado lineamientos de políticas públicas para fortalecer la competitividad de la cadena láctea de Bolivia.

## Aspectos Innovadores

La formulación, a nivel exploratorio, de lineamientos de políticas públicas orientadas a la competitividad del sector lácteo de Bolivia sobre la base de la adaptación integral de los enfoques Cadena Global de Mercancías (CGM) y Análisis del Ciclo de Vida (ACV) a las características de la realidad del sector lácteo boliviano (Cochabamba, Santa Cruz y La Paz) y, la necesidad de efectuar

un estudio de la competitividad de dicho sector bajo un enfoque holístico, determinan el carácter innovador del diseño de las políticas públicas sectoriales. Lo anterior, porque hay necesidad de recurrir a enfoques que permitan integrar de manera conjunta en el análisis las dimensiones económica y ambiental, de los diferentes agentes participantes en la cadena láctea, lo que lleva a la necesidad de realizar un estudio de la competitividad del sector lácteo bajo enfoques integrales, tales como la CGM y el ACV, que permiten analizar dichas dimensiones.

## Ventajas competitivas

El abordaje de la estructura de costos de producción de leche cruda permite, a nivel de pequeños productores, contar con elementos técnicos a la hora de discutir el precio de la leche cruda con plantas procesadoras como PIL Andina. Por otro lado, el tratamiento de los sistemas de transformación tecnológica que utilizan los productores y procesadores de lácteos, pone en evidencia del porqué unos tienen más productividad y competitividad en los respectivos segmentos. Finalmente, conocer la calidad de aguas de entrada y salida de las granjas de leche y de las plantas, permite considerar la normativa ambiental (Ley N° 1333 y RASIM) en el desarrollo de la actividad lechera.

## Tipo de asociación que busca

El perfil de las organizaciones a las que podría interesar incorporar el conocimiento generado en la investigación, contempla organizaciones relaciones con la actividad lechera que trabajen fundamentalmente con pequeños productores, pequeñas plantas que realizan la transformación de la leche cruda, así como entidades gubernamentales que directamente trabajan en el sector lácteo. En esta perspectiva, entre las organizaciones en las que encajaría claramente el conocimiento generado están: Las Asociaciones y la Federación de Productores de Leche de Cochabamba, de Santa Cruz, de La Paz, pequeñas plantas procesadoras (ILVA, Planta La Tamborada, Quesería Suiza, Planta Delacruz, Planta Clarabella, ILPAZ SRL, INAL Ltda.), el Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG) de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, además del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras.

La actividad concreta que deben realizar las organizaciones señaladas es solicitar el asesoramiento del IESE y del equipo de investigación respectivo. Por otro lado, pueden realizar gestiones administrativas para solicitar al IESE-UMSS todas las publicaciones que se han hecho a nivel del sector lácteo, lo que no implica ningún coste.



**Proyecto:** Competitividad económica-ambiental para la cadena agroindustrial de lácteos en Bolivia.

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

### Otras unidades de investigación:

- Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias (IIFCAP)
- Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)

### Organizaciones asociadas al proyecto:

- Federación Departamental de Productores de Leche de Cochabamba (FEPROLEC)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-EC0005



## Mejor calidad de carne con bienestar animal en transporte



**INVESTIGADOR:** Dieter Andrés Vildoso Vargas

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Zootecnia y Producción Animal

### RESUMEN

La UMSS a través del Departamento de Zootecnia y Producción Animal ha generado una línea base en criterios de Bienestar Animal al estudiar las características del Transporte Animal y su incidencia en la Calidad de la Carne, a través de la descripción detallada de los factores que afectan a esta (Vehículo, Transportista, Animal y Medio Ambiente) y sus interacciones, como también ha observado en Matadero las contusiones y magulladuras sufridas por el animal (Método de Evaluación Visual Subjetiva), durante el transporte.

### ABSTRACT

The UMSS through the Department of Animal Production and Animal Production has generated a baseline in Animal Welfare criteria by studying the characteristics of Animal Transport and its impact on Meat Quality, through a detailed description of the factors that affect this issue (Vehicle, Carrier, Animal and Environment) and their interactions, as also observed in slaughterhouse bruises suffered by the animal (Subjective Visual Evaluation Method), during transport.

## Descripción y características fundamentales

Al generar una línea base de estudio del transporte animal desde el enfoque del Bienestar Animal se describieron factores que afectan al ganado; se buscó la relación entre estos factores. Además, se cuantificaron los diferentes elementos que son posibles causantes de daños físicos en el animal y que se reflejan en las lesiones observadas en las canales, también se observaron aspectos comportamentales presentes en los animales en el proceso de transporte y manejo en matadero, al mismo tiempo se vio la interacción humano – animal entre el transportista (conductor) y el ganado transportado; información necesaria para el entendimiento del caso estudiado y para una futura formulación de recomendaciones. Los problemas identificados fueron la densidad de carga, duración del viaje, experiencia (antigüedad) de los choferes, número de paradas realizadas, hora de la carga y lesiones que presentan el ganado al finalizar el viaje, además de problemas en la infraestructura y equipamiento del matadero, como también el sistema de manejo que abarca desde la recepción del ganado en matadero (descarga), en corral y forma de noqueo o insensibilización. La toma de datos en campo se complementó con encuestas individuales y en matadero se evaluaron las canales a través del método de evaluación visual subjetivo (MVES).

## Aspectos Innovadores

Se ha generado Información primaria sobre transporte de animales destinados a consumo humano desde un enfoque de bienestar animal frente a un manejo convencional que no considera a los bovinos como organismos vivos con la capacidad de sentir, las Buenas Practicas Ganaderas resultantes en parte de los conceptos de bienestar animal empiezan a desarrollarse en nuestro país; las normativas técnicas existentes en el SENASAG sobre transporte de animales están únicamente referidas a la inocuidad del producto y no al bienestar de los animales transportados.

El bienestar animal como herramienta de evaluación en el presente proyecto, permite realizar el estudio tanto del proceso, es decir, el transporte y manejo en matadero, como del producto análisis de las canales por el Método Visual Subjetivo. Además de que entendiendo al bienestar animal como un atributo de calidad, permitirá mejorar los ingresos de los participantes en la cadena agroalimentaria de la carne al actuar como un certificado de calidad.

Se logró elaborar guías técnicas de bienestar animal para transportistas de ganado como para operarios de matadero de uso diario, que permitan mejorar sus actividades.

## Ventajas competitivas

- Mejora los ingresos de los participantes en los diferentes eslabones de la cadena agroalimentaria de la carne, especialmente del transportista que en muchos casos es también el intermediario en la comercialización del ganado.
- Optimiza los sistemas de manejo, noqueo y faenado de los animales en Matadero, en consecuencia mejora sus ingresos.
- Mejorará la calidad del cuero evitando que este tenga daños físicos, elevando el precio de los mismos.

- Finalmente el consumidor final obtendrá un producto que ha sido tratado adecuadamente, que tiene un atributo de calidad no solo real sino al mismo tiempo ético.

## Tipo de asociación que busca

Con organizaciones como: Productores Ganaderos, Transportistas de Ganado, Comercializadores (supermercados y friales), Mataderos, Municipios, Gobierno Nacional y Departamental (SENASAG, SEDAG), se puede profundizar el conocimiento generado a través de la suscripción de convenios, implementar normativas, realizar capacitaciones e investigaciones, para los cual se prevé el equipamiento de oficina, 2 computadoras portátiles, 1 data display, recursos para transporte de personal, 2 técnicos tiempo completo y otros.



Ilustración EC5: Transporte de ganado | Dieter Andrés Vildoso Vargas



Proyecto: Transporte animal y calidad de la carne en Bolivia  
Financiador: Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-EC0006



## Obtención de productos enriquecidos en la industria de la panificación, usando semillas de chía (Salvia hispánica L.)



**INVESTIGADOR:** Jenny Espinoza Alcócer

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

### RESUMEN

Esta propuesta está orientada a cultivos no tradicionales, que tengan un buen aporte de nutrientes y que sean beneficiosos para la salud. Ese es el valor agregado que tendrán los productos formulados, pues se trata de "ingredientes funcionales".

Se elaboraron galletas y barras con chía, siguiendo las operaciones de: **Limpieza, secado, molturación, cocción**. Es necesario adquirir un molino de extracción en frío de aceite de fabricación externa.

### ABSTRACT

This proposal is aimed at non-traditional crops that have a good supply of nutrients and are beneficial to health. That is the added value that the formulated products will have, since they are "functional ingredients". Cookies and bars with chia were elaborated, following the operations of: **Cleaning, drying, grinding, cooking**. It is necessary to purchase an externally manufactured oil cold extraction mill.

### Descripción y características fundamentales

La barra nutricional propuesta es la combinación de una barra de cereal saludable con las propiedades de una barra energética esta combinación tendrá una baja cantidad de azúcares y grasas saturadas, en su composición tendrá granos completos y frutas secas, estos granos son principalmente cereales (amaranto, quinua, chía) que como principal aporte nutricional contribuye el mayor porcentaje de las calorías totales.

Las galletas son un alimento popular que se encuentra en todo el mundo, sin distinción de países ni lugares, conforman un mercado en crecimiento, con nuevas fórmulas adaptadas a los gustos del consumidor y a los parámetros de salud, rapidez y conveniencia. A ello ayuda la aparición de las galletas funcionales, que permiten su consumo a las personas con necesidades dietéticas especiales.

Los hidratos de carbono son los que aportarán energía a los dos productos en forma de glucosa y fructosa, permitiendo por otro lado recargar rápidamente los depósitos de glucógeno. También los alimentos planteados contienen vitaminas y minerales esenciales para el organismo.

### Aspectos Innovadores

En Bolivia la situación actual es la mala nutrición que va de la mano del consumo de alimentos fritos y grasas provocando un mal hábito en la dieta presentándose personas obesas y otras con bajo peso corporal.

Desde el punto de vista nutritivo las grasas son tan importantes como las proteínas, aminoácidos, fibra, carbohidratos, por esto los lípidos tienen una importancia en una nutrición sana. La sustancia esencial en la grasa: el ácido linoleico (C18:2 n-6), que en ausencia de este nutriente se desarrollan síntomas que afectan la salud. Las investigaciones realizadas y el desarrollo de alimentos enriquecidos (barras y galletas) con estas fracciones lipídicas (ácidos grasos omega-3, esteroides vegetales) abren nuevos caminos en la búsqueda de una mejora de la salud y calidad de vida, por modificación en el consumo de grasas.

### Ventajas competitivas

Los productos alimenticios enriquecidos con ácidos grasos obtenidos a partir de la chía ofrecen ventajas nutritivas a los consumidores de todas las edades lo que beneficiará al estado nutricional de los consumidores. Colateralmente al desarrollo de esta línea tecnológica, se han reconocido algunos compuestos bioactivos en alimentos que se cree contribuyen a disminuir el riesgo de padecer enfermedades del corazón, cáncer, diabetes, hipertensión y otras enfermedades y sean diseñado productos alimenticios que se preservan las sustancias que se consideran benéficas.

Con la industrialización de la chía se incrementaría el valor agregado en beneficio de los productores.

### Tipo de asociación que busca

El conocimiento es de interés para industrias alimenticias del área de panificación, aceites y grasas, los cuales podrían desarrollar productos enriquecidos utilizando tanto las semillas, como el aceite de chía en sus productos, así diversificar y obtener alimentos enriquecidos.

El mayor uso de los productos mencionados afectaría positivamente a los agricultores y productores de semillas de chía.



Ilustración EC6: Productos con chía | Jenny Espinoza Alcócer



**Proyecto:** Obtención de ácidos grasos esenciales a partir de la "chía" (*Salvia hispánica*, L.), su aplicación en la industria Alimenticia

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-EC0007



## Utilización del aceite esencial de orégano para el preparado de formulaciones plaguicidas con aplicaciones en cultivos de quinua



**INVESTIGADOR:** Luis Antonio Vilaseca Gamarra

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

### RESUMEN

Las plagas agrícolas afectan a los cultivos produciendo bajas en el rendimiento agrícola y por lo tanto pérdidas económicas. Los aceites esenciales, en particular el aceite esencial de orégano, poseen diversas propiedades. Actualmente se cultivan en el departamento de Chuquisaca dos variedades de orégano (Marú y Kaliteri) y el presente estudio mostró que una formulación de aceite esencial emulsionado en agua aplicada a cultivos de quinua orgánica tiene actividad contra la polilla de la quinua.

### ABSTRACT

Agricultural pests affect crops producing low agricultural yields, and therefore economic losses. Essential oils, in particular oregano essential oil, have various properties. Two varieties of oregano (Marú and Kaliteri) are currently grown in the department of Chuquisaca and the present study showed that an essential oil formulation emulsified in water applied to organic quinoa crops has activity against quinoa moth.

### Descripción y características fundamentales

El aceite esencial de orégano fue obtenido tanto a escala de laboratorio como a escala de planta piloto aplicando técnicas de hidrodestilación y arrastre con vapor a partir de las hojas de orégano caracterizado como *Origanum vulgare* variedades Marú y Kaliteri. Las muestras de orégano fueron adquiridas de UNEC S.A. (Unidad de Negocios, Especias y Condimentos S.A.) en tres calidades cultivadas bajo distintas condiciones agroclimáticas en el departamento de Chuquisaca.

Los aceites esenciales fueron analizados por cromatografía de gases y por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas habiéndose identificado los compuestos timol y carvacrol como los principales componentes y otros menores como p-cimeno,  $\gamma$ -terpineno,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, y  $\beta$ -felandreno.

Se prepararon diversas formulaciones por emulsificación del aceite esencial de orégano en agua. Una de las formulaciones fue probada en campo, en la comunidad de Chipo Chipo del Municipio de Challapata, para el control de larvas de polilla de la quinua (*Eurysacca sp.*), habiendo mostrado buena actividad larvívica.

### Aspectos Innovadores

Las actuales tendencias hacia el consumo de productos agrícolas orgánicos han llevado a investigar nuevas formas de combatir las plagas que afectan a los cultivos agrícolas. Estas nuevas formas de control de plagas se basan en el uso de pesticidas naturales en lugar de productos de síntesis, que crean resistencia y tienen efectos secundarios en la salud humana y perjuicios para el medio ambiente. Los pesticidas naturales utilizados son generalmente de origen botánico recurriendo para su obtención a especies vegetales con propiedades específicas para problemas específicos y al mismo tiempo inocuas para la salud humana y el medio ambiente.

El aceite esencial de orégano, que puede obtenerse por una tecnología simple y de relativamente bajo costo, puede ser utilizado como insumo natural para la producción de formulaciones insecticidas con potenciales aplicaciones en el control de plagas de cultivos orgánicos, en particular en cultivos de quinua.

### Ventajas competitivas

En relación a los pesticidas comerciales de síntesis que crean resistencia, son contaminantes ambientales y tienen en algunos casos serios efectos en la salud humana y animal, el uso de una formulación pesticida en base a aceite esencial de orégano representa una alternativa ecológica de gran interés, sobre todo

para el control de plagas en los cultivos denominados orgánicos. Por otro lado el costo de producción de un plaguicida en base a productos naturales puede ser competitivo respecto a los plaguicidas de síntesis.

### Tipo de asociación que busca

Se busca un acuerdo de Joint venture con productores de cultivos orgánicos como CABOLQUI, ANAPQUI entre otras para estudios más amplios de validación de las formulaciones, sin embargo no se dispone de información sobre los costos que éstos puedan requerir.



Ilustración EC7: Planta piloto de extracción de aceites



**Proyecto:** Estudio de las propiedades insecticida y nematocida del aceite esencial y extractos de Orégano y desarrollo de formulaciones aplicadas al control de plagas en cultivos orgánicos

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-EC0008



## Conversión en Ácidos Grasos Poliinsaturados $\omega 6/\omega 3$ con dietas formuladas para peces



**INVESTIGADOR:** Adelina Herbas Angulo

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN) ha desarrollado una contrastación de dietas en dos tipos de peces (Pacú y Tilapia), con la finalidad de probar la influencia del tipo de dieta en la transformación metabólica de la composición de ácidos grasos  $\omega 3$  y  $\omega 6$  en los peces de agua dulce.

El conocimiento ofertado tiene la utilidad y la ventaja de plantear productos de piscicultura ricos en ácidos grasos  $\omega 3$  que solo es posible de manera natural en peces de agua salada (de mar), este tipo de alimento es absolutamente necesario para la que la población tenga una dieta equilibrada y libre de potenciales enfermedades cardiacas.

### ABSTRACT

The UMSS through the Center for Food and Natural Products (CAPN) has developed a contrast of diets in two types of fish (Pacú and Tilapia), in order to test the influence of the type of diet in the metabolic transformation of the composition of  $\omega 3$  and  $\omega 6$  fatty acids in freshwater fish. The knowledge offered has the utility and advantage of proposing fish farming products rich in  $\omega 3$  fatty acids wich is only possible naturally in saltwater fish (from the sea), this type of food is absolutely necessary for the population to have a balanced diet free of potential heart disease.

### Descripción y características fundamentales

La composición de ácidos grasos  $\omega 3$  y  $\omega 6$  en Pacú y Tilapia, fueron modificados usando una dieta enriquecida con aceite de linaza y comparadas con una dieta control enriquecida con una mezcla de cinco aceites vegetales. La especie Pacú mostró un mejor desarrollo y mayor coeficiente de utilización alimentaria que la Tilapia, sin embargo la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados  $\omega 3$  es mayor en Tilapia. Tanto el ácido eicosapentanoico (EPA) como el ácido docosahexanoico (DHA) tuvieron un impacto positivo con la dieta enriquecida con linaza, para ambas especies.

La relación  $\omega 6/ \omega 3$ , determinante en la calidad nutricional de un alimento fue positivamente afectada (disminuida) por efecto de la dieta con linaza, que tiene como fin contribuir al desarrollo de la producción alimentaria en Bolivia; mediante este proyecto permitir plantear a algunas especies nativas de peces del Trópico de Cochabamba como alimentos funcionales.

Con el estudio se ha demostrado la conversión y el aumento de ácidos poliinsaturados  $\omega 3$  en la carne de Pacú y Tilapia a través de la formulación de una dieta enriquecida con aceite de linaza y comparada con una dieta control.

De esta manera se confirma que las carnes de Pacú y Tilapia pueden tener niveles elevados de omega 3 comparables a los peces de agua salada y por lo tanto traen beneficios para la nutrición y salud en los seres humanos, conocimientos que son de utilidad tanto para la comunidad científica, comunidades rurales, así como para algunas industrias alimentarias.

### Aspectos Innovadores

Bolivia es un país mediterráneo, sin embargo posee ríos y lagos de importancia, donde se encuentran al menos 32 especies distintas de peces. Lamentablemente los animales acuáticos con alto contenido de ácidos grasos  $\omega 3$  son aquellos de agua salada o de mar y no así los de agua dulce o de riveras.

Por tanto, lo innovador del estudio es que a través de la formulación de dietas para peces, basadas en materias primas ricas en ácidos grasos omega 3, se pueden obtener pescados provenientes de agua dulce con niveles muy interesantes de ácidos grasos esenciales de la familia  $\omega 3$  y una relación baja de  $\omega 6/ \omega 3$ , dentro los rangos establecidos por la OMS/OPS.

### Ventajas competitivas

La oferta de conocimiento planteado, trae consigo importantes beneficios para la nutrición y salud en los seres humanos con un alto nivel de utilidad social y nutricional, pues estos conocimientos son de utilidad tanto para la comunidad científica, comunidades rurales, así como para algunas industrias alimentarias y específicamente para los piscicultores del área del trópico de Cochabamba y el norte del País.

La posibilidad de utilizar productos vegetales (linaza) existentes en nuestro medio, hace factible esta propuesta con relación a pescados de agua salada, importados desde países vecinos, de Europa y norte América.

### Tipo de asociación que busca

El conocimiento ofertado, es de interés para productores y asociaciones de productores piscícolas del Trópico de Cochabamba como la Asociación de Piscicultores del Valle del Sajta- Chapare- Cochabamba y del nor-este de Bolivia. También es de interés para Agencias de Cooperación Internacional, pares académicos de Europa como ser las Universidades Francófonas de Bélgica para generar convenios horizontales de colaboración. Las organizaciones interesadas en la capacitación e incorporación del conocimiento deben prever un costo aproximado de 5.000 \$us, para organizar talleres y reuniones con los investigadores involucrados en el tema del Centro de Alimentos y productos Naturales de la FCyT-UMSS.



Ilustración EC8: Peces en extraídos por red



**Proyecto:** Estudio del Efecto de Dietas formulados sobre el Perfil de ácidos grasos

**Financiador:** Cooperación Interinstitucional de Universidades Francófonas (CIUF)

**Otras unidades de investigación:**

- Departamento de Biología

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Piscicultores del Chapare

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-EC0009



# Desarrollo tecnológico de la agroindustria de quinua en Bolivia



**INVESTIGADOR:** Fernando Benito Salazar Ortuño

**UNIDAD:** Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

**CENTRO/LABORATORIO:** Instituto de Estudios Sociales y Económicos (IESE)

## RESUMEN

El desarrollo tecnológico de la producción agroindustrial de quinua en Bolivia, tomando en cuenta las características de este grano, variedades, propiedades, tecnología de producción, cosecha, procesamiento y mercado local y global. Análisis que se comprende los periodos prehispánicos, colonial, república, agroindustria de la década de 1970 – 1980, el boom de la quinua orgánica y mercado global desde 1990 hasta la fecha.

## ABSTRACT

The technological development of the agroindustrial production of quinoa in Bolivia, taking into account the characteristics of this grain, varieties, properties, production technology, harvest, processing and local and global market. Analysis that includes the pre-Hispanic, colonial, republic, periods, agribusiness of the decade of 1970 - 1980, the boom of organic quinoa and the global market from 1990 to date.

## Descripción y características fundamentales

Se logró reconocer el aporte de las culturas andinas y en especial de los pueblos de los andes y los valles de Bolivia en el desarrollo de germoplasmas variados de quinua como producto importante en la dieta alimenticia.

La producción de quinua es un ejemplo de desarrollo agroindustrial sostenible, en los que producción orgánica no es contrapuesta con el uso de tecnología, equipos y maquinaria moderna.

La producción y comercio de quinua, demuestra que es posible generar nuevas formas organizaciones e instituciones que combinan las formas organizacionales tradicionales con formas empresariales comunales y privadas. El reconocimiento mutuo de estos aportes marca una dinámica en que los actores locales y globales pueden lograr acuerdos y alianzas, de mutuo beneficio, en bien de la dotación de alimentos para la humanidad.

Se demuestra el rol clave que jugó la relación de líderes comunales con instituciones de la cooperación internacional en la adecuación tecnológica de la agroindustria de la quinua orgánica. Relación marcada por la solidaridad, compromiso y persistencia, lo cual permitió que luego de cinco décadas hacer de la quinua un producto estrella con alcance global.

El rol del Estado, es pilar del fomento de desarrollo, su presencia contribuyó apoyar el proceso de desarrollo tecnológico y promover la valoración de la quinua a nivel internacional, siendo uno de los logros de alto impacto el haber logrado en la ONU la declaración del “Año Internacional de la Quinua, 2013”.

## Aspectos Innovadores

Aplicación de un enfoque metodológico histórico, comparativo del desarrollo tecnológico en la producción convencional y agroindustrial de quinua en Bolivia.

Identificación de formas de mercado de la quinua.

Introducción de enfoque de estudio contextual que abarcan elementos culturales, sociales y económicos en la descripción y análisis integral de la quinua en Bolivia.

## Ventajas competitivas

El conocimiento logrado presenta categorías conceptuales claves sobre desarrollo tecnológico moderno aplicado en el desarrollo y consolidación de la agroindustria de un producto comunal.

Se muestra la flexibilidad y adecuación de formas culturales y de organización tradicional de producción con formas de empresa moderna, con eficiencia en la producción, procesamiento y manejo de mercado a nivel global.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado sirve para la formulación de políticas públicas de desarrollo agroindustrial, útiles para el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras del Estado Plurinacional de Bolivia, así como para capacitación a Asociaciones de Productores de Quinua, Municipios y Gobernaciones de las regiones andinas y de valles. Esta actividad requerirá por parte de las organizaciones interesadas, gastos al equipo de investigación de transporte, viáticos y material básico de talleres.



SUECIA

**Proyecto:** Transformaciones tecnológicas y organizacionales en el mundo del trabajo: su impacto sobre el control, la autonomía y los recursos organizativos de los trabajadores en las ramas energéticas y agroindustrial

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-EC0010



# El almidón de yuca una nueva alternativa en la elaboración de pan



**INVESTIGADOR:** Cinthia Carola Rojas Arnez

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Alimentos y Productos naturales (CAPN)

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Alimentos y Productos Naturales ha generado un nuevo conocimiento sobre la aplicación del almidón de yuca modificado enzimáticamente para la elaboración de pan, buscando incentivar la producción y consumo de yuca, como una alternativa de sustitución de la harina de trigo. El aumento del cultivo de la yuca, podría ayudar a aliviar la actual crisis alimentaria y energética que sufren sobre todo los países pobres.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Food and Natural Products, has generated new knowledge about the application of enzymatically modified yucca starch for making bread, seeking to encourage the production and consumption of yucca, as an alternative to substitute wheat flour. Increasing the cultivation of yucca could help alleviate the current food and energy crisis that especially poor countries suffer.

### Descripción y características fundamentales

Aplicar el almidón de yuca modificado enzimáticamente en la elaboración de un producto comercial como es el pan, buscando incentivar de esta manera la producción y consumo de la yuca.

El conocimiento generado consistió en lo siguiente:

- Extracción de almidón de yuca
- Modificación del almidón de yuca, por medio de hidrólisis enzimática, con los mejores resultados a 24.5 hrs.
- Mejor grado de sustitución de la harina de trigo con almidón modificado enzimáticamente al 20%.
- En estas condiciones se obtiene un pan con las mismas características fisicoquímicas, de sabor y textura similar a los panes de trigo comerciales que se tienen en el mercado.

### Aspectos Innovadores

Los aspectos innovadores del conocimiento son:

- Modificación a nivel estructural del almidón de yuca que permita su utilización como sustituto permitan hacer la sustitución de harina de trigo de manera eficiente.
- Modificación enzimática de almidón de yuca para diferentes usos.
- Utilización de tecnología de punta (estudios de reología y microscópicos) para la caracterización de las masas y producto terminado.

### Ventajas competitivas

La inversión para la incorporación de este conocimiento generaría mayor oportunidad de diversificar el uso de la yuca, en el área de alimentos, con productos de mayor calidad.

### Tipo de asociación que busca

La aplicación de almidón de yuca es de interés para continuar con investigaciones y desarrollar más el área. Es de interés para Laboratorios de Investigación, Empresarios que trabajan con productos horneados, etc.



**Proyecto:** Estudio de la Aplicación de Almidón de Yuca Modificado enzimáticamente en la elaboración  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-EC0011



## Metodología sensorial y microbiológica de determinación de vida útil de subproductos de caña de azúcar



**INVESTIGADOR:** Adelina Herbas Angulo

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Alimentos y Productos Naturales ha desarrollado una base de conocimiento para determinar la vida útil de tres sub-productos de la caña de azúcar: la miel de caña, la chancaca molida y la chancaca en bloque, permitiendo obtener productos inocuos, de mayor calidad y mayor valor agregado. La disponibilidad de este conocimiento busca colaboración con el grupo de pequeños productores de caña de azúcar interesados en desarrollar sub-productos con características que se ajustan a los requisitos exigidos en seguridad alimentaria.

### ABSTRACT

The UMSS through the Center for Food and Natural Products has developed a knowledge base to determine the useful life of three by-products of sugar cane: cane honey, ground chancaca and chancaca on block, allowing to obtain safer products, of higher quality and higher added value. The availability of this knowledge seeks collaboration with the group of small sugarcane producers interested in developing by-products with characteristics that meet the requirements of food safety.

## Descripción y características fundamentales

Las investigaciones a nivel microbiológico, sobre la vida útil de los tres sub-productos nos muestran que de acuerdo a sus características y propiedades fisicoquímicas y estructurales la miel de caña en los tres rangos de temperatura tiene una vida útil de 3 meses. Mientras que la chancaca en barras y chancaca molida pueden permanecer sin riesgo de contaminación microbiológica a las tres temperaturas de tratamiento por más de 9 meses.

Los resultados de análisis sensoriales destacan: La miel de caña, a las tres temperaturas de estudio, después de 3 meses pierde su calidad organoléptica, mientras que la chancaca molida mantiene su vida útil o calidad organoléptica hasta los 7 meses; la chancaca a las temperaturas de 4°C y 30 °C pierde su calidad organoléptica a los 4 meses, mientras que a la temperatura de 20°C mantiene su vida útil hasta los 7 meses.

Los análisis fisicoquímicos muestran: Para la Chancaca en bloque para los parámetros fisicoquímicos más importantes (acidez y humedad), que la vida útil es de 6 meses a una temperatura de 30°C y de 8 meses a las temperaturas de 4°C y 20°C. En el caso de la chancaca granulada en los tres rangos de temperatura la vida útil es inferior a 8 meses. La vida útil de la miel, en general para el tratamiento de las tres temperaturas, es de 4 meses.

Por otro lado, la miel a las tres temperaturas del tratamiento después de 4 meses presenta (basados en la vida útil sensorial y microbiológica) una disminución del contenido de sacarosa y un aumento en el contenido de glucosa y fructosa debido a la hidrólisis de sacarosa. Tanto en la chancaca molida como en bloque, más allá de los 5 meses, el contenido de azúcares muestra pequeños cambios, pudiendo considerarse constante, en las tres condiciones de tratamiento

El análisis sensorial relacionado con el control de calidad de los productos, es una ciencia basada en criterios muy subjetivos, sin embargo en la actualidad se viene realizando estudios fisicoquímicos relacionándolos con los criterios sensoriales (subjetivos), para poder cuantificar los mismos.

## Aspectos Innovadores

Si bien existen análisis fisicoquímicos para este tipo de alimentos, sin embargo aún no se han realizado estudios bromatológicos integrales que conduzcan a un resultado completo de la vida útil sensorial, microbiológica y fisicoquímica de tres subproductos de caña, relacionando este control de calidad con los procesos actuales.

En base a los resultados de los estudios integrales se plantean procesos ingenieriles y mejoras en las diferentes etapas, como ser el diseño de algunas operaciones unitarias (tostado entre ellos) del proceso de transformación y elaboración de los sub-productos evitando contaminaciones, todo este planteamiento ingenieril está plasmado en un folleto informativo, que es un producto del proyecto previo.

Por otro lado, los productores, en base a los resultados de análisis de control de calidad de sus productos e implementación de unidades operacionales más controladas podrán ofertar productos de calidad de la caña de azúcar.

## Ventajas competitivas

La ventaja de utilizar la oferta y planteamiento del procesamiento y obtención de los subproductos de manera controlada y menos precaria de los procesos, tomando en cuenta los aspectos medio ambientales de dichos procesos, hará que tanto los productores individuales como las organizaciones de productores de caña de azúcar puedan ofertar productos más elaborados, menos contaminados y con costos de producción menores.

Todo lo anterior conlleva por tanto, en una utilidad social tanto para los productores como para la población consumidora.

## Tipo de asociación que busca

La oferta es de interés para el sector de productores de "Caña de Azúcar" como la Asociación de Productores de Caña de Azúcar del Municipio de Saipina o productores independientes. Con ellos se pueden realizar talleres de capacitación (entre teórica y práctica) con un costo aproximado de 1500 \$us por taller. Este consto no incluye la implementación y puesta en marcha de la propuesta.



Ilustración EC11: Procesamiento de caña de azúcar



**Proyecto:** Desarrollo de metodología de vida útil sensorial y microbiológica aplicada a subproductos de la caña

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Departamento de Biología

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Productores de Caña de Azúcar del Municipio de Saipina

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-EC0012



## Mezclas alimentarias inmunorestauradoras como alternativa para el tratamiento y prevención de la desnutrición en Cochabamba – Bolivia



**INVESTIGADOR:** Luz Mirian Vargas C.

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Alimentos y Productos Naturales oferta mezclas alimentarias inmunorestauradoras como alternativa para combatir la desnutrición infantil, por su característica de restablecimiento del sistema inmunológico en niños desnutridos y su eficiencia de rehabilitación nutricional. Dichas mezclas son desarrolladas en base a granos andinos y productos locales con alto valor nutricional, los cuales pueden ser de interés para Instituciones y/o Programas gubernamentales comprometidos con el problema de la desnutrición de nuestra región y del país.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Food and Natural Products, offers immune-restored food mixtures as an alternative to fight child malnutrition, due to its characteristic of restoring the immune system in malnourished children and its nutritional rehabilitation efficiency. Said mixtures are developed based on Andean grains and local products with high nutritional value, which may be of interest to Institutions and / or government programs committed to the problem of malnutrition in our region and the country.

## Descripción y características fundamentales

En Bolivia más de la mitad de los niños menores de 5 años presentan desnutrición crónica por la falta de acceso a alimentos que satisfagan los requerimientos proteicos energéticos.

En el departamento de Cochabamba hay niños desnutridos que reciben tratamientos con medicamentos y suplementos alimentarios en hospitales, los cuales no pueden seguir siendo consumidos en sus hogares por su elevado costo.

El Desarrollo de Mezclas Alimentarias Inmunorestauradoras para el Tratamiento y Prevención de la Desnutrición, es una alternativa nutricional para restablecer el sistema inmunológico de niños desnutridos graves y leves. Formuladas y elaboradas en base a granos andinos (quínoa, amaranto, cañahua), productos con un alto contenido en amino ácido esenciales recomendadas para el consumo en niños por su poder estimulante del sistema inmunológico los mismos combinados en mezclas con productos locales de fácil adquisición y alimentos de origen animal.

Evaluadas experimentalmente en el Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN) implementadas y suministradas en dietas de niños desnutridos graves internados en el Hospital Materno Infantil Germán Urquidí (Centro de Rehabilitación Inmuno - Nutricional (CRIN).

La capacitación y educación alimentaria nutricional impartida a mujeres y madres de niños desnutridos, sirve para asegurar la adopción de los conocimientos alimentario nutricional, las mismas que son capaces de continuar la aplicación de las mezclas en los niños dados de alta para continuar su rehabilitación domiciliaria.

Los resultados altamente satisfactorios por su aceptación y la rehabilitación de los niños a niveles clínicos, bioquímicos y antropométricos, permite implementarse en un futuro a Instituciones y/o Programas comprometidos con el problema de la desnutrición de nuestra región y del país, comprendiendo que estos conocimientos pueden ser usados a nivel gubernamental quienes tienen compromisos con la población de invertir en salud y nutrición.

## Aspectos Innovadores

El desarrollo de mezclas alimentarias, desde el punto de los aspectos de la innovación ofrece:

- Mezclas alimentarias formuladas y elaboradas en base a granos andinos como (quínoa, amaranto, cañahua), alimentos locales, cereales, leguminosa y de origen animal.
- Mezclas alimentarias estimulantes del Sistema Inmunológico
- Mezclas alimentarias de aplicación a nivel de familias de bajos recursos para combatir la desnutrición infantil
- Mezclas inmuno-restauradoras aplicables para combatir la desnutrición infantil a nivel departamental y el país

## Ventajas competitivas

Mezclas alimentarias inmunorestauradoras, pueden ser utilizadas con gran facilidad, por estar desarrolladas por alimentos de alto valor nutricional y productos locales, accesibles y de bajo costo. En remplazo de tratamientos de desnutrición con alimentos o aminoácidos sintéticos (ADN) que se utiliza en hospitales o clínicas pediátricas con costos elevados.

Se tiene el conocimiento del desarrollo de las Mezclas inmunorestauradoras para Combatir la desnutrición en niños.

Es de gran utilidad implementación de las Mezclas alimentarias inmunorestauradoras, en Instituciones y/o Programas comprometidas a combatir y reducir el problema de la desnutrición infantil, como el Proyecto Multisectorial de Desnutrición Cero a nivel nacional en nuestro país.

## Tipo de asociación que busca

El desarrollo de las Mezclas alimentarias inmunonutricionales es de gran interés para hospitales, centros de pediatría, centros de alberges infantiles, industrias de alimentos infantiles, etc., constituyéndose en una excelente alternativa alimentaria nutricional para mejorar el sistema inmunológico de niños desnutridos, y combatir la desnutrición infantil. A través de convenios con Instituciones nacionales e internacionales, esta línea base puede ser incrementada con la obtención de mayor conocimiento sobre el aporte y la biodisponibilidad de sus nutrientes y su aplicación en la restauración del sistema inmunológico de niños desnutridos.



Ilustración EC12: Niños alimentados con la dieta nutritiva



**Proyecto:** Desarrollo de mezclas alimentarias inmunorestauradoras para el tratamiento y prevención de la desnutrición Cochabamba–Bolivia

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Centro de Rehabilitación Inmuno - Nutricional
- Hospital Materno Infantil Germán Urquidí

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-EC0013



## Cuantificación de *esteviósido* y *rebaudiosido A* por HPLC en hojas y purificados de Stevia



**INVESTIGADOR:** Sonia Torrico Vallejos

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA), ha estandarizado un método analítico para la cuantificación de esteviósido y rebaudiosido A por cromatografía HPLC en hojas de la planta stevia rebaudiana Bertoni y purificados del mismo, usada como edulcorante natural sustituto del azúcar. Este método es el recomendado en la norma boliviana y la FAO a través de su comité de expertos en alimentos, JECFA (2008). La estandarización tomó parámetros como linealidad, límite de detección, límite de cuantificación, reproducibilidad, repetitividad y exactitud del método.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Agroindustrial Technology Center (CTA), has standardized an analytical method for the quantification of stevioside and rebaudioside A by HPLC chromatography in leaves of the stevia rebaudiana Bertoni plant and purified from it, used as a natural sugar substitute sweetener. This method is recommended in the Bolivian regulation and the FAO through its committee of food experts, JECFA (2008). Standardization took parameters such as linearity, detection limit, quantification limit, reproducibility, repeatability, and method accuracy.

## Descripción y características fundamentales

Las hojas de Stevia contienen glicósidos de los cuales muchos estudios ya han reportado la actividad biológica y su capacidad edulcorante. Dentro de los mismos los más abundantes son el esteviósido y el rebaudiósido A, para los cuales no se cuenta con métodos estandarizados para cuantificarlos en laboratorios de nuestro país.

El método cromatográfico de HPLC se validó usando una columna Ultra Amino 5µm de 250 x 4.6 mm equipado con detector de Arreglo de Diodos SPD-M20A ajustado a 210 nm de λ. La fase móvil consistió de 80:20 (v/v) de acetonitrilo y agua, ajuste a una velocidad de 1,0 ml/min de caudal y modo isocrático.

Los parámetros calculados fueron: curvas de calibración de esteviósido y rebaudiósido A, límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC) de esteviósido y rebaudiósido A, respectivamente; linealidad (de esteviósido y rebaudiósido A), precisión (repetibilidad del equipo, del método y repetibilidad intermedia), precisión por analito (de esteviósido y rebaudiósido A), y exactitud (por recuperación de analito).

Las curvas de calibración fueron lineales en el rango de trabajo (20 - 100 ppm), con coeficiente de correlación y determinación  $\geq 0.999$  para ESTEVIÓSIDO y (20 - 100 ppm) con coeficiente de correlación y determinación  $\geq 0.999$  para REBAUDIÓSIDO A.

El límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC) calculados para esteviósido y rebaudiósido A: 2,9 y 10 ppm para el primero y 1,2 y 4 ppm para el segundo.

La linealidad para esteviósido es significativa entre los valores de referencia y la respuesta del método, siendo el intervalo lineal entre 20 a 100 ppm. Para rebaudiósido A, la linealidad calculada según Quattrocchi es de 66.12 y el tabulado es de 3.182, asumiéndose que si  $t_r > t_{tab}$  existe una buena correlación lineal en el rango de 20 a 100 ppm.

Los resultados de precisión para esteviósido y rebaudiósido A, respectivamente dan covarianzas de 5.26 y 13.49 %, considerándose que para el primero el método es preciso y que para el rebaudiósido A se tiene una precisión aceptable. El porcentaje de recuperación de muestras enriquecidas fueron a 3 niveles de concentración  $93.93\% \pm 10.4\%$  para esteviósido y  $95.1\% \pm 11.1\%$  para rebaudiósido A.

## Aspectos innovadores

La novedad del presente conocimiento radica en el hecho de que en Bolivia no existen laboratorios que presten servicios de cuantificación de esteviósido y rebaudiósido A (componentes mayoritarios de las hojas de stevia) por HPLC. En el laboratorio del CTA, se ha estandarizado el método de análisis que está acorde a lo estipulado en la Norma Boliviana (IBNORCA) y va en consonancia con el Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios, JECFA para cuantificación de esteviósido y rebaudiósido A en hojas.

Los criterios de validación del método ofertado mostraron precisión, linealidad, LD, LC y recuperación adecuados, por lo tanto, el método es adecuado para el análisis cuantitativo de esteviósido y rebaudiósido A de la stevia rebaudiana Bertoni y el método satisface la condición de exactitud al 95% de confianza en los

análisis reportados para muestras de hojas de stevia en general.

## Ventajas competitivas

Para los productores de stevia, se incrementaría el valor de su producto con un análisis de cuantificación, ya que el mismo evalúa el contenido de dulzor de las hojas; asimismo ayuda al control de sus cultivos en cuanto a labores culturales, ya que el contenido de edulcorante varía de acuerdo a las condiciones de cuidado del terreno y del cultivo mismo; en cuanto a la producción orgánica de hojas de stevia para exportación, es de vital importancia un análisis de cuantificación de los dos principales componentes de la misma, sin la cual el productor no podrá exportar su producto. Otra gran ventaja para los empresarios es la competitividad de sus productos (purificados en base a stevia) en el mercado local, regional y para exportación.

## Tipo de asociación que busca

Se busca generar colaboración con organizaciones productoras de stevia y otros organismos que puedan incorporar en su rutina de control la cuantificación de los dos principales componentes de hojas de stevia y/o de productos purificados en base a ella, es así que se plantea que SENASAG como organismo de control gubernamental de inocuidad alimentaria haga un seguimiento especial a productos purificados en base a stevia de venta libre en el país. Las actividades concretas que deben realizar las organizaciones es; gestionar cartas de intenciones de sus respectivas organizaciones para cubrir costos de solamente materiales e insumos necesarios para cuantificar sus productos, como un ejercicio de interacción social UMSS-sociedad en caso de asociaciones de agricultores. Pero en el caso de empresas el costo deberá cubrir además mantenimiento de equipos, depreciación de activos, etc.

Si la organización pretende incorporar este desarrollo tecnológico el costo de equipamiento es de aproximadamente 45 000.00 \$us, suministros y solventes para unas 50 muestras 3 000.00 \$us y costo de personal capacitado al menos 1 000.00 \$us/mes.

SENASAG (a nivel nacional) sería la organización en la cual encajaría esta oferta de conocimiento

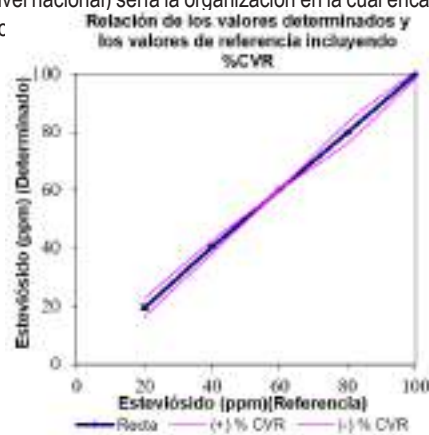


Ilustración EC13: Relación gráfica | Sonia Torrico



**Proyecto:** Zonificación de cultivos orgánicos de stevia en Bolivia. Estudio de zonas productoras y caracterización del contenido de glicósidos de esteviol por HPLC.

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Productores Organicos de Stevia Asociados (POSTA)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-EC0014



# Microorganismos halófilos con potenciales aplicaciones biotecnológicas



**INVESTIGADOR:** Mauricio Daniel Guzmán Duchén

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Biotecnología (CBT)

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Biotecnología (CBT), realizó estudios para el aislamiento de microorganismos de ambientes extremos de Bolivia, los cuales son capaces de producir productos con potenciales aplicaciones Biotecnológicas, entre las que destacan: producción de enzimas proteolíticas las cuales son utilizadas en la industria de los detergentes y también en el curtido de cueros. Estos productos son más amigables con el medio ambiente debido a que son producidos por organismos vivos y por ende llegan a ser biodegradables.

En el área medioambiental, estos microorganismos pueden ser utilizados como marcadores biológicos y determinar así el impacto ambiental de actividades industriales, como por ejemplo la minería.

De igual manera se comunica, que, el CBT cuenta con la capacidad de identificar diferentes tipos de organismos mediante métodos moleculares.

## ABSTRACT

The Center of Biotechnology (CBT), UMSS performed studies for the isolation of microorganisms from extreme environments in Bolivia, which are capable of producing biotechnological applications with high potential, including production of proteolytic enzymes that are used in the detergent industry and also in the leather tanning. These products are more environmentally friendly because they are produced by living organisms and therefore, they are biodegradable.

In the environmental area, these microorganisms can be used as biological markers, and thus determine the environmental impact of industrial activities, such as mining.

Similarly, CBT has the scientific and equipment to identify different types of organisms by molecular methods.

## Descripción y características fundamentales

Los microorganismos extremófilos con los que se trabajó en el presente proyecto presentan potenciales aplicaciones en el área de Biotecnología, entre las que destacan la producción de enzimas para ser utilizadas en la industria de los detergentes o en el curtido de cueros, entre otras. Estos productos son más amigables con el medio ambiente debido a que son producidos por organismos vivos y por ende llegan a ser biodegradables; esto representa una gran ventaja frente a los procesos tradicionales donde se utilizan productos químicos que contaminan en gran medida el medio ambiente con la generación de residuos.

De igual manera estos microorganismos están involucrados en la biotransformación de compuestos orgánicos en nuevos compuestos con propiedades diferentes y posiblemente con un valor agregado mayor a la sustancia original. Un ejemplo claro de esto es el uso de  $\alpha$ -pineno, compuesto sin un valor agregado elevado, el cual fue utilizado como sustrato para los microorganismos que lo transformaron en nuevos productos con propiedades totalmente diferentes.

De igual manera se han utilizado estos microorganismos como indicadores biológicos para determinar el índice del impacto ambiental en lugares donde se están realizando actividades industriales, como por ejemplo actividades mineras. Estos mismos microorganismos pueden estar involucrados en la recuperación de estos ambientes debido a la capacidad que tienen estos para la asimilación y/o biotransformación de sustancias contaminantes como ser el petróleo crudo o diferentes tipos de metales pesados, proceso que es conocido como biorremediación y en el cual el Centro de Biotecnología tiene una experiencia de cerca de 10 años.

El CBT cuenta con la capacidad de realizar la identificación de diferentes microorganismos utilizando técnicas moleculares, siendo la principal la secuenciación del ADN extraído de los microorganismos purificados y así comparar estos resultados con bases de datos internacionales y poder identificar si estos microorganismos son nuevos.

De esta manera se llega a conocer también la biodiversidad microbiana de ambientes extremos de nuestro País y se realiza una valoración de estos recursos con un uso sostenible de los mismos.

## Aspectos innovadores

Estos microorganismos son novedosos puesto que sus productos llegan a ser biodegradables, comparado por ejemplo con muchos de los productos que actualmente son obtenidos mediante procesos químicos los que llegan a generar residuos que son muy contaminantes para el medio ambiente.

Estos productos, por ejemplo, las enzimas, tienen propiedades completamente diferentes a las enzimas producidas comercialmente debido a que los microorganismos de donde se los obtiene son aislados de ambientes extremos, confiriendo estas características a sus productos, por ejemplo, pueden ser utilizadas a elevadas temperaturas o bien con diferentes tipos de solventes, manteniendo en estas condiciones una elevada actividad enzimática.

En los procesos de biorremediación, ya sea de hidrocarburos o metales pesados, se pueden utilizar los microorganismos de la zona afectada sin necesidad de estar adicionando cultivos modificados genéticamente en laboratorios (biología

sintética) disminuyendo el riesgo de la pérdida de la biodiversidad microbiana de la zona.

## Ventajas competitivas

Las ventajas estarían directamente relacionadas con el uso de productos mucho más amigables con el medio ambiente, de igual manera estos productos pueden ser obtenidos a precios muchos más reducidos comparados con los productos convencionales que son ofrecidos en el mercado.

El uso de estos microorganismos y el estudio de la biodiversidad microbiana se ha convertido en una opción para las empresas que requieran realizar un control del impacto ambiental de sus procesos, aguas residuales o productos de desecho, los microorganismos son ideales para detectar estos cambios rápidamente en los ecosistemas en los que viven.

## Tipo de asociación que busca

Las organizaciones que podrían estar interesadas en los resultados de estas investigaciones son pequeñas y medianas empresas, en las áreas de detergentes, curtiembres, minería y empresas en general que quieran realizar un diagnóstico del impacto ambiental de sus desechos o bien realizar un biotratamiento de los mismos.

Para esto se transferirá la tecnología generada durante esta investigación a las empresas interesadas y se realizará una capacitación para que el personal de las mismas pueda obtener los productos requeridos.

De igual manera el conocimiento generado podría ser de interés para autoridades ambientales como el Ministerio del Medioambiente y Agua (MMYA), Gobernaciones, Alcaldías y Municipios dentro de áreas ambientales.



Ilustración EC14: Laguna Colorada | Mauricio Daniel Guzmán Duchén



SUECIA

**Proyecto:** Microorganismos halófilos presentes en tapetes microbianos localizados en lagunas salinas y salares en la región de Sud Lípez y sus potenciales aplicaciones biotecnológicas en biorremediación y como marcadores microbianos.

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-ET0001



## Aceite, Concentrado Proteico y Almidón de Quinoa Real



**INVESTIGADOR:** Gloria Saavedra Cabrera

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Tecnología Agroindustrial ofrece procesos de obtención de subproductos de la Quinoa. Proteína de excelente calidad, con porcentajes altos de lisina, metionina e histidina, usada en dietas suplementarias infantiles; aceite con ácidos grasos poli-insaturados, vitaminas y antioxidantes demandados en la industria de cosméticos; y almidón usado en alimentos con requerimientos especiales. Se solicita el escalado a producción piloto para evaluar los parámetros técnico - económicos.

### ABSTRACT

The UMSS through the Agroindustrial Technology Center offers processes for obtaining by-products of Quinoa. Excellent quality protein, with high percentages of lysine, methionine and histidine, used in supplementary diets for children; oil with polyunsaturated fatty acids, vitamins and antioxidants demanded in the cosmetics industry; and starch used in foods with special requirements. Scaling up to pilot production is requested to evaluate the technical - economic parameters.

## Descripción y características fundamentales

Los granos de Quinoa, con un contenido de proteína de 13,32%, grasa 6,39% y almidón 57,25%, libre de saponinas e impurezas, fueron trituradas en un molino de piedras y posteriormente tamizados a un tamaño de partículas de 0,180mm.

En un tanque de 10 litros de capacidad, provisto de una chaqueta de calentamiento, se agitó el material molido en solvente orgánico a una temperatura de 30°C por un tiempo de 2 hrs. El producto fue centrifugado para separarlo en dos fases. De la fase líquida se recuperó el aceite por evaporación del solvente y de la fase sólida, se obtuvo la proteína, previa solubilización en solución acuosa y lavándola repetidamente en agua con posterior precipitación por variación del pH. El sólido obtenido, después de la recuperación de la proteína, en este segundo proceso, se volvió a disolver en agua y se procedió a lavarlo repetidamente para eliminar todos los compuestos solubles en agua. Finalmente, por centrifugación selectiva se recuperó el almidón con su color blanquecino característico.

El rendimiento de aceite fue de 83,41% y su perfil cromatográfico mostró que los ácidos poliinsaturados son dominantes; 31,49 % de ácido linoleico y 4,97% de ácido linolénico. Entre los ácidos monoinsaturados se destaca el ácido oleico, 20,64%.

Los resultados del análisis bromatológico del concentrado mostraron un contenido de proteína de 76,51% y un rendimiento de 51,42% en base a la proteína inicial. Así mismo, se ve en el análisis la disminución de los porcentajes de grasa y carbohidratos.

La determinación espectrofotométrica del almidón reportó valores de Amilosa, 11,73%, y Amilopectina, 88,27%. El rendimiento de recuperación de almidón fue de 51,42%. Se determinó que la temperatura de gelatinización del almidón se encuentra entre 50 y 65°C.

## Aspectos Innovadores

La Quinoa Real, conocida como grano de oro, tiene una demanda a nivel mundial y es producida únicamente en el Altiplano Sur de Bolivia en suelos salinos y altitudes hasta 4200 msnm, donde la radiación solar es intensa. Estas condiciones climatológicas hacen que este producto tenga características nutritivas excepcionales. En la gestión 2012 se produjeron alrededor de 40000 TM. La presente tecnología en fase desarrollada pretende dar valor agregado a la cadena productiva de la Quinoa produciendo aceite, proteína y almidón a partir de este producto con la finalidad de ser aprovechado en preparados alimenticios para diferentes sectores de la población que requieren un nivel nutricional selectivo.

## Grado de desarrollo de la tecnología

El desarrollo tecnológico para la producción de concentrado y aislado proteico se encuentra en la fase de investigación. Si bien se han alcanzado resultados a nivel de laboratorio, es necesario hacer pruebas en una escala mayor con un costo aproximado de 25.000 dólares y una duración de entre 12 y 24 meses adicionales, para lo cual se busca financiamiento externo de entidades interesadas en la nueva tecnología.

## Ventajas competitivas

Las proteínas de la Quinoa tienen aprox. 20 aminoácidos incluyendo 10 aminoácidos esenciales, especialmente lisina, histidina y metionina. Está ausente de gluten lo que la hace apta para personas sensibles a este compuesto.

El importante contenido de ácido linoleico, conocido como omega 6 y el ácido linolénico como omega 3, ácidos grasos esenciales, muestran que el aceite es muy beneficioso para la salud en comparación a otros similares. Su almidón es altamente digerible, razón por la cual es muy recomendada en las dietas de enfermos y niños.

## Tipo de asociación que busca

La tecnología es de interés para Industrias de alimentos e industrias agroalimentaria como Pii Andina, Fridosa, IMBA, entre otras, de las cuales se busca apoyo financiero para la etapa de evaluación técnica – económica, aún no se tiene una estimación sobre el costo del proceso tecnológico.



**Proyecto:** Obtención de Aceite, Concentrado Proteico y Almidón a partir de Quinoa Real

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales



## Antioxidantes de papa nativa que permiten conservar productos cárnicos

PAPA NATIVA



ANTIOXIDANTE

NEUTRALIZA  
RADICALES LIBRES

**INVESTIGADOR:** Adolfo Escalante Lunario

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas

**CENTRO/LABORATORIO:** Programa de Fármacos, Alimentos y Cosméticos (PROFAC)

### RESUMEN

La UMSS a través del Programa Fármacos, Alimentos y Cosméticos ha encontrado en la cáscara de algunas variedades de papa nativa altas concentraciones de principios antioxidantes. Estos compuestos aumentan las defensas del organismo humano y evitan la formación de radicales libres. También, pueden ser utilizados, en forma de extractos concentrados y/o liofilizados, para conservar productos alimenticios como la carne y productos farmacéuticos. Sin embargo, es necesario contar con equipamiento para extraer y purificar los extractos en cantidades mayores.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Drug, Food and Cosmetics Programme, has found high concentrations of antioxidant principles in the skin of some varieties of native potatoes. These compounds increase the defenses of the human body and prevent the formation of free radicals. They can also be used, in the form of concentrated and / or lyophilized extracts, to preserve food products such as meat and pharmaceutical products. However, equipment is required to extract and purify the extracts in larger quantities.

## Descripción y características fundamentales

Los antioxidantes son moléculas de gran poder reactivo capaces de retardar o prevenir el daño oxidativo de radicales libres. Las variedades de papa nativa Yana imilla y Suri runtú, cultivadas en la comunidad Challviri B, presentan altas concentraciones de compuestos fenólicos, siendo los más abundantes los flavonoides. Estas moléculas antioxidantes, pueden ser extraídas a partir de la preparación de extractos fluidos que pueden ser concentrados a presión reducida o liofilizados para ser empleado en la conservación de carnes y/o sus derivados. Presentan alta actividad antioxidante con valores de inhibición de 10 a 12,5 % en concentraciones de 1200 a 1600 ppm.

Los antioxidantes naturales ejercen su efecto por medio de dos mecanismos diferentes. Por una parte, inhiben la oxidación de la mioglobina, con lo que protegen el color rojo brillante de la carne fresca. Por otra, inhiben la oxidación de los ácidos grasos, con lo que se reduce la aparición de olores y sabores de carne no fresca.

Estos extractos de origen natural pueden ser empleados de manera continua, con bajo riesgo de daño en el organismo humano, característica que se contrapone al efecto cancerígeno de los antioxidantes sintéticos, que actualmente son utilizados. Estas particularidades hacen que los antioxidantes extraídos de la cáscara de las variedades de papa mencionadas sean óptimos para reemplazar a los antioxidantes de origen sintético como el BHT, TBHQ, BHA y PG.

## Aspectos Innovadores

- Es un producto natural obtenido de papas nativas que puede emplearse para conservar la carne o sus productos derivados.
- Pueden aplicarse directamente, en forma de extracto crudo o liofilizado, aspectos que facilitan la transferencia e implementación.
- La tecnología, permite la integración de sectores productivos, consumidores y de investigación, bajo principios de sostenibilidad, eficacia y conservación del germoplasma de variedades de papa que se encuentran en proceso de erosión.

## Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología se encuentra aún en fase de desarrollo a nivel de laboratorio, por lo tanto se requiere el financiamiento externo para completar la investigación en un periodo aproximado de 6 a 12 meses adicionales. No se tiene estimado el costo adicional que pueda implicar este trabajo.

## Ventajas competitivas

- Constituye un producto accesible debido a que el proceso de obtención es sencilla y de bajo costo.
- Disminuye los costos por el empleo de antioxidantes sintéticos.
- Conserva por más tiempo las propiedades organolépticas de la carne, incrementando su vida comercial hasta en un 200%.
- Garantiza su empleo con bajo o ningún riesgo de daño en el organismo humano, a diferencia de los antioxidantes de origen sintético.

## Tipo de asociación que busca

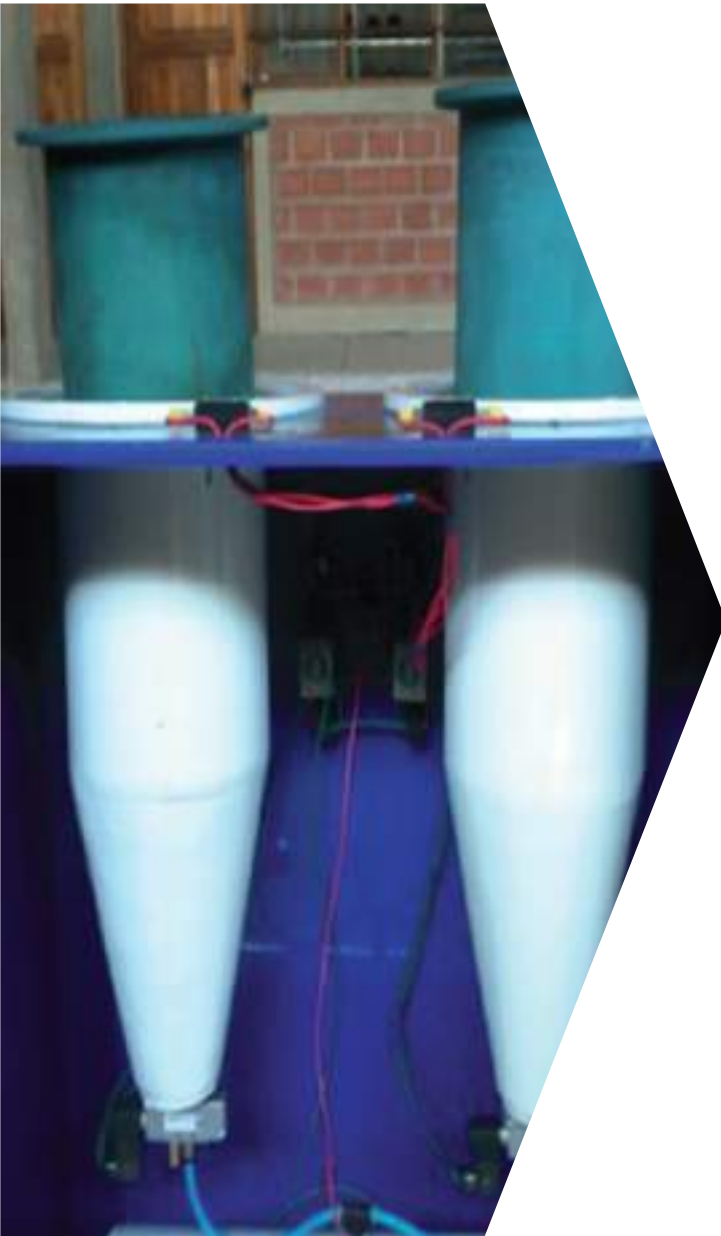
Actualmente, la tecnología se encuentra en etapa de laboratorio y puede ser accesible a empresas que trabajan en el rubro de carnes como HASS para tener una cooperación técnica. Los costos de implementación de la tecnología no son elevados ya que el personal existente de las empresas es capacitado para la aplicación de los antioxidantes.



**Proyecto:** Extracción y evaluación de la actividad antioxidante y determinación del contenido de fenoles y carotenos de papas nativas y sus posibilidades de aplicación en la industria farmacéutica alimentaria y cosmetológica natural  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)



## Aplicaciones en pegado de suelas de calzado con sistemas neumáticos



**INVESTIGADOR:** Pascual Maldonado López

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Programa de Tecnologías de Fabricación (PDTF)

### RESUMEN

La fabricación de los zapatos en nuestro medio es realizado por las grandes industrias en forma automatizada, pero existen fabricantes de calzados artesanales que realizan la fabricación por métodos totalmente manuales, una de los procesos que en la cadena productiva que influencia en la calidad del calzado es el pegado de la suela, porque de esta depende la duración de la misma en el uso final. Por tanto este proceso es de importancia mejorar y automatizar para los productores pequeños, esta actividad es justificada por la cantidad de cuero que se exporta como materia, justifica también como es nuestro país es importador de productos de cuero especialmente del calzado. Por tanto urge la necesidad de mejorar el rubro de calzados dando mayor valor agregado al cuero en nuestro medio.

### ABSTRACT

The manufacture of shoes in our environment is carried out by large industries in an automated way, but there are manufacturers of handcrafted footwear that carry out the manufacture by totally manual methods, one of the processes in the production chain that influences the quality of footwear is the gluing of the sole, because the duration of the sole in the final use depends on it. Therefore, this process is important to improve and automate for small producers, this activity is justified by the amount of leather that is exported as a material, it also justifies how our country is an importer of leather products, especially footwear. Therefore, there is an urgent need to improve the footwear category, giving greater added value to leather in our environment.

### Descripción y características fundamentales

El proceso de fabricación del calzado en forma manual se realiza primeramente, poniendo el adhesivo en el cuero a ser pegado en la suela, este adhesivo tiene tiempo y temperatura de activación, estos parámetros deben ser controlados para un pegado que cumpla las especificaciones de resistencia en el uso final.

En nuestro medio se realiza la activación generalmente, aprovechando los rayos solares y luego se aplica la presión mediante la fuerza del martillo mediante sucesivos golpes. La máquina pegadora de calzado permitirá la aplicación de la presión en forma instantánea, por otro lado, esta máquina permite realizar la presión de pegado de la suela en todo el perímetro aventajando a otros procesos de pegado, porque se adecua para formas irregulares de plantas como es el caso de los zapatos deportivos o casuales.

La automatización de la máquina consiste en la facilidad de operación puesto que, dispone de dos cámaras de presurización que pueden trabajar en forma intercalada, mientras una presuriza, la otra retira el zapato pegado y dispone rápidamente otra unidad para el pegado, de esta manera el proceso de pegado de las suelas de zapato optimiza el tiempo de producción y calidad de pegado. La máquina se presenta en sus dos formatos de una cavidad y dos cavidades, de esta manera puede adecuarse para empresas pequeñas con diversas producciones.

### Aspectos Innovadores

Uso del sistema de pegado de suelas de calzado por proceso neumático en todo el perímetro del calzado garantizando un pegado uniforme de la suela. Este proceso es el más recomendado para el pegado de suelas que tienen irregularidades como lengüetas como es el caso de los zapatos deportivos, las máquinas tradicionales de pegado no tienen esta ventaja de pegado en todo el perímetro, solo se limita al pegado en una dirección. Otra innovación en este equipo es la facilidad de fabricación con una planificación en el diseño para garantizar piezas terminadas y funcionamiento óptimo.

### Grado de desarrollo de la tecnología

Esta tecnología que se encuentra lista para su demostración a un nivel de prototipo, requiere mayor inversión para su escalamiento por lo cual se busca financiamiento externo de entidades interesadas en la nueva tecnología.

### Ventajas competitivas

Las ventajas de la incorporación de este equipo es la mejora en calidad y cantidad en la producción de la cadena productiva del calzado, otra ventaja importante es la de darle mayor valor agregado al cuero que se exporta y que se importa como calzado. Así mismo, se descubren otros nichos de mercado en la fabricación de máquinas dedicadas al rubro del calzado, evitando el pago de derechos de aduana en la importación de bienes de capital.

### Tipo de asociación que busca

Se busca trabajar con MyPES o entidades dedicadas a la industria del cuero para una cooperación técnica, acuerdo de fabricación o acuerdo comercial con asistencia técnica, lo cual implica una inversión de aproximadamente 1.500 dólares.



Ilustración ET3: Prototipo plegadora de calzado



**Proyecto:** Fabricación de prototipos de maquinaria aplicativa para el sector cuero que beneficien al cluster del cuero Cochabamba que se contempla en el proyecto INNOVA- UMSS

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-ET0004



## Mejoramiento del proceso de cultivo, transformación y comercialización de la cañahua



**INVESTIGADOR:** Nelson Tapia Ponce

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Agroecología Universitaria Cochabamba (AGRUCO)

### RESUMEN

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule aellen*) al igual que la quinua es un cultivo andino marginado por el poco conocimiento y difusión sobre sus cualidades alimenticias y proteínicas. No obstante de ello en los últimos años se ha revalorizado su producción agroecológica, utilización y consumo tanto en el área rural y principalmente en áreas urbanas. La tecnología de producción es tradicional, se siembra al voleo y no requiere de muchos cuidados agronómicos; AGRUCO a través de una investigación ha generado conocimientos para mejorar el sistema de siembra, cosecha y procesamiento de la cañahua, además de su revalorización y difusión para que se conozcan sus bondades y pueda con ello crecer la demanda y consecuentemente se mejore las estrategias de comercialización.

Se plantea que en lugar de la siembra al voleo se realice en surcos y en la cosecha para evitar pérdidas por derrame se realice en toldos, y una vez beneficiado el grano, se proceda al tostado y molido, y posteriormente el embolsado y etiquetado como "pito ecológico de cañahua" para mejorar el proceso de comercialización.

### ABSTRACT

Cañahua (*Chenopodium pallidicaule aellen*), like quinoa, is an Andean crop marginalized due to little knowledge and diffusion about its nutritional and protein qualities. However, in recent years its agro-ecological production, use and consumption have been revalued both in rural areas and mainly in urban areas. The production technology is traditional, it is sown broadcast and does not require much agronomic care; AGRUCO, through research, has generated knowledge to improve the sowing, harvesting and processing system of cañahua, in addition to its revaluation and dissemination so that its benefits are known and with this demand can grow and consequently improve marketing strategies. It is proposed that instead of broadcast sowing it be carried out in furrows and in the harvest to avoid losses due to spillage it is carried out in awnings, and once the grain has been benefited, it is roasted and ground, and then bagged and labeled as "organic cañahua pito (cereal)" to improve the marketing process.

Dirección de Investigación Científica y Tecnológica/ Universidad Mayor de San Simón

## Descripción y características fundamentales

Durante el proceso de cultivo y procesamiento de la cañahua se encontró que el cuello de botella para la comercialización está en el proceso de embolsado, presentación y etiquetado del producto como pito de cañahua; en la mayoría de los casos los productores de cañahua venden como pito de cañahua y otros como grano bruto por arrobas, en mercados y ferias locales a precios muy bajos. La propuesta tecnológica consiste en mejorar el sistema de siembra, cosecha y procesamiento (tostado del grano, molido y embolsado en bolsas de kilo y de ½ kilo) incluyendo el etiquetado como producto ecológico indicando sus bondades nutritivas y organolépticas.

Actualmente, las comunidades productoras de cañahua cultivan de manera agroecológica este cultivo, este es un aspecto muy valorable, no obstante se debe mejorar el sistema de siembra cambiando de la siembra al voleo al sistema en surcos, al mismo tiempo se puede reducir pérdidas en la cosecha al hacer la trilla y beneficiado en toldos en lugar de hacerlo en el suelo (eras).

Al mismo tiempo se plantea la revalorización de esta especie nativa olvidada para incrementar áreas de cultivo, y promover su consumo en áreas urbanas, periurbanas y rurales de Bolivia, esto va a ser posible mediante la difusión y promoción de la cañahua en ferias ecológicas, ferias especializadas, y otros eventos donde también participen productores y potenciales consumidores de la cañahua.

## Aspectos Innovadores

Se considera novedoso porque ha promovido la mejora tecnológica con un enfoque agroecológico en cuanto a las técnicas de cultivo de la cañahua. Por ejemplo, la práctica de siembra de voleo cambiando a surcos, asimismo en la práctica de la cosecha y trilla del producto haciéndolo en carpas para evitar la pérdida del producto (se pierde casi hasta el 20 % en esta actividad). Asimismo, un aspecto innovador es el embolsado y presentación del pito de cañahua en envases de ½ kilo y de 1 kg para su expendio en mercados ciudadanos. Toda esta propuesta innovadora ha promovido el cambio de mentalidad en los productores de cañahua, que han reflexionado sobre la necesidad de mejorar la tecnología de producción de la cañahua desde la siembra, cosecha hasta el envasado y la venta.

## Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología de producción agroecológica, cosecha, beneficiado y molido de la cañahua está bastante desarrollada y difundida en zonas productoras, lo que aún falta es implementar una tostadora y molino especial para moler el grano. Aunque el proceso de embolsado y presentación del pito de cañahua no es complicado, requiere de un impulso institucional apuntado a una certificación formal como producto agroecológico para cualificar su venta y consumo.

## Ventajas competitivas

El hecho de cultivar la cañahua en surcos mejora la obtención de mayores rendimientos en grano, por otra parte el hecho de realizar la trilla en carpas en lugar de “eras”, contribuye en la reducción de pérdidas de grano de hasta un 10%, y el producto es más limpio y no requiere de mucho agua para lavarlo.

Al mismo tiempo en el procedimiento de molido del pito, desde el sistema tradicional (en batan de piedra) hacia el sistema mejorado (molienda en molino,

con cernido y embolsado especial) se ahorra tiempo y el pito de cañahua es más uniforme en textura y presentación por lo que se obtendrá mejores precios en los mercados y ferias ecológicas. Este último sistema sin embargo aún requiere de algunas mejoras en cuanto a higiene y sanidad para llegar a ser certificado por IBNORCA.

Con todas estas mejoras tecnológicas agroecológicas se ofrece a los productores de cañahua de Bolivia mejores oportunidades para reducir pérdidas en la cosecha, mejorar la presentación del producto (bolsas de kilo y ½ kilo) y obtener mejores ingresos, además de contribuir a la soberanía alimentaria y su revalorización.

## Tipo de asociación que busca

El proceso mejorado es de interés para los Productores de cañahua de los ayllus Aransaya, Majasaya, de la provincia Tapacarí así como de la provincia Arque y Bolívar. Sin embargo, con pocos recursos que puede invertir el Estado o la empresa privada que promueven procesos de Desarrollo Económico Local (DEL) o emprendimientos locales se puede ayudar en la mejora tecnológica a productores tradicionales y ecológicos de la cañahua, más aún cuando la mejora tecnológica validada no requiere de grandes inversiones, los productores de la provincia Tapacarí (ayllu Majasaya) por cuenta propia han elaborado y presentado un proyecto al Fondo Indígena.



**Proyecto:** Mejoramiento de la competitividad de producción agrícola, transformación y comercialización para la cadena productiva de la cañahua

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Instituto de Estudios Sociales y Económicos (IESE)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-ET0005



# Obtención de concentrado y aislado de proteína de soya para la elaboración de productos cárnicos



**INVESTIGADOR:** Jose Luis Balderrama Idina

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

## RESUMEN

El Centro de Tecnología Agroindustrial de la UMSS con fondos provenientes de la Cooperación ASDI - UMSS, ha desarrollado el presente proceso tecnológico a nivel de laboratorio para la producción de Concentrado y Aislado Proteico a partir de harina de soya desgrasada (Glycine max). El proceso tecnológico comprende las etapas de inactivación de los componentes antinutricionales mediante tratamiento térmico, extracción, precipitación y secado. Se obtuvo proteína concentrada del 60% y el aislado de 90%, en base seca.

## ABSTRACT

The Agroindustrial Technology Center of the UMSS with funds from the Sida - UMSS Cooperation, has developed this technological process at a laboratory level for the production of Protein Concentrate and Isolate from defatted soybean meal (Glycine max). The technological process includes the stages of inactivation of the antinutritional components by heat treatment, extraction, precipitation and drying. Concentrated protein of 60% and the isolate of 90% were obtained, on a dry basis.

## Descripción y características fundamentales

Para el tratamiento térmico de la materia prima, se utilizó un reactor Batch empleando vapor de agua saturada a 20 psia, con lo que se ha logrado disminuir la actividad ureásica hasta 0.17ΔpH y una solubilidad proteica del 80%. Se partió de una materia prima con un contenido de proteína del 45,7% y humedad del 7,4% en base seca. Una vez obtenida la materia prima se procedió al molido para disminuir el tamaño de partícula y mejorar el contacto entre fases en los procesos posteriores. El análisis granulométrico muestra que el 39,6% corresponde a partículas de tamaño igual o inferior a 0,180 mm, 20,7% a 0,212 mm y 19,6% a tamaños iguales o inferiores a 0,106 mm, respectivamente. En las pruebas experimentales se estudiaron la influencia de la relación soluto/solvente, tiempo de agitación, pH, temperatura de extracción, para lo cual se empleó un reactor de vidrio de laboratorio con control automático de temperatura y agitación. Partiendo de harina de soya desgrasada, se obtuvo un concentrado de 60% de proteína y un aislado proteico del 90% en base seca.

Bolivia en los últimos años se ha constituido en un productor importante de soya en el mercado latinoamericano con un volumen que alcanza a 2,6 millones de TM/año en la gestión 2012. La principal zona productora se encuentra en el departamento de Santa Cruz. Esta situación ha inducido al Gobierno Central a declararla como un producto estratégico de interés nacional que contribuye al desarrollo económico del país. El presente proyecto tiene como finalidad principal de inscribirse en la iniciativa gubernamental para aumentar el valor agregado de la cadena productiva de la soya.

## Aspectos Innovadores

Los productos que tienen una aceptación importante en el mercado local son los preparados para la elaboración de comida rápida que tienen como ingrediente principal la carne animal, pero por sus altos costos no están al alcance de la mayoría poblacional. Una forma de disminuir los precios de venta de estos productos es reemplazar la proteína animal por proteína vegetal, utilizando aislados y concentrados proteicos sin disminuir la calidad nutricional. Son también utilizados como suplemento en alimentos con bajo contenido proteico, mejorando la calidad nutritiva o para disminuir el contenido graso en los productos dietéticos.

Actualmente, los productos similares que se ofertan en el mercado local a bajo precio, son preparados con rellenos no nutritivos, en desmedro de la función alimentaria que debería tener este tipo de alimentos.

## Grado de desarrollo de la tecnología

El proceso tecnológico se encuentra a nivel de laboratorio, y se requiere un monto aproximado de 15.000 dólares para estudios de escalamiento. El tiempo de duración se estima entre 12 y 24 meses adicionales, para lo cual se busca financiamiento externo de entidades interesadas en la tecnología.

## Ventajas competitivas

Bolivia está considerado entre los países de desarrollo humano medio donde el 14% de la población vive con un ingreso inferior a un dólar/día y el índice de desnutrición alcanza al 23% de los habitantes. Para cumplir los objetivos de nutrición propuesto por el Gobierno Central y la generación de valor agregado a la cadena productiva, la soya se convierte en una de las fuentes de interés comercial si se la compara con otras fuentes de proteína. Tiene un perfil de aminoácidos esenciales similares a la carne de res en isoleucina, leucina, aminoácidos aromáticos, treonina y valina, pero la supera en triptófano. En cuanto a los costos de producción, las fuentes de proteína vegetal son mucho más baratas comparadas con las fuentes tradicionales. La proteína de res tiene un costo de 6500 \$us/TM, leche de 1100 \$us./TM, trigo 1600 \$us/TM y soya de 540 \$us./TM.

## Tipo de asociación que busca

Se busca la cooperación técnica de Industrias de alimentos e industria agroalimentaria, tales como Fridosa, IMBA y Cadepia y otros en la perspectiva para consolidar el proyecto.



Ilustración ET5: Reactor para pre tratamiento de la materia prima

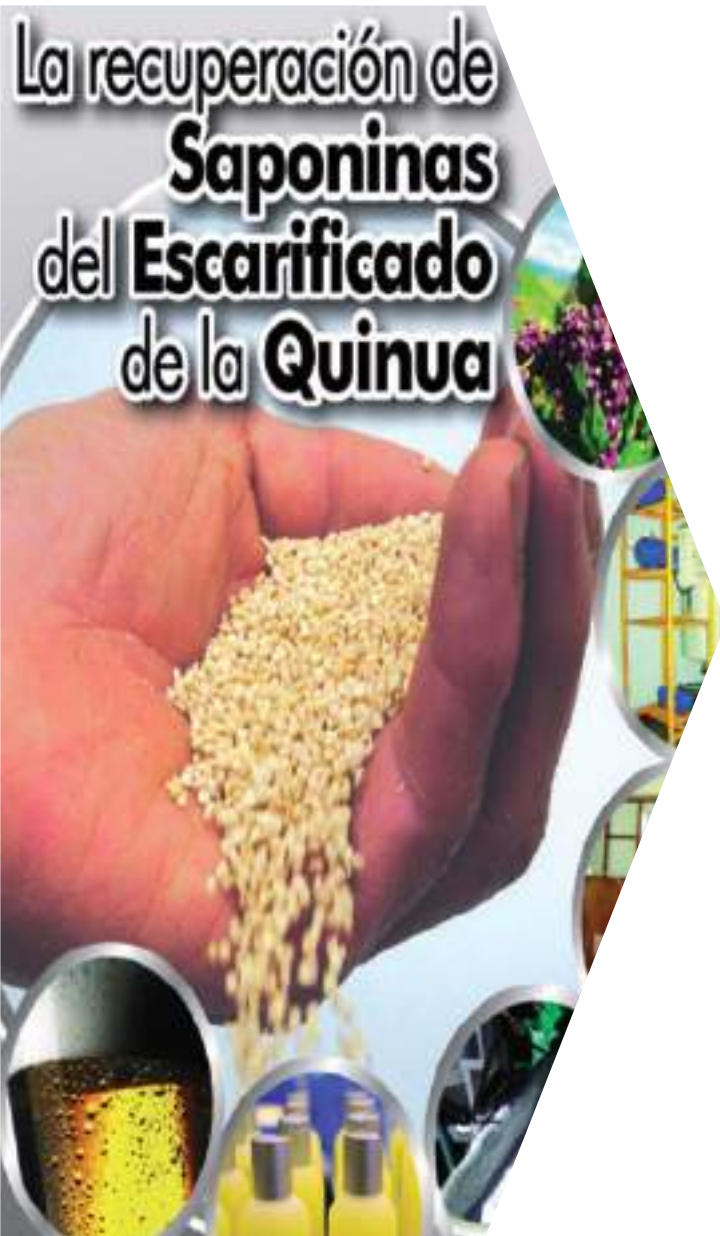


**Proyecto:** Obtención de Concentrados y Aislados de Proteína de Soya para la elaboración de Productos Cármicos  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)  
**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales (ASDI)



## Obtención de saponinas a partir del escarificado de quinua



La recuperación de  
**Saponinas**  
del **Escarificado**  
de la **Quinua**

**INVESTIGADOR:** Luis Antonio Vilaseca Gamarra

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

### RESUMEN

El grano de la quinua contiene en su pericarpio sustancias de sabor amargo llamadas saponinas que deben ser eliminadas para su consumo. Las saponinas tienen diversas propiedades y son utilizadas en la industria de fármacos, cosméticos, productos de limpieza, dentífricos y como emulsificantes. La recuperación de saponinas del escarificado de quinua permite el aprovechamiento de este desecho, pudiendo proporcionar un insumo natural para otros sectores industriales de la región y del país.

### ABSTRACT

The grain of quinoa contains bitter-tasting substances in its pericarp called saponins that must be eliminated for consumption. Saponins have various properties and are used in the pharmaceutical, cosmetic, cleaning product, toothpaste and emulsifier industries. The recovery of saponins from the scarification of quinoa allows the use of this waste, being able to provide a natural input for other industrial sectors in the region and the country.

### Descripción y características fundamentales

Bolivia al ser el mayor productor y exportador mundial de quinua también cuenta con volúmenes importantes de residuos del escarificado de quinua, producto del proceso de desaponificación, que en la actualidad no tiene uso alguno. Consecuentemente con el aprovechamiento de este residuo para la obtención de saponinas para uso industrial se lograría añadir valor a la cadena productiva de la quinua en beneficio principalmente del sector de productores de quinua.

Por otro lado, el sector industrial nacional de productos de limpieza y aseo personal se beneficiaría con la provisión local de un insumo natural de origen vegetal.

El desarrollo tecnológico para la recuperación de saponinas del escarificado de quinua aporta a la innovación tecnológica adaptándose a la situación socioeconómica del país. El diseño y construcción del equipo de extracción se realiza localmente y la tecnología desarrollada es accesible económicamente y sobre todo es de manejo técnico simple.

### Aspectos Innovadores

Bolivia al ser el mayor productor y exportador mundial de quinua también cuenta con volúmenes importantes de residuos del escarificado de quinua, producto del proceso de desaponificación, que en la actualidad no tiene uso alguno. Consecuentemente con el aprovechamiento de este residuo para la obtención de saponinas para uso industrial se lograría añadir valor a la cadena productiva en beneficio principalmente del sector de productores de quinua.

Por otro lado, el sector industrial nacional de productos de limpieza y aseo personal se beneficiaría con la provisión local de un insumo natural de origen vegetal.

El desarrollo tecnológico para la recuperación de saponinas del escarificado de quinua aporta a la innovación tecnológica adaptándose a la situación socioeconómica del país. El diseño y construcción del equipo de extracción se realiza localmente y la tecnología desarrollada es accesible económicamente y sobre todo es de manejo técnico simple.

### Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología se encuentra aún en fase de desarrollo, en etapa de ensayos de planta piloto y laboratorio, por lo tanto, se requiere el financiamiento externo para completar la investigación en un periodo aproximado de 6 a 12 meses adicionales. El costo estimado será en función de la dimensión del trabajo a implementar.

### Ventajas competitivas

La recuperación de saponinas del escarificado de quinua permite el aprovechamiento de este desecho añadiendo de este modo valor a la cadena productiva de la quinua. En vista de que las saponinas tienen usos y aplicaciones

en diversos sectores industriales, la obtención de concentrados de saponinas por la tecnología de recuperación desarrollada permite ofrecer a la industria nacional un insumo natural producido localmente. El proyecto debe completarse con un estudio de factibilidad para lo que es necesario realizar un estudio de costos pero se puede anticipar que el proceso desarrollado necesitará de inversiones moderadas.

### Tipo de asociación que busca

Se busca un acuerdo de Joint venture con empresas dedicadas a la producción de jabones, detergentes y productos de limpieza en general como UNILEVER para poder implementar el proceso a una escala de producción industrial, sin embargo no se dispone de información sobre los costos que este pueda requerir.



Ilustración ET6: La quinua



**Proyecto:** Desarrollo tecnológico para la recuperación de saponinas del escarificado de la Quinua  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-ET0007



## Pelado de maíz con cal de construcción un nutraceutico rico en calcio, ingrediente de papillas infantiles

**INVESTIGADOR:** Amalia Antezana Valera

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

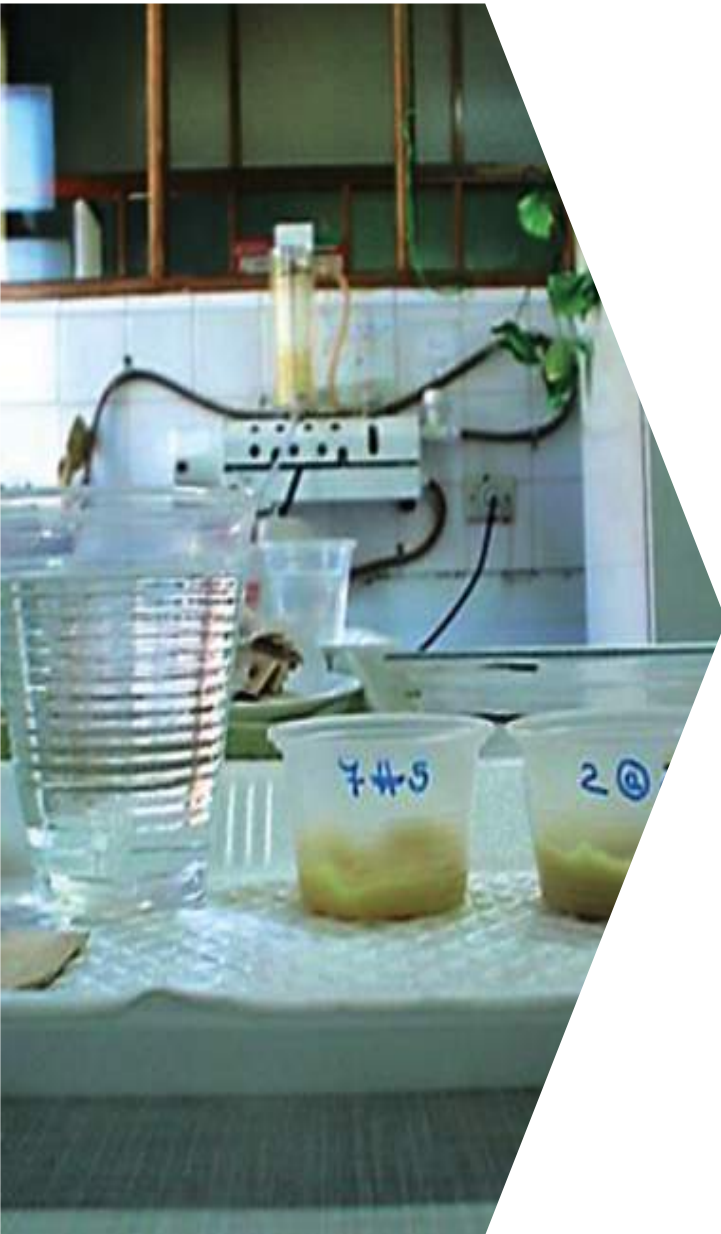
**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Biología

### RESUMEN

El Departamento de Biología de la UMSS ha desarrollado un maíz nutraceutico con valores altos de calcio para lo cual se apropió una técnica de pelado de maíz cubano amarillo consiguiendo un maíz nixtamalizado con cal de construcción, dicho proceso llevó a conseguir un maíz nutraceutico con valores altos de calcio, se dispone de la tecnología de pelado con tiempos, temperaturas y pH, se desarrolló papillas infantiles cuyo insumo principal fue el maíz nixtamalizado, fuente de calcio biodisponible, junto a un toque de leche y frutas. Se diagnosticó la situación actual de pelado de maíz en el valle de Cochabamba por lo que se recomienda cambiar la ceniza por cal.

### ABSTRACT

The Department of Biology of the UMSS has developed a nutraceutical corn with high calcium values for which a technique of peeling Cuban yellow corn was appropriated, obtaining a nixtamalized corn with construction lime, this process led to obtaining a nutraceutical corn with high values of calcium, The technology of peeling with times, temperatures and pH is available, baby porridge was developed whose main input was nixtamalized corn, a source of bioavailable calcium, along with a touch of milk and fruits. The current situation of corn peeling in the Cochabamba valley was diagnosed, so it is recommended to change the ash for lime.



## Descripción y características fundamentales

Luego de un diagnóstico de la situación actual de pelado de maíz en el Valle, se consiguió a través de la presente propuesta, un maíz rico en calcio.

La técnica de pelado de maíz con cal o nixtamalización, es un cocimiento alcalino, que mejora la calidad nutricional, a nivel de proteína y también de contenido de calcio.

Se desarrolló un proceso de enriquecido de maíz con calcio (nixtamalización), se observó que con este proceso, la cantidad de calcio, incrementó de 26.53 mg a 436.12 mg por cada 100gr de muestra. Se dispone del proceso de fabricación de harina de maíz nixtamalizado con tiempos temperaturas y pH.

Con estas harinas se desarrolló papillas infantiles en base a harina de maíz pelado y se dispone del desarrollo de estos productos, para alimentación infantil, con balances de masa, ingredientes, aspecto ingenieril de una planta de desarrollo, estudio de mercado y costos.

## Aspectos Innovadores

Una variedad de maíz que solo comen los animales y es de bajo costo, se convierte en un nutraceutico, por proceso y aumenta su valor nutricional, para el micro nutriente calcio. Se utiliza cal de construcción para el proceso, ya que los actuales peladores, usan ceniza y este insumo es deteriora el medio ambiente, además que no fija calcio al grano. El proceso si bien existe dentro la práctica de los países centro americanos, la nuestra es diferente en la variedad de maíz y el hidróxido de calcio utilizado es de roca. Asimismo, las variables del proceso son diferentes en cuanto estamos a diferente altura.

También podría ser utilizado, para alimentación animal, en la industria avícola es muy importante la presencia de calcio en raciones para aves y ganado vacuno principalmente.

Las investigaciones nutricionales, generalmente se las realiza, solo con ganancias de peso y conversiones ingesta - peso, sin embargo en esta investigación, se introduce, un micro nutriente, deficitario en la población boliviana, que vía cadena alimentaria, también podría utilizarse, maíz nixtamalizado para alimentación de otras especies animales que están en la dieta del humano.

## Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología de fabricación de la harina de maíz nixtamalizada y el desarrollo de papillas infantiles está disponible y lista para su demostración, ha sido estandarizada en el laboratorio, y desarrollado el estudio del mercado, pre factibilidad y el flujo grama de procesos para la producción a gran escala.

## Ventajas competitivas

Los peladores de maíz y trigo podrían apropiarse la técnica de nixtamalización que económicamente supondría un costo bajo y podría socializarse y diferenciarse del pelado con ceniza frente a nuestro producto, siendo ventajoso en costos y

calidad nutricional.

El desarrollo de productos de igual manera supone entrar a desarrollar papillas infantiles para niños que la mediana y pequeña industria, podría apropiarse, ya que existe demanda insatisfecha para este tipo de producto.

Las ventajas competitivas estarían en cubrir un mercado de demanda insatisfecha para papillas de niños, que el mercado boliviano no dispone.

## Tipo de asociación que busca

La tecnología desarrollada es de interés para la comunidad de peladores de maíz y trigo asociados o independientes (peladores de cereales de Punata, Cliza), microempresarios de elaboración de productos como Cadepia en su sector de productores de alimentos – cereales, los cuales además de recibir capacitación, deben invertir en la adecuación y algunos equipos menores como cronómetros, pHmetros, termómetros e insumos para trabajar con calidad: material de limpieza, de protección y reactivos. Además, en el caso de las microempresarios, que procesen, cereales para productos, específicamente formulados para niños: homogeneizadores, balanzas, esterilizadores, trituradoras de cereales, licuadoras y menaje de cocina.



Ilustración ET7: Procesamiento de maíz



Proyecto: Efecto de los alimentos enriquecidos con calcio y nutraceuticos en poblaciones vulnerables: niños desnutridos y adultos mayores  
Financiado: Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-ET0008



# Segadora-hileradora, una innovación útil para el corte de forraje y cereales que facilita la producción de leche y granos



**INVESTIGADOR:** Leonardo Zambrana Vidal

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA)

## RESUMEN

El Centro de Investigación, Formación, Extensión y Mecanización Agrícola (CIFEMA), de la UMSS ha desarrollado un prototipo de máquina segadora mecánica para el corte de forrajes (avena, cebada) y trigo a través de un trabajo interactivo entre investigadores y productores. Es una máquina simple y de bajo costo, accionado por un motor estacionario, que además de aliviar este trabajo pesado de campo, permite reducir las pérdidas tanto de calidad como de cantidad de la cosecha.

## ABSTRACT

The UMSS Center for Agricultural Research, Training, Extension and Mechanization (CIFEMA) has developed a prototype of a mechanical harvester for cutting forage (oats, barley) and wheat through interactive work between researchers and producers. It is a simple and low-cost machine, driven by a stationary motor, which, in addition to alleviating this heavy field work, reduces losses in both quality and quantity of the crop.

## Descripción y características fundamentales

La máquina segadora-hileradora CIFEMA-UMSS, es resultado de una investigación participativa e interactiva entre investigadores y productores, en un “ir y venir” del campo al taller, detectando problemas concretas y anotando requerimientos sobre la máquina a desarrollarse, buscando permanentemente de que la misma sea una máquina adecuada a las necesidades de trigueros y lecheros.

En estudios de campo se ha determinado que los cereales: trigo, cebada y avena en el momento de segado, requieren cortes netos no desgarrantes, bajo el principio de corte de cizalle, así no se sacude a las espigas de trigo y se evita el desgrane, tampoco se hilacha o flagela los tallos del forraje. Este tipo de corte, favorece mucho a los forrajes a “curarse” rápidamente en sus tallos cortados para un rebrote precoz sin mayores pérdidas de agua.

En observación al trabajo de las máquinas, se ha detectado un alto porcentaje de grano derramado al suelo, tallos y espigas desordenadas, atascamientos permanentes por defectos en sus mecanismos de corte y limpieza y el costo de compra elevado de las mismas. Estos problemas eran posibles de solucionarse con un mejoramiento del diseño del mecanismo de corte de estas máquinas y la adición de un mecanismo de hilerado, los mismos que fueron abordados con especial interés en esta investigación.

El prototipo Segadora CIFEMA-UMSS consta de a) un motor a gasolina de 6.5 hp de potencia; b) un mecanismo de transmisión sencillo a base de cadenas, piñones poleas y correas que reducen la velocidad de giro hacia las ruedas y aumentan el torque o tracción; c) un mecanismo de corte basado en el movimiento axial de la cuchilla superior.

El desempeño de la máquina es positiva, tiene un rendimiento de 5 a 6 hr/ha dependiendo de los tiempos muertos por vueltas en las cabeceras y las paradas voluntarias e involuntarias del operador.

## Aspectos Innovadores

La máquina segadora es pequeña y económica que facilita su transporte, está construida con material enteramente local y a diferencia de otras, lleva un mecanismo de corte tipo cizalle, un mecanismo de hilerado que transporta el material cortado a un lado del avance de la máquina evitando el atascamiento.

Lo novedoso de este sistema es la acción de la cinta transportadora en doble fila con dedos vibrátiles y estrella giratoria que sacan a un lado el producto, permitiendo procesar el segado y hilerado en poco espacio. También es novedoso el sistema simple de transmisión que solo lleva cadenas y catalinas accionadas por un motor estacionario que comúnmente existe en el mercado.

## Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología está a nivel de prototipo siguiendo su proceso de validación en campo. Este proceso seguirá con la fabricación de la serie “cero” que trabajará en finca para luego de su conformidad se fabrique en serie para su difusión.

## Ventajas competitivas

El corte de trigo lleva consigo mucho tiempo de labor fatigoso en el campo (12 Jornales/ha) el mismo que con la máquina segadora se reduce a 6 hr/ha de labor descansada que además reduce el costo de operación. El costo de la máquina hecha de forma artesanal es de 2.500.- \$us, puede ser relativamente alta, pero es menor hasta en 50% de sus similares del mercado, además con una producción en serie los costos se reducirán aún mucho más, asimismo, el centro garantiza servicios de post venta con repuestos y reparación y capacitación.

Además de un diseño simple y de bajo costo, permite conservar la calidad y reducir las pérdidas tanto de granos como de follaje, de esta manera se pretende aumentar valor agregado al producto (grano sano, follaje limpio) para obtener un mejor precio en el mercado o mejor alimento para el ganado.

## Tipo de asociación que busca

Para la difusión de esta tecnología es importante la réplica en serie del prototipo de maquina segadora, además de una promoción a productores mediante la capacitación. La réplica no requiere de sofisticados equipamientos ni conocimiento especializado del personal, cualquier taller mecánico es capaz de reproducirlo y para la promoción existen varias instituciones de desarrollo que promocionan tecnologías apropiadas. La empresa de Fabricación de Implementos agrícolas “CIFEMA SAM” que cuenta con una red de difusión tiene la capacidad para sostener la difusión de esta tecnología.

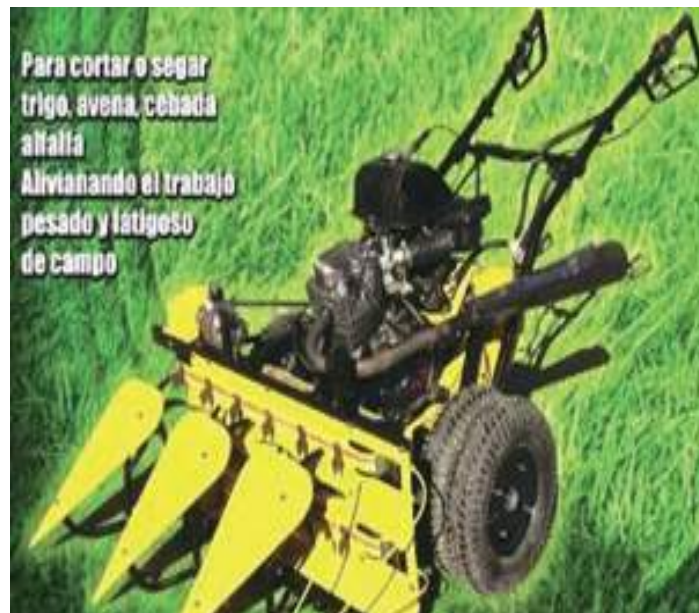


Ilustración ET8: Segadora - hileradora CIFEMA UMSS



**Proyecto:** Desarrollo de una tecnología de corte de forraje y cereales para maximizar la competitividad de la producción de granos y leche de pequeños agricultores mediante el diseño y fabricación de una maquina segadora-hileradora

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Pogramama de Desarrollo de Tecnologías de Fabricación (PDTF)
- Centro de Investigación de Forrajes (CIF) “La Violeta”

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Empresa Universitaria de Fabricación de Implementos Agrícolas



## Grageados de quinua con chocolate, una alternativa innovativa para la pequeña y mediana industria



**INVESTIGADOR:** Raquel Antezana Gómez

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

### RESUMEN

El Centro de Alimentos y Productos Naturales de la UMSS, ha desarrollado un proceso tecnológico para la producción de grageados de quinua recubiertos con chocolate, como productos novedosos y atractivos al consumidor, de manera que se aprovechen tanto las propiedades del chocolate como los múltiples beneficios nutricionales de la quinua. El proceso es de interés para la agroindustria micro-empresarial con la cual se busca colaboración para optimizar el producto y desarrollar otros productos de similares características.

### ABSTRACT

The Center for Food and Natural Products of the UMSS has developed a technological process for the production of quinoa dragees coated with chocolate, as innovative products and attractive to the consumer, so that both the properties of chocolate and the multiple nutritional benefits of quinoa are taken in advantage. The process is of interest to the agroindustrial micro-business with which collaboration is sought to optimize the product and develop other products with similar characteristics.

## Descripción y características fundamentales

La tecnología desarrollada comprendió en una primera etapa una selección y evaluación completa de cinco diferentes tipos de chocolates de cobertura ofertados en el mercado local. La evaluación consistió en un minucioso control de calidad, que implicó: análisis fisicoquímicos (nutricional), microbiológicos, sensoriales y principalmente reológicos (viscosidad, punto de fluidez, temperatura de cristalización, tixotropía y otros). Posteriormente, una vez elegidos los dos mejores chocolates en cuanto a calidad, se realizaron ensayos experimentales para determinar el efecto de la adición de algunos productos como lecitina y manteca de cacao en la fluidez y viscosidad del chocolate, parámetros importantes a tomar en cuenta durante el recubrimiento de la quinua insuflada.

Previo a la etapa de procesamiento y optimización de los productos finales, se realizó el diseño y construcción de los equipos experimentales como ser: paila grageadora, baño termostático, pulverizador y sistema de flujo de aire. Durante el procesamiento, fueron considerados diferentes factores como ser: velocidad de rotación del bombo giratorio (grageadora), velocidad de flujo de aire y densidad de carga. Por otro lado, fueron considerados algunos otros factores como el ángulo de inclinación de la paila, temperatura y otros, por lo que fueron realizados varios ensayos hasta obtener un proceso eficiente y un producto de buena calidad.

Finalmente, con todos los resultados obtenidos se realizó una evaluación y determinación de una tecnología adecuada para una posible escala en la microempresa, que comprende el diseño de los equipos correspondientes, así como la estimación de costos de producción e inversión.

## Aspectos Innovadores

El proceso tecnológico desarrollado se considera novedoso porque es aplicable a la quinua, considerada como un alimento de desarrollo de gran importancia en nuestro país, aportando de esta manera al valor agregado de la misma a través de su transformación aplicando una metodología científico-ingenieril. La tecnología desarrollada a diferencia de otras similares está sustentada con estudios científicos. El desarrollo de productos grageados de quinua con chocolate de buena calidad estuvo en función de la calidad de la materia prima utilizada, para este caso particular, dependió principalmente del tipo de chocolate empleado, el cual fue evaluado en sus características reológicas (viscosidad, fluidez, etc), grado de cristalización, punto de fusión, composición y otros. La etapa de control de calidad de las propiedades reológicas de diferentes tipos de chocolates ofertados en el mercado local y que no han sido estudiados antes en nuestro medio, fue considerada esencial para lograr resultados satisfactorios en la obtención de grageados de quinua con chocolate .

## Grado de desarrollo de la tecnología

Actualmente el proceso tecnológico se encuentra a nivel prototipo y se estima que el tiempo para su desarrollo es de uno a dos años con un costo menor a los 12 000 dolares americanos.

## Ventajas competitivas

Una de las ventajas de incorporación de esta tecnología es que es aplicable

a la quinua, considerada como un alimento de desarrollo de gran importancia en nuestro país, aportando de esta manera al valor agregado de la misma a través de su transformación. La quinua ha adquirido importancia internacional, por sus singulares características nutricionales y organolépticas, por lo que recibe el sello de “especie alimenticia exótica” en países de ultramar, hecho que hace de este grano, un producto altamente exportable. Como una opción interesante en la búsqueda de nuevos productos a base de este grano y que a la vez sean atractivos al consumidor, se encuentran los confitados y/o grageados por su amplio campo de aplicación. Otra ventaja importante de esta tecnología desarrollada es que se cuenta con un estudio completo de la calidad de diferentes tipos de chocolate de cobertura de origen nacional, y que no han sido estudiados antes en nuestro medio.

## Tipo de asociación que busca

La tecnología ofertada es de interés para industria de alimentos, principalmente para la pequeña y mediana empresa como Andes Trópico, Nutricer y otros del rubro de alimentos funcionales , de las cuales se busca apoyo financiero para optimizar el producto y desarrollar otros productos de similares características.



Ilustración ET9: Producto “Grageados de quinua con chocolate”



SUECIA

**Proyecto:** Desarrollo de un proceso tecnológico para la producción de grageados de quinua con chocolate

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Empresa Boliviana Fruit

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-ET0010



# Hidrogenación del aceite virgen de castaña y obtención de margarinas

**INVESTIGADOR:** René Torrico Mejía

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Tecnología Agroindustrial ha generado un paquete tecnológico que permite la producción de margarinas (mantequilla vegetal) en base a formulaciones de aceite de castaña (virgen e hidrogenado). Su ventaja competitiva radica en ser un producto exótico y su sabor a castaña. Este paquete se la tiene a escala de laboratorio y requiere de una mayor especialización, la cual se hace atractivo para un emprendimiento empresarial.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Agroindustrial Technology Center, has generated a technological package that allows the production of margarines (vegetable butter) based on chestnut oil formulations (virgin and hydrogenated). Its competitive advantage lies in being an exotic product and its chestnut flavor. This package is kept on a laboratory scale and requires greater specialization, which makes it attractive for a business entrepreneurship.



## Descripción y características fundamentales

La castaña es una almendra amazónica comestible rica en aceites vegetales, en el proceso de su beneficiado para la exportación se producen cantidades importantes de almendras partidas de tamaño pequeño llamadas sachi, que no tiene mercado. Este subproducto es utilizado principalmente para obtener aceite comestible, que es comercializado localmente a bajos precios.

El proceso desarrollado consta de tres subprocesos: la producción de hidrogeno, la hidrogenación del aceite de castaña y la obtención de la margarina. El hidrogeno se produce por electrólisis de una solución acuosa de hidróxido de potasio en una celda de electrolisis con una fuente de corriente continua de 1.5 voltios, el hidrogeno generado es purificado por lavados en una corriente de agua para eliminar el hidróxido y comprimido en tanques a 120 atm de presión. La hidrogenación del aceite es una reacción química donde los ácidos grasos insaturados: linolenico, linoleico y oleico reaccionan con el hidrogeno para dar un ácido saturado, ácido esteárico, en presencia de un catalizador comercial, niquel raney, a 180 °C de temperatura y 7 atm de presión. La reacción se lleva a cabo en un reactor tanque agitado y enchaquetado para el control de la temperatura. La obtención de la margarina consiste en mezclar las materias primas e insumos en condiciones definidas de agitación y temperatura. Las materias primas son aceite de castaña, aceite hidrogenado de castaña y agua de proceso, a los que se adicionan un emulsificante, sal, colorantes, antioxidantes y conservantes. Inicialmente se mezclan el aceite, el aceite hidrogenado y el emulsificante a 60 °C y posteriormente se adiciona el agua y los otros insumos a la misma temperatura. Posteriormente la mezcla emulsificada se enfría rápidamente sobre una superficie fría hasta 10 °C para generar la cristalización y obtener la margarina lista para envasar.

## Aspectos Innovadores

En esta propuesta se desagrega una tecnología existente que se puede comprar en paquetes tecnológicos, llave en mano, a altos precios; para dominarla y adecuarla a las necesidades locales y nacionales. En este caso hidrogenar aceite virgen de castaña y formular una margarina con aceite de castaña hidrogenado, aceite virgen de castaña y agua.

## Grado de desarrollo de la tecnología

El paquete tecnológico se encuentra a nivel laboratorio en donde se precisa desarrollo externo estimándose que el tiempo para su desarrollo es de uno a dos años con un costo menor a los 50 000 dolares americanos.

## Ventajas competitivas

Para las empresas beneficiadoras de castaña se tendría un aumento en sus ganancias.

Para las empresas aceiteras podrán implementar un proceso para la producción de margarinas con tecnología local acon menos inversión.

Las empresas metalmecánicas locales se beneficiarían con más demandas de construcción de equipos en base a planos de construcción generados en esta oferta tecnológica.

## Tipo de asociación que busca

El paquete tecnológico es de interés para empresas beneficiadoras de la castaña, empresas aceiteras que ya cuentan con el módulo productivo de margarinas, empresas aceiteras y nuevos emprendimientos empresariales, como las empresas Amazonas, Urcupiña, Industrias de Aceites Fino, Sociedad Aceitera del Oriente S.A. (SAO) entre otras.



**Proyecto:** Hidrogenación de aceite de castaña  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)  
**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-ET0011



## Nuevo insecticida natural de Piretro



**INVESTIGADOR:** René Torrico Mejía

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

### RESUMEN

El Centro de Tecnología Agroindustrial de la UMSS pone a consideración de la población un nuevo insecticida natural, en base a una formulación desarrollada con extractos de piretro decolorados, obtenidos con anhídrido carbónico y propano líquidos (supercríticos), de aceites esenciales de dos especies vegetales del chapare como sinergisantes, emulsificantes y agua. La ventaja del insecticida es su origen natural, es biodegradable, no afecta a los humanos ni al medio ambiente, por lo que es de gran utilidad para las plantas de cultivos que requieren ser certificados como orgánicos para la exportación de sus cosechas y en uso doméstico.

### ABSTRACT

The UMSS Agroindustrial Technology Center offers to the population a new natural insecticide, based on a formulation developed with bleached pyrethrum extracts, obtained with liquid carbon dioxide and propane (supercritical), from essential oils of two plant species from chapare as synergizers, emulsifiers, and water. The advantage of the insecticide is its natural origin, it is biodegradable, it does not affect humans or the environment, so it is very useful for crop plants that need to be certified as organic for the exportation of their crops and for domestic use.

### Descripción y características fundamentales

Los extractos de piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) son usados como insecticidas naturales de contacto en soluciones acuosas, en concentraciones de aplicación de 0.05 a 0.1 % de piretrinas. El piretro, es una especie vegetal introducida originaria del Asia y contiene de 1.0 a 1.7 % de piretrinas, grasas y colorantes en sus flores secas. Las piretrinas son insecticidas potentes sobre todo tipo de insectos y es inocuo para animales de sangre caliente. Los extractos de piretro se obtienen a altas presiones, poniendo en contacto flores molidas con fluidos supercríticos, anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) y propano que en condiciones ambientales son gases. El extracto obtenido tiene la ventaja de estar libres de solventes residuales que podrían perjudicar su carácter natural y orgánico. Las flores de piretro usadas provienen de zonas de altura de Sacaba. El aceite esencial sinergisante fue seleccionado de un lote de especies vegetales del Chapare por su alto poder sinergisante y fue obtenido por arrastre de vapor de agua. Los rendimientos de extracción de piretrinas son: de 88.50 % con CO<sub>2</sub> y 95.20 % con propano. Los extractos tienen una apariencia mantecosa por la presencia de grasas y el extracto con CO<sub>2</sub> es menos coloreado que la del propano. Los extractos de piretro son obtenidos en un equipo que fue diseñado y construido localmente y que funciona a 150 atm de presión. El equipo consta de: dos columnas de extracción, un colector de extractos, un sistema de tubos y llaves de paso de conexión, un sistema de calefacción eléctrico con control de temperatura, un soporte de las columnas, un brazo elevado para la manipulación de los extractores y dos pulmones (botellones) para CO<sub>2</sub>. El diseño del equipo puede ser escalado a requerimiento. El insecticida ofertado tiene un poder insecticida superior a un insecticida de piretro puro y disminuye la concentración de aplicación de piretrinas de 0.05 % a 0.015 %, con una mortandad de 97 % en 48 horas de larvas de mariposas que afectan a los cultivos de quinua.

### Aspectos Innovadores

- Oferta de un nuevo insecticida en base a extractos de piretro decolorados y libres de solventes residuales, y aceites esenciales.
- Se disminuye la concentración del extracto de piretro debido al poder sinergisante de los aceites esenciales adicionados.
- Se utilizan materias primas producidas en Cochabamba.
- Se dispone del diseño de los equipos y es posible un escalamiento.

### Grado de desarrollo de la tecnología

La tecnología de este producto se encuentra a un nivel de ensayo en planta piloto donde se precisa desarrollo interno con financiamiento externo estimándose que el tiempo requerido para su desarrollo es de uno a dos años con un costo aproximado a los 100 000 dolares americanos.

### Ventajas competitivas

Es un insecticida natural y biodegradable que no afecta a los humanos.

El insecticida requiere menores concentraciones de piretrinas debido al poder sinergisante de los aceites esenciales adicionados.

No existe competencia de productores en el área de insecticidas naturales.

Usa materias primas e insumos localmente disponibles.

Tiene un mercado asegurado con los productores de quinua orgánica.

### Tipo de asociación que busca

El paquete tecnologico es de interes para asociaciones de productores de Quinua, empresas floricultoras y empresas privadas en general.



Ilustración ET11: Equipo para procesar insecticida natural de piretro



SUECIA

**Proyecto:** Formulación de un Insecticida Natural para la certificación orgánica de la producción de Quinua.

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Asociación Nacional de Productores de Quinua



Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-ET0012



## Sulfonación de ácidos grasos de origen vegetal y animal destinado a la industria del cuero



**INVESTIGADOR:** Lucio Alejo Espinoza

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

### RESUMEN

El Centro de Tecnología Agroindustrial de la UMSS ha desarrollado un paquete tecnológico que permite la producción de “Agentes Engrasantes” utilizando ácido sulfúrico y diversas materias primas de origen vegetal y animal (aceite de soya, girasol, algodón y aceite de pata de res) destinado al engrase de cueros en estado “*wet blue*”. La producción de ésta a nivel local tiene ventajas competitivas respecto a los productos importados principalmente en lo que se refiere a volumen y costos; otra es que localmente se dispone de materia prima como los aceites vegetales de soya y girasol.

### ABSTRACT

The Agroindustrial Technology Center of the UMSS has developed a technological package that allows the production of “Greasing Agents” using sulfuric acid and various raw materials of vegetable and animal origin (soybean oil, sunflower, cotton and beef leg oil) destined when greasing leathers in a “*wet blue*” state. Its production at the local level has competitive advantages over imported products, mainly in terms of volume and costs; another is that locally there are available raw materials such as soybean and sunflower vegetable oils.

## Descripción y características fundamentales

Actualmente la producción del cuero es un rubro significativo de la Industria Nacional. Sin embargo no existe una industria básica que produzca agentes engrasantes como son los ácidos grasos sulfonados. Estos agentes normalmente son obtenidos utilizando materias primas como son los aceites de origen vegetal y animal junto a reactivos como el ácido sulfúrico, sal de mesa, e hidróxido de sodio.

En el oriente boliviano, la obtención de materias primas como son los aceites vegetales se realizan desde hace varias décadas, no existe antecedentes de su transformación excepto el tratamiento físico que se le brinda a dichas materias primas para el consumo doméstico y excepcionalmente como materia prima para la industria de las pinturas. No existe industria ni a pequeña escala que haya intentado la modificación estructural de moléculas como son los ácidos grasos insaturados "oleico, linoleico y linolénico" para configurar las moléculas centrales denominadas "Emulsificantes o Materia Emulgante", ésta moléculas de acuerdo a diversos artículos científicos permiten el vínculo físico entre el ácido graso libre (ácido palmítico, esteárico, etc) y el agua para luego quedar fijadas por efecto de la polaridad en la estructura de la piel curtida brindándole así una mejor textura y flexibilidad, sin embargo el elevado precio de los agentes engrasantes importados afecta notablemente los costos de producción del acabado de los cueros.

Las operaciones importantes para la obtención de agentes engrasantes utilizando materia prima nacional es como sigue:

- Calentamiento de los ácidos grasos (50 Kg) en el reactor a una temperatura próxima a los 50°C.
- Agregado de ácido sulfúrico concentrado "gota a gota" con alta revolución en diferentes concentraciones (5-15% p/p).
- Procedimiento de neutralización con hidróxido de sodio a una concentración próxima a 1M.
- Eliminación de ácido sulfúrico residual con soluciones de salmuera del 30% (p/p)
- Decantado de la solución salina.
- Obtención del agente engrasante para ser aplicados en pieles previamente curtidas.

## Aspectos Innovadores

De acuerdo a los resultados alcanzados en las pruebas de sulfonación de los distintos aceites vegetales se pudo observar en todos los casos buena absorción de ácidos grasos libres en las pieles en estado "**wet blue**" pero con diferentes características especialmente color y textura.

El aceite de algodón sulfonado presentó una emulsión de aspecto lechoso, no obstante ésta característica, las pieles engrasadas mostraron un color ligeramente oscuro probablemente debido al exceso de ácidos grasos libre, sin embargo el agua

## Grado de desarrollo de la tecnología

El paquete tecnológico precisa un desarrollo interno con financiamiento externo

y requiere un tiempo aproximado adicional de 6 meses. Actualmente el paquete tecnológico se encuentra a una escala de Planta Piloto e involucra un costo aproximado de 15 000 dólares americanos.

## Ventajas competitivas

La producción local a escala planta piloto de agentes engrasantes utilizando materia prima local con bajos costos es una ventaja comercial comparado con los productos importados como el llamado Derminol-Licker R/S ampliamente utilizado por muchas industrias de cuero local y nacional.

La capacidad de producción promedio del equipo de sulfonación construido en el centro de Tecnología Agroindustrial UMSS es del orden de 100 kg/día.

## Tipo de asociación que busca

Se busca un acuerdo comercial con industrias del cuero (Tomy Ciensa SRL, Hércules, América, Curma, Guara-Guara, Kulljís), para el consumo de agentes engrasantes de 1 ton/mes producidas en la unidad de Planta Piloto del CTA - UMSS.



Ilustración ET12: Equipo de sulfonación a escala de planta piloto



**Proyecto:** Obtención de agentes emulsificantes a partir de aceites vegetales para la industria del cuero.

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales (CTA)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-ET0013



## Trilladora-Venteadora una innovación que permite maximizar la cosecha de grano para pequeños agricultores



**INVESTIGADOR:** Leonardo Zambrana Vidal

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA)

### RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Investigación, Formación, Extensión y Mecanización Agrícola (CIFEMA), ha desarrollado un prototipo de tecnología mecánica de cosecha simple y de bajo costo (adaptado a ciertas condiciones geográficas), capaz de conservar la calidad y reducir hasta en un 50% las pérdidas de granos de trigo y cereales menores. Actualmente se busca la validación y producción en serie del prototipo desarrollado.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Agricultural Research, Training, Extension and Mechanization (CIFEMA), has developed a prototype of mechanical technology for simple and low-cost harvesting (adapted to certain geographical conditions), capable of conserving quality and reducing up to 50% the losses of wheat grains and minor cereals. Currently, the validation and serial production of the developed prototype is being sought.

## Descripción y características fundamentales

El prototipo se ha desarrollado a través de una investigación participativa e interactiva entre investigadores y productores, ha sido un "ir y venir" entre el campo y el centro, detectando necesidades y problemas concretas de la máquina a desarrollarse en el campo y dando soluciones en taller mecánico del centro.

En estudios de campo se ha determinado que el cereal trigo, tiene un momento óptimo de trilla esto es cuando las cañas pueden romperse a la acción de un torcimiento y las espigas se desgranen por un simple frotamiento. Las variedades más cultivadas solo requieren de un golpe meto para este propósito lo contrario significa rotura de grano, por ello no es necesario que los mecanismos de trilla sean tan complicadas como las tienen las trilladoras del mercado.

Con los estudios previos se ha construido una máquina trilladora que a diferencia de otras del mercado, está fabricada con materiales y manufactura local, lleva inicialmente un mecanismo de alimentación que dosifica el material al mecanismo de trilla, este solo tiene un punto de golpe que por su velocidad de giro quiebra la paja y lo expulsa junto al grano a través de un conducto a mayor altura para proseguir con la limpieza o separación del grano de la paja.

El mecanismo de limpieza va junto al de trilla y saca grano limpio por efecto del zarandeo y el viento producido por un ventilador, lo novedoso de este sistema es que saca pajas por tres secciones que trabajan en alternancia permitiendo procesar en poco espacio todo el material trillado, así la dimensión total de la máquina es pequeña y muy fácil de transportarlo.

El desempeño de la máquina es positiva, tiene un rendimiento de 7 qq/ha, 0,1% de grano partido y 1 a 2% de pérdidas de grano, es regulable para trabajar con diferentes variedades de trigo y facilita el trabajo pesado y fatigoso del agricultor durante la cosecha, reduciendo al mínimo los 27 jornales por Ha. que actualmente se requiere en sistema tradicional.

## Aspectos Innovadores

Su punto de golpe y la velocidad de giro permite la quiebra de la paja y lo expulsa junto al grano a través de un conducto a mayor altura y saca grano limpio por efecto del zarandeo y el viento producido por un ventilador, su sistema de sacar pajas que tiene tres secciones que trabajan en alternancia permite procesar en poco espacio todo el material trillado, así la dimensión total de la máquina es pequeña y económica que facilita su transporte.

## Grado de desarrollo de la tecnología

Actualmente la innovación se encuentra a nivel de prototipo y se estima que en el lapso de seis a doce meses podría llegarse a la etapa de producción masiva con un costo menor a 3.200 dólares americanos, monto obtenido a través del sistema de costes.

## Ventajas competitivas

El costo de la máquina hecha de forma artesanal es de 3.200 \$us, puede ser relativamente alta, pero es menor al 50% de sus similares que hay en el mercado, además con una producción en serie los costos se reducirán aún mucho más.

Se tiene mayor rendimiento, incremento en la calidad del grano y se evita el desperdicio de la paja trillada, dándosele un uso alimentario para el ganado.

## Tipo de asociación que busca

Para la difusión de esta tecnología es importante la réplica en serie del prototipo de maquina trilladora, además de una promoción a productores mediante la capacitación. La réplica no requiere de sofisticados equipamientos ni conocimiento especializado del personal, cualquier taller mecánico es capaz de reproducirlo y para la promoción existen varias instituciones de desarrollo que promocionan tecnologías apropiadas. La empresa de Fabricación de Implementos agrícolas "CIFEMA SAM" que cuenta con una red de difusión tiene la capacidad para sostener la difusión de esta tecnología.



**Proyecto:** Desarrollo de una tecnología de cosecha de granos con fines de maximizar la competitividad de la producción de trigo de pequeños agricultores mediante el desarrollo de una máquina trilladora-venteadora

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Programa de Desarrollo de Tecnologías de Fabricación (PDTF)
- Centro de Investigación de Forrajes (CIF) "La Violeta"

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Empresa Universitaria de Fabricación de Implementos Agrícolas

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-ET0014



## Obtención de aceite vegetal de Sacha Inchi (*plukenetia volubilis L.*) y metodología de su aprovechamiento integral para el uso en la industria alimentaria y cosmética

**INVESTIGADOR:** Luis Antonio Vilaseca Gamarra

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)



### RESUMEN

La UMSS, a través del Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA), ofrece una metodología de aprovechamiento integral de la semilla de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*), que permite obtener tanto el aceite vegetal como la torta residual que queda una vez obtenido el aceite. El Sacha Inchi es una planta oleaginosa cultivada en nuestro país en los departamentos de La Paz y Cochabamba. Las semillas son ricas en aceite vegetal, que contienen ácidos grasos omega-3, omega-6, y en proteína vegetal. Además, se desarrollaron nuevos productos cosméticos y alimenticios, utilizando como ingredientes el aceite vegetal y la torta residual de Sacha Inchi.

### ABSTRACT

The UMSS through the Agroindustrial Technology Center (CTA), offers a methodology of integral utilization of the seed of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*), which allows to obtain both the vegetable oil and the residual cake that remains after obtaining the oil. Sacha Inchi is an oil plant grown in our country in the departments of La Paz and Cochabamba. The seeds are rich in vegetable oil, which contains omega-3, omega-6 fatty acids, and in vegetable protein. In addition, new cosmetic and food products were developed, using as ingredients the vegetable oil and the residual cake of Sacha Inchi.

## Descripción y características fundamentales

La obtención de aceite vegetal a partir de las semillas de Sacha Inchi se realizó por medio de un proceso que requiere en primer lugar la preparación de la semilla por una técnica de descapsulado y pelado, que puede ser realizado manualmente o utilizando una máquina automatizada.

El aceite vegetal es obtenido a escala piloto por prensado en frío, utilizando una prensa hidráulica vertical automatizada equipada de un cilindro vertical, en el que se acomodan 14 placas de acero inoxidable entre las que se colocan las semillas peladas que son sometidas a una presión de 35 MPa, durante ocho horas, pudiendo variarse el número de prensados por lote tratado.

El aceite extraído es sometido luego a un proceso de centrifugación y de filtración para eliminar impurezas en suspensión. El aceite tratado de este modo presenta un aspecto claro y brillante.

La torta residual fue removida de la prensa después de cada tratamiento de obtención de aceite y fue sometida a un secado controlado en estufa hasta peso constante. Esta torta seca, que contiene aceite vegetal residual proveniente del prensado en frío, fue molida para la obtención de harina de torta de Sacha Inchi. Los productos así obtenidos de las semillas de Sacha Inchi fueron utilizados en la elaboración de prototipos de nuevos productos.

El aceite es empleado en la preparación de cremas faciales y de shampoos con propiedades nutritivas tanto para la piel como para el cabello y el cuero cabelludo.

La harina de la torta residual es utilizada como materia prima en la formulación de nuevos productos innovadores nutritivos en el área de alimentos. Se elaboraron prototipos de hamburguesas veganas, pastas tipo tallarín, cupcakes, chocolates y bombones. Igualmente se elaboraron harinas premezcladas libres de gluten para la preparación de galletas dulces y muffins.

Un estudio de viabilidad técnico-económica del aprovechamiento integral de Sacha Inchi mostró que un 92% de 196 personas entrevistadas tienen buena predisposición a adquirir el aceite producido en vista de las propiedades nutritivas que ofrece su consumo al tener elevado contenido de ácidos grasos omega-3 y omega-6.

## Aspectos innovadores

Esta oferta tecnológica muestra la posibilidad de desarrollar productos innovadores principalmente en el área alimentaria, utilizando la harina de la torta residual de Sacha Inchi como ingrediente nutritivo para elaborar nuevos productos alimenticios orientados al consumo humano. Igualmente, el aceite vegetal puede ser utilizado en la formulación de nuevos productos cosméticos como shampoos o cremas faciales nutritivas.

Por lo tanto el aprovechamiento de la semilla de Sacha Inchi podría desarrollarse en Bolivia a un nivel industrial y comercial por medio de una metodología accesible económicamente y de manejo técnico simple, impulsando la dinámica económica tanto del sector industrial como del sector agrícola beneficiando al mismo tiempo a pequeños productores de comunidades rurales del Trópico.

## Grado de desarrollo de la tecnología

Actualmente el proceso para la obtención de aceite, proteína y almidón, se encuentra en fase de desarrollo y tiene ensayos en planta piloto y laboratorios. El tiempo estimado para éste es aproximadamente entre 12 a 24 meses.

## Ventajas competitivas

En vista de que el aceite vegetal y la torta residual de Sacha Inchi pueden tener usos y aplicaciones en diversos sectores industriales, la obtención de estos productos a partir de las semillas de Sacha Inchi, por medio de la tecnología desarrollada, permite ofrecer a la industria nacional insumos naturales producidos localmente y por otro lado permite estudiar posibilidades de implementación de nuevas empresas en el área de cosméticos y de alimentos que puedan elaborar nuevos productos que podrían tener una buena aceptación en el mercado nacional.

## Tipo de asociación que busca

El desarrollo tecnológico para el aprovechamiento integral de la planta de Sacha Inchi aporta a la innovación tecnológica adaptándose a la situación socioeconómica del país. La metodología desarrollada es accesible económicamente y por otro lado es de manejo técnico relativamente simple. Las empresas a las que podría interesar incorporar el aprovechamiento de Sacha Inchi serían las empresas dedicadas a la elaboración de productos cosméticos y alimentarios, como por ejemplo Avícola SOFIA Ltda., IMBA u otras implementando el proceso desarrollado a una escala industrial.



Ilustración ET14: Torta residual de Sacha Inchi | Luis Antonio Vilaseca Gamarra



**Proyecto:** Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento integral de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para uso en la industria alimentaria y cosmética

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)
- Centro de Investigación en Forrajes (CIF) "La Violeta"
- Unidad Académica Valle del Sacta



# Obtención de Aceite, Proteína y Almidón a partir de Quinoa Real

**INVESTIGADOR:** José Luis Balderrama Idina

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de a Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

## RESUMEN

Por las características de la Quinoa Real, "*Chenopodium quinoa* WILLD", al ser considerado por la FAO como un alimento de alta calidad, y con el objetivo de ampliar su uso a sectores poblacionales que no pueden aprovechar el grano en su forma integral, La UMSS a través del Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA), desarrolló un proceso tecnológico para la obtención aceite, proteína y almidón.

Las pruebas experimentales se realizaron en un reactor de 7 litros de capacidad, en el que se estudiaron la influencia de las variables de operación a nivel semipiloto.

## ABSTRACT

Due to the characteristics of the Royal Quinoa, "*Chenopodium quinoa* WILLD", being considered by FAO as a high quality food, and with the objective of extending its use to population sectors that cannot take advantage of the grain in its integral form, The UMSS through the Agroindustrial Technology Center (CTA), developed a technological process to obtain oil, protein and starch.

Experimental tests were carried out in a 7-liter reactor, in which the influence of operating variables at the semi-pilot level was studied.



## Descripción y características fundamentales

La Quinoa Real, "Chenopodium quinoa WILLD", es un pseudo cereal que se cultiva exclusivamente en el altiplano sur boliviano, en los alrededores de los salares de Uyuni del departamento de Potosí. Está compuesto principalmente de proteína 13%, grasa 6% y carbohidratos 73%.

La calidad de la proteína es excepcional, están presentes todos los aminoácidos esenciales en una cantidad satisfactoria. Es rico en histidina, 2.8, isoleucina, 4.1, metionina, 4.2, y lisina, 5.6, g/100 g de proteína, respectivamente. El aceite de quinoa está compuesto mayoritariamente por cerca del 82% de ácidos grasos no saturados, destacándose el ácido linoleico 51%, ácido oleico 26%, ácido linolénico 5% y ácido palmítico 10%. El almidón, por otro lado, es el carbohidrato más importante de la semilla y se encuentra aprox. en un 60% en base a la materia seca, destacándose la amilosa con un 20 %.

Una alternativa de aprovechamiento de la Quinoa Real, por sus propiedades alimenticias excepcionales, es la obtención por separado de sus componentes mayoritarios, para ser utilizados en poblaciones sensibles que no pueden aprovechar el grano en su forma integral; niños de corta edad, personas convalecientes o adultas. También son utilizados en la suplementación de alimentos que tienen una deficiencia nutricional, además da valor agregado a la materia prima que en los últimos años ha tenido una disminución en la demanda internacional.

El proceso para la obtención de aceite, proteína y almidón comienza con la etapa de molienda. Del material molido se extrae primeramente el aceite en un reactor de 6 litros de capacidad, utilizando hexano en una relación de 1:5, materia prima/solvente, agitando la masa con solvente. A la finalización del proceso, se separa la fase sólida del hexano mediante centrifugación. El hexano se evapora para recuperar el aceite de quinoa.

La harina seca desgrasada del proceso anterior, se muele por segunda vez a un tamaño de partícula menor y se mezcla con agua en una relación 1:10. Ambas fases se agitan nuevamente en el reactor a una temperatura de 40 °C. Durante el proceso de agitación, la solución se ajusta a pH 10 empleando NaOH 1N, solubilizando la proteína en la fase acuosa. Se separan ambas fases formadas por centrifugación.

En la fase líquida, en el que permanece solubilizada la proteína, se realiza la coagulación de la proteína utilizando HCL 1N hasta alcanzar su punto isoeléctrico aprox. a pH 4.5., mediante agitación continua. Las dos fases se separan nuevamente por centrifugación.

El almidón se recupera de la fase sólida que proviene de la etapa de solubilización de la proteína. La fase sólida se diluye en una relación de 1:2 de sólido/agua. La primera fase, de esta mezcla, la que contiene la mayor cantidad de fibra y otros materiales, se separa por centrifugación a baja revolución. La fase líquida que contiene la mayor cantidad de almidón se separa centrifugando a mayor velocidad. Con los parámetros seleccionados en el equipo semipiloto, se obtuvo un rendimiento en aceite de 5.4%, proteína de 7,61% y almidón de 40,6%.

## Aspectos innovadores

De acuerdo a las directrices planteadas en la estrategia nacional de lucha contra

la pobreza y la priorización de la Cadena Productiva de la Quinoa, se plantea el desarrollo de un proceso tecnológico para el aprovechamiento y mejorar el valor agregado de la Quinoa Real mediante la elaboración de aceite, concentrado proteico y almidón. Esta valorización de la cadena productiva de la quinoa, permitirá en caso de su implementación, que muchos productores campesinos se beneficien con ingresos adicionales y pueda también generar nuevos productos en base a estos insumos.

## Grado de desarrollo de la tecnología

Actualmente el proceso para la obtención de aceite, proteína y almidón, se encuentra en fase de desarrollo y tiene ensayos en planta piloto. El tiempo estimado para este es aproximadamente entre 12 a 24 meses.

## Ventajas competitivas

El aceite de quinoa tiene algunas propiedades similares al aceite de oliva y un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, entre los que se destaca el ácido linoleico y ácido linolénico. La proteína contiene 16 aminoácidos, de ellos 10 esenciales y algunos de estos tienen un contenido que se encuentran por encima de otras fuentes naturales de proteína; entre estas, la fenilalanina, isoleucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, valina, etc.. El almidón de quinoa tiene interesantes propiedades industriales en el área de alimentos y cosméticos, especialmente por sus propiedades de gelatinización..

## Tipo de asociación que busca

Para dar continuidad al desarrollo de la oferta tecnológica se requiere realizar pruebas experimentales adicionales a nivel planta piloto, en un reactor de 60 litros de capacidad que permita validar los parámetros de operación definidos en el equipo semipiloto. Con los resultados obtenidos a esta escala se podrá definir preliminarmente la viabilidad técnica-económica del proceso. Los requerimientos de financiamiento alcanzan a un monto de \$us. 20,000.



Ilustración ET15: Molino de martillos | José Luis Balderrama Idina



SUECIA

**Proyecto:** Desarrollo de procesos para la obtención de aceite, proteína y almidón de quinoa real a nivel piloto.

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN)
- Carrera de Ingeniería Industrial, UMSS





# Sistemas de automatización y control de velocidad de un fulón modelo en las diferentes etapas del curtido de pieles



**INVESTIGADOR:** Juan José Edgar Montero Guevara

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Programa de Mejoramiento de la Electrotecnia (ELEKTRO)

## RESUMEN

La UMSS a través del Programa de Mejoramiento de la Electrotecnia (ELEKTRO), con el afán de optimizar las etapas del curtido de pieles, mejorar los procesos productivos industriales, lograr eficiencia y racionalidad en el uso de la energía eléctrica, ha diseñado e implementado tres sistemas de automatización y control de velocidad de un fulón modelo considerando las necesidades de pequeñas curtiembres mediante el "Cluster del Cuero Cochabamba" del Cercado del Departamento de Cochabamba, según requerimientos de velocidades en los diferentes procesos.

## ABSTRACT

The UMSS through the Program for the Improvement of Electrical Engineering (ELEKTRO), with the aim of optimizing the stages of tanning of skins, improving industrial production processes, achieving efficiency and rationality in the use of electric energy, has designed and implemented three automation systems and speed control of a model fulon considering the needs of small tanneries through the "Cluster of Cochabamba Leather" of Cercado of the Department of Cochabamba, according to speed requirements in the different processes.

## Descripción y características fundamentales

La industria de las curtiembres ha tenido importantes cambios, tanto en la mejora de procesos, como en el desarrollo de nuevas tecnologías en la industria de las curtiembres. En la mayoría de las pequeñas y medianas curtiembres utilizan un solo fulón para diferentes etapas del curtido de las pieles y con una sola velocidad, lo cual reduce su capacidad de realizar otros procesos, hecho que amerita mayores recursos humanos y económicos, además que sus procesos son manuales, lo que implica que el(los) operario(s) deben estar pendientes del funcionamiento de las maquinarias durante largas horas aumentando los riesgos de accidentes laborales. Por lo tanto, el motivo primordial es aportar con sistemas de automatización de una o varias velocidades capaces de responder a las demandas con tecnología apropiada, de fácil mantenimiento y costo accesible para las curtiembres del Cercado del Departamento de Cochabamba.

Con el objetivo de optimizar las etapas del curtido de pieles y mejorar los procesos productivos industriales, lograr eficiencia y racionalidad en el uso de la energía eléctrica se ha diseñado e implementado tres sistemas de automatización y control de velocidad de un fulón modelo en las diferentes etapas del curtido de pieles considerando las necesidades de pequeñas curtiembres del medio a través del "Cluster del Cuero Cochabamba" del Cercado del Departamento de Cochabamba, según los requerimientos de velocidades en los diferentes procesos.

El primero de ellos, con velocidad fija, permite el control de los tiempos de proceso e inversión de giro; el segundo permite controlar y variar las velocidades en los diversos procesos del curtido de pieles en las curtiembres e inversión de giro y el tercer sistema permite controlar y variar las velocidades en los diversos procesos del curtido de pieles en las curtiembres con inversión de giro, pero a diferencia del segundo, optimizando el uso de los componentes eléctricos y electrónicos, lo cual permite programar procesos.

## Aspectos innovadores

Mayor cantidad de procesos con un mismo hardware, disyuntores, fusible, 1 variador de frecuencia (VF), 1 placa electrónica que reemplaza a los temporizadores y contactores, 1 microcontrolador PIC16F877A de bajo costo, facilidad de programación de instrucciones, para controlar los elementos de la placa en vez de PLC, específicamente (funciones lógicas y aritméticas, secuencias, temporizaciones, recuentos) de componentes eléctricos y electrónicos mediante entradas y salidas, digitales y analógicas a la máquina que acciona el fulón en los diversos procesos de curtido de cueros; 1 integrado L7805, 1 regulador de voltaje; 1 integrado ULN2803 utilizado como driver de potencia para los relés; integrado 4N35 opto acopladores para aislar eléctricamente el circuito del PIC y del VF para transmitir la orden del PIC al VF; 1 pantalla LCD 16x2 para indicar el proceso que se está realizando.

## Grado de desarrollo de la tecnología

Actualmente el sistema de automatización de fulón, se encuentra en desarrollo, mediante ensayos en laboratorios, lo cual a futuro se pretende continuar con los

avances tecnológicos.

## Ventajas competitivas

Sistemas de automatización de velocidades para diversificar procesos capaces con tecnología apropiada, de fácil mantenimiento, instalación y costo accesible para las pequeñas y medianas curtiembres del Cercado del Departamento de Cochabamba.

La mayoría de los procesos utilizados en las pequeñas curtiembres son manuales, con estos sistemas se puede lograr una reducción durante largas horas que el o los operarios deben estar pendientes del funcionamiento de las maquinarias y por ende se puede reducir los riesgos de accidentes laborales.

Menores recursos humanos y económicos, puede utilizar el mismo fulón para otros procesos del curtido de pieles al pasar las pieles de un fulón a otro; el hecho de cambiar de un fulón a otro de diferente velocidad lleva consigo también pérdidas económicas.

## Tipo de asociación que busca

En la actualidad se busca vinculos para cooperacion tecnica y acuerdos de licencia de esta tecnologia, con pequeñas y medianas curtiembres, como ser las Empresas del Cluster Cuero Cochabamba, esto con el objetivo de automatizar los procesos de curtido de cueros. El costo aproximado de la los tableros de



Ilustración ET16: Fulón automatizado | Juan José Edgar Montero Guevara



**Proyecto:** Diseño e implementación para la automatización y control de velocidad de un fulón en las diferentes etapas del curtido de pieles para el uso racional de la energía.

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Programa de Tecnologías de Fabricación (PDF)
- Programa de Energía, Sostenibilidad y Eficiencia Energética (PESEE)

**Organizaciones Asociadas al Proyecto:**

- Cluster de Cuero Cochabamba: Curtiembres



## Maquinaria sencilla para la obtención artesanal de almidón a partir de papa menuda



**INVESTIGADOR:** Mario Orlando Huanca Ustariz

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA)

### RESUMEN

La UMSS, a través del Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola (CIFEMA), ofrece máquinas sencillas desarrolladas de fácil operación y buen rendimiento que permite extraer, de forma artesanal el almidón de la papa menuda o de descarte que el agricultor se ve imposibilitado de comercializarlo, obteniendo ganancias adicionales y beneficios para la seguridad alimentaria. Este equipo que lava, tritura o muele y separa el almidón de la fibra, es apto para ser utilizado en grupos familiares, municipios productivos, escuelas y otras organizaciones a quienes se está ofreciendo.

### ABSTRACT

The UMSS through the Center for Research, Training and Extension in Agricultural Mechanization (CIFEMA), offers simple machines developed of easy operation and good performance that allows to extract, in a handcrafted way the starch of the small or discard potato that the farmer sees unable to market it, obtaining additional profits and benefits for food security. This equipment that washes, crushes or grinds and separates the starch from the fiber, is suitable for use in family groups, productive municipalities, schools and other organizations to whom it is being offered.

### Descripción y características fundamentales

El equipo es construido con material local y consta de: lavadora, moledora y separadora, que están sujetos a una sola estructura y trabaja en línea obteniendo almidón de papa u otros productos. Cada operación es impulsada por un motor eléctrico de 2 HP, monofásico, 4 polos, 220 volts. El proceso de funcionamiento comienza con el lavado del tubérculo puesto en una tela que sumergida en agua es balanceado con movimiento de vaivén de la máquina, luego el tubérculo es molido en la moledora de martillos al cual se alimenta manualmente de forma constante; los martillos al moler rompen las células de la papa de modo que se libera el almidón, cayendo el producto en una tela filtrante. Posteriormente, se balancea nuevamente el producto molido agregando una permanente lluvia de agua, así se separa el almidón de la fibra. Finalmente, el líquido con apariencia blanquecina porque en ella se carga el almidón, por decantación se separa almidón puro, que antes de embolsarlo se deshidrata.

### Aspectos innovadores

La novedad de esta innovación está en el diseño y el dimensionamiento del equipo que esta adecuado a los requerimientos de los pequeños y medianos productores de raíces y tubérculos. Las máquinas son sencillas y trabajan bajo principios físicos: del movimiento rotacional de transmisión simple de la polea del motor eléctrico a la polea de la lavadora que luego se transforma en movimiento de vaivén o a la polea de la moledora que también es una máquina sencilla que trabaja con martillos, que además puede servir para moler granos.

### Grado de desarrollo de la tecnología

El equipo diseñado, se encuentra en etapa de ensayo en planta piloto. Las características de la máquina son: altura 1.5 m, ancho 2.0 m, peso 130 kg. de fácil transporte, rendimiento 2 qq/hr. El costo de estos equipos es de 10 000 bolivianos y se requiere de un mecánico y su personal de apoyo para fabricarlo en 8 jornales o días.

### Ventajas competitivas

La mayoría de las máquinas de transformación de productos agrícolas en almidón u otros derivados son de industria extranjera que llegan a nuestro mercado con altos precios, cuyos servicios de post venta como repuestos y otros nos hace dependiente de la industria de origen, esta situación cambia al tener en propiedad la tecnología como es el caso de nuestra máquina procesadora de almidón. Por otra parte, el costo accesible de la máquina, así como su facilidad de manejo, hace que su uso sea de menor costo dejando ganancia a las familias campesinas para los cuales está destinado esta máquina.

### Tipo de asociación que busca

La presente tecnología desarrollada, esta dirigida a empresas de producción. CIFEMA es un centro con personal capacitado en el diseño y fabricación de equipos mecánicos para la agropecuaria, la cual tiene la capacidad de reproducir y transferir estos equipos a los interesados.



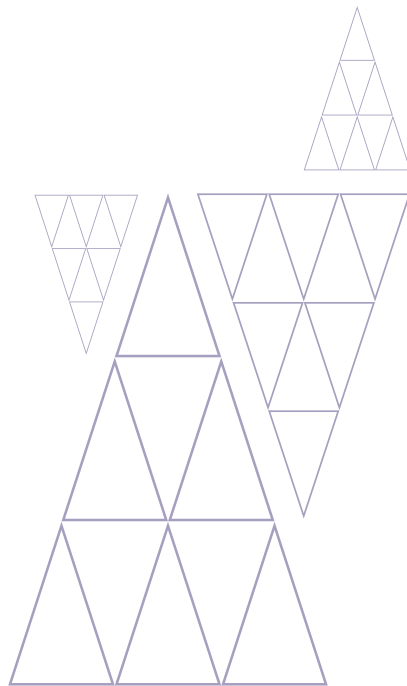
Ilustración ET17: Máquina para obtención de almidón de papa | Mario Huanca



**Proyecto:** Validación y perfeccionamiento de equipos mecánicos para implementar un modelo de agroindustria rural de elaboración de almidón y harina de papa (*solanum tuberosum*) y arracha (*arracacia xanthorrhiza*) del municipio de Colomí, apoyando a la seguridad alimentaria  
**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

# ENERGÍA, MINERÍA E HIDROCARBUROS





Suecia  
Sverige

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-FC0001



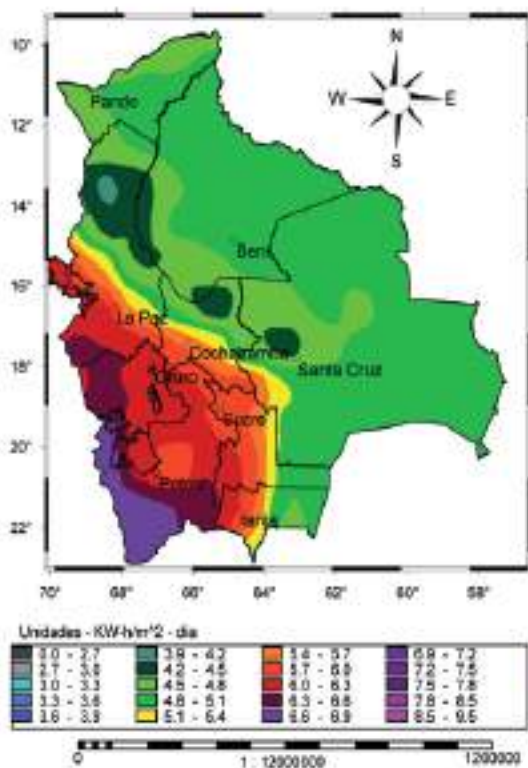
# Atlas de radiación solar global de Bolivia

**INVESTIGADOR:** Marcelo Javier Lucano Lucano  
Ivan Efraim Fuentes Miranda

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Física

## RADIACION SOLAR DIARIA ANUAL



## RESUMEN

El Departamento de Física de la UMSS ha generado un Atlas de Radiación Solar de Bolivia que permite determinar la distribución temporal y espacial de la radiación global en el país. Se observó que la parte noreste de Bolivia, a partir de la Cordillera Oriental presenta los valores más bajos de radiación global, entre 3.9–5.1 kW-h/m<sup>2</sup>-día, en tanto que, en la zona suroeste la radiación solar aumenta con valores entre 5.1–7.2 kW-h/m<sup>2</sup>-día. Los valores de radiación obtenidos mediante la interpolación fueron validados con datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) con un error porcentual medio anual de 13%.

## ABSTRACT

The Physics Department of the UMSS has generated an Atlas of Solar Radiation of Bolivia that allows determining the temporal and spatial distribution of global radiation in the country. It was observed that the northeastern part of Bolivia, starting from the Eastern Cordillera, presents the lowest values of global radiation, between 3.9–5.1 kW-h / m<sup>2</sup>-day, while in the southwestern area solar radiation increases with values between 5.1–7.2 kW-h / m<sup>2</sup>-day. The radiation values obtained by interpolation were validated with data from the National Meteorology and Hydrology Service (SENAMHI) with an average annual percentage error of 13%.

## Descripción y características fundamentales

Para la generación de este Atlas de Radiación Solar se han utilizado los datos de radiación solar de la NASA obtenidos utilizando la metodología SSE para estimar los valores de radiación solar global mensual y anual para Bolivia. Se utilizaron los datos obtenidos a partir del análisis de imágenes satelitales para estimar la distribución de la radiación solar global siendo el periodo de registros analizados de 22 años (1988 - 2010). Asimismo, se realizó un proceso de validación con datos medidos en superficie de 28 estaciones en superficie proporcionadas por la red SENAMHI obteniéndose un error promedio porcentual de 13%. La variación mensual y espacial de los niveles de radiación se obtuvo utilizando el programa de análisis geoestadístico ILWIS.

La aplicación del método de interpolación y los valores estimados muestran que en la estación de invierno (mayo – julio) se registra la menor cantidad de radiación solar, mientras que en las estaciones de primavera y verano (octubre – diciembre) se registra la mayor cantidad de radiación solar.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que la parte noreste de Bolivia, a partir de la Cordillera Oriental presenta los valores más bajos de media anual de radiación global, entre 3.9 – 5.1 kW-h/m<sup>2</sup>-día debido a que esta región es una zona de baja altitud sobre el nivel del mar y se caracteriza por su clima tropical y alta humedad generando una mayor dispersión de la radiación solar, en tanto que, en la zona suroeste la radiación solar aumenta ya que en ésta región se encuentra el altiplano y las zonas con mayor altitud con respecto al nivel del mar con clima seco y valores entre 5.1 – 7.2 kW-h/m<sup>2</sup>-día. También se distinguen diversas regiones de niveles de radiación que van aumentando de noreste a suroeste como ya fue observado en estudios anteriores (Birhuett, 1993).

## Aspectos Innovadores

El método utilizado es el primero en el país, en el campo de la climatología, que ha hecho uso de imágenes satelitales para la obtención de variables atmosféricas (radiación solar) combinado con interpolación geoestadística que abarca todo el territorio de Bolivia. Además de proporcionar una base de datos de radiación solar para usos posteriores (modelación climática), el método en sí, puede ser aplicado a otras variables atmosféricas de las cuales se tenga una base histórica de datos. Si bien existen estudios anteriores sobre el mapeo de la radiación solar, estos no han podido abarcar todo el territorio nacional debido a la falta de datos de estaciones meteorológicas en superficie, por lo que con este trabajo se ha completado el estudio iniciado en años anteriores.

## Ventajas competitivas

En el presente trabajo, se han utilizado métodos de interpolación geoestadística para estimar la radiación solar global en Bolivia, esto debido a que una red de estaciones meteorológicas en superficie para caracterizar el régimen de radiación solar en todo el país es costosa y incluso con redes meteorológicas extensas,

se observan grandes zonas con una cobertura deficiente, particularmente en regiones donde la radiación solar tiene un régimen muy diferenciado, como las regiones montañosas y los llanos. Los valores de radiación pueden ser obtenidos puntualmente, conociendo la latitud y longitud geográficas del lugar donde se requieren los valores de radiación.

## Tipo de asociación que busca

El Atlas es de interés para entidades u organizaciones que trabajan con información de la energía solar, tales como ONG ENERGETICA, CLAS, SICOSOL, los cuales pueden utilizar los datos de radiación solar que están disponibles en la publicación auspiciada por el programa ASDI-SAREC “Atlas de Radiación Solar de Bolivia” o en el Departamento de Física de la Universidad Mayor de San Simón. No existe un costo para el acceso a los datos de radiación según las bases en las cuales el trabajo fue elaborado.

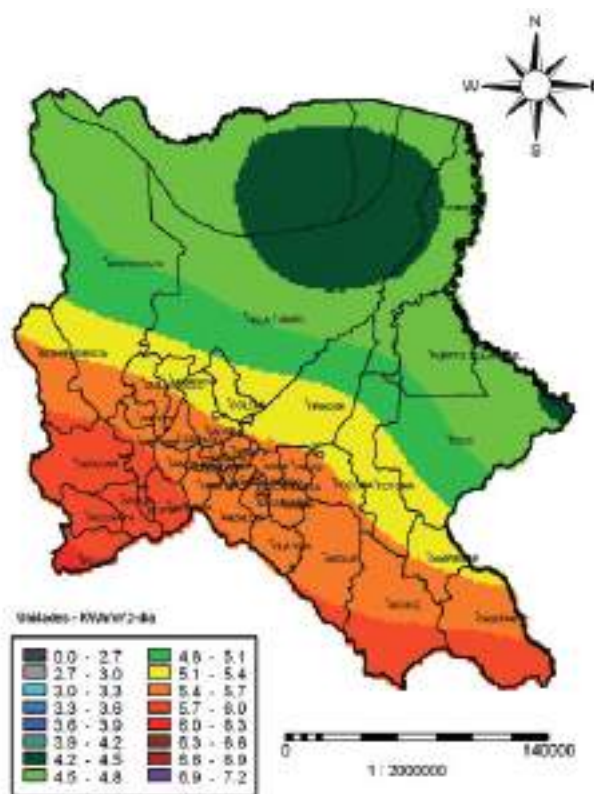


Ilustración FC1: Radiación solar en Cochabamba



**Proyecto:** Estudio del potencial de radiación solar en el departamento de Cochabamba

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- ENERGETICA, Energía para el desarrollo



Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-FC0002



# Análisis de ciclo de vida: una herramienta para evaluar los impactos medioambientales en el sector energético



**INVESTIGADOR:** Evelyn Cardozo Rocabado

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

## RESUMEN

El análisis de ciclo de vida (ACV) es una herramienta que permite identificar como optimizar procesos que otorguen los máximos beneficios medioambientales. Siendo imprescindible al momento de tomar una decisión al respecto de la tecnología y/o proceso más conveniente desde el punto de vista medioambiental. El Centro de Investigaciones en Energía cuenta con expertos en ACV y ofrece colaboración para el entrenamiento en ACV y evaluación de casos de estudio en el sector energético.

## ABSTRACT

The Life Cycle Assessment (LCA) is a tool that allows to identify how to optimize processes that give the maximum environmental benefits, making it essential when making a decision on the most convenient technology and/or process from an environmental point of view. The Energy Research Center has experts on LCA and offer collaboration on training and evaluation of case studies in the field of energy.

## Descripción y características fundamentales

El análisis de ciclo de vida identifica la vida útil de un producto desde la adquisición de materia prima a través de la producción, uso y disposición final (de la cuna a la tumba o en inglés “cradle to grave”). Además, entre los impactos medioambientales que toma en cuenta se tiene también en cuenta el impacto del uso de recursos, en la salud humana y las consecuencias ecológicas. El análisis de ciclo de vida no solo identifica la vida útil de un producto sino también llega a ser una herramienta muy importante para comparar distintos procesos de generación de servicios tal es el caso de estudios enfocados en el uso de energías renovables para generar electricidad en comparación con la generación a través de combustibles fósiles. La metodología más aplicada para realizar este estudio se basa en los lineamientos de la ISO 140-41,-42,-43. Existen también diferentes softwares con bases de datos de procesos y sistemas además de bases de metodologías de evaluación de impacto que ayudan a obtener los resultados finales. La evaluación de impacto medioambiental toma en cuenta indicadores de punto medio como el calentamiento global, acidificación terrestre, destrucción de la capa de ozono, uso de agua entre otros y también indicadores de punto final que se resumen en daño a la salud humana, daño al ecosistema y la disminución de recursos. Por ejemplo, estudios realizados por estudiantes e investigadores del CIE demostraron, por ejemplo, que la introducción de una nueva tecnología: motor de Stirling para generar electricidad en Pando usando cascara de castaña, puede ser una mejor alternativa que el uso de Diesel en un grupo electrógeno, desde el punto de vista medioambiental.

## Aspectos innovadores

El Centro de Investigaciones en Energía cuenta con acceso al software SIMAPRO para realizar análisis de ciclo de vida. Dicho software es el más completo para la realización de análisis de ciclo de vida, con acceso a la base de datos ECOINVENT, que tiene miles de datos de las entradas (Ej: energía eléctrica, materia prima) y salidas (Ej: emisiones CO<sub>2</sub>, CO, etc) de procesos y sistemas (Ej: Sistema combinado de calor y potencia basado en el motor Stirling). También diferentes métodos de evaluación de impacto como la metodología ReCiPe que tiene un alcance global en cuanto a la forma de cálculo de indicadores de punto medio y punto final. La herramienta de ACV es imprescindible hoy en día para evaluar impactos medioambientales y tomar decisiones de los mejores caminos para optimizar procesos o decidir sobre una tecnología/proceso determinado en comparación a otro.

## Ventajas competitivas

La realización de análisis de ciclo de vida ayuda a identificar los procesos con mayores impactos medioambientales por lo que permite también la generación de nuevos escenarios que a su vez coadyuban a la toma de decisiones. De forma

complementaria se puede realizar un análisis de ciclo de costos por el cual se verifica todos los costos involucrados en los nuevos escenarios y las ventajas o desventajas económicas.

## Tipo de asociación que busca

El análisis de ciclo de vida en el sector energético es fundamental en la toma de decisiones, por lo que el CIE podría contactarse con organismos gubernamentales (ENDE, ministerios, etc), no gubernamentales (ONGs), instituciones (Privadas y públicas) interesadas en realización de proyectos energéticos donde se pretenda saber la carga ambiental de cada proceso o la comparación con otros procesos para la obtención de energía (eléctrica y térmica).

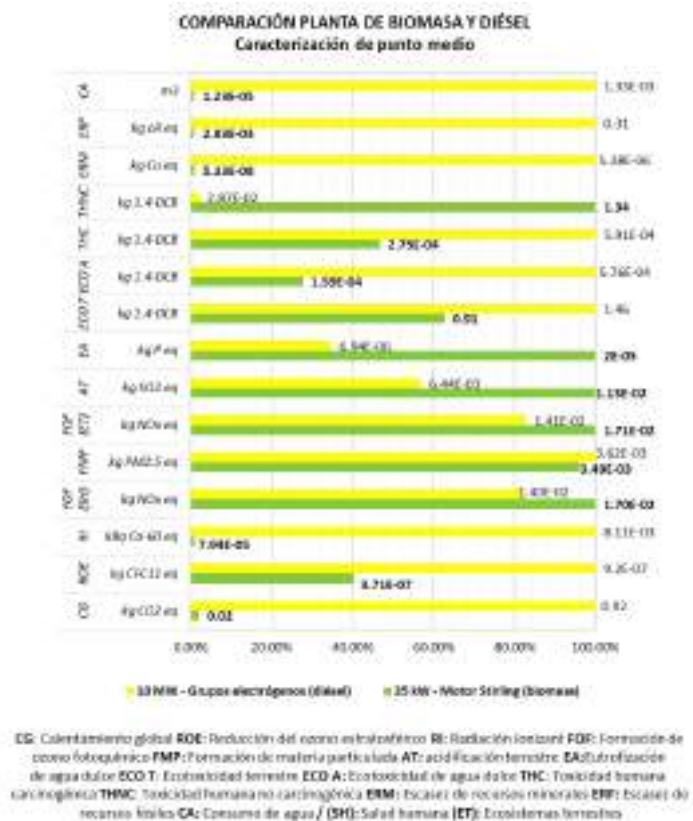


Ilustración FC2: Evaluación de punto medio, método ReCiPe | Evelyn Cardozo Rocabado



**Proyecto:** Análisis de ciclo de vida (Life cycle assessment) del uso de biomasa para la generación de energía en Bolivia  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)  
**Otras unidades de investigación:**  
 • Dpto. de Mecánica

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-FT0001



## Aerogenerador de 500 a 1000 vatios para sistemas de agua potable



**INVESTIGADOR:** Juan José Edgar Montero Guevara

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Programa Elektro

### RESUMEN

La UMSS a través del Programa de Tecnologías de Fabricación (PDTF) y el Programa de Mejoramiento de la Electrotecnia (ELEKTRO) ha desarrollado un prototipo de aerogenerador con materiales adquiribles casi en su totalidad en la región, capaz de generar energía eléctrica a partir de la energía eólica y energizar una bomba para extracción de agua potable, permitiendo el acceso a la energía eléctrica en áreas rurales que posean un potencial eólico adecuado y de difícil acceso al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

### ABSTRACT

The UMSS, through the Manufacturing Technologies Program (PDTF) and the Electrical Engineering Improvement Program (ELEKTRO), has developed a prototype of a wind turbine with materials that can be purchased almost entirely in the region, capable of generating electrical energy from the wind energy and energize a pump for the extraction of drinking water, allowing access to electricity in rural areas that have adequate wind potential and difficult access to the National Interconnected System (SIN).

### Descripción y características fundamentales

Existe una baja cobertura de Energía Eléctrica en el Área Rural de Bolivia y en particular de Cochabamba. Esto se debe principalmente a la alta dispersión geográfica, la cual se traduce en una imposibilidad técnica y económica de la conexión de poblaciones a la red Eléctrica del Sistema Interconectado Nacional. Adicionalmente en muchas zonas, las comunidades no tienen acceso a fuentes de agua superficiales y deben bombear la misma desde el subsuelo, sin embargo no existen fuentes de energía disponibles, limitándose el desarrollo de actividades productivas, sociales y propias de las familias. Esta situación nos lleva a buscar alternativas que respondan a la potencialidad existente y condiciones específicas del área rural, en particular la obtención de la Energía Eléctrica a partir de Energía Eólica, con estos antecedentes se ha procedido con la fabricación de un prototipo de aerogenerador de tres palas en fibra de vidrio de plástico reforzado, con un generador síncrono de flujo axial de imanes permanentes que trabaja con una velocidad nominal de 8[m/s], diámetro del rotor de 4.2[m], álabes NACA 4412, velocidad nominal de operación de 255[rpm] y puede generar energía eléctrica desde 500 a 1000 vatios.

### Aspectos Innovadores

El aerogenerador piloto se ha logrado mejorarlo a partir del modelo IPT-100, mediante el uso de software de diseño y manufactura como las tecnologías CAD/CAM, que han permitido describir el proceso de ensamblajes en forma digital, previa a la fabricación para obtener facilidad de fabricación, facilidad de mantenimiento y operación de tal manera que el producto desarrollado tenga las ventajas tecnológicas a la hora de puesta en operación.

Por las particularidades de diseño de los álabes, el perfil elegido, NACA 4212 se ha introducido modificaciones mejorando su coeficiente de sustentación, y su sección de tal manera que permita soportar los esfuerzos en la raíz del álabe.

Durante el proceso de fabricación, se ha recurrido a técnicas de fabricación controladas por computador como es el caso de CNC, que permite realizar la fabricación en forma automática y precisa, para garantizar la intercambiabilidad de partes en la etapa de mantenimiento.

### Grado de desarrollo de la tecnología

El prototipo de aerogenerador que se encuentra lista para su demostración, requiere desarrollo con un costo aproximado de 2.000 dólares por unidad y una duración de entre 6 a 12 meses adicionales, para lo cual se busca financiamiento externo de entidades interesadas en la nueva tecnología.

### Ventajas competitivas

- Alternativa para sectores deprimidos donde no existe cobertura de energía eléctrica, para mejorar las condiciones de educación, salud, alimentación, comunicación, etc.
- Aprovechamiento adecuado de las condiciones geográficas de Bolivia con potencial eólico aprovechable para el bienestar de la comunidad y la sociedad.
- Las instalaciones eólicas ofrecen, desde el punto de vista ambiental, varias ventajas comparativas sobre los generadores térmicos convencionales que

utilizan derivados del petróleo o gas natural utilizados en gran escala en nuestro país. No utilizan combustibles, no emiten contaminantes del aire ni gases de efecto invernadero, ni producen residuos tóxicos o consumen agua o recursos naturales escasos, la energía eólica no genera ningún residuo peligroso, ni presenta riesgos de accidentes en gran escala.

### Tipo de asociación que busca

Se busca un acuerdo de Joint venture o acuerdo de fabricación con comunidades rurales, poblaciones aisladas, postas sanitarias, escuelas y/o colegios del área rural, asociaciones de riego, asociaciones de agua potable, asociaciones de suministro de energía eléctrica de sistemas aislados, municipios y gobernaciones, con potencial eólico, con los cuales con el asesoramiento apropiado y una inversión de aproximadamente 2000 dólares se puede realizar la producción de la innovación.

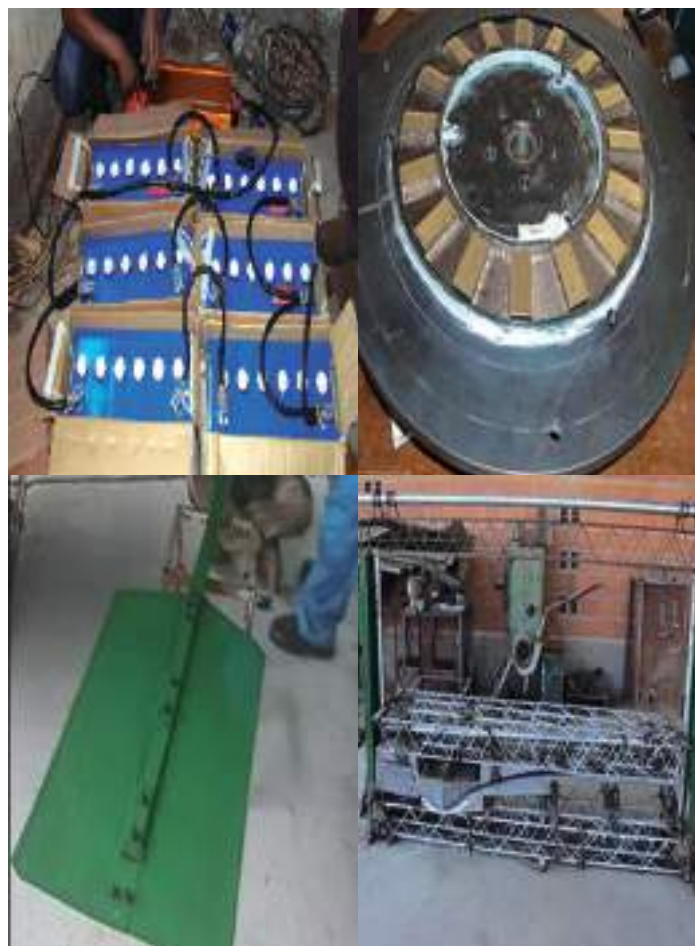


Ilustración FC3: Banco de baterías, rotor aerogenerador, veleta y moldes de los álabes



**Proyecto:** Diseño y fabricación e instalación de aerogeneradores 500 a 1000 vatios para en sistemas de agua potable

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Programa de Tecnologías de Fabricación (PDTF)



## Producción de gas de síntesis de gas natural para la reducción de minerales de hierro



**INVESTIGADOR:** Lucio Alejo Espinoza

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Tecnología Agroindustrial (CTA)

### RESUMEN

En Centro de Tecnología Agroindustrial de la UMSS tiene un proceso tecnológico que permite la producción de gas de síntesis (*Hidrógeno + Monóxido de Carbono*) utilizando gas natural por medio de una reacción química denominada "Reformado Seco", la ecuación estequiométrica es como sigue:  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ . La producción de monóxido de carbono e hidrógeno permite la reducción de minerales como los óxidos de hierro. La ventaja radica en la utilización de gases del efecto invernadero ( $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ ) para convertir en gases reductores ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ) por medio de catálisis heterogénea para la reducción de minerales de hierro. Los productos obtenidos podrían utilizarse en el campo de la pirometalurgia (Empresas Fundidoras).

### ABSTRACT

The Agroindustrial Technology Center of the UMSS has a technological process that allows the production of synthesis gas (Hydrogen + Carbon Monoxide) using natural gas through a chemical reaction called "Dry Reforming", the stoichiometric equation is as follows:  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ . The production of carbon monoxide and hydrogen allows the reduction of minerals such as iron oxides. The advantage lies in the use of greenhouse gases ( $\text{CH}_4$  and  $\text{CO}_2$ ) to convert into reducing gases ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ) through heterogeneous catalysis for the reduction of iron minerals. The products obtained could be used in the field of pyrometallurgy (Foundry Companies).

## Descripción y características fundamentales

Para lograr el objetivo general propuesto fue necesario Diseñar, Construir y Poner en marcha un equipo experimental tanto de reacción química en fase heterogénea "**Reactor de Lecho Fijo**" como un "**Reactor de Reducción de minerales**". La preparación de catalizadores basados en Níquel soportados en estructuras tipo Espinela ( $\text{Ni/MgAl}_2\text{O}_4$ ) con una concentración del orden del 10% (p/p) permitió una elevada reacción y selectividad química para la producción de gas de síntesis la misma fue utilizada para la reducción de minerales de hierro principalmente hematita y magnetita del yacimiento "Mutún" del departamento de Santa Cruz y Changolla del departamento de Cochabamba.

Un aspecto importante del equipo construido es que se cuenta con manuales de operaciones tanto del sistema de reacción como de reducción asimismo equipos auxiliares como: cromatógrafo de gases, pastillador de catalizadores y sistemas de carga y descarga de gas natural a cilindros de alta presión.

Los resultados de reacción catalítica del gas natural con dióxido de carbono y los trabajos de reducción de minerales tuvieron relativo éxito, debido a que faltó complementar el proceso mencionado con la fundición de los minerales reducidos utilizando equipos como los hornos de inducción y/o grafito para obtener lingotes de hierro.

Si bien se ha logrado con los objetivos del trabajo de investigación planteado, éste trabajo debió ser difundido en instituciones del sistema universitario Boliviano para continuar con los trabajos de investigación a través de convenios interinstitucionales como es el caso de la Carrera de Ingeniería Metalúrgica de la UTO donde se dispone de infraestructura básica para realizar trabajos de pirometalurgia en hornos inductivos.

## Aspectos Innovadores

Se ha evidenciado que la reacción química del gas natural a través del reformado seco puede desarrollarse a presión atmosférica comparado con los procesos como el Reformado de Metano con Vapor de Agua que requiere presiones superiores a 10 atm y temperatura superiores a 800°C. La Oxidación Parcial de Metano requiere un control estricto de la variable temperatura ya que constituye una reacción muy exotérmica.

El "Reformado Seco de Metano" al ser un proceso que demanda baja presión, ésta podría llevarse a cabo utilizando directamente el gas domiciliario "baja presión", bastará someterlo a un proceso de eliminación de compuestos azufrados como son los mercaptanos utilizando columnas de carbón activado y proseguir con la reacción catalítica tal como se expuso líneas arriba. Un aspecto innovador del proceso es que no requiere almacenar los productos obtenidos del reformado seco como es el hidrógeno y el Monóxido de Carbono ya que pueden utilizarse directamente sobre los lechos de minerales de hierro u otros minerales como el Óxido de Bismuto.

## Grado de desarrollo de la tecnología

El grado de desarrollo del proceso tecnológico precisa desarrollo externo y desarrollo interno con financiamiento interno con un tiempo adicional requerido de aproximadamente un año. Este proceso se encuentra a una escala de laboratorio y requiere un financiamiento adicional de 50 000 dólares americanos.

## Ventajas competitivas

En el Departamento de Cochabamba existe un yacimiento minero de hierro denominado "Changolla" a diferencia del Mutún la composición del mineral es la Siderita "Carbonato de Hierro", generalmente los carbonatos pueden ser transformados en óxido y dióxido de carbono acorde a la siguiente reacción ( $\text{Fe}_2\text{CO}_3 + \text{Calor} \rightarrow \text{FeO} + \text{CO}_2$ ) a temperaturas inferiores a los 400°C. La generación de  $\text{CO}_2$  de éste proceso en conjunción con el gas natural ( $\text{CH}_4$ ) en un reactor catalítico (Reformado seco) permitiría para la producción de gas de síntesis entonces recircularlo por el mismo lecho descarbonatado (Óxidos de hierro, FeO) para finalmente obtener el hierro esponja,  $\text{Fe}^0$ . A nivel local existe suficiente experiencia en procesos de descarbonatación tal el caso de la producción de "Cal viva" (CaO) a partir de Carbonato de Calcio ( $\text{Ca}_2\text{CO}_3$ ).

El Reformado Seco también es llamado también "Reformado ecológico" ya que utiliza dos gases del efecto invernadero como son el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{CH}_4$  y las condiciones de reacción química son más favorables comparado con los otros procesos como el reformado con vapor de agua y la oxidación parcial ya que ésta últimas demandan equipos más robustos, de control por tanto costos elevados.

La viabilidad técnica del reformado del metano con dióxido de carbono a una escala mayor permitiría la introducción de un nuevo campo en el Departamento de Cochabamba como es la "Siderurgia". En Bolivia aún se sigue importando hierro de los países vecinos no obstante que se dispone de grandes Yacimientos de hierro como es Mutún-Santa Cruz y Changolla-Cochabamba asimismo gas natural en la Zona de Carrasco (Chapare) y otros Megacampos situados en el Chaco Boliviano.

## Tipo de asociación que busca

El desarrollo tecnológico para la producción de gas de síntesis de metano podría ingresar en una etapa de producción mayor como es la "Planta Piloto" ya que se dispone de experiencia básica como es la construcción de reactores de lecho fijo, preparación de catalizadores, reactores de reducción y manejo de técnicas analíticas.

Posteriormente producir no solo hierro esponja a nivel local sino también lingotes arrabio y palanquilla para iniciar actividades de Siderurgia en el Departamento de Cochabamba. Este proceso es también de interés para empresas fundidoras dedicadas a la recuperación de chatarra de hierro.



**Proyecto:** Utilización del gas natural de petróleo para la obtención de hidrógeno mediante el reformado seco "Dry Reforming" destinado a la reducción de minerales bolivianos

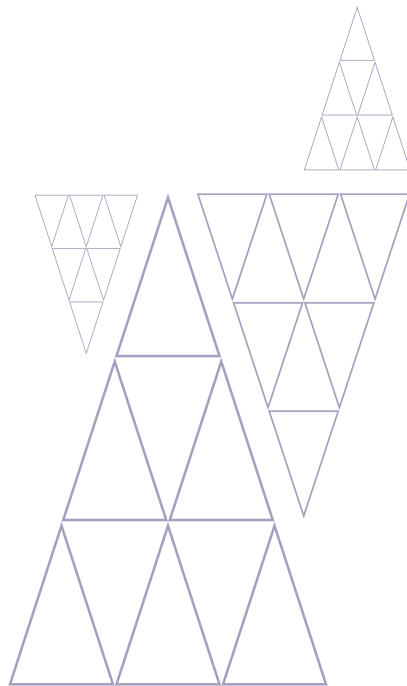
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental

# SALUD Y CIENCIAS DE LA VIDA





Suecia  
Sverige



Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-GC0001



## Detección y cuantificación de aflatoxinas en alimentos elaborados en base a granos y leguminosas



**INVESTIGADOR:** Gaby Espinoza Benavides

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de Ciencias Farmaceuticas y Bioquímicas

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Alimentos y Nutrición (LAN)

### RESUMEN

Se desarrolló un método de detección cualitativa y cuantitativa de *Aspergillus* aflatoxigénicos por cultivo micológico optimizado y se validaron técnicas de cuantificación así como de tipificación de Aflatoxinas B1 y B2 por ELISA, por Cromatografía en capa fina y HPLC. Las Técnicas de cuantificación de las Aflatoxinas requieren reactivos de grado HPLC y patrones biológicos.

### ABSTRACT

A qualitative and quantitative detection method for aflatoxigenic *Aspergillus* was developed by optimized mycological culture and quantification techniques as well as the typing of Aflatoxins B1 and B2 were validated by ELISA, by thin layer chromatography and HPLC. Aflatoxin Quantification Techniques require HPLC grade reagents and biological standards.

### Descripción y características fundamentales

La Investigación de la calidad micológica de un producto mediante el método de cultivo optimizado con la adición de B ciclodextrinas, por una parte favorece el desarrollo de los *Aspergillus* y por otra parte, se exagera la fluorescencia producida por las *Aflatoxinas*, lo cual permite la detección de *Aspergillus aflatoxigénicos* en un tiempo más corto que los métodos de cultivo convencionales. Esta técnica puede ser aplicada como método de tamizaje de muestras altamente contaminadas con *Aspergillus* y/o de productos sometidos a largos periodos de almacenamiento inadecuado.

La técnica de inmunoensayo ELISA permite la cuantificación de las aflatoxinas extraídas de las muestras mediante solventes apropiados. Es una técnica que permite la investigación de *Aflatoxinas* en muestras que dieron un resultado negativo en el cultivo micológico.

Las técnicas cromatográficas permiten la tipificación de las aflatoxinas B1 y B2 que son las de mayor poder toxicogénico.

Estas dos últimas técnicas requieren reactivos y patrones de aflatoxinas de concentración conocida y alta pureza.

### Aspectos Innovadores

El método de cultivo micológico fue optimizado tanto en la composición de los medios de cultivo como en el tiempo y temperatura de incubación. Es una técnica adecuada para la detección de *Aspergillus aflatoxigénicos*.

La investigación y cuantificación de niveles de aflatoxinas B1 y B2 en alimentos elaborados en base a granos y leguminosas tiene carácter obligatorio en el ámbito de la salud de la población en general y en particular de la población infantil, por tanto, para su análisis debe recurrirse a técnicas que ofrecen alta sensibilidad y precisión.

### Ventajas competitivas

Las pruebas desarrolladas y/o validadas, contribuyen al control de calidad de alimentos elaborados en base a granos y leguminosas; y su aplicación garantizará la inocuidad microbiológica y toxicológica; en su caso determinará el nivel de contaminación con Aflatoxinas, por lo cual las industrias del rubro y particularmente los organismos estatales encargados de la ejecución del Programa de Desayuno Escolar exigirán la determinación obligatoria de Aflatoxinas en el control de inocuidad microbiológica y toxicológica precautelando así la salud de los consumidores, en especial de los niños beneficiados con el Desayuno Escolar.

### Tipo de asociación que busca

El procedimiento generado que se presta como servicios en la Facultad de Bioquímica es de interés para Instituciones estatales encargadas del Registro Sanitario de los alimentos, instituciones que contratan la provisión de alimentos y empresas productoras de alimentos.

Se sugiere que el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad IBNORCA encargado de la elaboración de Normas de Calidad, incluida en la NB 39007 la Técnica de Cultivo optimizado para *Aspergillus aflatoxigénicos* como referencia oficial sobre la cual se basarán las Instituciones estatales de control y las Industrias respectivas. Al momento no se cuenta con la estimación del costo por los servicios micológico y cuantificación de *aflatoxinas*.



Ilustración GC1: Proceso de análisis en laboratorio



**Proyecto:** Detección de Aflatoxinas en desayunos escolares elaborados en base a granos y leguminosas, distribuidos en Unidades Escolares de ocho provincias del Departamento de Cochabamba

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional

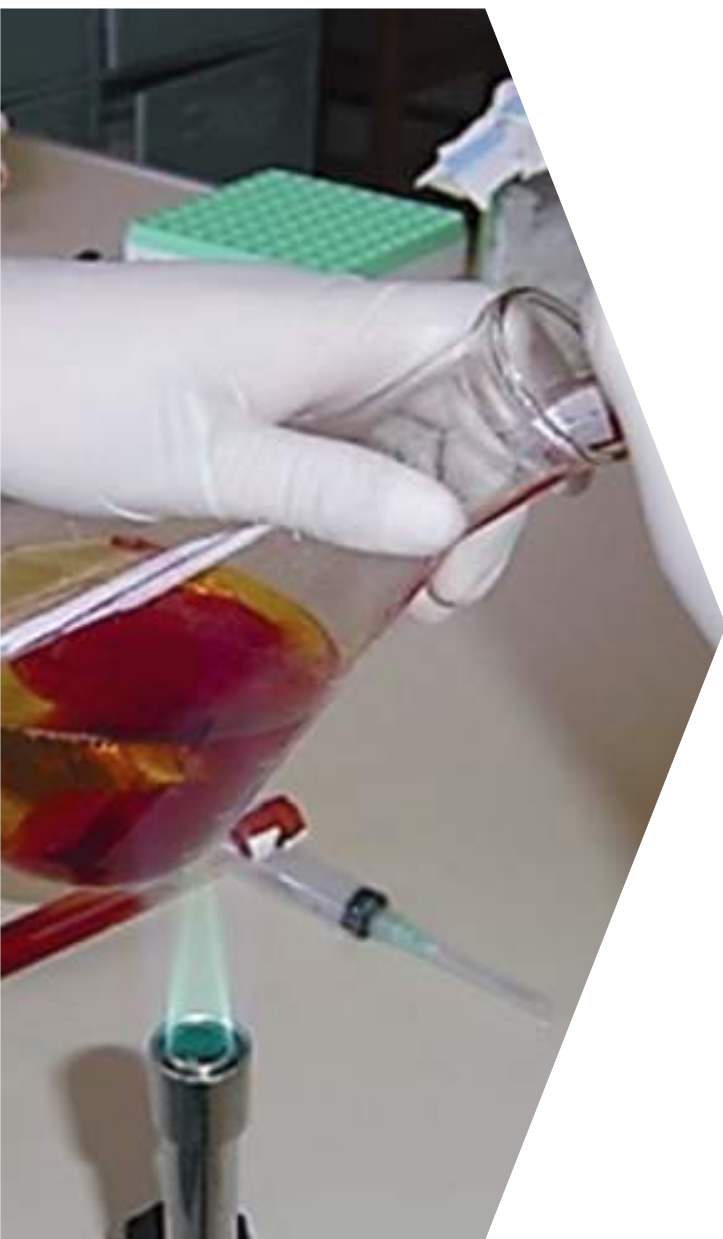
**Otras unidades de investigación:**

- Laboratorio Asistencial

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-GC0002



## Diagnóstico molecular de *Streptococcus pneumoniae* capsular, y determinación de cepas resistentes a antibióticos



**INVESTIGADOR:** Zulema Bustamante Gacia

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones Bioquímica y Farmacuticas

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Biología Molecular

### RESUMEN

Se establecieron procedimientos para la identificación molecular de *Streptococcus pneumoniae*, y se aplicaron técnicas para identificar cepas resistentes a los antibióticos frecuentemente utilizados contra esta bacteria. Gracias a este trabajo se cuenta con protocolos que pueden ser utilizados para la identificación molecular y determinación de resistencia en esta bacteria. Se recomienda que se apliquen estas técnicas en los centros de salud, para contar con una información altamente específica para una mejor planificación en tratamientos de neumonías.

### ABSTRACT

Procedures were established for the molecular identification of *Streptococcus pneumoniae*, and techniques were applied to identify strains resistant to the antibiotics frequently used against this bacteria. Thanks to this work, there are protocols that can be used for molecular identification and resistance determination in this bacteria. It is recommended that these techniques be applied in health centers, to have highly specific information for better planning in pneumonia treatments.

## Descripción y características fundamentales

Los métodos moleculares en el estudio de las bacterias son de gran utilidad en la actualidad puesto que empleadas adecuadamente brindan una información altamente específica y que pueden ser utilizadas para la identificación de bacterias y otros microorganismos; así mismo, se pueden aplicar para conocer los mecanismos de resistencia a los antibióticos información necesaria antes de iniciar algún tratamiento.

Logramos adecuar diferentes técnicas moleculares para realizar una identificación altamente específica de *Streptococcus pneumoniae* y conocer la presencia y el mecanismo de resistencia a los antibióticos frecuentemente utilizados contra esta bacteria. La identificación se basa en la presencia de genes virulentos como son *Lyt A* y *Ply*. Para el procedimiento se realiza una extracción de ADN a partir de cultivos aislados de muestras biológicas y se aplica una PCR simple, obteniendo un resultado rápido y específico.

La determinación de sensibilidad disminuida a las penicilinas, se basa en las mutaciones de las proteínas de unión a las penicilinas que son de diferente tipo, para lo cual se realiza una PCR – RFLP, que consiste en una amplificación de una región del gen por PCR y una posterior hidrólisis con una endonucleasa, la enzima *Hinf I*, lo que permite determinar la presencia de mutaciones cuando existe resistencia a este antibiótico.

En la determinación de sensibilidad disminuida a los macrólidos, se conoce que hay dos mecanismos de resistencia, por lo que es importante determinar el grado y el mecanismo involucrado en la misma, para la cual se utiliza una multiplex PCR, que nos permite obtener esta información.

Estas técnicas fueron utilizadas en nuestro laboratorio con mucho éxito, identificando molecularmente a la bacteria; determinando un 46,8% de sensibilidad disminuida a la penicilina y la asociación de mutación de la PBP 2B con la misma. Asimismo, 6,25% de sensibilidad disminuida a la eritromicina, observando que el mecanismo involucrado es el relacionado con el gen *mef A*.

Consideramos que estas técnicas podrían ser utilizadas por otros laboratorios para identificar a la bacteria y determinar la resistencia a los antibióticos, información necesaria para proponer el tratamiento que se debe seguir respecto a los antibióticos.

## Aspectos Innovadores

Información base para la identificación molecular de *Streptococcus pneumoniae*, la identificación de genes de resistencia y su relación con mutaciones en caso de Sensibilidad Disminuida a la penicilina y los mecanismos involucrados en la resistencia a los antibióticos del grupo de los macrólidos. Así mismo, se han establecido protocolos adecuados a nuestros medio que ya pueden ser utilizados por los diferentes laboratorios para el fin mencionado.

La información generada servirá para se realicen estudios más profundos como la secuenciación de los genes para conocer a mayor profundidad estos mecanismos de resistencia.

## Ventajas competitivas

Las técnicas moleculares que se adecuaron a las condiciones de muestras y equipos de laboratorio se caracterizan porque son altamente específicas y rápidas de realizar, además de identificar a *Streptococcus pneumoniae*; permiten determinar la resistencia a diferentes antibióticos y los mecanismos genéticos involucrados.

Estas técnicas, utilizando cebadores específicos pueden ser aplicadas para el diagnóstico molecular de otros microorganismos.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado es útil para Hospitales y especialmente para los servicios departamentales de salud así como para la OPS. Antes de dar un tratamiento con antibióticos es necesario que realicen antibiogramas y que se realice una mejor vigilancia epidemiológica de las IRAs. En relación al costo, si bien son técnicas altamente específicas el costo es relativamente elevado y requiere de equipamiento utilizados en Biología molecular.



Ilustración GC2: Muestra y análisis de laboratorio



**Proyecto:** Caracterización molecular de genes de resistencia en *Streptococcus pneumoniae* capsular, resistente a antibióticos, aislado de pacientes con infecciones respiratorias de centros hospitalarios de la ciudad de Cochabamba

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Laboratorio Asistencial

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Laboratorio de Microbiología del Hospital Gastroenterológico
- Instituto Nacional de laboratorios en Salud (INLASA)
- Departamento de infectología del Hospital Viedmann

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-GC0003



## Falla terapéutica en pacientes con Leishmaniasis cutánea estaría asociado a factores relacionados al parásito y no a alteraciones del sistema inmune



**INVESTIGADOR:** Amilcar Alejandro Flores León

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones Biomédicas e Investigación Social

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Investigación Médica (LABIMED)

### RESUMEN

El estudio *in vitro* de células efectoras del sistema inmune y sus productos (citoquinas) en pacientes con Leishmaniasis cutánea con falla terapéutica, evidenció un estatus inmunológico normal. Adición de Fe, Zn y Cu, considerados importantes en el sistema inmune, mostraron disminuir la respuesta celular. Estos datos sirven para que personal de salud, consideren estos aspectos en la toma de decisiones en casos de resistencia al tratamiento, que estaría asociado a factores relacionados al parásito.

### ABSTRACT

The *in vitro* study of effector cells of the immune system and their products (cytokines) in patients with cutaneous Leishmaniasis with therapeutic failure, evidenced a normal immunological status. Addition of Fe, Zn and Cu, considered important in the immune system, were shown to decrease the cellular response. These data are used for health personnel to consider these aspects in making decisions in cases of resistance to treatment, which would be associated with factors related to the parasite.

## Descripción y características fundamentales

Actualmente poco se ha descrito sobre los aspectos inmunológicos de pacientes con Leishmaniasis cutánea (LC) con falla terapéutica, por lo que en este trabajo se evaluó el estatus inmunológico en estos pacientes y la influencia que tiene el Fe, Zn y Cu sobre la respuesta inmune específica frente a *Leishmania*. Dos grupos de pacientes que viven en áreas endémicas para *Leishmania* sp. fueron enrolados en centros de salud y hospitales de los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz. En Cochabamba el centro de salud de Tacopaya en el municipio de Villa Tunari, en Santa Cruz el Hospital Dermatológico del municipio de Jorochito. Todos los pacientes fueron examinados clínicamente. Los grupos de estudio fueron compuestos por: (i) pacientes con Leishmaniasis tegumentaria confirmada que presentan fracaso terapéutico (Resistentes) frente a medicamentos de primera línea, considerando que al mes de la última dosis del medicamento se verifique al examen clínico actividad (Úlcera, inflamación y bordes elevados) en la lesión, y que en esta condición el Examen Parasitológico Directo (EPD) y Cultivo resultara positivo. (ii) pacientes con Leishmaniasis tegumentaria confirmada que respondieron al tratamiento específico (Sensibles) frente a medicamentos de primera línea (pacientes que después del tratamiento muestran lesión cicatrizada con historia de infección no mayor de un año). Después de completado el cuestionario y consentimiento informado, fue obtenida la muestra de sangre periférica de pacientes. El estudio fue aprobado por el comité de ético/científico de la Facultad de Medicina de la Universidad Mayor de San Simón. Parámetros de medición de la respuesta inmune: Linfocitos T CD4+, CD8+, producción de INF- $\gamma$  e IL-13, como marcadores de respuesta Th1 y Th2 respectivamente, producidas por células mononucleares de sangre periférica (PBMC) estimuladas con Ag soluble de *Leishmania*, paralelamente se evaluó el efecto del Fe, Zn y Cu en la respuesta inmune.

## Aspectos Innovadores

Los aspectos inmunológicos hallados en el estudio *in vitro* son relevantes pudiendo mostrar que la respuesta inmune en estos pacientes con falla terapéutica (Resistentes) y Sensibles responde a una polarización Th1, respuesta encargada de controlar la infección frente al parásito, evidenciando que las células efectoras del sistema inmune se encuentran activadas y dentro los niveles aceptables. Se encontró que los niveles de Fe, Zn y Cu tienen un efecto negativo en la respuesta inmune *in vitro*, oligoelementos que tiene que ser evaluados como adyuvantes durante el tratamiento específico no convencional de estos pacientes. Este reporte sirve como línea de base para futuras investigaciones relacionadas al área de estudio, desde el momento que brinda información científica a nivel inmunológico.

## Ventajas competitivas

La ausencia de medidas de control de la enfermedad, además del surgimiento de resistencia a fármacos, exige esfuerzos dirigidos a desarrollar un conocimiento más profundo de la relación parásito – hospedero, para idear posibles conductas de control y tratamiento. En general el aporte de la investigación permitirá al clínico tomar conductas dirigidas a solucionar casos de pacientes con falla terapéutica, valiéndose de las nuevas herramientas y/o información brindada en esta investigación en lo que respecta al tratamiento.

## Tipo de asociación que busca

El documento elaborado brindará información científica a nivel inmunológico, de casos de pacientes con Leishmaniasis con falla terapéutica, para que el Servicio Departamental de Salud (SEDES) por intermedio de su personal involucrado en la atención de estos pacientes, puedan de alguna manera responder algunos cuestionamientos inherentes a esta enfermedad y que a futuro pueda ayudar en la toma de decisiones con respecto a esta enfermedad.



**Proyecto:** Estudio de la resistencia al tratamiento de pacientes con Leishmaniasis activa relacionados a alteraciones del sistema inmune por deficiencia de Fe, Zn y Cu.

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Dermatológico de Jorochito (Santa Cruz)
- Centro de Salud de Tacopaya (Municipio de Villa Tunari – Cochabamba)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-GC0004



# Intradermo reacción de Montenegro, herramienta útil para el diagnóstico epidemiológico de Leishmaniasis, en áreas donde co-existe la enfermedad de Chagas

**INVESTIGADOR:** Ernesto Rojas Cabrera

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones Biomédicas e Investigación Social

**CENTRO/LABORATORIO:** Unidad de Investigación en Enfermedades Tropicales

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Investigaciones Biomédicas (IIBISMED) de la Facultad de Medicina Aurelio Melean, ha demostrado la utilidad de la intradermo reacción de Montenegro (IDRM) como herramienta epidemiológica para el diagnóstico de Leishmaniasis en áreas endémicas donde coexiste la enfermedad de Chagas.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for Biomedical Research (IIBISMED) of the Aurelio Melean School of Medicine, has demonstrated the usefulness of the intraderm reaction of Montenegro (IDRM) as an epidemiological tool for the diagnosis of Leishmaniasis in endemic areas where Chagas disease coexists .



### Descripción y características fundamentales

Participaron 300 estudiantes voluntarios de dos colegios, uno de área endémica para la enfermedad de Chagas (Sebastián Pagador en la zona sur de Cochabamba) y otra en la comunidad de Isinuta (ubicada en el Parque Isiboro Secure de la provincia Chapare) endémica para la enfermedad de Leishmania.

Se consideró la edad entre 12 a 19 años, sin evidencia clínica de enfermedad de Chagas, Leishmania u otras enfermedades crónicas infecciosas como tuberculosis o VIH, que no estén recibiendo algún medicamento y contar con el permiso escrito de sus poderes. Participaron en el estudio tanto varones y mujeres en iguales proporciones. A cada uno se aplicó 0.1 ml de Leishmanina por vía intradérmica, una vez cada dos meses en tres oportunidades. A las 48 horas de la inoculación se midió el diámetro de la induración en el sitio de inoculación. Previa a la aplicación de la IDR, se tomaron muestras de sangre para la detección de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* y *Leishmania spp.*

La aplicación de la IDR en tres momentos en dos áreas endémicas para Chagas o Leishmania, permitió discriminar entre la infección por Leishmania y/o Chagas, de manera independiente y no se observó reacciones cruzadas.

### Aspectos Innovadores

El biológico leishmanina contiene antígenos de Leishmania, es producido por algunos laboratorios e institutos de investigación como INLASA en la ciudad de La Paz, Universidad Cayetano Heredia en Lima – Perú y otros. Se encuentra disponible para su venta, viene en frascos oscuros, conteniendo 30 ug/ml. Las jeringas de insulina están disponibles en todas las farmacias locales y tiene una fácil aplicación.

Es una prueba de sensibilidad retardada por la que la lectura se la realiza a las 48 o 72 horas. La induración presente en el punto de inoculación de 5x5 mm o más, indica infección o contacto en algún momento con el parásito Leishmania, pero no enfermedad.

### Ventajas competitivas

Es una prueba de bajo costo, fácil aplicación y lectura, de alta especificidad para el monitoreo epidemiológico de leishmaniasis, es posible su conservación en cadena de frío que cuentan los centros de salud del ministerio de salud y de gran impacto social entre las comunidades donde la enfermedad es endémica.

### Tipo de asociación que busca

Los resultados del presente estudio aportan conocimientos al programa de leishmaniasis del Ministerio de Salud y Deportes, proporcionando una herramienta de bajo costo, altamente específica, de fácil manejo por el personal de salud en áreas endémicas que requiere realizar el diagnóstico epidemiológico de leishmaniasis, utilizando como insumo una jeringa de insulina, el biológico leishmanina y un refrigerador para mantener en cadena de frío la leishmanina, presente en los centros de la red de servicios del ministerio.



Ilustración GC4: Insumos para curación



**Proyecto:** Efecto de la leishmanina en la respuesta inmunológica de poblaciones expuestas y no expuestas a la leishmaniasis tegumentaria  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)





# La contaminación ambiental por cadmio representa un riesgo para la salud humana

**INVESTIGADOR:** Carla Oporto Pereyra

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA)



## RESUMEN

El Centro de Aguas y Saneamiento ambiental de la UMSS tiene información sobre la acumulación del metal tóxico cadmio en el cuerpo humano como resultado de la ingestión de alimentos contaminados por residuos mineros presentes en el agua de irrigación de los cultivos. Esta información permite apoyar la gestión de reglamentos ambientales efectivos en materia de minería. Se busca colaboración para el estudio de medidas de remediación en las zonas afectadas por la minería en el occidente del país.

## ABSTRACT

The Water and Environmental Sanitation Center of the UMSS has information on the accumulation of the toxic metal cadmium in the human body as a result of the ingestion of food contaminated by mining residues present in the irrigation water of the crops. This information allows to support the management of effective environmental regulations regarding mining. Collaboration is sought for the study of remediation measures in the areas affected by mining in the west of the country.

### Descripción y características fundamentales

En una primera etapa se realizó un monitoreo de cultivos afectados por la minería donde se constató que los ítems de consumo intensivo, como papa y maíz, presentan elevadas concentraciones de Cadmio que sobrepasan por mucho el valor permitido por la OMS. La segunda etapa nos permitió evidenciar que la ingestión de estos alimentos tiene como resultado la acumulación de Cd en el cuerpo humano, encontrándose valores elevados en sangre y orina. A partir del diagnóstico médico se determinó que existen algunos problemas de salud en la población que pueden estar relacionados con la presencia del Cd.

### Aspectos Innovadores

- La contaminación ha sido rastreada desde su generación en las minas y los ríos de la cabecera de la cuenca hasta el destino final, el ser humano.
- La comparación de resultados de monitoreo ambiental con resultados de monitoreo biológico.
- La base de datos podría utilizarse para la verificación de modelos matemáticos de predicción del potencial riesgo a la salud humana en las condiciones nutricionales específicas de la región andina de Sudamérica.

### Ventajas competitivas

- Fortalece los argumentos de organizaciones sociales y ambientales para reclamar la gestión de reglamentos ambientales cabales y su aplicación efectiva en los sectores mineros del país, así como la aplicación de medidas de remediación y de mitigación.
- Información base para la generación de políticas ambientales del sector minero.



**Proyecto:** Evaluación del riesgo en salud por contaminación por cadmio en la población de Quilaquila

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Laboratorio de Investigación Médica (LABIMED)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-GC0006



## Los nutraceuticos como alternativas a hambre oculta en niños desnutridos



**INVESTIGADOR:** Amalia Antezana Valera

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Departamento de Biología

### RESUMEN

La UMSS a través del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias y Tecnología e IIBISMED de la Facultad de Medicina, ha conseguido un maíz nutraceutico el cual ha fortificado papillas y ha sido administrado a niños con signos de raquitismo y baja talla.

Los niños han sido diagnosticados antes de la ingesta y después de 30 días, teniendo como resultados, que este nutraceutico aumenta los niveles de calcio en sangre y huesos manifestos en un aumento de los valores antropométricos y bioquímicos relacionados con el metabolismo del calcio. Actualmente se busca usuarios y otros beneficiarios de nuestra investigación.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Department of Biology of the Faculty of Sciences and Technology and IIBISMED of the Faculty of Medicine, has obtained a nutraceutical corn which has fortified porridges and has been administered to children with signs of rickets and short stature. Children have been diagnosed before ingestion and after 30 days, with the results that this nutraceutical increases calcium levels in blood and bones, manifested in an increase in anthropometric and biochemical values related to calcium metabolism. Users and other beneficiaries of our research are currently being sought.

## Descripción y características fundamentales

El nutracéutico es un alimento funcional que se ha conseguido a través de un proceso tecnológico en base a necesidades de los propios centros de rehabilitación nutricional y hospitales pediátricos. En estudios iniciales se trabajó con modelos biológicos en animales de experimentación midiendo ingesta del micronutriente calcio y la respuesta en la osificación del fémur. La premisa más importante para esta investigación fue conseguir un nutracéutico rico en calcio biodisponible. Se dispone los resultados de la bioaccesibilidad como porcentaje de calcio solubilizado tras una digestión gastrointestinal de las muestras respecto al contenido existente en la muestra, se realizó en harina de maíz sin proceso, procesado o nixtamalizado con CaO y harina de maíz nixtamalizado con Ca(OH)<sub>2</sub> o cal de construcción, que es el reactivo que utilizamos para el procesado de maíz. Para la evaluación de la bioaccesibilidad, las muestras se sometieron a una digestión gastrointestinal in vitro.

Se validaron medidas de compartimientos corporales relacionados al retardo en crecimiento P/T, 1DS y ≤ 2 DS y P/E en niños menores de 5 años. Identificación del Nivel de ingesta alimentaria de los niños tratados. Identificación del perfil de hierro de la población estudiada. Concentración de proteínas nutricionales (transferrina, prealbúmina, albúmina), cuantificadas. Concentración de proteínas inflamatorias (CRP, A-1-Glicoproteína, fibrinógeno, fibronectina) cuantificadas. Diagnóstico de consumo alimentario identificado. Cantidad de Calcio total y calcio iónico en muestras de sangre de niños(as) cuantificados. Concentración de proteínas transportadoras de calcio cuantificadas. Concentración de hormonas calciodependientes (procalcitonina, calcitonina, paratohormona) cuantificadas. Concentración de vitamina D3 cuantificada.

El nutracéutico desarrollado es una alternativa para la alimentación humana ya que, la harina en mezcla con fruta y leche puede participar de varias formulaciones y que ésta, administrada a niños desnutridos, los recupera nutricionalmente. Los modelos biológicos con animales, resultan ser imprescindibles para este tipo de investigación y que atendiendo a la ética de la ciencia deben ser las primeras investigaciones. Finalmente, podemos indicar que la investigación presente es pertinente ya que hay demanda de la sociedad civil.

## Aspectos Innovadores

La medida de la eficiencia del nutracéutico, se valida bajo protocolos éticos en niños, que dan respuesta, manifiestos en crecimiento corporal y bioquímica de hormonas y vitaminas. Tiene novedad en razón a que la respuesta ingesta-beneficio en niños, los médicos miden solo por antropometría, este trabajo muestra respuesta del micronutriente en el metabolismo del calcio bajo indicadores bioquímicos emergentes. Las publicaciones y los criterios actuales siguen afectando a las mediciones de calcio total y las estimaciones calculadas de calcio ionizado como valoraciones adecuadas. Se ha visto que esta información tradicional no favorece la suficiencia de estas estimaciones y es a través del trabajo realizado que se estima la fracción biológicamente activa. En el presente estudio se valora la biodisponibilidad de calcio del nutracéutico a través de la evaluación bioquímica de sangre por hemograma, calcio total, iónico,

fosforo, magnesio, vitamina D y hormonas reguladoras (PTH, TSH, T4L, HGH, calcitonina), al inicio y final de la intervención con la dieta nutracéutica en niños que presentan desnutrición.

## Ventajas competitivas

El que los beneficiarios (médicos pediatras, Ministerio de salud unidad de micronutrientes, SEDES de departamentos y provincias) reciban el conocimiento, supondría una mejora de la calidad nutricional para el calcio de niños y adultos, consumiendo el nutracéutico en los comedores de los hospitales, así como también la recomendación para la industria de alimentos infantiles. Supone una disminución de costes en la rehabilitación de niños raquíticos y desnutridos para el micronutriente calcio y también en la prevención.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado es útil para Organizaciones Nacionales que están trabajando en desnutrición infantil, políticas alimentarias nacionales, tales como el Ministerio de Salud, Unidad de Micronutrientes, SEDES, ONG's de transferencia y médicos pediatras, los cuales pueden acceder a la capacitación sobre la temática sin coste alguno, tan solo a requerimiento para constituirse en receptores de la transferencia de los resultados de la investigación.



Ilustración GC6: Análisis de nutracéutico



**Proyecto:** Efecto de los alimentos enriquecidos con calcio y nutracéuticos en poblaciones vulnerables: niños desnutridos y adultos mayores

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Instituto de Investigación Biomédicas e Investigación Social (IIBISMED)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- CIATEC de Guadalajara, México
- IATA Valencia, España

Código: UMSS-DICYT-DCA-2013-GC0007



## Una alternativa de alta sensibilidad y especificidad para la caracterización molecular, de virotipos de *Escherichia coli* asociada a procesos diarreicos infecciosos en pacientes pediátricos, mediante métodos microbiológicos y MULTIPLEX PCR

**INVESTIGADOR:** Fátima Funes Espinoza

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de Bioquímica y Farmacia

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio Asistencias de Análisis Clínico

### RESUMEN

Los Laboratorios Asistencial y de Biología Molecular de la Facultad de Bioquímica de la UMSS han estandarizado, mediante la técnica Multiplex PCR, un método para la detección de virotipos de *Escherichia coli* diarreogénica aislada mediante métodos microbiológicos de muestras de heces. La elevada especificidad del método le confiere un alto valor diagnóstico. Paralelamente a la virotipificación es posible determinar el perfil de resistencia de *Escherichia coli*, información que evitaría fracasos terapéuticos.

### ABSTRACT

The Healthcare and Molecular Biology Laboratories of the UMSS Faculty of Biochemistry have standardized, through the Multiplex PCR technique, a method for detecting virotypes of diarrheogenic *Escherichia coli* isolated by microbiological methods from stool samples. The high specificity of the method gives it a high diagnostic value. Parallel to virotyping, it is possible to determine the resistance profile of *Escherichia coli*, information that would prevent therapeutic failures.

## Descripción y características fundamentales

*Escherichia coli* diarreogénica en base al mecanismo de patogenicidad puede corresponder a diferentes virotipos. Se consideró la necesidad de conocer qué virotipos eran causantes de procesos diarreicos infecciosos, la sensibilidad a los antibióticos frecuentemente utilizados y el establecimiento de relaciones con grupos étnicos y manifestaciones clínicas.

Se analizaron muestras de 104 pacientes del Hospital del niño Manuel Ascencio Villarroel y del Hospital Tiquipaya (2011- 2012). Las muestras que dieron positivas para *E. coli* pasaron a la fase de determinación de virotipos para lo cual se estandarizó una técnica Multiplex PCR en la que se utilizó 6 pares de cebadores (primers) para determinar la presencia de 4 virotipos de *Escherichia coli* diarreogénica: *E. coli* enteropatogénica (EPEC); *E. coli* enterohemorrágica (STEC), *E. coli* enterotoxigénica (ETEC); *E. coli* enteroagregativa (EAEC).

Para la virotipificación se estableció un protocolo que adecua la técnica de selección del método de extracción de ADN bacterial y las condiciones de amplificación de la PCR.

La virotipificación se programó en base a la detección de genes de virulencia: *Eae* (EPEC); *eae* y *stx* (STEC); *elt, est, ipaH* (ETEC) y *AggR* (EAEC). El método está respaldado por el uso de cepas control de *Escherichia coli*.

El 59,6% de los pacientes estudiados portaban *E. coli*, el 40,39% presentaron otros enteropatógenos. El perfil de sensibilidad (Kirby Bahuer) de las cepas de *E. coli* reporto muy baja sensibilidad para sulfatrimetoprim 25,7%; ampicilina-sulbactam 55,9% y sensibilidad superior al 63% a cefotaxima, ciprofloxacina, ácido nalidixico, amoxicilina.

El 74,7% de las cepas de *E. coli* aisladas, no correspondió a ninguno de los virotipos en estudio. El 25,3% portaban algún gen de patogenicidad: 11,6% ETEC; 8,4% EPEC; 4,2% STEC y 1 % EAEC.

El 87,5% de los virotipos se detectó en pacientes menores de 2 años.

## Aspectos Innovadores

- La estandarización de la técnica Multiplex PCR permite contar con una herramienta diagnóstica rápida y de gran eficiencia.
- La alta sensibilidad y especificidad del método estandarizado permite a los Centros de Salud e instituciones afines contar con resultados para ser utilizados en monitoreos epidemiológicos.
- La información del perfil de resistencia o sensibilidad a los antibióticos frecuentemente utilizados en procesos diarreicos permite un monitoreo periódico y garantiza el éxito terapéutico.

## Ventajas competitivas

El método de Multiplex PCR estandarizado, debido a su elevada eficiencia analítica permite a los Hospitales e instituciones relacionadas, la identificación de *Escherichia coli* como agente etiológico y el monitoreo epidemiológico de procesos diarreicos infecciosos.

El monitoreo periódico del perfil de resistencia de *Escherichia coli* permite la disminución de casos de fracasos terapéuticos lo que se traduce en ventajas en cuanto a disminución de costos subsecuentes para el paciente, aumento de la disponibilidad de camas en los hospitales. Así mismo, el monitoreo evitaría el aumento de resistencia a los antibióticos de mayor uso por la población.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado es importante para hospitales e instituciones de salud, los cuales pueden contactarse con la Facultad de Bioquímica y Farmacia- UMSS o Laboratorio Asistencial. Dado que, el estudio fue realizado con el Hospital del niño Manuel Ascencio Villarroel y Hospital Tiquipaya el conocimiento obtenido es de gran utilidad para monitoreo epidemiológico de estos hospitales y otros afines.



**Proyecto:** Detección y caracterización molecular de virotipos de *Escherichia coli* asociados a diarreas infantiles en pacientes hospitalizados en el hospital del niño Manuel Ascencio Villarroel de Cochabamba

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Laboratorio de Biología Molecular

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Hospital del niño Manuel Ascencio Villarroel, Cercado Cochabamba
- Hospital Tiquipaya, Municipio de Tiquipaya de Cochabamba

Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-GC0008



# Efecto del plomo sobre la salud y el equilibrio del ecosistema



**INVESTIGADOR:** Lourdes Zalles Cueto

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones Biomédicas e Investigación Social

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Investigación Medica (LABIMED)

## RESUMEN

El Laboratorio de Investigación Biomédica (LABIMED) y el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBISMED) de la UMSS, ha demostrado el efecto biológico del plomo en poblaciones expuestas (botadero de basura de Kara Kara y de Mina Asientos-Mizque de Cochabamba). Se determinaron indicadores de exposición y efecto (bioquímica y absorción atómica) sobre la función renal y hematopoyética en muestras biológicas y el ambiente. Esta información pretende reorientar próximas investigaciones respecto a los patrones de salud ambiental que afectan a los sectores más vulnerables de nuestra región.

## ABSTRACT

The Biomedical Research Laboratory (LABIMED) and the Biomedical Research Institute (IIBISMED) of the UMSS have demonstrated the biological effect of lead in exposed populations (Kara Kara garbage dump and Mina Asientos-Mizque de Cochabamba). Exposure and effect indicators (biochemistry and atomic absorption) on renal and hematopoietic function were determined in biological samples and the environment. This information is intended to redirect future investigations regarding environmental health patterns that affect the most vulnerable sectors of our region.

## Descripción y características fundamentales

La intoxicación por plomo es la más recurrente exposición a metales pesados, la misma deviene del reciclado de materiales que contienen plomo (lixiviados y basura) y de las minas. El plomo ingresa al organismo a través de la boca, la piel, y el aire inspirado causando daños en la salud, como la alteración en el crecimiento corporal, problemas auditivos, problemas de comportamiento y atención, bajo rendimiento escolar, daño renal, irritabilidad, agresión, inclinaciones delincuenciales, deterioro de la memoria, encefalopatías, polineuropatías, hasta abortos e hipospermia. En este trabajo, se realizó una encuesta socioeconómica y de salud en las zonas definidas para el estudio que comprendían el área próxima al botadero de basura de Kara Kara de los municipios de Cercado y Arbieta y en Mina Asientos ubicada en la provincia de Mizque de Cochabamba.

Se visitaron las zonas efectuando revisión médica de la población, y toma de muestras biológicas de sangre, orina y cabello, de agua de consumo y de suelo. Las muestras fueron procesadas con métodos bioquímicos e inmunológicos para determinar indicadores de exposición y efecto relacionados con la función renal y hematopoyética y por absorción atómica para cuantificar la presencia de plomo.

Las muestras de sangre tomadas en la población de Kara Kara y las áreas aledañas, mostraron nivel de plumbemia bajo comparada con la de la zona minera de Mina Asientos. Dichas plumbemias se asociaron con la cercanía a alguna fuente y/o la ubicación de sus viviendas. Los valores más altos de plomo en sangre correspondieron a los pobladores de Mina Asientos con elevados valores de plomo ambiental, por encima de valores de referencia ( $10\mu\text{g}/100\text{mL}$ ), los cuales se correlacionan con el deterioro de parámetros biológicos. En Kara Kara, las muestras de suelo presentaron una concentración de plomo de 1000 ppm aproximadamente; mientras que en Mina Asientos  $>$  a 2000 ppm. Las muestras del agua no reportaron valores significativamente apreciables de contenido de plomo.

## Aspectos Innovadores

La aplicación de una encuesta estructurada como técnica para analizar la situación socioeconómica, de salud y de las condiciones de vida de una localidad determinada, con estrategias de información y comunicación apropiadas, pueden resultar de gran utilidad para realizar el monitoreo de tóxicos ambientales específicamente de la presencia de plomo en regiones de riesgo de Cochabamba.

Esta metodología sencilla de monitoreo biológico, comparado con el monitoreo ambiental y a su vez relacionado con la identificación directa de los hábitos y costumbres de la población, puede utilizarse para establecer la incidencia del efecto adverso que el plomo produce en la calidad de vida de nuestra población.

## Ventajas competitivas

Los resultados del presente estudio aportan la evidencia científica necesaria para indicar que: son muy importantes la implementación de medidas de intervención

directas sobre las fuentes de exposición, la educación orientada a fomentar hábitos para la preservación del medio ambiente y el cuidado de la salud en las poblaciones sometidas a riesgo por contaminación al plomo y metales pesados, y debería ser de prioridad en las políticas de salud de nuestro país.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado es de alta utilidad para el Servicio Departamental de Salud de Cochabamba, así como para el Ministerio de Salud, en ambos casos sirve como información base para el diseño de políticas ambientales en el área de salud.



Ilustración GC8: Espacio minero



**Proyecto:** Efecto de la contaminación por plomo en la calidad de vida de los pobladores de zonas de alto riesgo de Cochabamba

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Biotecnología (CBT)
- Instituto de Investigación de Odontología



Código: UMSS-DICYT-DCA-2015-GC0009



# Uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) en el control y prevención de la enfermedad de Chagas



**INVESTIGADOR:** Nora Medrano Mercado

**UNIDAD:** Instituto de Investigación de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Chagas e Inmunoparasitología

## RESUMEN

El Laboratorio de Chagas del Departamento de Biología de la UMSS ha relacionado el análisis Estadístico Multivariado con Sistemas de Información Geográfica (SIG), a través de un análisis espacial de las localidades donde se ha encontrado el *Trypanosoma cruzi* infectando a hospederos vertebrados y vectores en el municipio de Vinto. Se ha establecido índices que relacionan la distribución de los vectores con variables macroclimáticas (vegetación, humedad relativa, precipitación, temperatura etc.). Proponemos nuevas herramientas de vigilancia epidemiológica, facilitando su monitoreo y simplificando la toma de datos de campo para la generación de modelos predictivos del riesgo entomológico.

## ABSTRACT

The Chagas Laboratory of the Department of Biology of the UMSS has related the Multivariate Statistical analysis with Geographic Information Systems (GIS), through a spatial analysis of the localities where *Trypanosoma cruzi* has been found infecting vertebrate hosts and vectors in the Municipality of Vinto. Indices have been established that relate the distribution of vectors with macroclimatic variables (vegetation, relative humidity, precipitation, temperature, etc.). We propose new epidemiological surveillance tools, facilitating their monitoring and simplifying the collection of field data for the generation of predictive models of entomological risk.

## Descripción y características fundamentales

En un estudio serológico realizado por Hemaglutinación indirecta y el Método de ELISA en 10.729 estudiantes de 6 a 18 años de edad de 21 Unidades Educativas del Municipio de Vinto, previo consentimiento informado de sus padres y apoderados. Donde se visitó las viviendas de todos los seropositivos y marcados con GPS.

El estudio serológico y parasitológico (Xenodiagnóstico), fué realizado en el grupo familiar y en los estudiantes seropositivos. Se capturaron triatomeos (vinchucas) en cada una de las viviendas visitadas utilizando el método hombre/hora/casa. Los seropositivos residen en alturas que van desde 2.531 hasta 2.902 m.s.n.m. y en latitudes que van desde los 17°20'31.92" hasta los 17°27'25.45" Sur y desde los 66°17'55.60" hasta los 66°23'19.68" Oeste, encontrándose dentro de los límites de dispersión de *T. infestans* (Ferreira 2011). La vegetación del lugar donde se encuentran los seropositivos es de tipo altamente antrópico y perturbado por la deforestación y la agricultura. El índice de aridez corresponde al área semiárida, de bioclima xérico semiárido, siendo un ambiente más caliente y con menor humedad. Los seropositivos se encuentran en la zona donde existe una muy alta densidad poblacional de 100 a 500 habitantes por km<sup>2</sup> que corresponde al área urbana del Municipio. El área de distribución de los seropositivos según el análisis espacial multicriterio corresponde al área urbana del Municipio de Vinto con un riesgo muy alto de presencia de triatomeos (índice de riesgo 0,81-1,00). En el Municipio de Vinto son fuertes las campañas de control vectorial y de mejoramiento de vivienda. El presente trabajo muestra una situación eco-epidemiológica favorable para la transmisión de la Enfermedad de Chagas, debido a las características ambientales y sociales favorables para la presencia del vector.

## Aspectos Innovadores

Se tiene un enfoque eco-epidemiológico que permite estimar la distribución geográfica de la Enfermedad de Chagas apoyándose en datos colectados en terreno e integrados en bases de datos espaciales administradas con sistemas de información geográfica (SIG). La identificación de áreas con características espaciales semejantes se obtuvo analizando la información espacial digital con métodos estadísticos multivariados. El sistema de información geográfica (SIG) y la caracterización del ambiente son poderosas herramientas para estudiar la distribución y predecir áreas de riesgo de presencia de vectores transmisores de enfermedades y es un excelente aliado para las acciones de prevención y control a fin de proponer mapas predictivos de dispersión que nos permitan desarrollar nuevos modelos de vigilancia epidemiológica. La presente información servirá de modelo para otras enfermedades transmitidas por vectores en nuestro país, tomando en cuenta las características climáticas y ambientales en el espacio geográfico del lugar donde se inserta la comunidad, relacionado con la situación económica, su estilo de vida y hábitos.

## Ventajas competitivas

El sistema de información geográfica es de bajo costo, por lo que se pueden evitar equipos muy costosos y altamente especializados seleccionando

adecuadamente el sistema y su aplicación. Puede dar resultados de mejor calidad que los que se obtienen manualmente.

Con la tecnología avanzada de las computadoras, permite el examen de grandes áreas, a bajo costo y con una creciente cantidad de datos. La digitalización, manipulación de información, interpretación y reproducción de mapas, son pasos en la generación de un SIG que ahora se pueden dar rápidamente, casi en tiempo real. Los SIG se utilizan para analizar datos espaciales, tiene la ventaja de producir reportes en formato de mapas, bases de datos y textos que faciliten los procesos de toma de decisiones.

## Tipo de asociación que busca

El nuevo conocimiento y las herramientas generadas son de interés para el Ministerio de Salud Departamental, Nacional, Gobernaciones, Alcaldías, Direcciones de Salud Ambiental Universidades e Investigadores.



**Proyecto:** Mapeo y análisis multitemporal y multifactorial de áreas afectadas por la enfermedad de Chagas (*Trypanosoma cruzi*), en el Municipio de Vinto

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Centro de Estadística Aplicada
- Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL)

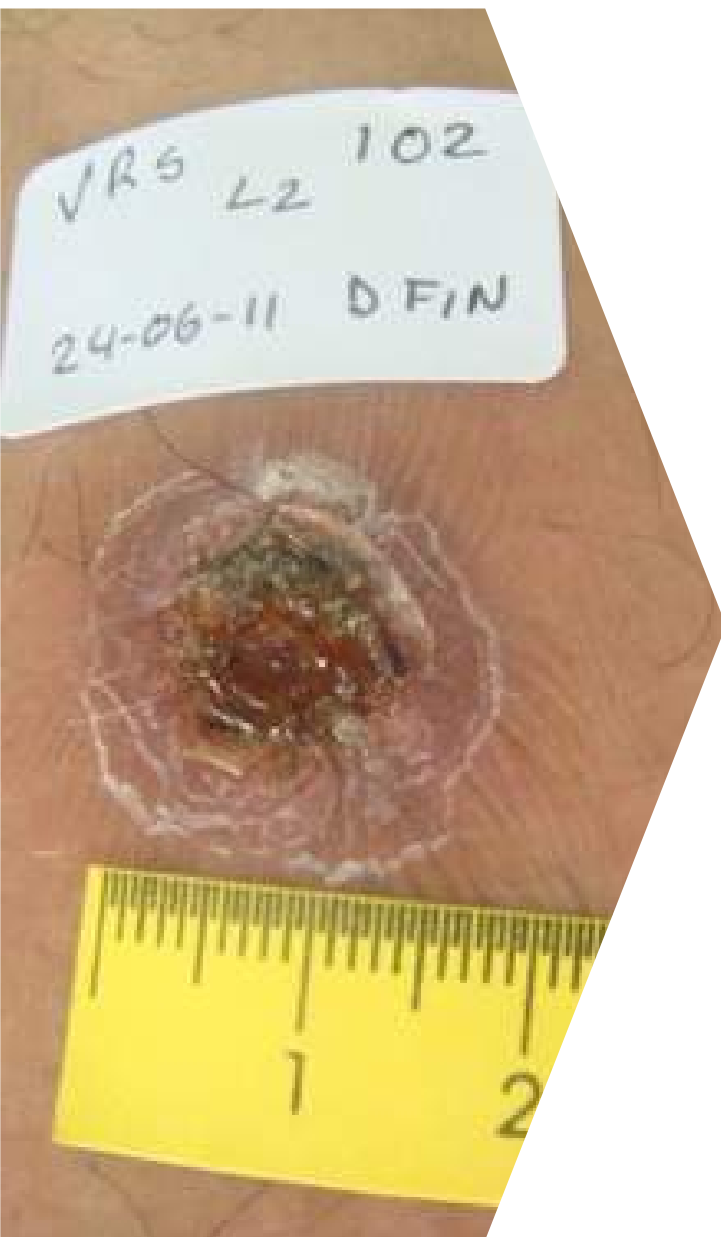
**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Hospital Albiño Patiño
- Hospital Municipal de Vinto

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-GC0010



## Aplicación perilesional de medicamento para el tratamiento de leishmaniasis cutánea



**INVESTIGADOR:** Ernesto Rojas Cabrera

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones Biomédicas

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro Universitario de Medicina Tropical (CUMETROP)

### RESUMEN

La UMSS a través del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBISMED), presenta un estudio realizado para contribuir con nuevas evidencias respecto al tratamiento de leishmaniasis tegumentaria en Bolivia. Los esquemas vigentes de tratamiento requieren grandes volúmenes de medicamento y múltiples inyecciones durante al menos 3 semanas, la tasa de curación es de 94% y toxicidad moderada a severa. El presente estudio demuestra que la administración perilesional de 3 o 6 inyecciones alcanza la cicatrización completa y se abre a la posibilidad de alcanzar la eficacia terapéutica sin el riesgo de toxicidad.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Biomedical Research Institute (IIBISMED), presents a study carried out to contribute new evidence regarding the treatment of tegumentary leishmaniasis in Bolivia. Current treatment schedules require large volumes of medication and multiple injections for at least 3 weeks, the cure rate is 94% and moderate to severe toxicity. The present study demonstrates that the perilesional administration of 3 or 6 injections reaches complete healing and opens up the possibility of achieving therapeutic efficacy without the risk of toxicity.

## Descripción y características fundamentales

Es de conocimiento que leishmaniasis en Bolivia es un problema de Salud Pública, por el incremento importante del número de casos observados por año. Los problemas de diagnóstico y tratamiento para el manejo de pacientes a nivel nacional aún no han sido resueltos. Referente al manejo de pacientes con úlceras cutáneas, continúan tratándose con grandes volúmenes de antimoniales que por un lado significan elevados costos para el programa y grandes riesgos para el paciente debido a los efectos adversos, que van de leves a situaciones graves, donde pone en riesgo la vida del individuo.

Más de un 50% de los pacientes con leishmaniasis cutánea, presentaron lesiones únicas y pequeñas, fueron manejados con tratamiento perilesional, esta situación permitió abaratar costos, lo que favorece al paciente por ausencia de efectos adversos significativos, garantizando mayor adherencia de los pacientes al tratamiento. Favoreció también al programa de leishmaniasis del ministerio de salud, permitiendo ahorrar medicamentos y presupuesto para la compra de los mismos.

## Aspectos innovadores

En algunos países como Brasil y otros hay investigaciones sobre el uso de antimoniales pentavalentes mediante infiltraciones locales en las úlceras cutáneas, con buenos resultados, estos resultados no han sido generados en virtud a las diferentes especies existentes de parásitos en las distintas zonas endémicas. Un primer estudio por el Proyecto de Medicina Tropical y Salud Pública (CUMETROP), mostró la utilidad de esta técnica en un 70% de los tratamientos, sin embargo, mediante la selección de pacientes se mejoró este porcentaje de cura, utilizando 3 y 6 dosis. De este modo, se pretende contribuir al programa de leishmaniasis con alternativas de tratamiento, con la ventaja de reducir la cantidad de medicamentos, días de tratamiento y efectos adversos.

## Ventajas competitivas

El conocimiento alcanzado permitirá al Programa Nacional de leishmaniasis del Ministerio de Salud, implementar esta nueva estrategia terapéutica con la evidente reducción de costos operativos. También le será de utilidad al personal de salud al disponer de una alternativa de tratamiento, obteniendo mayor adherencia y respuesta al tratamiento.

## Tipo de asociación que busca

Se busca vínculos con organizaciones del sector salud, que trabajen principalmente en la atención de pacientes tales como los centros de salud de las zonas endémicas para leishmaniasis en los cuales se puede implementar las estrategias de tratamiento desarrolladas. Tal implementación no tiene costo adicional a los presupuestos que manejan actualmente.

El conocimiento desarrollado está disponible para su utilización por parte del Ministerio de salud; ONGs del área de salud; Personal de salud de las zonas endémicas para leishmaniasis.



Ilustración GC10: Leishmaniasis cutánea en tratamiento | Ernesto Rojas Cabrera



**Proyecto:** Antimonio intralesional para la Leishmaniasis cutánea en Bolivia. Un ensayo clínico, controlado y aleatorizado (segunda fase).

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI).

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Servicio Departamental de Salud (SEDES) - Cochabamba
- Programa Nacional de Leishmaniasis
- Ministerio de Salud de Bolivia

Código: UMSS-DICYT-DCA-2017-GC0011



## Estrategias de control de las parasitosis y mejoramiento del estado nutricional



**INVESTIGADOR:** José Miguel Emilio Guzmán Rivero

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones Biomédicas

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro Universitario de Medicina Tropical (CUMETROP)

### RESUMEN

La UMSS a través del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBISMED), presenta un estudio realizado para contribuir con evidencias que permitan a corto plazo, desarrollar estrategias de control de las parasitosis y mejoramiento del estado nutricional; con el propósito de reducir las parasitosis recurrentes, reducir el número de días no trabajados, evitar gastos por la compra de medicamentos, así como también prevenir el desarrollo de daño crónico del epitelio intestinal.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Biomedical Research Institute (IIBISMED), presents a study carried out to contribute with evidence that allows short-term development of parasite control strategies and improvement of nutritional status; with the purpose of reducing recurrent parasitosis, reducing the number of days not worked, avoiding expenses for the purchase of medications, as well as preventing the development of chronic intestinal epithelial damage.

## Descripción y características fundamentales

Si bien existen múltiples evidencias sobre las infecciones parasitarias como un problema recurrente que afecta al conjunto de la población, así como también sobre este problema y su relación con la pobreza y las dificultades de acceso a los servicios básicos y la pobreza como factor limitante para un acceso adecuado a aportes nutricionales. La relación entre deficiencias nutricionales y recurrencia de parasitosis por protozoarios intestinales en personas adultas económicamente activas no ha sido estudiada. En tal sentido, el interés de este estudio fue aportar evidencias sobre el particular a fin de que se puedan desarrollar futuras estrategias de control de las infecciones por protozoarios mediante el mejoramiento del estado nutricional en este segmento de población. El estudio fue un estudio piloto con 80 personas adultas entre varones y mujeres. Los participantes pertenecían a dos comunidades de características geográficas diferentes pero socioeconómicamente similares y con ausencia de servicios básicos. En este contexto los hallazgos preliminares reflejan un mayor porcentaje de infecciones por protozoarios intestinales en la comunidad asentada en la región tropical (30%) frente a un 5% entre las personas de la comunidad asentada en áreas suburbanas de la ciudad de Cochabamba tales diferencias se encontraron relacionadas a una mayor deficiencia proteica de las personas residentes en la zona tropical. Estos hallazgos constituyen la base para que se incentive el consumo de proteínas como una medida nutricional para el control de las protozoarisis intestinales y el subsecuente daño del epitelio intestinal por acción de estos parásitos.

## Aspectos innovadores

La relación entre deficiencias nutricionales y recurrencia de parasitosis por protozoarios intestinales en personas adultas económicamente activas no ha sido estudiado. En tal sentido, el estudio aportó evidencias sobre el particular y servirá de base para el desarrollo de futuras estrategias de control de las infecciones por protozoarios mediante el mejoramiento del estado nutricional incentivando el consumo de proteínas por parte de este segmento de población adulta económicamente activa. De este modo, se pretende contribuir a reducir el número de días no trabajados por efecto de las molestias gastrointestinales, reducir los gastos por la compra de medicamentos para este fin, así como también prevenir el desarrollo de daño crónico del epitelio intestinal.

## Ventajas competitivas

El conocimiento alcanzado permite a las organizaciones que decidan utilizarlo involucrar a profesionales de diversas áreas para desarrollar estrategias multidisciplinarias cuyo resultado tendrá un impacto social positivo en las comunidades intervenidas. Indirectamente la implementación de estrategias de control de las parasitosis por protozoarios mediante el mejoramiento del estatus nutricional contribuirá al ahorro económico de las familias beneficiarias de la estrategia aplicada dado que se disminuirán los gastos relacionados al consumo de medicamentos.

## Tipo de asociación que busca

Se busca vínculos con organizaciones del Sector Salud, los cuales realicen intervenciones comunitarias de educación en salud, como, por ejemplo: Ministerio de salud; ONGs del área de salud; Universidades



Ilustración GC11: Difusión de prevención de infecciones | José Miguel Guzmán Rivero



SUECIA

**Proyecto:** Rol de la leptina gástrica en el control del gasto energético en reposo y la prevención de daño del epitelio intestinal ocasionado por las parasitosis intestinales por protozoarios

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Código: UMSS-DICYT-DCA-2019-GC0012



## Detección de *Acinetobacter baumannii* multirresistente y su capacidad de formar biopelículas como factor de virulencia

**INVESTIGADOR:** Zulema Bustamante Garcia

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de Bioquímica y Farmacia

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Biología Molecular

### RESUMEN

La UMSS a través del Instituto de Investigaciones de Bioquímica y Farmacia, implementó técnicas que permiten estudiar los aspectos moleculares de resistencia a los antibióticos de *Acinetobacter baumannii* especialmente a los carbapenemes; a través de la identificación de genes involucrados en estos mecanismos de resistencia. Así también técnicas para determinar la capacidad que tiene esta bacteria para producir "biopelículas como factor de sobrevivencia y virulencia. Los protocolos establecidos son de disponibilidad para la caracterización molecular de resistencia y virulencia de *Acinetobacter baumannii* multirresistente en centros nosocomiales.

### ABSTRACT

The UMSS, through the Biochemistry and Pharmacy Research Institute, implemented techniques that allow studying the molecular aspects of antibiotic resistance of *Acinetobacter baumannii*, especially related to the carbapenemes; through the identification of genes involved in these mechanisms of resistance. Also, techniques to determine the ability of this bacteria to produce biofilm as a survival and virulence factor. The established protocols may be available for the molecular characterization of resistance and virulence of multiresistant *Acinetobacter baumannii* in nosocomial centers.



## Descripción y características fundamentales

*Acinetobacter baumannii*, es un patógeno nosocomial responsable de severas infecciones en pacientes hospitalizados, muchos de los aislamientos hospitalarios de esta bacteria son además multirresistentes a los diferentes antibióticos, lo que complica enormemente el tratamiento y empeora el pronóstico del paciente infectado por esta bacteria.

En los últimos años, se ha dado mucha importancia a la capacidad que tiene *A. baumannii* para formar biopelículas, factor que influye en la supervivencia y permanencia de esta bacteria en superficies bióticas y abióticas. Se ha observado que esta capacidad en superficies abióticas juega un rol importante en las infecciones nosocomiales debido a que puede colonizar superficies de equipos e instrumental médico como catéteres urinarios, catéteres venosos, sondas respiratorias y otro material. El "biofilm" o biopelícula constituye una comunidad bacteriana altamente estructurada dentro una matriz con material extracelular que incluye polisacáridos proteínas y ADN, por lo que se considera un factor de virulencia.

En base a estos antecedentes, se tiene estudiado los mecanismos de resistencia especialmente a los carbapenems, a través de los genes que pueden estar involucrados en estos mecanismos, así como la capacidad que tiene *A. baumannii* multirresistente para producir "biofilm", como mecanismo de sobrevivencia y virulencia.

Se pudo verificar la presencia del gen *bla*<sub>OXA23</sub> como responsable de la resistencia a estos antibióticos; encontrando una asociación significativa entre los aislamientos resistentes a estos antibióticos y la presencia de este gen. Se observó la relación entre los genes *ompA*, y *csuE* y la formación de biofilm. Se observó que las cepas resistentes a imipenem y meropenem, y aquellos que llevan el gen *bla*<sub>OXA23</sub>, son formadores fuertes de biopelículas, y que todas las cepas estudiadas tienen la capacidad de formar biofilm.

## Aspectos innovadores

Se tiene determinado la relación de los genes *bla*<sub>OXA23</sub> con la resistencia a los carbapenems, pero también la variación de los genes *bla*<sub>OXA5</sub> en el tiempo y la importancia de un seguimiento continuo, por lo que se cuentan con técnicas ya establecidas en el Laboratorio para la identificación de estos genes de resistencia.

Se conoce que los genes *ompA*, y *csuE* están involucrados en la formación de biopelículas.

Se cuenta con un protocolo adecuado para determinar la capacidad de formación de biopelículas de *Acinetobacter baumannii*.

Se observa que las cepas resistentes a imipenem y meropenem, y aquellos que llevan el gen *bla*<sub>OXA23</sub>, son formadores fuertes de biofilm y que todas las cepas estudiadas tienen la capacidad de formar biofilm.

Las técnicas implementadas son adecuadas a las condiciones de laboratorio, utilizando PCR convencional, PCR tiempo real para la identificación de genes y la técnica espectrofotométrica para la cuantificación de biopelículas.

## Ventajas competitivas

*Acinetobacter baumannii* es una bacteria emergente causante de infecciones intrahospitalarias de fácil diseminación, se ha observado en brotes frecuentes en Hospitales públicos especialmente en las unidades de terapia intensiva, causando complicaciones clínicas. Muchos de los aislamientos hospitalarios de esta bacteria son además multirresistentes a los diferentes antibióticos

El conocimiento de los aspectos moleculares y los mecanismos de supervivencia de esta bacteria son muy importantes para realizar controles apropiados. Las técnicas implementadas, podrían ser utilizadas en los centros hospitalarios o como servicio que oferta la UMSS para la vigilancia y seguimiento de esta bacteria.

## Tipo de asociación que busca

El conocimiento generado es importante para hospitales e Instituciones de salud, especialmente para hospitales que deben realizar la vigilancia epidemiológica de *Acinetobacter baumannii*, bacteria nosocomial, causante de muchas infecciones intrahospitalarias.

Las técnicas ofertadas podrían contribuir a realizar una correcta vigilancia y seguimiento epidemiológico en los centros hospitalarios.

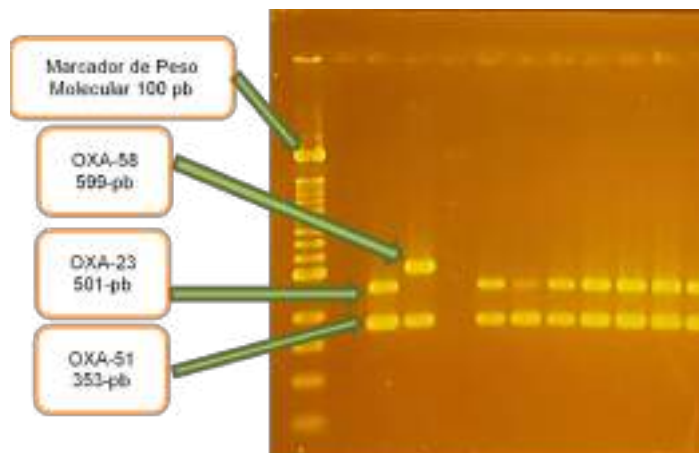


Ilustración GC12: Gráfico de análisis | Zulema Bustamante



**Proyecto:** Análisis molecular de *Acinetobacter baumannii* multirresistentes y su relación con el gen *bap* en aislamientos de Centros Hospitalarios de Cochabamba.

**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

**Otras unidades de investigación:**

- Laboratorio Asistencial, Fac. de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Laboratorio de Microbiología del Hospital Viedma
- Laboratorio de Antibióticos y Bacteriología Molecular, Fac. de Medicina y Odontología, Universidad del País Vasco, España



Código: UMSS-DICYT-DCA-2019-GC0013



# Efecto del uso de plaguicidas en la calidad seminal y fragmentación del DNA espermático en agricultores

**INVESTIGADOR:** Carlos Erostequi Revilla

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones Biomédicas

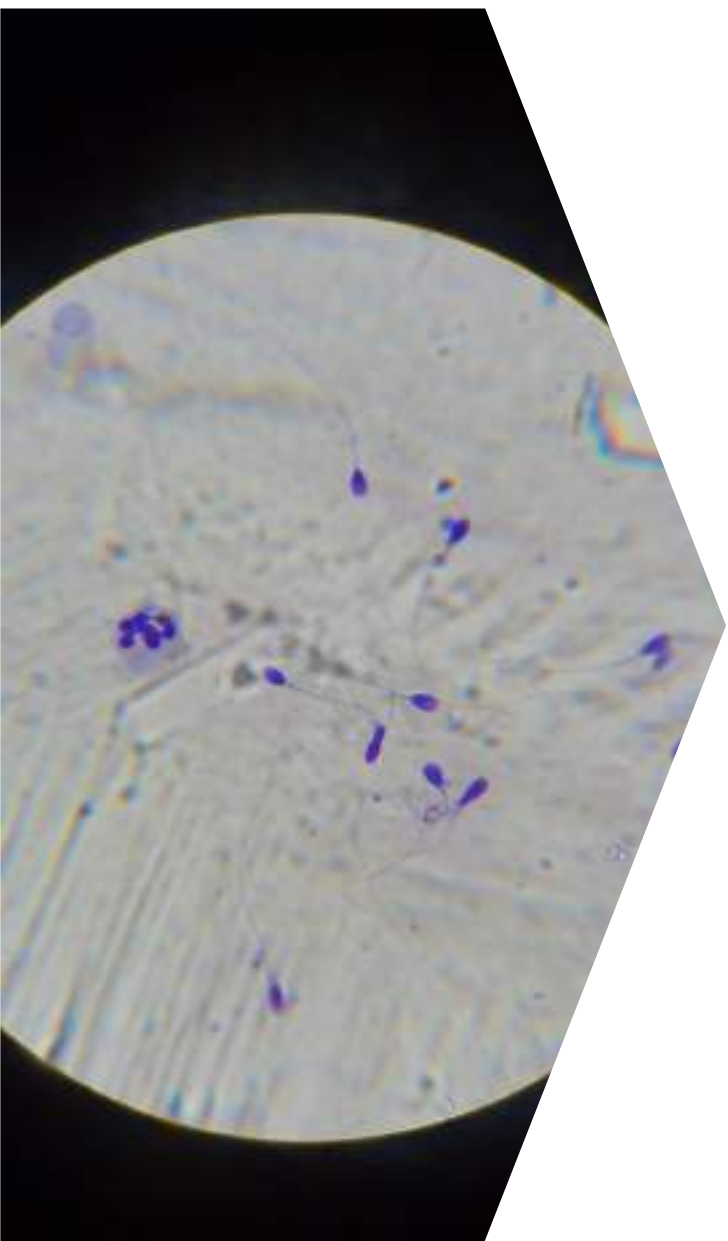
**CENTRO/LABORATORIO:** --

## RESUMEN

La UMSS, a través del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBISMED), ofrece conocimiento referente a la exposición humana a los plaguicidas y la relación con la calidad seminal. Esta relación no es muy conocida, y podría ser útil para prevenir alteraciones de la fertilidad en varones que trabajan expuestos a plaguicidas. Los plaguicidas son productos químicos con toxicidad variable, que siempre tendrán efectos en la salud humana. La exposición por periodos prolongados a estas sustancias, podría producir efectos en las células reproductoras del varón. Se ha probado el efecto de los plaguicidas en los parámetros seminales y fragmentación de DNA espermático de los pobladores de dos municipios del Chapare. Los parámetros seminales sirven para diagnóstico de infertilidad masculina.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Biomedical Research Institute (IIBISMED), offers knowledge regarding human exposure to pesticides and the relationship with seminal quality. This relationship is not well known, and could be useful to prevent fertility disorders in men who work exposed to pesticide. Pesticides are chemicals with variable toxicity, which always have chemical effects on human health. Prolonged exposure to these substances could cause effects on male reproductive cells. The effect of pesticides on semen parameters and sperm DNA fragmentation of the inhabitants of two municipalities of Chapare has been tested. The seminal parameters are used to diagnose male infertility.



### Descripción y características fundamentales

La calidad seminal es un parámetro para determinar la infertilidad masculina y posibles factores que la condicionen. A través del estudio de los espermatozoides se puede identificar alteraciones en número, forma y motilidad, parámetros fundamentales que determinan la probabilidad de que los espermatozoides sean viables para la concepción. No son los únicos ni tampoco definitivos, pues se ha visto que aún con un número bajo de espermatozoides se puede producir la concepción, sin embargo, es, por supuesto, menos probable. Sin embargo, la alteración en la forma, puede estar relacionada a posibles alteraciones cromosómicas o genéticas, pues uno de los efectos de la alteración de los espermatozoides es la fragmentación del DNA, cuyo estudio permitiría identificar factores que puedan estar dañando la información genética.

Por otra parte, la manera de calcular la exposición a tóxicos, específicamente plaguicidas, es difícil pues existen varias vías de introducción de los tóxicos al cuerpo (vía cutánea, oral, respiratoria). En base al estudio, probamos una fórmula que calcula aproximadamente el nivel de toxicidad. En esta fórmula se consideran las vías, y el tiempo de exposición a los plaguicidas.

### Aspectos Innovadores

Las técnicas aplicadas son ya conocidas. Sin embargo, el método de calcular el índice de exposición, puede aplicarse a otros estudios.

### Ventajas competitivas

El diagnóstico de la calidad seminal puede disminuir el tiempo de diagnóstico y costos en el diagnóstico de la infertilidad. El índice de exposición, puede ser un parámetro aplicado para prevenir intoxicaciones por plaguicidas. La ecuación final de índice de exposición fue la suma de cada uno de los parámetros multiplicado por un coeficiente de ponderación  $0.15(a)+0.25(b)+0.2(c)+0.4(d)$ , donde (a) es la frecuencia de fumigación, (b) el tiempo de exposición, (c) la dosis y (d) la protección.

### Tipo de asociación que busca

Se busca vínculos con entidades que trabajan en reproducción humana y en toxicología por plaguicidas. En una perspectiva de salud pública, puede ser de mucha utilidad para la prevención de alteraciones congénitas en poblaciones expuestas a plaguicidas, por lo que podríamos hacer un trabajo conjunto con las instituciones que trabajen en desarrollo del niño. También las instituciones que trabajan con problemas de fertilidad.



Ilustración GC13: Metodos de analisis | Carlos Erostequi Revilla

Código: UMSS-DICYT-DCA-2019-GC0014



## Estrategias de diagnóstico tradicional y molecular de la enfermedad de Chagas en comunidades de Bolivia

**INVESTIGADOR:** Nora Medrano Mercado

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Laboratorio de Chagas, Dpto. de Biología

### RESUMEN

La UMSS a través del Laboratorio de Chagas e Inmunoparasitología, del Dpto. de Biología ha desarrollado una estrategia de diagnóstico tradicional y molecular de la Enfermedad de Chagas en las diferentes comunidades de Bolivia. Se busca la participación de los profesionales de salud, profesores, estudiantes y comunidad en general como actores de una educación activa en pro del control y la prevención de la Enfermedad de Chagas en nuestro país.

### ABSTRACT

The UMSS through the Laboratory of Chagas and Immunoparasitology of the Department of Biology has developed a strategy of traditional and molecular diagnosis of Chagas Disease in the different communities of Bolivia. The participation of health professionals, professors, students and the community in general as actors of an active education for the control and prevention of Chagas disease in our country is sought.



### Descripción y características fundamentales

El presente conocimiento muestra la situación actual de la Enfermedad de Chagas y sus factores de riesgo en los 9 Departamentos de Bolivia. Para detectar a los portadores, se hace el uso métodos de diagnóstico tradicionales y moleculares. Se tiene determinado los factores de riesgo en las comunidades, como el grado de conocimiento sobre la Enfermedad de Chagas, el tipo de vivienda de los seropositivos, los triatomíneos capturados, los diferentes tipos de cepas de *Trypanosoma cruzi*, la presencia de enteroparasitos y la existencia de diferentes grados de desnutrición en la población analizada, factores que incrementan la severidad de la Enfermedad de Chagas en nuestras comunidades.

### Aspectos innovadores

El diagnóstico de Enfermedades prevalentes como la Enfermedad de Chagas en países endémicos como Bolivia, hacen posible el uso de métodos tradicionales y moleculares, junto con esto el grado de conocimiento de la enfermedad de Chagas, por los pobladores de las comunidades, estudiantes, profesores y profesionales del área de salud, con una educación continua, herramienta clave, adaptada a la realidad epidemiológica, permitirán implementar acciones preventivas y de control sobre todo en las áreas donde los recursos económicos son escasos.

### Ventajas competitivas

La combinación de los métodos convencionales y los métodos moleculares son un importante avance en el diagnóstico de la Enfermedad de Chagas. La intervención educativa en base al conocimiento de la Enfermedad en la población (estudiantes, profesores y profesionales de salud) son importantes para el control y prevención en áreas endémicas.

### Tipo de asociación que busca

Busca la asociación de instituciones gubernamentales y no gubernamentales para replicar el estudio en otros municipios y regiones de Bolivia y América Latina.



Ilustración GC14: Analisis de elementos | Nora Medrano



**Proyecto:** Prevalencia clínico serológica y análisis estadístico comparativo de la Enfermedad de Chagas y su asociación con factores de riesgo como la desnutrición, entero parasitosis asociados con las características de la vivienda, las costumbres, el conocimiento de la población sobre las enfermedades y la presencia y distribución espacial de los agentes transmisores en los nueve Departamentos de Bolivia.

**Financiado:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

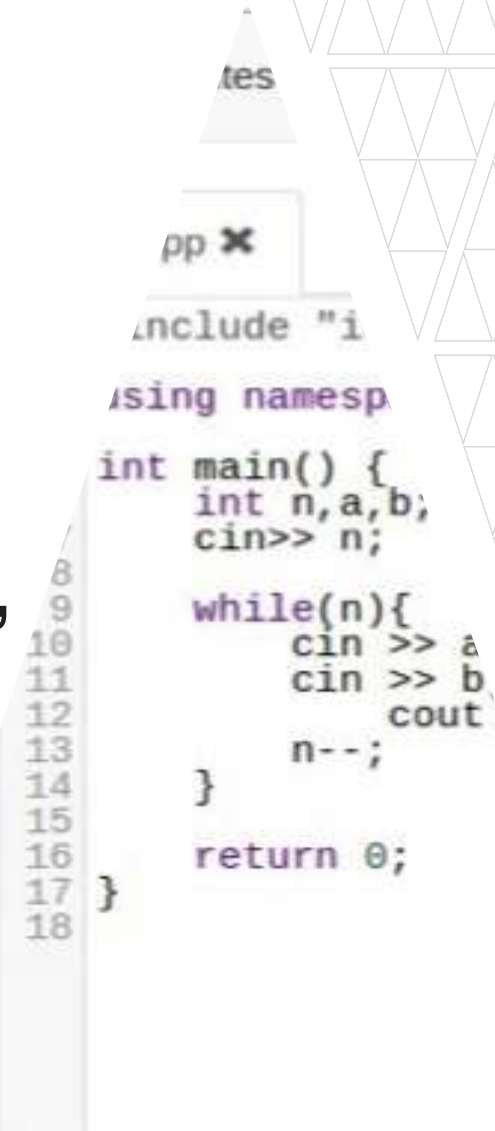
**Otras unidades de investigación:**

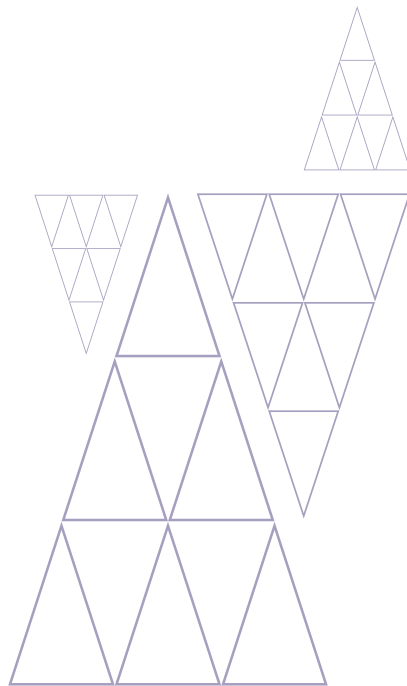
- Centro de Estadística Aplicada (CESA)
- Centro de Investigaciones y de Servicios en Teledetección (CISTEL)

**Organizaciones asociadas al proyecto:**

- Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil
- Universidad del Ruhr de Bochum, Alemania
- Servicio Departamental de Salud (SEDES), Bolivia

# SISTEMAS DE TRANSPORTE, TELECOMUNACIONES, TICS Y OTROS





Suecia  
Sverige



# Tecnologías y componentes para la construcción de laboratorios virtuales de programación

**INVESTIGADOR:** Vladimir Costas Jauregui

**UNIDAD:** Instituto de Investigaciones de la Fac. de Ciencias y Tecnología

**CENTRO/LABORATORIO:** Centro Mejoramiento de la Enseñanza y de la Informática (MEMI)

main.cpp ✕

```

1 #include "iostream
2
3 using namespace std,
4
5 int main() {
6     int n,a,b;
7     cin>> n;
8
9     while(n){
10         cin >> a;
11         cin >> b;
12         cout << (a
13         n--;
14     }
15
16     return 0;
17 }
18

```

## RESUMEN

La UMSS a través del Centro de Mejoramiento de la Enseñanza de la Matemática y la Informática construyó un Laboratorio Virtual de Programación- LVP, para aprendizaje de la programación combinando experiencias de aspectos de competencias de programación.

Las tecnologías utilizadas para LVP permiten construir esta clase de aplicaciones con una arquitectura bien definida y con posibilidades de escalar, tanto como aplicación en la web, como en el esfuerzo que el servidor realiza en la comprobación de ejecución de programas. La implementación de protocolos que permiten interactuar con plataformas educativas (como Moodle) es una de las fortalezas implementadas como componente de LVP.

Se busca colaboradores para profundizar la investigación y experimentación en la construcción de laboratorios virtuales, así como instituciones orientadas a la educación en informática para despliegue de la aplicación y ensayo de sus potencialidades.

## ABSTRACT

The UMSS, through the Center for the Improvement of Mathematics and Informatics Education, built a Virtual Programming Laboratory - LVP, for learning programming by combining experiences of aspects of programming skills.

The technologies used for LVP allow to build this kind of applications with a well-defined architecture and with possibilities of scaling, both as an application on the web, and in the effort that the server makes in the verification of program execution. The implementation of protocols that allow interacting with educational platforms (such as Moodle) is one of the strengths implemented as a component of LVP.

Collaborators are sought to deepen research and experimentation in the construction of virtual laboratories, as well as institutions oriented to computer education for deployment of the application and testing of its potential.

## Descripción y características fundamentales

El laboratorio Virtual de Programación tiene una arquitectura modular conteniendo lo siguiente:

- Un componente de tipo SandBox. Con responsabilidades de crear un entorno protegido y aislado para el desarrollo de experimentos de programación, otorgando al experimentador un entorno seguro de ejecución.
- Un componente de tipo Editor. Con responsabilidad de otorgar capacidades de escritura, edición y compilación de programas escritos en el lenguaje de programación de estudio.
- Un componente de tipo Comunicador. Con responsabilidad de establecer vínculo y comunicación entre el laboratorio virtual LVP y la plataforma educativa Moodle, con fines de una complementación en la búsqueda de dar un soporte para la planificación de la educación con el LVP.

El Laboratorio Virtual de Programación incluye aspectos conocidos en los concursos de programación que lo convierten en un espacio de aprendizaje alternativo, con miras a lograr un nivel de expresividad e interacción similar a los que un competidor de concursos de programación está familiarizado.

## Aspectos innovadores

La inserción de conceptos de Competencias de programación en el proceso de aprendizaje por resolución de problemas.

Implementación del componente LTI(Learning Tools Interoperability) para enlazar con aplicaciones de aprendizaje.

Implementación con tecnología de contenedores de software (software container)

Rastro de evolución de las soluciones del estudiante (edición, compilación, y ejecución) disponible para el profesor.

## Grado de desarrollo de la tecnología

Actualmente esta tecnología se encuentra en un estado de prototipo. El tiempo estimado para desarrollo este es aproximadamente entre 6 a 12 meses. En donde para su realización es necesario apoyo externo para su explotación.

## Ventajas competitivas

Una organización que implemente el Laboratorio Virtual de Programación-LVP, verá fortalecida sus capacidades de plantear programas de formación en enseñanza de la programación. El LVP está dirigido a su implementación en unidades académicas cuya preocupación es la enseñanza de la programación, cada vez más compleja.

La implementación del LVP y su inserción en alguna planificación educativa o de enseñanza de la programación en conjunto con la plataforma Moodle es sin duda una combinación muy poderosa para afrontar los desafíos de la enseñanza de la programación en los días y paradigmas actuales.

Se espera mejorar el índice de aprobación, mejorar la calidad de aprendizaje de programación y mejorar el índice de introducción de herramientas TICs en el proceso educativo.

## Tipo de asociación que busca

Se busca cooperación académica con instituciones dedicadas a la construcción de software educativo y/o a la investigación en el área de enseñanza de la programación para la puesta en marcha de la primera versión de la aplicación, que permitirá realizar evaluaciones de su aplicación y experimentar con implementación de herramientas avanzadas para guiar la evolución de los estudiantes en la construcción de programas computacionales.

Organizaciones como Universidades que cuentan con programas de enseñanza de la programación, así como colegios con programas de enseñanza de informática pueden hacer uso de la aplicación, el costo de implantación, realización de entrenamientos y evaluación de los resultados tiene un costo aproximado 5000Bs. Sin incluir el equipamiento informático requerido (servidor de aplicaciones y acceso a internet para acceso al servidor y sus servicios)

Organizaciones que cuentan con programas de investigación en la construcción de software educativo, en concreto en el área de Ciencias de la Computación como la Universidad Mayor de San Andrés, pueden colaborar con la evaluación y mejora de la aplicación, la inversión realizar dependerá de los acuerdos con la UMSS para mantener el software en la licencia LPG-Bolivia con carácter libre como aporte a la educación en el área.



Ilustración HT1: Jornada en escuela de programación | MEMI



SUECIA

**Proyecto:** Laboratorio Virtual de Programación basado en experiencias de los concursos de programación.  
**Financiador:** Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)