



**MEMORIA 2012 - 2013**  
**RED NACIONAL DE INVESTIGACIÓN**  
**EN ALIMENTOS**

# RED NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ALIMENTOS

## MEMORIA 2012 -2013



---

## MINISTERIO DE EDUCACIÓN

### Memoria 2012 - 2013

Red Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Alimentos

#### Ministro de Educación

Roberto Aguilar Gómez

#### Viceministro de Ciencia y Tecnología

Pedro Crespo Alvizuri

#### Director General de Ciencia y Tecnología

Roberto Sánchez Saravia

#### Jefe de Unidad de Ciencia y Tecnología

Rodrigo Hoz de Vila Barbery

#### Coordinador Redes Nacionales de Investigación Científica y Tecnológica

Mauricio Céspedes Quiroga

#### Gestor de la Red Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Alimentos

Bernardo Aspiazu Arce

#### Con el apoyo de:

CAF banco de desarrollo de I

#### Edición de estilo

Cristina Pabón Escobar

#### Depósito Legal:

Ejemplar digital sin depósito leg

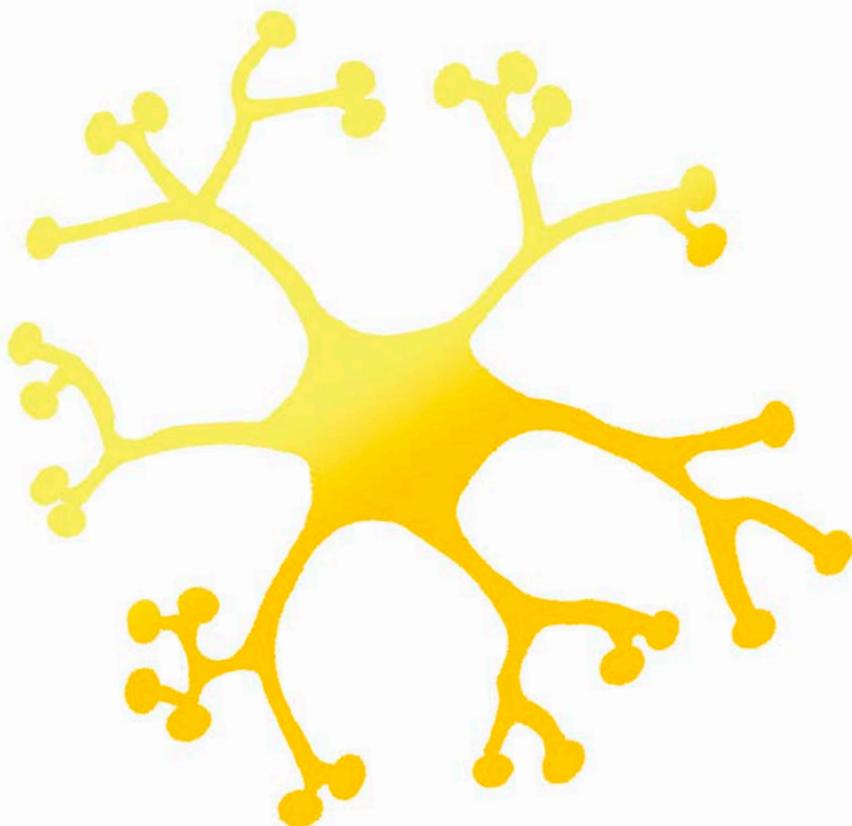
4 – 1 – 345 – 14 PO.

La Paz- Bolivia

Julio 2014

#### Diagramación, Diseño e Impres

Viceministerio de Ciencia y Tecn



# RED NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ALIMENTOS

## MEMORIA 2012 -2013

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

Presentación

Introducción	1
1. Situación de la Red Nacional de Investigación en Alimentos	3
1.1 Encuentros de coordinación departamentales	13
1.2 Segundo Taller Internacional “Herramientas Moleculares para la Identificación de Microorganismos Útiles a la Agricultura” y Tercer Encuentro Nacional de la RNIA	15
1.2.1 Resúmenes de ponencias II Taller Internacional	17
1.2.2 Actividades del III Encuentro de la RNIA	22
1.3 Primer Encuentro Nacional de investigación y producción en alimentos	25
1.3.1 Resúmenes de las presentaciones nacionales	26
1.3.2 Resultados de las mesas de trabajo	39
1.4 Segundo Encuentro Nacional de investigadores y productores en alimentos	44
1.4.1 Resúmenes de las presentaciones internacionales	45
1.4.2 Resúmenes de las presentaciones nacionales	49
2. Proyectos de la Red Nacional de Investigación en alimentos	66
2.1 Mezclas alimentarias para el desayuno escolar en municipios de Chuquisaca, Cochabamba, Santa Cruz y Tarija.	67
2.1.1 Proyecto componente: Desarrollo de paquetes alimentario – nutricionales para el desayuno escolar, en base a productos disponibles en municipios del departamento de Cochabamba	68
2.1.2 Proyecto componente: Desarrollo de un paquete alimentario – nutricional para el desayuno escolar, en base a productos disponibles en el municipio de San Ignacio de Velasco del departamento de Santa Cruz.	73
2.1.3 Proyecto componente: Desarrollo de productos naturales inocuos, de alto valor nutritivo, sustitutos de las golosinas y dulces, en municipios de Cochabamba y Chuquisaca.	78

2.2 Caracterización fotoquímica y de la producción, multiplicación, adaptación de variedades y concentración de compuestos de la stevia	86
2.2.1 Proyecto componente: Caracterización fotoquímica y biológica de metabolitos secundarios de la stevia y situación actual de su producción y transformación en Bolivia.	87
2.2.2 Proyecto componente: Producción de material vegetal de alta calidad genética de stevia ( <i>stevia rebaudiana bertonii</i> ), para las tierras bajas de los departamentos de La Paz y Cochabamba (IIAREN-UMSA)	92
2.2.3 Proyecto componente: Cristalización de la stevia a escala de laboratorio	104
2.3 Alimentos funcionales para la salud. Formulación y desarrollo de alimentos para regímenes especiales: celíacos y diabéticos	110
2.3.1 Proyecto componente: Formulación y desarrollo de alimentos funcionales para diabéticos	112
2.3.2 Proyecto componente: Desarrollo de técnicas de pre cocción y alimentos instantáneos para celíacos.	118
2.3.3 Proyecto componente: Formulación y desarrollo de alimentos funcionales para celíacos	125
2.4 Plataforma de servicios académicos de la red nacional de investigación en alimentos. Propuesta para la vinculación con el sector productivo	131
2.5 Propuesta de programas de especialización en el área de alimentos	143
2.5.1 Propuesta Doctorado en Ciencia e Tecnología de los alimentos	144
2.5.2 Maestría en Ciencia y Tecnología de los alimentos	153
Resultados y Lecciones Aprendidas	160
Conclusiones y Recomendaciones	161

## **PRESENTACIÓN**

El Ministerio de Educación, a través del Viceministerio de Ciencia y Tecnología y en el marco del Sistema Boliviano de Innovación, apoya la conformación e implementación de Redes Temáticas que vinculen a investigadores y sectores socio-productivos para responder a las demandas del Estado Plurinacional de Bolivia y así obtener resultados de impacto económico y social de alcance nacional.

En junio del año 2011, en la ciudad de Cochabamba se conformaron once redes nacionales de ciencia y tecnología a nivel nacional dentro las cuales se incluye la Red Nacional de Investigación Científico Tecnológica en Alimentos (RENICYT-Alimentos) por su importancia coyuntural relacionada con la temática de la soberanía y seguridad alimentaria.

Esta Red promueve la investigación para mejorar el desarrollo tecnológico, la formación en ciencias de los alimentos, la difusión y la transferencia de los resultados a la comunidad científica y al sector productivo. El fin último es contribuir al avance científico y a la Política Nacional de Seguridad y Soberanía Alimentaria que incluye el acceso y disponibilidad de los pueblos a alimentos más nutritivos, saludables y seguros, para el bienestar de toda la sociedad.

En el presente documento se detallan las actividades desarrolladas por la Red de Alimentos durante la gestión 2012 y 2013, período en el que prevaleció el intercambio académico y la generación de propuestas de investigación para fortalecer el aporte de la ciencia y la tecnología al tema de la seguridad y soberanía alimentaria en el país.

Lic. Roberto Aguilar Gómez  
**MINISTRO DE EDUCACIÓN**

## LA RED TRABAJA HACIA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA EN EL PAIS

Hace un tiempo el Vice Ministerio de Ciencia y Tecnología junto a CAF- banco de desarrollo de América Latina convinimos en articular y *dinamizar* el trabajo de los centros de investigación del sector agroalimentario, producto de ello es que la red nacional de investigación científica y tecnología en alimentos, ha desarrollado algunas actividades de movilidad y visibilidad de sus labores.

Son varios los vectores que inciden en la seguridad y soberanía alimentaria uno de ellos es la transferencia de resultados de investigación que además del apoyo técnico, la red aporta a través de sus centros de investigación al entorno productivo y empresarial.

La red va desarrollando el ovillo del conocimiento con un afán coordinado para dinamizar a la industria de los alimentos, ese norte que se planteó la propia red para los primeros años de funcionamiento: *“contribución a la política nacional de seguridad y soberanía alimentaria”*, y se vio la red en el futuro cercano como el principal mecanismo de resolver problemas en su campo de acción.

En un año de trabajo se incrementó en 260% la cantidad de miembros en la red cubriendo los campos de: tecnología de alimentos, ingeniería de alimentos, nutrición, la relación de alimento-salud y ciencia de los alimentos. Resaltar la necesidad de profundizar en los alimentos funcionales y la formación de talentos en todas las universidades del Estado Plurinacional. A través de los varios proyectos y programas que han gestionado y desarrollado.

Los investigadores han comenzado a compartir información científica en la red que ayuda no solo a ellos sino que se extiende a los estudiantes, dando forma sistémica a su relación.

Falta aún mucho por hacer, como dicen los propios actores de la red, y esto no es más que una interpretación que la relación con el sector empresarial es el paso siguiente, para conformar plataformas de innovación en varios temas de transformación.

Pedro Crespo Alvizuri

**VICEMINISTRO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**





## Introducción

La inseguridad alimentaria es un problema que afecta a diversas regiones del planeta y particularmente a las Américas. El aumento en el precio de los alimentos amenaza los avances logrados en materia de seguridad alimentaria, acrecentando el riesgo de tener mayores niveles de pobreza. La soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos, las naciones o las uniones de países a definir sus políticas agrícolas y de alimentos sin ningún condicionamiento frente a países terceros.

En este contexto se requiere implementar políticas productivas y redistributivas de largo plazo para el fortalecimiento permanente de la seguridad alimentaria, el desarrollo productivo y local inclusivo, y la realización efectiva del derecho a la alimentación en el hemisferio sur.

El proyecto de Declaración de la Asamblea General de la OEA en la reunión de Cochabamba en el año 2012 sobre Seguridad Alimentaria con Soberanía señala que:

“... la propuesta plantea trabajar bajo diversos mecanismos, la no mercantilización de los recursos genéticos, la no privatización del agua. Porque el agua es un elemento fundamental para la producción de los alimentos, la no extranjerización de las tierras, o la concentración en pocas manos de este recurso elemental para producir alimentos”.

Asimismo, se busca la priorización del abastecimiento interno con productos nacionales y regionales, fomentando el comercio justo en la región, el control de precios de los alimentos, mayor estímulo a la comercialización intrarregional de productos, la constitución de reservas de alimentos para periodos de crisis en la región, la revalorización y fortalecimiento de la agricultura familiar y prioritariamente de comunidades y pequeños productores.

La Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia establece en su Artículo 16, entre los Derechos Fundamentales, que: “Toda persona tiene derecho al agua y a la alimentación” y que “El Estado tiene la obligación de garantizar la seguridad alimentaria, a través de una alimentación sana, adecuada y suficiente para toda la población.”

El Viceministerio de Ciencia y Tecnología por medio de las Redes de Investigación en Ciencia y Tecnología e Innovación señala entre sus objetivos:

- 
- Generar los espacios esenciales y apropiados con los generadores del conocimiento, siendo estos principalmente las Universidades del Sistema y diversos centros públicos y privados dentro y fuera del país.
  - Brindar los insumos para apoyar y desarrollar el sector productivo del país, cumpliendo así con el marco constitucional para la transformación tecnológica y productiva del país.
  - Gestar diversidad de incubadoras del conocimiento a nivel país, departamentos, municipios y regiones diversas, con bases científicas y tecnológicas apropiadas, y desarrolladas acordes a las necesidades y las demandas, no sólo locales sino de mercado.
  - Prestar todo el apoyo al desarrollo de los servicios técnicos tecnológicos para las diversas instituciones, sean estas del Estado o privadas, abriendo de esta forma el abanico de accionar y de articulación.
  - Desarrollar o fortalecer los diversos institutos científicos tecnológicos que el país requiere ante la variedad de demandas insatisfechas de tecnologías e investigaciones para el desarrollo de los diversos sectores del país.
  - Profundizar en la generación de acciones para el desarrollo de los complejos productivos sectoriales en una gama diversa de potenciales productos que se desarrollan y generan dentro del territorio nacional.

Es así que la RNIA desde su creación a la fecha se fortalece por estas políticas y acciones.

CAF banco de desarrollo de América Latina es una institución financiera multilateral que apoya el desarrollo sostenible de sus países accionistas de y la integración regional, dentro los cuales se encuentra Bolivia. Atiende a los sectores público y privado suministrando productos y servicios financieros múltiples a una amplia cartera de clientes, constituida por los gobiernos de los Estados accionistas, instituciones financieras, empresas públicas y privadas.

El año 2011 se firmó un acuerdo de cooperación entre el Viceministerio de Ciencia y Tecnología de Bolivia (VCyT) y CAF banco de desarrollo de América Latina en el marco del apoyo a la conformación y estructuración del Sistema Boliviano de Innovación mediante la implementación de la Red de Ciencia y Tecnología en el Sector Agroalimentario que tiene como principal objetivo el promover y fortalecer la incorporación de procesos de investigación e innovación en la producción, procesamiento y conservación de alimentos. Tiene la función de articular y dinamizar el trabajo de los centros e institutos de investigación, públicos y privados





orientando la investigación a las necesidades del sector productivo agroalimentario, especialmente a las pequeñas y micro empresas que no tienen capacidades para desarrollar planes de investigación e innovación propios.

La RNIA consciente de la necesidad de incentivar el aprovechamiento empresarial de la investigación busca por medio de este documento poner a disposición de los sectores productivos, el potencial científico, la experiencia investigadora y los conocimientos de la comunidad científica en las distintas áreas de relacionadas a la ciencia y tecnología de los alimentos. Asimismo conocer las aplicaciones de las investigaciones desarrolladas por los miembros de la RNIA, mediante un lenguaje cercano al sector empresarial, productivo y a la sociedad.

Para una mejor comprensión de la memoria, la misma se ha dividido en dos partes la primera relacionada con las actividades de la RNIA que se llevaron a cabo durante las gestiones 2012 y 2013, en las que se llegaron a acuerdos con el sector productivo y empresarial, los mismos que serán implementados en función a cronogramas establecidos entre las instituciones que participan del mismo, y los recursos disponibles por estas, la segunda con el desarrollo de proyectos de investigación, innovación y desarrollo en el área de alimentos, donde el VCYT gestionará para las próximas gestiones el financiamiento de los mismos por medio de agentes de cooperación internacional, inversores privados, gubernamentales u otros.

## **1. Situación de la Red Nacional de Investigación en alimentos**

Dentro las redes temáticas priorizadas por el Estado Plurinacional de Bolivia, se encuentra la RNIA como instancia de apoyo a la política de seguridad y soberanía alimentaria, que facilita la transferencia de los resultados generados por la comunidad científica, prestando apoyo técnico para el desarrollo de actividades de investigación, innovación, desarrollo y colaboración empresarial, potenciando de esta forma la relación entre la actividad investigadora y el entorno empresarial, productivo y social, que permitan dinamizar la industria de alimentos.

La RNIA fue conformada en el año 2010, a partir de institutos de investigación universitarios, con el apoyo del Viceministerio de Ciencia y Tecnología, en el marco del Sistema Boliviano de Innovación (SBI), que apoya la innovación de varios sectores vinculados al desarrollo



tecnológico. El apoyo al desarrollo científico y tecnológico del sector agroalimentario, surgió como respuesta a la problemática vinculada a la seguridad alimentaria.

Tras el primer encuentro realizado en la ciudad de Cochabamba la RNIA define como su principal objetivo el de “Contribuir a la política nacional de seguridad y soberanía alimentaria, mediante la implementación de proyectos de innovación con base científica y tecnológica, siendo la RNIA el mecanismo principal para resolver los problemas identificados a nivel nacional”.

De igual manera se definen los objetivos específicos de la RNIA, descritos a continuación:

- Identificar y priorizar las demandas gubernamentales, sociales y empresariales.
- Intercambiar, fortalecer y sistematizar los conocimientos entre los miembros de la RNIA.
- Formular y desarrollar las bases científicas, a través de la formulación de proyectos conjuntos, para responder a las necesidades del país.
- Desarrollar mecanismos de transferencia e información de resultados de investigación, tecnología e innovación a los usuarios, beneficiarios y miembros de la Red.
- Fortalecer el relacionamiento y vinculación entre los centros de investigación de la Red.
- Contribuir a desarrollar mecanismos de financiamiento, para ejecutar proyectos de investigación, transformación e innovación.

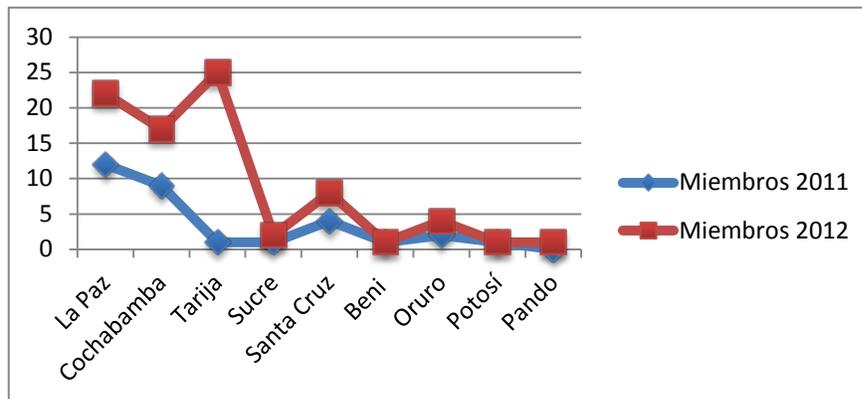
Entre los avances hasta el momento, se puede mencionar la articulación de más de treinta instituciones a nivel nacional y alrededor de 80 miembros activos. De acuerdo al diagnóstico realizado durante el año 2012 y 2013 se observó un crecimiento notable de los miembros de la Red con respecto a la gestión 2011 como se muestran en la Tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1: Miembros de la Red Nacional de Investigación en Alimentos (2011-2013)

RED NACIONAL INVESTIGADORES ALIMENTOS BOLIVIA		
Ciudad	Miembros 2011	Miembros 2013
La Paz	12	22
Cochabamba	9	17
Tarija	1	25
Sucre	1	2
Santa Cruz	4	8
Beni	1	1
Oruro	2	4
Potosí	1	1
Pando	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>81</b>

Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología

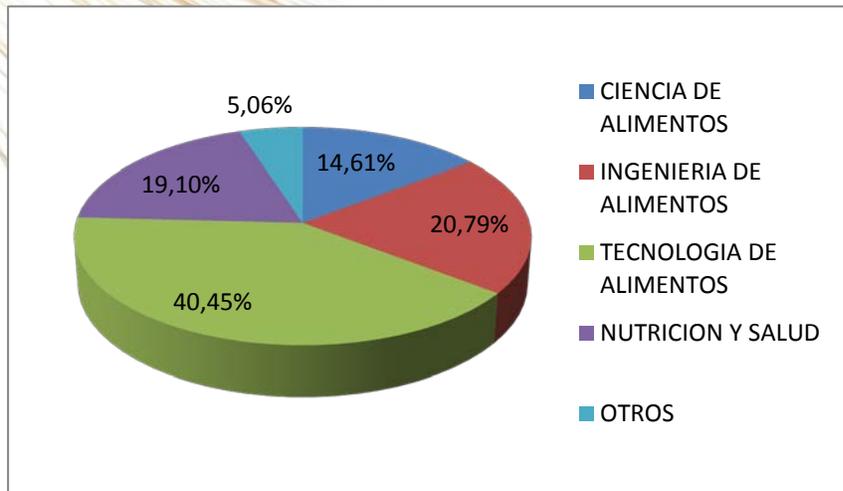
Figura 1. Miembros activos de la RNIA 2011-2013



Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología

Con respecto a las áreas de investigación en las cuales trabajan los investigadores de la RNIA (Figura 2), se observó que el 40.45% tiene proyectos en el campo de la tecnología de alimentos, seguido de 20.79% para el área de ingeniería de alimentos, con 19.10% y 14.61% para las ramas de nutrición y salud y ciencia de los alimentos respectivamente.

Figura 2. Áreas de investigación RNIA



Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología

En función del análisis realizado anteriormente se puede observar que las investigaciones y proyectos son capaces de fomentar la competitividad de las empresas y el desarrollo de proyectos basados en el modelo de Investigación, Innovación y desarrollo; la RNIA ha expuesto áreas temáticas priorizadas las mismas que coadyuvan en el desarrollo de mejores prácticas en la optimización de recursos e incremento de un desarrollo socioeconómico adaptado a la realidad local de las empresas públicas, privadas y sectores productivos dentro de la cadena agroalimentaria. A continuación se presenta las áreas priorizadas por la Red de Alimentos.

### Áreas priorizadas por la RNIA

De acuerdo a los objetivos de creación de la RNIA y en función a las políticas del Estado Plurinacional de Bolivia se trabaja en cuatro áreas priorizadas: nutrición y salud, alimentos funcionales, cultivo de la stevia y formación académica.

#### A. Nutrición y salud

Los aspectos nutricionales actualmente interesan a toda la sociedad, sin embargo, cuando la cobertura de éstas necesidades es insuficiente se manifiesta la desnutrición.



Los alimentos cumplen un papel social muy importante y las diferentes formas de prepararlos son parte de la cultura propia de cada región y raza. Sin embargo, los trastornos nutricionales son comunes en diferentes zonas, ya que carecen de uno o más elementos nutritivos.

La relación entre alimentación y salud es fundamental. "Una mezcla que reúna todas las características adecuada es fundamental para lograr un buen estado de salud". Por lo cual es necesario desarrollar mezclas balanceadas de alta calidad nutricional, utilizando alimentos propios de las regiones.

Los miembros de la RNIA actualmente trabajan en mezclas nutricionales para el desayuno escolar en las distintas regiones del país.

El programa del desayuno escolar se inicia en octubre de 1999 con la Ley de Municipalidades, que en su Artículo 8º, párrafo I, inciso 16, señala como competencias de los gobiernos municipales: "promover y atender, cuando corresponda y de manera sostenible, los programas de alimentación complementaria y suplementaria grupo o personas que sean sujetos de subsidios públicos de acuerdo con el reglamento y el presupuesto".

Los proyectos propuestos en esta área incluyen el desarrollo e implementación de:

- Diseño de productos: Pan fortificado con harina de zapallo
- Fortificación del desayuno escolar con amaranto (coime), en zonas deprimidas del departamento de Tarija.
- Introducción de la almendra chiquitana como fuente de nutrientes en municipios de Santa Cruz.

Por otra parte, en esta área de trabajo los centros de investigación a través de la infraestructura con la que cuentan ofrecen una plataforma de servicios que incluye:

- Ensayos biológicos de las propiedades nutricionales de cualquier producto.
- Perfil bromatológico y microbiológico de una materia prima o alimento procesado.
- Ensayos necesarios que permitan acreditar que las declaraciones de ventajas nutricionales con un adecuado fundamento científico y que cumplen la legislación vigente, con el fin de colaborar a las empresas y productores del rubro.

- 
- Colaboración con entidades de control de la inocuidad y calidad de los alimentos, mediante las pruebas y ensayos necesarios, para verificar técnicamente si un producto tiene el efecto nutricional beneficioso prometido y es inocuo para el consumidor.

Las investigaciones podrían ser ofertadas a:

- Industria agroalimentaria
- Autoridades de control y seguridad alimentaria
- Consumidores directos e indirectos

## **B. Alimentos funcionales**

La ciencia y tecnología de los alimentos actualmente experimenta cambios en ciertas áreas de interés; las tendencias de investigación trabajan en la relación entre la alimentación y las enfermedades crónicas no transmisibles y los efectos de los componentes de la matriz alimentaria.

Los consumidores buscan en el mercado productos que contribuyan a su salud y bienestar. Estos alimentos – que promueven la salud – han sido denominados genéricamente Alimentos Funcionales (AF) y tienen como característica particular que algunos de sus componentes afectan a funciones del organismo de manera específica y positiva, promoviendo un efecto fisiológico o psicológico más allá de su valor nutritivo tradicional.

Es en ese sentido que durante las gestiones 2012 y 2013, miembros de la RNIA desarrollan, evalúan y apoyan la elaboración y formulación integral de proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), relacionados en el concepto de los alimentos saludables y funcionales que permitan generar ventajas competitivas como el crear un valor agregado frente al consumidor que se encuentra en la búsqueda de productos naturales con efectos beneficiosos para la salud, tal es el caso del proyecto específico: “Formulación y desarrollo de alimentos funcionales para celíacos y diabéticos”, dado el incremento de pacientes con enfermedades de tipo no transmisibles.

Para contribuir a que las investigaciones desarrolladas tengan impacto nacional y sean aplicadas y transferidas a los sectores productivos, empresariales de forma de mejorar la competitividad de todos los eslabones de la cadena agroalimentaria, la RNIA brinda las



herramientas necesarias para articular el contacto entre centros de investigación, empresas públicas o privadas y productores de alimentos.

Asimismo ofrece asesoría para la investigación de alimentos funcionales que respondan a necesidades específicas del sector, como ser:

- Caracterización de las materias primas existentes en las diversas regiones del país, con el objetivo de potenciar propiedades funcionales y terapéuticas.
- Diseño y formulación de alimentos funcionales donde se trabaja con un modelo experimental que permita obtener un alimento con características únicas, mismo que pueda elaborarse a escala piloto y posteriormente industrial.
- Validación de la composición y funcionalidad de alimentos por medio de una evaluación físico química, tecnológica y sensorial, de acuerdo a la solicitud requerida.

Las investigaciones podrán ser ofertadas a:

- Industria agroalimentaria

### **C. Cultivo de la stevia**

Actualmente, existe un creciente interés por productos que promuevan la salud y el bienestar, tales como suplementos naturales, hierbas medicinales y otros basados en plantas medicinales y alimentos funcionales.

La *stevia rebaudiana bertonii* es un arbusto perenne de la familia *Asteraceae*, nativa de la región del noreste de Amambay Paraguay. Se han reportado cultivos en países vecinos como Brasil, Argentina y en años recientes en Bolivia. La stevia es conocida principalmente por el alto contenido de glicósidos de esteviol (SG) edulcorante presente en sus hojas, que se utilizan en una amplia gama de productos alimenticios libres de azúcar y reducidos en calorías.

La producción del cultivo de stevia es considerada como un rubro agrícola más a ser utilizado en pro de la diversificación agrícola del pequeño productor, también para paliar de alguna forma la escasez de azúcar que en los últimos años se evidencia en nuestro país, ya que este cultivo tiene como principal utilidad el uso como edulcorante.



En general, no se presenta como un cultivo que desplace a cultivos de renta tradicionales como el algodón, maíz, soya entre otros sino como un rubro complementario que permite un ingreso de capital en periodos en que los cultivos de renta no lo hacen.

Es en ese sentido que la RNIA trabaja en la multiplicación, adaptación de variedades y cristalización de compuestos de la stevia a escala de laboratorio, a través de centros de investigación localizados en los departamentos de Santa Cruz y Tarija.

En cuanto a oferta científica tecnológica los centros de investigación de la RNIA buscan ser una referencia en el procesamiento de la stevia desde el cultivo atravesando por los procesos de extracción y refinamiento de los Glicósidos hasta su introducción al mercado. Así mismo, se pretende apoyar al sector productivo en el proceso de selección de variedades y aspectos relacionados con la obtención de plantines y organización general de plantación, cultivo y cosecha. La Investigación y Desarrollo de nuevos procesos industriales busca una mejor eficiencia, economía y opciones que disminuyan o eliminen el uso de productos químicos.

#### **D. Formación académica**

Durante las gestiones 2012 y 2013 se trabajó en el área de Formación priorizando dos campos de acción, el primero relacionado a la formación interna de los miembros de la red, con el desarrollo de cursos y programas de especialización, el segundo enfocado al diseño curricular de programas de postgrado en el área agroalimentaria.

Nuestro país, desde su fundación hasta la actualidad, ha sufrido diversas reformas en todos los niveles de educación. Actualmente el Sistema Educativo en Bolivia está regido de acuerdo a la ley No 70<sup>1</sup>, promulgada el 20 de diciembre de 2010.

Con respecto a las Instituciones de Educación Superior, dicha ley estipula en su artículo 75 que las Universidades reconocidas por el Estado Plurinacional de Bolivia son: *“las Universidades Públicas Autónomas, las Universidades Privadas, las Universidades Indígenas y las Universidades de Régimen Especial”*.

---

<sup>1</sup> Ley No 70. Ley de Educación “Avelino Siñaní - Elizardo Pérez”. La Paz, Bolivia, 20 de diciembre de 2010.



Entre las principales funciones de las universidades se encuentran la docencia, la investigación científica, la interacción social y la difusión cultural, desarrolladas a través de sus actividades académicas y administrativas.

La enseñanza en ciencia y tecnología de los alimentos, de manera específica, se inicia con carreras técnicas creadas en 1984 por las Universidades Autónomas: Gabriel René Moreno en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y Juan Misael Saracho en la ciudad de Tarija siendo el título ofrecido de Técnico Superior en Tecnología de los Alimentos.

Los programas académicos deben contribuir al desarrollo de la soberanía y seguridad alimentaria del país, por lo que el postgrado deberá aportar con sólidos conocimientos para que el profesional egresado de estas especialidades optimice los recursos y procesos alimentarios, teniendo la capacidad de crear e innovar en el campo de la ciencia y tecnología de los alimentos.

De acuerdo al diagnóstico de potencialidades realizado de febrero a abril del 2012 se pudo advertir un déficit de especialistas que permitan incrementar proyectos de innovación y desarrollo de tecnologías en el sector agroalimentario.

Actualmente, en nuestro país son muy pocas las universidades que cuentan con programas de postgrado en ciencia y tecnología de los alimentos. La creación de estos cursos es reciente y se cuenta con mayor oferta en programas de diplomado y maestría, y reducida en programas de doctorado.

La industria de alimentos a nivel mundial se caracteriza por su notable crecimiento, demandando un mayor grado de especialización y conocimiento en el área de ciencia y tecnología de los alimentos, buscando profesionales altamente especializados y con visión progresista.

Para satisfacer esta necesidad la RNIA plantea la creación de un programa interinstitucional para optar inicialmente al grado de Magister y continuar los estudios para conseguir el título de Doctor en Ciencia y Tecnología de los alimentos.

Los objetivos de los programas de post-grado son:

1. Formar recursos humanos de nivel avanzado que sean capaces de desarrollar actividades creativas e innovar en áreas especializadas de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
2. Preparar profesionales que desarrollen investigación original y que sean capaces de generar nuevos conocimientos que impacten el entorno nacional e internacional.
3. Impulsar la transferencia tecnológica, asesorar a entidades públicas y privadas en áreas de impacto sobre el desarrollo industrial del país.

La generación de conocimiento derivada de la implementación de programas de formación, permitirá disponer de recursos altamente calificados que contribuyan al desarrollo económico-social y por tanto una mejora en la calidad de vida de la población.

### **Actividades de la Red Nacional de Investigación en alimentos**

En el marco del convenio Viceministerio de Ciencia y Tecnología – Corporación Andina de Fomento, se promovió la implementación de la RNIA articulando y dinamizando el trabajo de los centros e institutos de investigación en beneficio del sector agroalimentario. La Tabla 2 presenta un resumen de las actividades realizadas, así como el lugar y la fecha donde se llevaron a cabo durante las gestiones 2012 - 2013.

**Tabla 2. Actividades de la Red de Investigación en Alimentos 2012 - 2013**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FECHA</b>
Encuentros de Coordinación Departamentales	marzo de 2012
Segundo Taller Internacional de Herramientas Moleculares para la Identificación de Microorganismos útiles a la Agricultura y Tercer Encuentro Nacional de la Red de Investigación en Alimentos	11 al 13 de abril de 2012
Primer Encuentro Nacional de Productores e Investigadores en Alimentos	28 al 30 de noviembre de 2012
Segundo Encuentro Nacional de Productores e Investigadores en Alimentos	12 y 13 de Septiembre de 2013

Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología



## 1.1 Encuentros de Coordinación Departamentales

### Objetivos

- Coordinar actividades para generar proyectos interinstitucionales financiables en las áreas de I+D+i.
- Elaborar un diagnóstico y una evaluación de las necesidades de formación de los miembros de la Red, para conformar programas de especialización interinstitucionales.
- Recopilar información en cuanto a miembros activos de la Red, tendencias tecnológicas, uso de la información para conformar un documento en cuanto a vigilancia tecnológica.

### Participantes

Los encuentros contaron con la participación de 16 centros e institutos de investigación pertenecientes a siete casas de estudios superiores, productores e instituciones públicas y privadas. Con un total de cincuenta y cinco participantes miembros de la Red de los departamentos de La Paz, Cochabamba, Tarija, Sucre y Santa Cruz.

### Desarrollo de las actividades

Durante el mes de marzo de 2012 se realizaron encuentros a nivel local con los miembros de la RNIA en las ciudades de La Paz, Cochabamba, Tarija, Santa Cruz y Sucre.

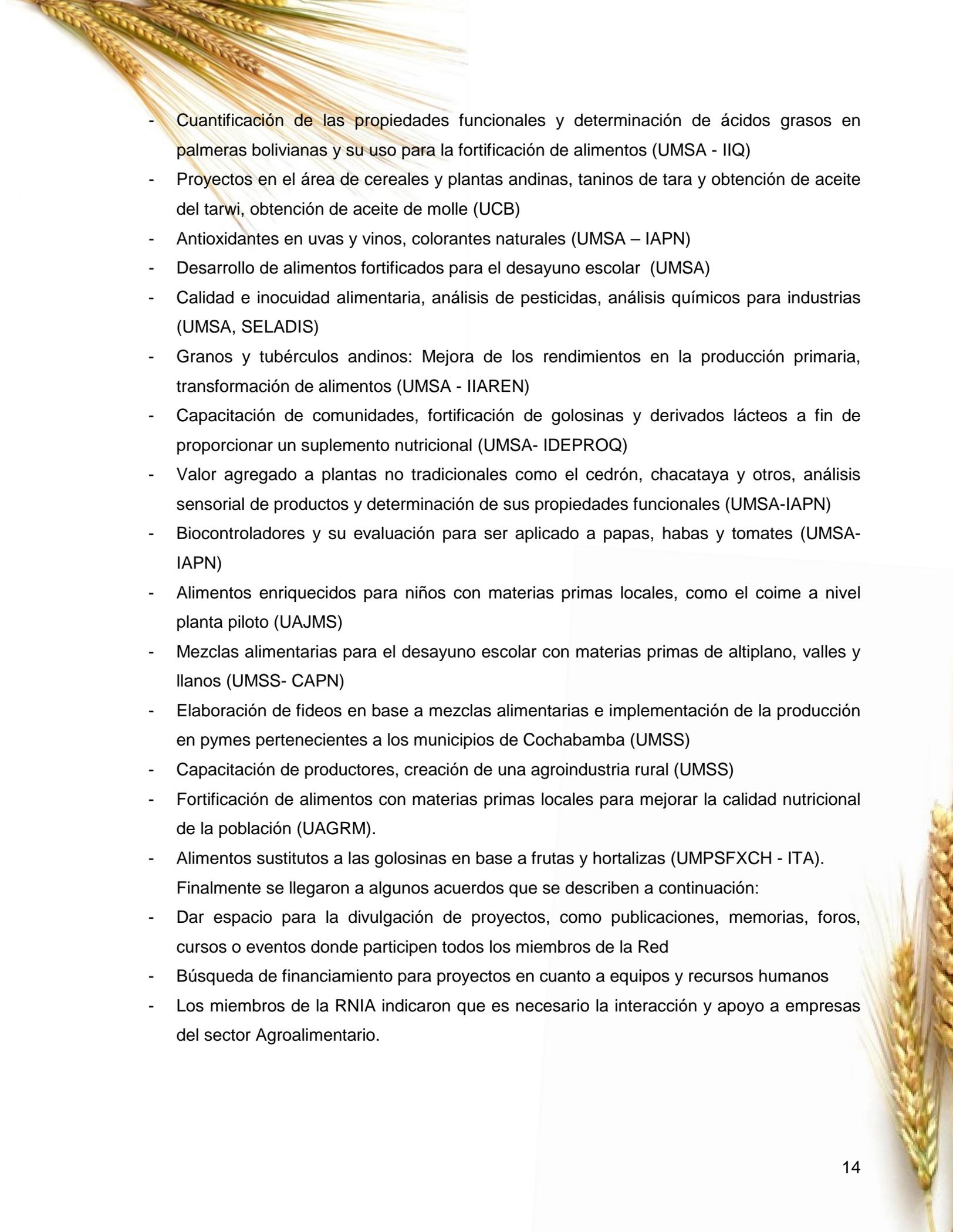
Inicialmente el gestor de la RNIA presentó el convenio entre el Viceministerio de Ciencia y Tecnología y la Corporación Andina de Fomento, se expusieron los proyectos de los consultores que trabajaron en la gestión 2012 en las áreas de investigación, innovación y desarrollo, acciones formativas y vigilancia tecnológica.

Los miembros de la Red estuvieron de acuerdo en continuar con las áreas temáticas que se plantearon en el I y II Encuentro Nacional de la Red de Alimentos.

Asimismo, se presentaron propuestas de proyectos para un período comprendido entre 2012-2017 en las diversas áreas de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

### Los temas planteados:

- Desarrollo y mejora de alimentos para diabéticos tipo 2 y transferencia tecnológica hacia empresas interesadas (UMSA-IAPN).
- Stevia: cuantificación y mejora de la capacidad de cultivo (UMSA - IIQ).

- 
- Cuantificación de las propiedades funcionales y determinación de ácidos grasos en palmeras bolivianas y su uso para la fortificación de alimentos (UMSA - IIQ)
  - Proyectos en el área de cereales y plantas andinas, taninos de tara y obtención de aceite del tarwi, obtención de aceite de molle (UCB)
  - Antioxidantes en uvas y vinos, colorantes naturales (UMSA – IAPN)
  - Desarrollo de alimentos fortificados para el desayuno escolar (UMSA)
  - Calidad e inocuidad alimentaria, análisis de pesticidas, análisis químicos para industrias (UMSA, SELADIS)
  - Granos y tubérculos andinos: Mejora de los rendimientos en la producción primaria, transformación de alimentos (UMSA - IIAREN)
  - Capacitación de comunidades, fortificación de golosinas y derivados lácteos a fin de proporcionar un suplemento nutricional (UMSA- IDEPROQ)
  - Valor agregado a plantas no tradicionales como el cedrón, chacataya y otros, análisis sensorial de productos y determinación de sus propiedades funcionales (UMSA-IAPN)
  - Biocontroladores y su evaluación para ser aplicado a papas, habas y tomates (UMSA-IAPN)
  - Alimentos enriquecidos para niños con materias primas locales, como el coime a nivel planta piloto (UAJMS)
  - Mezclas alimentarias para el desayuno escolar con materias primas de altiplano, valles y llanos (UMSS- CAPN)
  - Elaboración de fideos en base a mezclas alimentarias e implementación de la producción en pymes pertenecientes a los municipios de Cochabamba (UMSS)
  - Capacitación de productores, creación de una agroindustria rural (UMSS)
  - Fortificación de alimentos con materias primas locales para mejorar la calidad nutricional de la población (UAGRM).
  - Alimentos sustitutos a las golosinas en base a frutas y hortalizas (UMPSFXCH - ITA).  
Finalmente se llegaron a algunos acuerdos que se describen a continuación:
  - Dar espacio para la divulgación de proyectos, como publicaciones, memorias, foros, cursos o eventos donde participen todos los miembros de la Red
  - Búsqueda de financiamiento para proyectos en cuanto a equipos y recursos humanos
  - Los miembros de la RNIA indicaron que es necesario la interacción y apoyo a empresas del sector Agroalimentario.



Encuentro de la RNIA en la ciudad de Cochabamba

## 1.2 Segundo Taller Internacional: Herramientas Moleculares para la Identificación de Microorganismos Útiles a la Agricultura y Tercer Encuentro Nacional RNIA

La rizósfera del suelo se define como el volumen del suelo adyacente, está influenciada por las raíces de la planta, y representa una región de intensa actividad microbiana<sup>2</sup>. Es un ambiente que la planta misma ayuda a crear y donde los microorganismos patógenos y benéficos constituyen una fuerte influencia sobre la salud y crecimiento de las plantas. El grupo de microorganismos y otros agentes que se encuentran en la rizósfera incluyen bacterias, hongos, nematodos, protozoos, algas y microartrópodos<sup>3</sup>.

El elemento más importante para altos rendimientos en la agricultura es el nitrógeno (el 80% del nitrógeno de la atmósfera se encuentra en forma de nitrógeno gaseoso ( $N_2$ )), pero las plantas no son capaces de asimilarlo, debido a que requieren una alta demanda de energía. Entre los microorganismos benéficos para las plantas se encuentran las rizobacterias que promueven el crecimiento a través de diferentes mecanismos como la fijación biológica de nitrógeno (FBN).

Las bacterias promotoras del crecimiento bacteriano pueden actuar sobre la planta de dos maneras diferentes, directa o indirectamente. Directa: las bacterias le proporcionan a la planta compuestos sintetizados por ella misma, y le producen así un beneficio a la planta. Estos compuestos pueden ser nitrógeno, hormonas del crecimiento y ciertos nutrientes como hierro o fósforo, provenientes del mundo natural. Indirecta: las bacterias protegen a las plantas de microorganismos fitopatógenos.

<sup>2</sup> Westover K, Kennedy A, Kellys S. 1997. Patterns of rizosphere microbial community structure associated with co-occurring plant species. *Journal of Ecology*, 85: 863-873.

<sup>3</sup> Johansson F, Paul L, Finlay R. 2004. Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. *FEMS Microbiology Ecology*, 48: 1-13.



Estos métodos suponen una alternativa potencial porque es un método de control biológico y su utilización como herramienta biotecnológica parece dar esperanza a la reducción de impactos adversos de los agroquímicos permitiendo una gestión más razonable y sostenible del suelo<sup>4</sup>.

Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento de las Plantas (PGPR) y los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) son en la actualidad una alternativa en la agricultura sostenible. A través de sus numerosos mecanismos de acción, directos o indirectos, las PGPR y los HMA pueden permitir una reducción significativa en el uso de pesticidas y fertilizantes químicos. Estos eventos benéficos de control biológico de enfermedades y plagas, la promoción del crecimiento vegetal, la biorremediación de metales pesados, los aumentos en el rendimiento de los cultivos y mejora de la calidad, puede tener lugar de forma simultánea o secuencial<sup>5</sup>.

### **Objetivos**

Conocer las herramientas moleculares para la identificación de microorganismos útiles a la agricultura.

### **Participantes**

El Segundo Taller Internacional contó con la participación de tres expositores nacionales y cinco extranjeros de Argentina, Brasil, España y Francia.

El Tercer Encuentro Nacional de la Red de Investigación en Alimentos (RNIA) tuvo un total de 23 participantes y 81 asistentes a las conferencias magistrales.

A continuación se presentan los resúmenes de las ponencias presentadas en el Segundo Taller Internacional y las actividades desarrolladas en el Tercer Encuentro de la RNIA.

---

<sup>4</sup> Antoun H, Presvost D. 2006. Ecology of Plant growth promoting rhizobacteria. In PGPR: biocontrol and biofertilization. Springer. Netherlands. pp 1-38.

<sup>5</sup> Sarabia Ochoa M., Madrigal Pedraza R. 2010. Plantas, hongos micorrízicos y bacterias: su compleja red de interacciones. En Biológicas, Michoacan- México: Julio 12 (1) pp. 65 – 71.



### 1.2.1 Resúmenes de ponencias II Taller Internacional

#### LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO EN BRASIL – CASO DE LA SOYA

Solon Cordeiro de Araujo

Associação Nacional dos Produtores e  
Importadores de Inoculantes  
Campinas – San Pablo – Brasil  
@: solon@scaconsultoria.com.br

La soya (*Glycine max*) es un cultivo que tiene una elevada demanda de nitrógeno para llegar a los rendimientos deseados. Se estima que para producir una tonelada de soya se requiere entre 80 a 85 kilogramos de nitrógeno, es decir 180 kilogramos de urea, valor elevado en comparación con la producción de otras leguminosas.

El cultivo de soya vía urea tiene un valor de 335 USD mientras que con biofertilizantes esta alrededor de 3 USD. Las conclusiones de nuestro estudio por tanto indican que se tiene una disminución de costos mientras se provee todo el nitrógeno con el uso de las bacterias fijadoras, es decir con el “nitrógeno biológico”.

#### IMPORTANCIA DE LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO (FBN) EN CULTIVOS Y PRINCIPALES FACTORES AMBIENTALES QUE LA CONDICIONAN

Roberto Walter Racca

Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos  
Vegetales  
Centro de Investigaciones Agropecuarias  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
@: rracca@correo.inta.gov.ar

Satisfecha la demanda hídrica de los cultivos, el nitrógeno (N) es el principal factor determinante de los rendimientos. La Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) es un proceso complejo que depende de muchos factores en interacción, asimismo es uno de los fenómenos fisiológicamente más sensibles a las perturbaciones ambientales.

El Nitrógeno atmosférico es una fuente económica, limpia y sustentable, los procesos de fertilizaciones biológicas son económicos y altamente eficientes; de acuerdo a los estudios realizados existiría un amplio margen para incrementar el % de N derivado desde atmósfera, trabajando desde la bacteria, el inoculante, la planta y el manejo, de manera integrada.



**DESARROLLO DE BIOINSUMOS:  
UN APOORTE A LA SOBERANÍA ALIMENTARIA DE BOLIVIA**

Noel Ortuño; Oscar Navia  
Ana Medrano; Katia Rojas  
Límbert Torrico

Fundación PROINPA  
Universidad Católica de Cochabamba  
Universidad Mayor de San Simón  
@: n.ortuno@proinpa.org

Desde el altiplano hasta las zonas de valle de los Andes Bolivianos existe un proceso de desertificación agudo por la aridez de los suelos y la escasa precipitación. Por otro lado las altas poblaciones de plagas y enfermedades, ocasionaron que los productores utilicen grandes cantidades de plaguicidas no permitidos en una producción racional y de conservación.

Estos problemas conducen a que el hombre utilice agroquímicos para superar estas limitaciones, sin embargo eso generó alteraciones en el medio ambiente y la salud (Altieri, 1995). Ante esa necesidad, se desarrolló una agricultura amigable al medio ambiente, que permita producir alimentos limpios y saludables, y que gana espacios importantes en los mercados locales e internacionales.

En la zona andina existen movimientos que fortalecen estos principios conceptuales llegando a constituirse en prioridades a nivel de Estado; la producción ecológica es una necesidad nacional (Plan Nacional de Desarrollo). Esto motiva a sectores de la sociedad agrícola y demanda una necesidad de producir alimentos en un concepto de soberanía alimentaria.

Por esas razones es necesario desarrollar tecnología que apoye la producción ecológica, generando bioinsumos, como los biofertilizantes y bioplaguicidas, en base a los recursos naturales bolivianos (micro biodiversidad agrícola y formas minerales), permitiendo así disminuir efectos nocivos al medio ambiente, producir alimentos sin contaminantes y bajar costos de producción para los pequeños agricultores, a través de la producción orgánica.

Esos elementos constituyen desafíos para hacer exploraciones preliminares en la biodiversidad microbiana del suelo, analizar los efectos de extractos de plantas y bioabonos, con los cuales, solos y combinados, se desarrollaron biofertilizantes, promotores de crecimiento, eco fungicidas y eco insecticidas.



## HERRAMIENTAS MOLECULARES PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS ÚTILES PARA LA AGRICULTURA

María Julia Estrella

Instituto de Investigaciones Biotecnológicas -  
Instituto Tecnológico Chascomús  
Universidad Nacional de San Martín –  
CONY CET. Buenos Aires – Argentina.  
@: [estrella@intech.gov.ar](mailto:estrella@intech.gov.ar)

Las técnicas de identificación y caracterización molecular de microorganismos pueden alcanzar niveles para la identificación de cepas así como la identificación taxonómica molecular.

La identificación a nivel de cepa permite analizar la diversidad genética en ambientes determinados, identificar presencia de cepas redundantes, trazar una cepa bacteriana en un ambiente determinado, controlar la calidad en productos de origen bacteriano (grado de pureza en un bioformulado).

Asimismo la identificación taxonómica molecular permite estimar el género y/o la especie de aislamientos del ambiente, identificar el género y la especie de aislamientos del ambiente, detectar cepas que sean potencialmente riesgosas para el ambiente antes de liberarlas al suelo y analizar la diversidad taxonómica de muestras ambientales sin necesidad de cultivo previo.

Los métodos de análisis están basados en la identificación de ácidos nucleicos en el ADN o ARN e incluyen los métodos dependientes de la PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) o independientes de la PCR. Como métodos independientes de la PCR se encuentran las técnicas de electroforesis que permiten analizar de forma experimental las proteínas y ácidos nucleicos, capaz de separar macromoléculas de acuerdo a su tamaño, forma y carga eléctrica. Los métodos dependientes de la PCR permiten amplificar fragmentos de ADN entre ellos se encuentran métodos de identificación por huella digital.

Las aplicaciones permiten determinar la composición de comunidades microbianas en muestras ambientales así también a que taxón pertenece una cepa o aislamiento bacteriano.



## APLICACIÓN DE TÉCNICAS MOLECULARES EN FRUTALES DE VALLE Y FORRAJES NATIVOS DEL ALTIPLANO BOLIVIANO

Karen Katia Melgarejo Sejas

Laboratorio de Biotecnología  
Facultad de Agronomía  
Universidad Mayor de San Simón  
Cochabamba – Bolivia  
@: karen\_mks@hotmail.com

Los recursos genéticos son un conjunto de muestras poblacionales de plantas, animales o microorganismos, obtenidas para disponer de caracteres genéticos útiles con valor actual o potencial (IPGRI, 2003). Permiten desarrollar cultivos productivos, resistentes y de calidad. Son el patrimonio de un país y ayudan a incrementar la productividad y sostenibilidad de su agricultura, mejorando la calidad de vida (FAO, 2009).

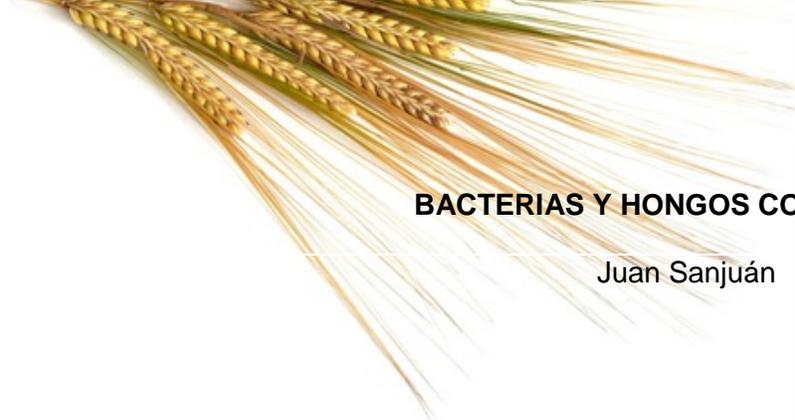
La identificación genética mediante marcadores moleculares es una técnica que permite obtener una “Huella Genética” única para cada variedad estudiada basada en el hecho que cada especie contiene un patrón genético (ADN), mediante el cual se pueden realizar discriminaciones dentro de una población para determinar su semejanza o diferencia.

Mediante la caracterización molecular de variedades de Durazno (*Prunus sp*) del Valle alto de Cochabamba, se buscó conocer la diversidad genética presente para identificar las variedades bolivianas promisorias para la región. Se realizaron recolecciones en campo de cuatro variedades precoces de durazno; Churca, Espiriteña y Gumucio rey, en la localidad de Punata.

La identificación de las variedades se llevó a cabo utilizando Marcadores Morfológicos, y datos de pasaporte. Las muestras recolectadas se llevaron al Laboratorio de la UTA para realizar el análisis molecular correspondiente los resultados preliminares muestran que las variedades estudiadas no muestran diferencias significativas.

Otro estudio realizado estuvo relacionado con la inducción a la Autoploidia en tres especies forrajeras nativas del altiplano y valles de Bolivia. Las especies estudiadas fueron: *Festuca dolichophylla* (Chilliwua), *Bromus unioloides* (Cebadilla criolla) y *Eragrostis cúrvula* (Pasto llorón). El material vegetal se obtuvo del Centro de Investigación en Forrajes “CIF”, mediante recolecciones realizadas por el Ing. Rudy Meneses, en los municipios de Sucre y el Altiplano boliviano. Para *Festuca dolichophylla* se usaron un total de 4.800 semillas, 50 cariopses por tratamiento (24 tratamientos con 4 repeticiones), se obtuvo un índice de germinación 30%, un índice de sobrevivencia 5% de los embriones se desarrollo y sólo 58 plantas lograron el desarrollo fisiológico. A un nivel de significancia  $F=0.05$  se determinó que el nivel óptimo de concentración de colchicina es de 0.1% y 0.04% a una temperatura de 20°C, 48 h.





## BACTERIAS Y HONGOS COMO FERTILIZANTES BIOLÓGICOS

Juan Sanjuán Plant-Bacteria Interactions Laboratory  
Dept. Microbiología del Suelo y Sistemas  
Simbióticos - Estación Experimental del  
Zaidín  
Consejo Superior de Investigaciones  
Científicas  
Granada – España  
@: Juan.Sanjuan@eez.csic.es

La agricultura consume el 4% de la energía mundial y contribuye el 10% de gases efecto invernadero, los fertilizantes minerales tienen ventajas como la rápida asimilación y crecimiento de la planta y almacenamiento prolongado. Entre sus desventajas están el elevado costo de fabricación, uso de recursos naturales no renovables, que se requieren en grandes cantidades (transporte), que causan contaminación ambiental en suelo, cuerpos de agua y en la atmósfera contribuyendo al cambio climático. Entre 1960-2005, el consumo de fertilizantes nitrogenados se multiplicó por ocho, la población mundial por dos y la eficiencia energética de la agricultura se redujo cinco a diez veces.

Las raíces de las plantas son colonizadas por comunidades microbianas diversas y complejas. Las actividades microbianas en la rizosfera son beneficiosas para las plantas ya que degradan la materia orgánica, solubilizan elementos minerales, proveen de nutrientes a las plantas, producen fitohormonas, protegen frente a patógenos y estreses ambientales de tipo abiótico y eliminan sustancias tóxicas (metales pesados, xenobióticos).

Los biofertilizantes, fertilizantes biológicos o inoculantes, son productos tecnológicos basados en microorganismos, hongos y bacterias, promotores del crecimiento vegetal. Pueden sustituir parcial o totalmente a los fertilizantes químicos, por lo que son de gran importancia para la sustentabilidad de la agricultura, particularmente en regiones económicamente deprimidas.

Las ventajas de los biofertilizantes incluyen reducción de los costos de producción, aumento de la productividad, aumento de la calidad de los productos finales, aumento de la estabilidad de las producciones, reducción de la dependencia externa por fertilizantes, mayor valor agregado al trabajar con agricultura ecológica y finalmente reducción del impacto ambiental de la agricultura.

Las perspectivas científico-tecnológicas se relacionan con la optimización y diversificación de los sistemas ya conocidos para maximizar la eficiencia de cepas microbianas, cultivares vegetales, formulaciones y diversificar sus aplicaciones. Por otra parte, descubrir y aplicar nuevos sistemas de diversidad microbiana, nuevos mecanismos de promoción vegetal, nuevos microorganismos y nuevas formulaciones.



### 1.2.2 Actividades del III Encuentro de la RNIA

Las actividades de la RNIA se llevaron a cabo durante los días del III Taller Internacional a partir de la revisión de objetivos y avances de las Instituciones y Centros de Investigación pertenecientes a la Red.

Acerca del Modelo de Gestión de la RNIA y el rol de sus instituciones componentes los participantes llegaron a las siguientes consideraciones:

- El Viceministerio de Ciencia y Tecnología(VCyT) trabajará como articulador de la RNIA
- La RNIA planteará su propio modelo de gestión y líneas de trabajo e investigación de acuerdo al Plan de Desarrollo y para coadyuvar en la Seguridad y Soberanía Alimentaria del Estado Plurinacional de Bolivia.
- La cooperación internacional solicita el reconocimiento de la RNIA que es función del VCyT.
- Las instituciones pertenecientes a la RNIA deben generar programas que permitan articular y trabajar en red, para lograr proyectos de investigación que tengan impacto social – económico y que sean un aporte a nivel nacional.

Con respecto a las líneas de investigación, se dio continuidad a los temas ya tratados en los anteriores encuentros. Asimismo se concretaron perfiles de proyectos, uniendo diferentes centros de investigación del país y enfocados en las áreas priorizadas por la Red. Estos perfiles se trabajaron hasta finales de la gestión 2012 y serán presentados a diseño final para posterior búsqueda de fuentes de financiamiento para su ejecución. En la Tabla 3 se muestra los proyectos presentados por área priorizada junto con el objetivo principal de la investigación.

**Tabla 3: Perfiles de proyectos RNIA 2012**

<b>ÁREA MEZCLAS ALIMENTARIAS</b>		
<b>No</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo principal</b>
1	Fortalecimiento de la alimentación complementaria en los desayunos escolares, en base a la materia prima disponible en los municipios.	Fortalecer la alimentación complementaria en los desayunos escolares, en base a la materia prima disponible en los municipios del Departamento de Cochabamba.
2	Elaboración de mezclas proteicas a partir de alimentos de diferentes zonas de Bolivia.	Realizar producción ecológica del coime para la elaboración de mezclas proteicas basadas en este producto las cuales serán destinadas al desayuno escolar.
3	Formulación y desarrollo de alimentos funcionales destinados al consumo de Celiacos.	Formular y desarrollar alimentos destinados al consumo de celiacos.
4	Fibra Dietética para prevenir trastornos gastrointestinales.	Estudio del uso de fibras de raíces de yacón, arracacha y achira en la elaboración de suplementos nutricionales para ser utilizados por niños con problemas de constipación aguda y en niños con tendencias a la obesidad en poblaciones urbanas.
5	Fortificación del desayuno escolar con grano de coime, en las zonas deprimidas del Departamento de Tarija.	Fortalecer el desayuno escolar de los niños de las zonas deprimidas del Departamento de Tarija, en base a la incorporación del grano de coime con el propósito de mejorar la calidad este beneficio.
6	Desarrollo de productos sustitutos de las golosinas para los niños en edad escolar.	Desarrollar productos sustitutos de las golosinas para los niños en edad escolar.
<b>ÁREA STEVIA</b>		
<b>No</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo principal</b>
1	Cristalización de la stevia a escala de Laboratorio	Determinar las condiciones de extracción y cristalización de los principios dulces de la Stevia a escala de laboratorio.
2	Situación actual, caracterización de la producción y transformación de la Stevia en Bolivia	Determinar el estado del arte en investigación y desarrollo tecnológico de la producción y transformación de la stevia para diseñar estrategias de investigación colaborativa para solucionar los problemas identificados en el sector.
3	Situación actual, caracterización de la producción y transformación de la Stevia en Bolivia	Determinar el estado del arte en investigación y desarrollo tecnológico de la producción y transformación de la stevia para diseñar estrategias de investigación colaborativa para solucionar los problemas identificados en el sector.

<b>ÁREA CALIDAD E INOCUIDAD</b>		
<b>No</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo Principal</b>
1	Verificación de un método analítico para la determinación de ácido fólico en harinas de trigo y pre-mezclas vitamínicas pro cromatografía líquida de alta resolución.	Estandarizar la Técnica de Determinación de Acido Fólico en harinas de trigo y Pre-mezclas vitamínicas por HPLC para realizar el control de la fortificación de dicho compuesto en harinas de trigo procesadas en las diferentes Industrias Molineras de Santa Cruz como requisito para evaluar la calidad del alimento fortificado.
2	Validación de los métodos de ensayo basados en las normas Bolivianas: Cereales-Quinua en grano.	Establecer todos los criterios necesarios para la validación y/o verificación de los métodos de ensayo normalizados basados en normas bolivianas: Cereales-Quinua en Grano, para confirmar que un laboratorio puede aplicar correctamente los métodos normalizados, con el propósito de probar la aptitud técnica de los procedimientos, así como la capacidad analítica y competencia técnica del laboratorio.
<b>ÁREA SERVICIOS ACADÉMICOS- PROSPECTIVA DEL SECTOR</b>		
<b>No</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo Principal</b>
1	Plataforma de Servicios Académicos de la RNIA.	Realizar a nivel nacional una oferta única de servicios de investigación, asistencia técnica y de laboratorios de análisis en el área de Alimentos
2	Prospectiva en el sector Agropecuario.	Identificar tecnologías de futuro para el sector Agroindustrial que tendrán mayor impacto en el sector agroalimentario en los próximos años, con la finalidad de que sirva de apoyo para la toma de decisiones.

Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología

Estos proyectos fueron desarrollados por los investigadores miembros de la RNIA coordinado a través del Viceministerio de Ciencia y Tecnología y con el apoyo de los consultores contratados para el apoyo a la Red. Estos perfiles se trabajaron durante la gestión 2012 y 2013, buscando el enfoque inclusivo y de cooperación entre centros de investigación de los diferentes departamentos del país.



### **1.3 Primer Encuentro Nacional de investigación y producción en alimentos**

En el año 2011 CAF banco de desarrollo de América Latina y el VCyT firmaron un acuerdo de cooperación para brindar apoyo a la “Implementación de una Red de Ciencia y Tecnología en el Sector Agroalimentario Boliviano”. A través de este encuentro se buscó consolidar a nivel nacional, la Red de Ciencia y Tecnología en el Sector Agroalimentario, que permita a los agentes generadores de conocimiento existentes en el rubro, trabajar de manera articulada e integral, desarrollando e intercambiando la información generada a partir de sus investigaciones a problemas específicos, identificados en el sector productor y transformador de alimentos.

Para este encuentro se convocaron a centros de investigación, empresas, productores, instituciones gubernamentales y sociales con el fin de vincular la actividad científica con la empresarial, productiva y Gubernamental mediante el intercambio de conocimientos requerimientos y propuestas así como brindar amplitud en temas priorizados (Alimentos Funcionales, Nutrición y Salud, Stevia y Formación) a través de exposiciones magistrales de especialistas nacionales e internacionales y mesas de trabajo.

#### **Objetivos**

- Consolidar y validar los resultados obtenidos durante la gestión 2012 para la Implementación de una Red de Ciencia y Tecnología en el Sector Agroalimentario de acuerdo al convenio VCyT- CAF banco de desarrollo de América Latina.
- Buscar alianzas entre el sector generador de conocimiento e innovación y los transformadores o productores dentro de la cadena alimenticia.
- Plantear las líneas de acción de la RNIA para las próximas gestiones con el fin de dar continuidad a los proyectos propuestos.

#### **Participantes**

El I Encuentro de Investigadores y Productores en Alimentos contó con la participación de cuatro expositores internacionales de Argentina, Paraguay, Colombia y Chile. Cuarenta Investigadores de la RNIA de siete departamentos del país y veintinueve representantes de empresas productoras y transformadoras de alimentos e instituciones gubernamentales.



### 1.3.1 Resúmenes de las ponencias presentadas

#### PRESENTACIONES INTERNACIONALES

##### MEJORAMIENTO DE LA BASE TECNOLÓGICA EN COSECHA Y ACONDICIONAMIENTO DE MORA (*RUBUS GLAUCUS BENTH*), Y OBTENCIÓN DE UN NÉCTAR CON PROPIEDADES NUTRACEÚTICAS EVALUADAS EN UN MODELO ANIMAL

María Luisa Rodríguez Quijano

CORPOICA – Colombia

@: [marialuisarodriguez@hotmail.com](mailto:marialuisarodriguez@hotmail.com)

La mora es una fruta altamente perecedera, su vida útil es de tan solo 3 a 4 días, por lo que las pérdidas post cosecha pueden ascender a valores alrededor de 60 a 70% cuando no se tienen manejos post cosecha cuidadosos y eficientes. La alta perecibilidad, la baja calidad de presentación, la falta de homogeneidad, el uso de empaques inadecuados y el almacenamiento bajo condiciones inapropiadas se constituyen en las principales causas que conllevan a la reducción de las condiciones de competitividad, limitando el crecimiento del mercado y afectando directamente el ingreso de los productores y las alternativas para mejorar sus condiciones de vida.

En esta investigación se realizó una línea base en manejo de cosecha y post cosecha para mora de castilla, elaboración de las curvas de maduración utilizadas en la determinación de los índices de cosecha y evaluación de la vida útil de fruta proveniente de dos fincas diferentes, dos sitios de acopio en campo, dos empaques (estuche 550 g y bolsa de polipropileno de 750 g), almacenadas a dos condiciones ambientales (10- 11°C y 5°) y manejadas en dos tipos de transporte (camión con carga negra y furgón).

Los principales resultados obtenidos fueron los siguientes: el tiempo de maduración de la mora es de 76 días aproximadamente, desde el inicio de la floración hasta alcanzar las características adecuadas de madurez comercial; los principales índices de madurez utilizados por los productores son: el color, la firmeza, la facilidad de absorción de la planta y el tiempo desde la floración. Se comprobó que la mora es un fruto no climatérico y que una vez cosechado no alcanzará las características fisicoquímicas necesarias para comercialización y consumo.

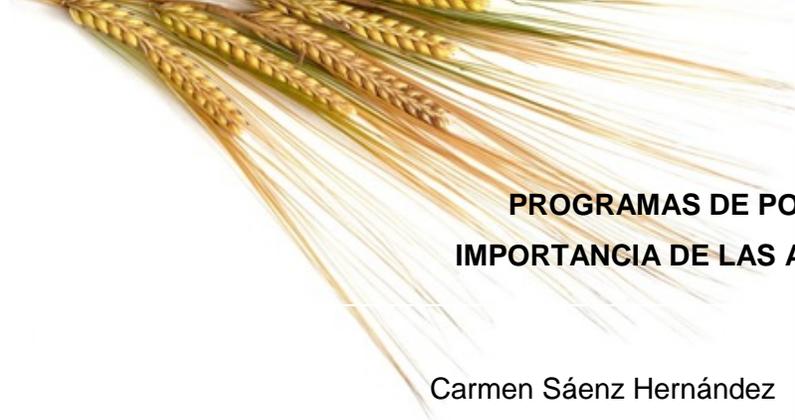


La mejor combinación para prolongar la vida útil de la mora en fresco fue diseñar y construir un sitio de acopio cerrado en finca, utilizar bolsa de propilpropileno, refrigeración y transporte en camión con carpa negra, obteniéndose de esta manera hasta 10 días de vida útil.

Se elaboraron 18 néctares de mora de castilla (*Rubus Glaucus Benth*) proveniente de la Vereda Agua bonita, municipio de Silvana, Cundinamarca, a los que se les determinaron características organolépticas: aroma, sabor y color.

El néctar 3 fue seleccionado estadísticamente y por los consumidores como el mejor, reportó viscosidad de 34,4 cP, pH 3,70 y Acidez Total Titulable 0,59% ácido málico, Sólidos Solubles Totales 10°Brix, cumpliendo con la normatividad colombiana; en cuanto a las características nutraceuticas, todos los néctares presentaron contenido de fenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante, convirtiéndose el néctar en un alimento funcional: la formulación 3 reportó contenido de fenoles totales de 515 mg de ácido gálico/100g de extracto, antocianinas 60mg Cianidin 3 Glucósido/100g de extracto y capacidad antioxidante de 3578 $\mu$ M de Trolox/100g de extracto con la técnica DPPH, 767 mg ácido ascórbico/100g de extracto con FRAP y 4.529  $\mu$ mol/100g de extracto en unidades ORAC. Las pruebas microbiológicas determinaron la ausencia de hongos, levaduras, mesófilos, coliformes, resultando apto para consumo humano; se determinó la vida útil del néctar número 3. Encontrando que conservado a 4°C en empaque de vidrio tuvo una duración de 58 días y 54 días en empaque trilaminar.

Finalmente se evaluó el efecto ateroprotector en un modelo murino de Aterosclerosis en ratones dislipidémicos, los cuales desarrollan lesiones ateroscleróticas similares a los humanos. Los resultados indicaron que los néctares estudiados no presentaron efecto ateroprotector significativo, sin embargo, no se observaron efectos tóxicos o hipocolesterolemiantes en los animales tratados con los néctares.



**PROGRAMAS DE POSTGRADO EN ALIMENTOS:  
IMPORTANCIA DE LAS ACCIONES DE COLABORACIÓN**

Carmen Sáenz Hernández

Profesor Titular - Facultad de Ciencias  
Agronómicas - Universidad de Chile  
Santiago de Chile – Chile  
@: csaenz@uchile.cl

Los programas de postgrado y en especial los de doctorado, se consideran parte fundamental del motor de la investigación y del desarrollo de los países. La generación de conocimiento derivada de la investigación, desarrollada en parte importante, por los estudiantes de postgrado, debería ser apoyada decididamente por el Estado y el sector privado, ya que es el medio, la oportunidad y el desafío, para disponer de recursos humanos altamente calificados que contribuyan al desarrollo social y a la mejora del nivel y calidad de vida de la población.

Si esto se puede decir en general de los programas de postgrado, se deben considerar de doble importancia aquellos vinculados al área de los alimentos. De éstos recursos depende directamente el desarrollo humano, siendo los alimentos un derecho para los habitantes de cualquier sociedad y conocida por todos la carencia vergonzosa que existe en algunas zonas de nuestro planeta.

Según recientes declaraciones de integrantes de la Federación de Asociaciones Rurales del Mercosur Ampliado (FARM), hacia el año 2020 más del 60% de los alimentos del mundo saldría de Latinoamérica, por lo que tenemos por delante un gran desafío. Nuestra región se caracteriza por ser exportadora de “*commodities*”, pero debería dar un salto en añadir valor a sus materias primas agrícolas.

Para ello debemos contar con profesionales innovadores, preparados al más alto nivel, que tengan un impacto tanto en la universidad formando nuevos cuadros académicos, como en el sector industrial.

Los programas de doctorado pretenden formar en profundidad a los estudiantes en una disciplina dada. Considerando que las ciencias se han desarrollado y especializado de manera vertiginosa en las últimas décadas, aparece como indispensable la colaboración, para abordar de una manera multidisciplinaria los problemas y lograr avances más amplios del conocimiento y que entreguen respuestas más integrales. La colaboración entre universidades o entre facultades es, más que una alternativa, una necesidad y verdadera riqueza para la creación y el progreso del conocimiento científico de forma armónica.



Si pensamos en las disciplinas vinculadas a la cadena agroalimentaria, ellas incluyen desde las ciencias agrícolas hasta los estudios de consumidores, pasando por el desarrollo de nuevas variedades, de procesos de elaboración y conservación de alimentos, los estudios de consumidores (aceptación y necesidades) y el rol nutricional y funcional de los alimentos y su incidencia en la salud. Una serie de disciplinas, por tanto, que abordadas, en colaboración, por equipos de investigadores expertos, abre nuevos horizontes que enriquecen a los propios investigadores y a su entorno, del cual son parte fundamental los estudiantes de doctorado, lo que termina redundando en beneficio de toda la sociedad.

Una universidad que aspira a ofrecer estudios de doctorado, requiere de profesores, bibliotecas, laboratorios de primer nivel, por lo que la colaboración cobra vital importancia para un desarrollo del postgrado con excelencia y real repercusión.

### **CUANTIFICACIÓN DE RESVERATROL EN VINOS MEDIANTE HPLC**

Atma-Sol Bustos; Carolina Paredes;  
Juan C. Calisaya; Magdalena Debiec;  
José M. Peñarrieta; Juan A. Alvarado.

Centro de Investigaciones en Química de  
Alimentos, Carrera de Ciencias Químicas,  
FCPN, Universidad Mayor de San Andrés,  
La Paz Bolivia

Gimena Duran

Departamento de análisis CEANID,  
Universidad Autónoma Juan Misael  
Saracho, Tarija – Bolivia

@: mauricio.penarrieta@gmail.com

Muchas investigaciones científicas proyectan al vino como producto medicinal. El responsable de estos beneficios es el resveratrol, un compuesto fenólico que fue cuantificado, en vinos procedentes de microvinificación en Tarija – Bolivia, mediante un método por HPLC. El método fue validado considerando parámetros de desviación estándar (S), coeficiente de variación (CV), coeficiente de correlación lineal (R), límite de detección (LOD), límite de cuantificación (LOQ) y con un control interlaboratorial entre los departamentos de La Paz y Tarija. La cantidad de resveratrol hallada en los vinos analizados es elevada comparada con valores reportados a nivel mundial, dando como promedio  $7,7 \pm 0,9$  mg/L.





## LA INVESTIGACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR EL VALOR AGREGADO DE PRODUCTOS DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Mónica Azucena Nazareno

CITSE- CONICET- Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina.  
@: nazareno@unse.edu.ar

Las plantas fueron utilizadas por las antiguas civilizaciones para curar enfermedades y sanar heridas durante miles de años. En la actualidad, el efecto benéfico para la salud de una dieta rica en frutas, verduras e infusiones ya ha sido reconocido por la comunidad científica. Esta capacidad preventiva de enfermedades, así como la acción terapéutica para el tratamiento de algunas dolencias, ha sido atribuida a la presencia de antioxidantes. Como parte de nuestras investigaciones, estudiamos la composición de sustancias bioactivas con actividad antioxidante en alimentos de origen regional tales como frutos de cactáceas y también en cultivos no tradicionales como alcaparras. Estas fuentes vegetales de antioxidantes pueden ser consideradas materias primas muy promisorias para la elaboración de productos procesados de alto valor agregado tales como nutracéuticos, suplementos dietarios y alimentos funcionales. Las cactáceas pueden ser consideradas plantas multipropósito dado que sus frutas, cladodios, semillas y flores pueden ser utilizados por su funcionalidad. Estas propiedades, conocidas por las civilizaciones antiguas, ganaron interés entre la comunidad científica en los últimos años. Numerosas investigaciones han revelado que las cactáceas poseen un alto contenido de diversos fitoquímicos que pueden ser aprovechados para otorgar un valor agregado a los productos de cactus y de este modo, ser explotados industrialmente de manera más eficiente en la alimentación, la cosmética y en farmacia. En esta presentación se discutirá acerca de los usos tradicionales y populares de productos de cactus con fines curativos y los últimos avances en los estudios científicos sobre sus componentes fitoterápicos y sus propiedades medicinales. Se presentarán ejemplos de alimentos funcionales y nutracéuticos actualmente disponibles en el mercado y nuevas perspectivas para el futuro de la industria de productos de cactus.



## LECCIONES APRENDIDAS SOBRE LA STEVIA

Marcelo Mendizabal

Steviapar SRL  
Ascensión del Paraguay – Paraguay  
@: mendi@tigo.com.py

Alrededor de 62,8 millones de habitantes del continente americano padecen de diabetes, una de las principales causas de muerte y discapacidad en el continente, según la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Se calcula que el número de personas con diabetes podría subir de 25 a 40 millones para el año 2030. A nivel global, más de 346 millones de personas tienen diabetes y la cantidad se duplicará para el 2030. Las proyecciones estiman que cerca de 600 millones de personas tendrán diabetes en los próximos 20 años.

El gasto total mundial en el cuidado del paciente de la diabetes es de \$ 465 mil millones. La diabetes tipo 2 no es una enfermedad autoinmune y por lo general se evidencia en la edad adulta (diabetes del adulto) debido al desarrollo gradual de resistencia a la insulina, que a menudo se asocia con el desarrollo de la obesidad.

Muchas personas han sido diagnosticadas con diabetes tipo 2, muchos aún no han sido diagnosticadas, y muchos más no saben que están en alto riesgo. El inicio más temprano de la diabetes tipo 2 en niños atendidos en los últimos años se asocian con la epidemia de obesidad y significa que más personas con diabetes van a ingresar a la mediana edad con grados de discapacidad significativamente mayores debido a esta enfermedad de larga evolución.

Actualmente, la stevia tiene diversas aplicaciones en los alimentos, que incluyen reemplazar a los edulcorantes sintéticos, reemplazar el azúcar de caña y complementarse con el azúcar de caña.

También es empleada en productos cosméticos o farmacéuticos tales como cremas, shampoo, pasta dental y enjuague bucal.



RESÚMENES DE LAS PRESENTACIONES NACIONALES  
AREA ALIMENTOS FUNCIONALES

**EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL EN VARIEDADES  
DE VITIS VINÍFERA DEL VALLE CENTRAL DE TARIJA Y DEL VALLE DE LOS CINTIS**

María del C. Arteaga; Mauricio  
Peñarrieta; J. Antonio Alvarado; Juan  
C. Callizaya; Carolina Paredes

Marco Taquichiri; Pastor Gutierrez; Ruth  
Ayarde

Universidad Mayor de San Andrés,  
Laboratorio de Química de los Alimentos,  
La Paz Bolivia

Universidad Autónoma Juan Misael  
Saracho, Departamento de Física y  
Departamento de Química, Tarija Bolivia  
@: airam.nemrac@hotmail.com

Se presentan los resultados de la evolución temporal de la capacidad antioxidante total TAC y el contenido de fenoles totales TFC, en tres variedades de uva de vinificación, vitis vinífera (cv. Cariñena; Syrah y Cabernet Sauvignon) en dos localidades bolivianas geográficamente distintas. Los resultados son comparados en función de la temporada agrícola y la altura geográfica de las plantaciones en el Valle Central de Tarija (1879 m.s.n.m.) y el Valle de los Cintis (2400 m.s.n.m.). Las muestras analizadas provienen de cuatro colectas en el lapso de cuatro semanas posteriores al envero y la última colecta en la fecha de cosecha. Los valores de TAC se obtuvieron mediante dos métodos analíticos: FRAP (*Ferric Reduction Power*) y ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid). El contenido de TFC fue realizado por el método de Folin Cicolteau. Las variedades de vid bajo estudio fueron sometidas a tres ambientes de atenuación de radiación solar ultravioleta: con agrofilm amarillo de 250 micrones (60% de atenuación); con malla antigranizo (20% de atenuación) y con cero atenuación. Los valores de atenuación fueron extrapolados de las mediciones del piranómetro YES UV-B a través de las coberturas elegidas. Se realizó un diseño experimental de bloques elegidos al azar con tres repeticiones, la unidad experimental se estableció en 10 plantas para cada nivel de atenuación de la radiación ultravioleta. Se observan similares valores TAC y TFC en muestras de bayas frescas de la temporada 2011 y 2012.





## FORMULACIÓN DE FITOFÁRMACOS A PARTIR DE ALIMENTOS FUNCIONALES: UNA OPCIÓN INNOVATIVA PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO

Yeshika López; Maritza Miranda; Ivonne Martínez; Roger Carvajal

Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnóstico e Investigación en Salud (SELADIS), Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia  
@: rcarvajal@umsa.bo

Los alimentos incluyen en su composición, además de nutrientes, sustancias farmacológicamente activas, llamadas nutraceuticos, cuyo consumo modula tanto la homeostasis como el funcionamiento orgánico y psíquico de los consumidores. Sin embargo, en situaciones particulares, ciertos componentes son indicados para su consumo por montos mayores o tiempos más largos de lo que se ingiere en una dieta habitual. Tales indicaciones pueden tener propósitos preventivos o terapéuticos en determinadas patologías o síndromes.

Se ha formulado un poli-fito-fármaco destinado a la prevención y al control de diversos tumores, con énfasis en el cáncer de próstata. En conocimiento de una amplia información científica que demuestra una evidente reducción de la incidencia de cáncer en los hombres que consumen ciertos alimentos y, con base en las evidencias sobre el efecto inductor de apoptosis y autofagocitosis de la células tumorales por parte del Fenil-isotiocianato, del efecto modulador de la función inmune del Selenio orgánico, de la actividad anti-diseminativa del cáncer de próstata y de inducción de apoptosis de la Genisteína y otras flavonas, y del efecto modulador de la activación de la ruta NFκB de la Curcumina, se prepararon extractos totales de *Nasturtium officinale* (berro), conteniendo de 3-6mg de Fenil-isotiocianato, *Bertolia excelsa* (almendra amazónica) conteniendo 2.8mg de Selenio orgánico, *Glycine max* (soya), conteniendo de 1-2mg de Genisteína y *Curcuma longa* (cúrcuma o palillo) conteniendo de 200-500mg de Curcumina.

Los extractos fueron liofilizados y el material micro-particulado fue mezclado en diversas proporciones para asegurar una ingesta diaria compatible con las dosificaciones utilizadas para el manejo de tumores en diversos modelos experimentales. Estas fueron envasadas en cápsulas para su consumo controlado en términos de mg/Kg de peso corporal.

Se discute la pertinencia de realizar o no estudios clínicos fase I (detección de efectos colaterales en pacientes sanos) con estos productos, toda vez que se trata de alimentos (suplementos alimentarios) y no fármacos, no obstante cuentan con una forma farmacéutica definida.



## ACEITE DE PALMA Y BIODIVERSIDAD EN LA ZONA AMAZÓNICA REPRESENTADA POR GRANDES DIFERENCIAS EN LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

Melgarejo M.	Instituto de Investigaciones Químicas Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia
Moraes M.	Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia
Carvalho AGA.; Tavares do Carmo M.G.; Masson L.	Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – Brasil @: marcelamelgarejo@hotmail.com

African Palm (*Elaeis guineensis*), whose principal producer is Malaysia, is one of the most important sources of vegetable oil in the world, presenting high economic importance. In South America, especially in the Amazon region, there are more than 700 species of palms, which could provide alternative sources of oil for human consumption in the future. The aim of this study was to determine the fatty acid profile of oils extracted from five different Amazon palm species.

Ripe fruits of the studied species were collected in Bolivia and classified by a botanic specialist: Motacú, Bacuri (*Attalea phalerata*); Majo, Patauí (*Oenocarpus bataua*); Totái, Macaúba (*Acrocomia aculeatae*); Asaí, Açai (*Euterpe precatoria*) and Cusi, Babaçu (*Attalea speciosa*). Their oils were extracted by cold pressing; and fatty acid methyl esters were prepared using ISO 5509 adding TG 13:0 as internal standard, being analyzed by gas-liquid chromatography.

The studied oils presented significantly different fatty acid profiles compared to *Elaeis guineensis*, whose main fatty acids are palmitic (48%) and oleic (40%) acids. Majo, Patauí (*Oenocarpus bataua*) presented the highest oleic (75%) and the lowest palmitic acid amounts (9%); Asaí, Açai (*Euterpe precatoria*) showed 58% oleic and 18% palmitic acids. Totái, Macaúba (*Acrocomia aculeatae*) presented 55% oleic and 18% palmitic acids; Patauí (*Oenocarpus bataua*) had the most balanced distribution between these two fatty acids, 38 and 26% respectively. Cusi, Babaçu (*Attalea speciosa*) showed a very particular composition, with 36% Lauric acid, 20% Oleic acid, 9% palmitic acid, and a low percentage of Linoleic acid (0,6 - 2%).

The studied Palm oils from Bolivian Amazon region presented different fatty acid compositions compared to the African Palm. Four of those species presented good nutritional characteristics, with high oleic acid content combined with low palmitic acid content.



**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE BARRAS ORGÁNICAS  
ELABORADAS CON QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA*) Y ARICOMA (*POLYMNIA  
SONCHIFOLIA*) COMO ALTERNATIVA PARA EL CONSUMO DE CELIACOS**

Verónica Bustillos T.

Universidad Nuestra Señora de La Paz,  
La Paz-Bolivia  
@: veronica.bustillos@unslp.edu.bo

Los celíacos son individuos genéticamente predispuestos a ser intolerantes al gluten, proteína compuesta por gliadinas y gluteninas, presente en el trigo, centeno y cebada. Esta proteína induce un proceso inflamatorio crónico en el intestino delgado que produce un aplanamiento de las vellosidades intestinales, hiperplasia de las criptas e infiltración del epitelio por linfocitos.

Los problemas de nutrición y salud humana llevan a debates e investigaciones del potencial de los alimentos y sus nutrientes demostrando importantes aportes de las materias primas vegetales. Tal es el caso de la quinua y la aricoma, que además de ser libres de gluten, son originarias de la región andina.

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es una dicotiledónea, clasificada como pseudocereal, ampliamente estudiada por sus características nutricionales y potencial antioxidante. La aricoma (*Polymnia sonchifolia*), es una raíz tuberosa considerada alimento funcional por su elevado contenido de fibra soluble y prebiótica (inulina).

Este trabajo pretende fusionar las propiedades de ambas en la elaboración de un producto sensorialmente aceptable.

Se utilizó quinua insuflada, aricoma deshidratada, miel de caña y frutos secos con certificación orgánica AOPEB (Asociación de Productores Ecológicos de Bolivia). La elaboración de las barras consistió en 7 tratamientos, de acuerdo a una formulación con una matriz fija y otra variable. El panel sensorial estuvo compuesto por 8 evaluadores que midieron 8 atributos sensoriales y la aceptabilidad por medio de una pauta no estructurada de 0 a 15 cm.

Se realizó un diseño de mezclas que evaluó los efectos de los tres componentes a analizar en las variables de respuesta obtenidas. Los resultados se analizaron mediante Análisis de Varianza (ANDEVA) y una prueba de rango múltiple (Duncan), con nivel de confianza del 95%. Los resultados aportaron al tratamiento 5 (quinua insuflada 30%, aricoma deshidratada 15,98% y miel de caña 31,02%) como formulación óptima al presentar una mejor calidad sensorial en cuanto a los atributos de apariencia, crocancia, sabor residual. En segundo lugar el tratamiento 7 por sus puntajes en los atributos de color, aroma, dulzor y textura. En el caso de la aceptabilidad, el tratamiento 5 presentó un valor mayor.





## ÁREA NUTRICIÓN Y SALUD

### INSTALACIÓN DE PLANTAS DE DESAYUNO ESCOLAR EN EL ÁREA RURAL

Rene Pozo

Departamento de Ingeniería Agroindustrial  
–Facultad de Ciencias Agrícolas y  
Pecuarias, Universidad Mayor de San  
Simón.  
Cochabamba – Bolivia  
@: renepozobalderrama@hotmail.com

Como resultado de varios años de trabajo en la Planta Piloto de Lácteos del Departamento de Tecnología Agroindustrial de la Facultad de Agronomía – UMSS y también del trabajo de interacción con las comunidades y productores rurales, hemos llegado a establecer que los requerimientos del sector están relacionados con el interés que tienen para la implementaciones de pequeñas unidades productivas en el área rural, la formación de recursos humanos en tecnología y gestión administrativa de estas unidades productivas y la investigación de tecnologías apropiadas y competitivas para la elaboración de sus productos. Dando respuesta a estas inquietudes, se han impartido muchos cursos de capacitación en el la zona de los valles y trópico en la temática de "procesamiento de leche y otros derivados lácteos. Asimismo, y dando respuesta a sus requerimientos, se prestó asesoramiento y se puso en contacto con los fabricantes de maquinaria a muchas instituciones y municipios, que a la fecha ya lograron implementar sus unidades productivas, tal el caso de las siguientes localidades: Viacha, Caracollo, Koari, Pocona, en los cuales se implementaron pequeñas unidades productivas de bajo costo inicial de inversión, fáciles de operar y que actualmente se encuentran en funcionamiento. De la misma manera y en comprensión de que en muchas comunidades existe déficit de producción de leche, se realizaron muchas pruebas de elaboración de extensores lácteos líquidos en base a la mezcla de leches vegetales (soya, maní, haba, tarhui, etc.) con buenos resultados. Finalmente, dado que estas pequeñas unidades productivas no tienen la capacidad económica para la contratación de profesionales expertos en la transformación y gestión de plantas de elaboración de leche y sus derivados, la UMSS organizaron cursos de formación de "Peritos en procesamiento de leche y sus derivados", destinados a productores rurales que no necesariamente sean bachilleres, pero que estén trabajando en unidades productivas. Estos cursos teórico- prácticos se dictaron con una duración de 12 semanas, al cabo de las cuales se extiende un título de perito o experto en la materia.



## **BENEFICIADO EN SECO DE VARIEDADES AMARGAS DE QUINUA, BASADO EN LA APLICACIÓN DE UN LECHO FLUIDIZADO DE TIPO SURTIDOR**

Carmen Carla Quiroga Ledezma

Centro de Investigaciones Agrícolas y Agroindustriales Andinas – CIAAA

Carlos Ramiro Escalera Vasquez  
Luis Arteaga Weill

Centro de Investigaciones en Procesos Industriales – CIPI  
Universidad Privada Boliviana  
Cochabamba – Bolivia

@: [ccquiroga@upb.edu](mailto:ccquiroga@upb.edu)

La Universidad Privada Boliviana desarrolló un proceso optimizado de beneficiado en seco mediante el empleo de un reactor de lecho fluidizado de tipo surtidor (LFTS). Se construyeron dos reactores cilíndricos de vidrio a escala laboratorio y un prototipo piloto de acero inoxidable de sección rectangular. Se procesaron 3 ecotipos amargos de Quinua Real de acuerdo a un diseño experimental y se evaluó el efecto de las variables: ecotipo, diámetro de reactor, diámetro de boquilla y altura de lecho en el porcentaje de remoción de saponinas; la calidad nutritiva (porcentaje de proteína y materia grasa) y cambios en la morfología del grano procesado. Los resultados más importantes fueron:

El porcentaje de saponinas disminuyó considerablemente, en la mayoría de los casos muy por debajo del valor establecido en la Norma Boliviana NA 0038 ( $< 0,12\%$ ).

Los porcentajes de proteínas y materia grasa aumentaron levemente en proporción inversa a la pérdida de masa. No hay un deterioro de la calidad nutritiva de la quinua.

La apariencia de la superficie de los granos desaponificados por vía seca fue bastante similar a la de los granos desaponificados por vía húmeda.

Los factores más preponderantes sobre la remoción de saponinas fueron el diámetro del lecho y el diámetro de la boquilla, seguidos del ecotipo.

Se alcanzaron valores de saponinas mínimos (0 - 0,02%) en los intervalos de 1,4 a 1,8 mm para el diámetro de boquilla y 7,5 a 12,5 cm para el diámetro de lecho y una altura de lecho de 12,5 cm.

Las saponinas extraídas durante la desaponificación se recuperaron en su totalidad.

Las mezclas de quinua real fueron tratadas eficazmente en el reactor a escala de laboratorio y en el prototipo piloto, logrando la eliminación completa de las saponinas, bajo las condiciones óptimas determinadas en este estudio.



Este innovador proceso desarrollado permite: 1) recuperación total de las saponinas, usadas ampliamente en el sector de alimentos, cosméticos, agrícola y farmacéutico; 2) ahorrar agua y combustibles fósiles, insumos no requeridos; 3) que no se generen efluentes contaminados con saponinas; 4) el cumplimiento de la normativa ambiental boliviana; 5) el cumplimiento con requisitos de calidad del grano; 6) y el apoyo a los requisitos de exportación de productos orgánicos.

## OPTIMIZACIÓN DE AISLADOS PROTEÍNICOS DE GRANOS ANDINOS

J. Carlos Callisaya A., Magdalena Dębiec, Atma-Sol Bustos Z., Carolina Paredes Ch., Mauricio Peñarrieta L., Juan Antonio Alvarado K.      Química de alimentos, Instituto de Investigaciones Químicas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia  
@: [mauricio.penarrieta@gmail.com](mailto:mauricio.penarrieta@gmail.com)

El presente estudio tiene la finalidad de aislar y optimizar los efectos de extracción y precipitación de las proteínas a un pH en el punto isoeléctrico en variedades de quinua y de cañihua. Los tratamientos implican la extracción y precipitación a diferentes pH, la selección de una temperatura adecuada y tiempo. Estos estudios muestran, que la obtención de aislados proteicos depende del pH de extracción 8,0 – 8,9 y pH de precipitación 4,5 – 5,3; notándose mayor solubilidad de las proteínas en estos rangos de pH conteniendo 82,5 a 87,7 % para los granos andinos. Los resultados muestran que es posible aislar las proteínas.

### 1.3.2 Resultados de las mesas de trabajo del Primer Encuentro Nacional de Investigadores y Productores en alimentos

Con el propósito de vincular a los diferentes sectores se organizaron mesas de trabajo en las que se desarrollaron fichas técnicas por mesa con las demandas planteadas por los productores y empresarios del área y las ofertas por parte del sector científico y gubernamental.



Como resultado del trabajo realizado durante el Encuentro, tanto el sector productivo, gubernamental como académico realizaron acuerdos y alianzas los mismos que en una fase inicial serán ejecutados durante la gestión 2013 y su continuidad dependerá de los recursos humanos, financieros y disponibilidad de las entidades participantes.

<b>MESA DE TRABAJO 1</b>	<p><b>Instituciones participantes</b></p> <p>Hacienda “El Arenal” Sapahaqui Universidad Loyola</p>
	<p><b>Temas tratados</b></p> <p>Buenas prácticas agrícolas</p>
	<p><b>Acuerdos</b></p> <p>Uno de los problemas principales para la empresa Hacienda “El Arenal” radica en la producción primaria y solicita expertos en el área de buenas prácticas agrícolas (BPA).</p> <p>Durante el año 2013, se realizará un diagnóstico de las Buenas Prácticas Agrícolas con las que trabaja la Hacienda “El Arenal”, posteriormente se diseñarán los Manuales de BPA.</p>

Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología



<b>MESA DE TRABAJO 2</b>	<b>Instituciones participantes</b> Universidad Mayor de San Simón (UMSS) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) Asociación de Productores Ecológicos de Bolivia (AOPEB)
	<b>Temas tratados</b> Caracterización de alimentos Seguridad e Inocuidad Agroalimentaria Alimentos Seguros
	<b>Acuerdos</b> Los productores de AOPEB se comprometen a enviar sus productos durante el año 2013 para la caracterización fisicoquímica de los productos que ofertan al mercado. El laboratorio de la Universidad Mayor de San Simón desarrollará las metodologías de análisis para la determinación de que los productos enviados son libres de plaguicidas, por lo tanto ello permitirá validar su inocuidad frente a los consumidores. La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria en Alianza con la Universidad Mayor de San Simón buscará la comparación de métodos de análisis que faciliten la caracterización de materias primas o alimentos procesados.

Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología





**MESA DE TRABAJO**



**MESA DE TRABAJO**

<b>MESA DE TRABAJO 3</b>	<b>Instituciones participantes</b> Steviapar SRL El Ceibo Andean Valley Salud Agro Medio Ambiente Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)
	<b>Temas tratados</b> Stevia- Validez de métodos de extracción del edulcorante
	<b>Acuerdos</b> La empresa Andean Valley logro una alianza con la empresa Steviapar SRL de Paraguay para el asesoramiento en extracción del steviosido y rebaudosido, ya que tiene un cliente que le exige un 90% de pureza. La empresa El Ceibo busca proveedor de Stevia de alta Pureza y además que cuente con certificación orgánica para el diseño y desarrollo de nuevos productos libres de azúcar para lo cual trabajará con expertos como Steviapar SRL para el asesoramiento en esta área de trabajo.

Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología

<b>MESA DE TRABAJO 4</b>	<p><b>Instituciones participantes</b></p> <p>Asociación de Productores de coime “El Chapaquito”          Beatriz Sossa Refrescos y derivados de Quinua y coime          Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)          Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (UAJMS)</p>
	<p><b>Temas tratados</b></p> <p>Determinación de la composición de alimentos</p>
	<p><b>Acuerdos</b></p> <p>Para los empresarios es fundamental el conocimiento en la composición de sus productos la Asociación de Productores de coime El Chapaquito y la empresa artesanal perteneciente a Beatriz Sossa Refrescos y derivados de Quinua y coime entregaran muestras a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, para la determinación de selenio.</p> <p>Así mismo representantes de la Universidad Juan Misael Saracho buscarán colaboración con los investigadores de la Universidad Mayor de San Andrés para el desarrollo de la técnica analítica para la determinación de Selenio.</p>

Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología

<b>MESA DE TRABAJO 5</b>	<p><b>Instituciones participantes</b></p> <p>Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno          Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano</p>
	<p><b>Temas tratados</b></p> <p>Caracterización de frutas nativas y cultivadas en el departamento de Santa Cruz</p>
	<p><b>Acuerdos</b></p> <p>Actualmente la Universidad Gabriel Rene Moreno ya trabaja con la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano, por lo que afianzaran los vínculos ya existentes para desarrollar nuevos proyectos que permitan una mejor caracterización de las materias primas con las que se cuenta a nivel local.</p>

Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología

<b>MESA DE TRABAJO 6</b>	<p><b>Instituciones participantes</b></p> <p>Universidad Técnica de Oruro (UTO)</p> <p>Probolivia</p> <p>Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)</p> <p>Grupo Altiplano</p> <p>Universidad Nuestra Señora de La Paz</p>
	<p><b>Temas tratados</b></p> <p>Formulación y desarrollo de alimentos con propiedades saludables</p>
	<p><b>Acuerdos</b></p> <p>Las propiedades funcionales y búsqueda de compuestos bioactivos en alimentos es un tema de actualidad dentro de la ciencia y tecnología de los Alimentos, las empresas enlazadas a la Red del Grupo Altiplano y Probolivia realizaran un proyecto en el cual las Universidades Mayor de San Andrés, Técnica de Oruro y Nuestra Señora de La Paz trabajen en forma conjunta para el diseño y desarrollo de nuevos productos.</p> <p>En una fase inicial durante el año 2013, se realizarán los prototipos de los productos en función de las materias primas que desean ser estudiadas y las características del mercado al cual se desea llegar.</p>

Fuente: Viceministerio de Ciencia y Tecnología



## **1.4 SEGUNDO ENCUENTRO NACIONAL DE INVESTIGADORES Y PRODUCTORES EN ALIMENTOS**

En el segundo encuentro se busca dar continuidad a la problemática abordada para lo cual se convoca nuevamente a expertos del área que dicten ponencias magistrales en las áreas de Nutrición y Salud, así como en la temática de Alimentos Funcionales.

El año 2013 ha sido declarado como el "Año Internacional de la Quinoa" (AIQ) en reconocimiento a los pueblos andinos que han mantenido, controlado, protegido y preservado la quinoa como alimento para generaciones presentes y futuras gracias a sus conocimientos tradicionales y prácticas de vida en armonía con la madre tierra y la naturaleza.

Es en ese sentido este evento tuvo un matiz importante con la presentación de ponencias tanto internacionales como nacionales relacionadas con esta planta milenaria que tiene un cultivo de gran extensión dentro del territorio nacional.

### **Objetivos**

- Socializar los avances de las investigaciones planteadas por los miembros de la Red Nacional de Alimentos durante la gestión 2013.
- Intercambiar experiencias mediante la presentación de ponencias internacionales y nacionales que contribuyan al acercamiento entre la parte productiva y académica de este sector.

### **Participantes**

El Segundo Encuentro de Investigadores y Productores en Alimentos contó con la participación de tres expositores internacionales de Brasil, México y Colombia. Treinta Investigadores de la RNIA de siete departamentos del país y veinte representantes de empresas productoras y transformadoras de alimentos.



### 1.4.1 Resúmenes de Ponencias Internacionales

#### MICROENCAPSULACIÓN DE INGREDIENTES FUNCIONALES

Ruth Pedroza Islas, PhD.

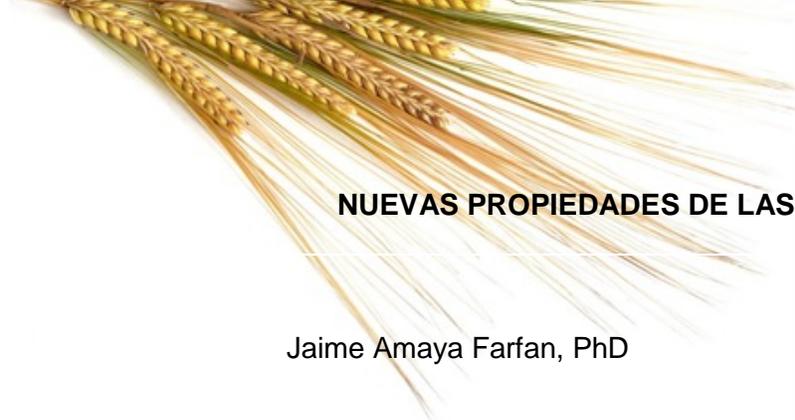
Ingeniería de Alimentos

Universidad Iberoamericana - Plantel Ciudad  
de México

@: ruth.pedroza@ibero.mx

Mucho se ha avanzado en los últimos años en el estudio de los componentes de los alimentos, tratando de identificar cuáles tienen alguna función específica que beneficie la salud. También se han aislado diversos compuestos de los alimentos o se han obtenido como concentrados de aquellos que se consideran funcionales, para poder ser añadidos como ingredientes a diversos tipos de alimentos. Sin embargo, no todos estos componentes son estables a las condiciones de procesamiento a las que se someten los alimentos o al ambiente en el que se encuentran. Por ello ha surgido la aplicación de tecnologías como la microencapsulación, que brinda protección a los ingredientes funcionales aislándolos del contacto con las condiciones deletéreas y a su vez, las microcápsulas obtenidas, pueden convertirse en sistemas de liberación controlada lo que abre muchas posibilidades para asegurar su bioaccesibilidad y su biodisponibilidad.

Los métodos de microencapsulación son variados y su selección dependerá del tipo de ingrediente funcional a encapsular, del medio en el que se aplicarán las microcápsulas, del mecanismo de liberación que se requiere y del costo. Ello hace que para cada caso específico, sea necesario hacer la investigación pertinente, para seleccionar el método de encapsulación adecuado y de manera muy particular, los materiales encapsulantes.



## NUEVAS PROPIEDADES DE LAS PROTEÍNAS DEL SUERO DE LA LECHE

Jaime Amaya Farfan, PhD

Laboratorio de fuentes proteicas (LAFOP),  
Departamento de Alimentos y Nutrición,  
Faculdade de Engenharia de Alimentos,  
UNICAMP. Campinas, SP, Brasil  
@: [jaf@fea.unicamp.br](mailto:jaf@fea.unicamp.br)

Investigación en nuestros laboratorios sobre las propiedades funcionales biológicas de las proteínas hidrolizadas del suero de queso indican que este tipo de alimento, además de ser reconocido por promover el crecimiento, estimular la síntesis de proteína muscular y de poseer péptidos con capacidad anti-hipertensión y anti-úlceras, ahora muestra dos nuevas propiedades: 1) un efecto de protección celular contra el estrés y 2) una función en la homeostasis de la glucosa, de posible utilidad en el manejo de la hiperglicemia. Experimentos con ratas muestran que, por un lado, los daños celulares causados por el estrés térmico son reversados con el consumo de las proteínas hidrolizadas del suero. Este efecto fue constatado de varias formas, una de ellas siendo el aumento de la producción de proteínas naturales del cuerpo, llamadas de HSPs (heat shock proteins), las cuales reparan las delicadas estructuras celulares que fueron afectadas con el estrés. Los experimentos también demostraron que la ingestión de proteínas hidrolizadas del suero de queso promueve la utilización de la glucosa sanguínea y la síntesis de glicógeno en los músculos esquelético y cardíaco. Estos efectos son vistos después que la proteína es hidrolizada enzimáticamente, y no antes. La diferencia, se entiende ahora, es debida a que el hidrolizado contiene péptidos con la actividad biológica de promover 1) la producción de HSP70 en el músculo y otros tejidos, y 2) la translocación del transportador de glucosa-4 (GLUT-4). Como estas son acciones típicas que el ejercicio físico causa en el organismo, sugiérese que hay en estas proteínas alimentarias componentes capaces de conferir ventajas antes insospechadas para la salud. Sin intuir que algún alimento deba substituir el ejercicio físico, la utilidad de estas propiedades está en comprobar, más una vez, en que la dieta puede proteger la salud (profilaxia) y auxiliar en el manejo (terapia) de cuadros clínicos de común ocurrencia, como es el caso de pacientes diabéticos incapacitados de practicar el ejercicio físico. Los efectos benéficos relatados para las proteínas del suero de la leche deben ser vistos como parte adicional al concepto clásico del valor nutritivo de las proteínas, que era el de proveer aminoácidos para la construcción de tejidos en el organismo (función plástica); debemos ahora ver a todas las proteínas alimentarias como fuente de péptidos bioactivos, los cuales desempeñan otros papeles antes de liberar sus componentes.





## COMPONENTES BIOACTIVOS Y FITOQUIMICOS CON POTENCIAL NUTRACEUTICO DE LA QUINUA (*Chenopodium Quinoa Willd*)

Seneida María Lopera Cardona, PhD

Grupo de Investigación Estabilidad de  
Medicamentos, Cosméticos y Alimentos-  
GEMCA-  
Universidad de Antioquia - Colombia  
@: seneida.lopera@yahoo.com.

Al revisar la evolución de la dieta alimentaria, se evidencia una relación directa con el acumulado detrimento de la salud de las personas, siendo este un fenómeno multifactorial y de complejas interacciones, con impacto negativo en la salud pública. Esta premisa debe ser una alarma para los investigadores y profesionales del sector alimentario y de la nutrición, a nivel mundial. Partiendo de la triada: Alimento-Sociedad y Salud, es necesario orientar la investigación en salud pública a la prevención de las enfermedades relacionadas con la dieta. La OMS propone que: "La investigación debe (1) apoyar una mejor comprensión del papel de la nutrición, la seguridad alimentaria y el estilo de vida, en el desarrollo de la enfermedad, (2) proporcionar información sobre los factores de riesgo y determinantes en toda la cadena de suministro de alimentos, y (3) fortalecer la base de pruebas para medir el impacto en la salud, de las intervenciones y las decisiones políticas asociadas a la alimentación y la salud". Este panorama invita a repensar y conceptualizar en términos como: alimentación equilibrada, salud, ciencia de los alimentos funcionales, compuestos fisiológicamente activos, marcadores biológicos, nutraceuticos, entre otros. Además hace necesario revisar aspectos relacionados con la cultura alimentaria, las preferencias del consumidor, la biodiversidad de los recursos para la alimentación y los procesos de transformación, que tienen los pueblos para su bienestar, sostenibilidad y desarrollo.

En este ámbito y en el dominio de los alimentos funcionales, se presenta la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), un aquenio amarantáceo milenario, incorporado en la cultura de los pueblos andinos, con componentes fitoquímicos diversos, con potencial bioactivo para la salud, como antioxidantes, biopolímeros con efecto prebiótico, isoflavonas y fitoesteroles, minerales con acción de neurotransmisión, péptidos de cadena corta, entre otros, que lo perfilan como alimento funcional asociado a marcadores biológicos validados, tanto de promoción de mejora de función fisiológica como de reducción de riesgo de ciertas enfermedades, con estudios avanzados en la evidencia científica, con versatilidad en su transformación y con un gran desafío, por ser declarado producto estratégico para la seguridad con soberanía alimentaria (SSA) del mundo. La ciencia e investigación aplicada, con bases sólidas científicas, permitirán que la transformación de la quinua y sus productos derivados,





entren en armonía con las tendencias alimentarias mundiales mas actualizadas, haciendo de este grano andino, una materia prima funcional para ser incorporada en diversos segmentos del sector alimentario como: enriquecimiento y fortificación, diseño de multimezclas de valor agregado nutricional y densidad de nutrientes equilibrada, desarrollo de alimentos y bebidas para regímenes especiales, formulación de materias primas con propiedades tecnológicas específicas, desarrollo de suplementos y complementos alimentarios, aislados proteicos de alto valor biológico para aplicación en industria láctea y cárnica y la incorporación en procesos biotecnológicos para la producción de metabolitos de interés biofuncional y nutricional. La apropiación y validación del conocimiento milenario y la investigación aplicada en el estudio de la quinua, hacen de grano andino tan noble, un componente universal para el bienestar del ser humano y animal, en los sectores alimentario, farmacéutico, cosmetológico, pecuario y agroindustrial.

## **OUR ENDLESS QUEST FOR THE PERFECT DIET. WAS THE DIET ADAPTING TO MAN OR MAN ADAPTING TO HIS DIET?**

Jaime Amaya Farfan, PhD

Department of Food and Nutrition, School of Food Engineering, University of Campinas, Campinas, Brazil.

@: [jaf@fea.unicamp.br](mailto:jaf@fea.unicamp.br)

Population genetics studies indicate that diet has always been a key determinant of our evolution representing a strong "environmental pressure", in response to which adaptive shifts of our genes must have occurred. In a fashion similar to that of microorganisms succumbing under the pressure of an adverse growth medium, a fraction of the population has not adapted successfully to today's obesogenic environment. Over 80 years of research have served to prove that the obesity problem and the perfect diet are moving targets. Attempts to control the world-wide increase of human obesity by non-concerted actions, and without a greater commitment on the part of food science and technology will continue to postpone the solution. It is proposed that truly integrated approaches be adopted by food scientists and technologists adopting the systematic evaluation of both current and new foods/food ingredients with the aid of molecular biology, neuroscience, modern sensory and behavioral sciences, but foremost, studying the primary effects of foods that can be observed in the human metabiome.





## 1.4.2 Resúmenes de Ponencias Nacionales

### ÁREA ALIMENTOS FUNCIONALES

#### Incorporación del Género *Capsicum* (Ají) en la Formulación de Fitofármacos con Efecto Inmunomodulador en Procesos Tumorales

Roger Carvajal Saravia; Karla Rojas Flores; Yeshika López

Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnóstico e Investigación en Salud  
Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia  
@: [rcarvajal@umsa.bo](mailto:rcarvajal@umsa.bo)

El género *cápsicum*, así como otros productos de la biodiversidad andino-amazónica tienen importantes perspectivas en su transformación a productos fito-farmacéuticos, gracias a sus propiedades médicas. En nuestro laboratorio estamos desarrollando productos destinados a la prevención de diversas patologías, entre ellas el Cáncer, entidad que tiene múltiples mecanismos de aparición, persistencia y proliferación. Interesantemente, para cada uno de estos mecanismos, se han descubierto productos naturales presentes en la dieta que tienen la capacidad de incidir bioquímicamente interfiriendo en la viabilidad de las células tumorales. Algunas de estas acciones se efectivizan a través de la estimulación de las funciones del Sistema Inmune en el reconocimiento y eliminación de la neoplasia. Uno de los productos que tiene efecto importante, en el control de la proliferación de las células del Cáncer de Próstata tanto por su efecto inmuno-modulador como mediante la inhibición de los receptores para andrógenos, demostrado en modelos experimentales, es la **Capsaicina**, producto existente en los frutos de todas las especies del género *cápsicum*. Con base en lo anterior, se han formulado mezclas de productos que contienen principios activos con efecto quimio-preventivo de los tumores. Uno de ellos denominado provisionalmente **Prevent-CP** incorpora, entre otros, montos significativos de Ají colorado dulce (*Capsicum frutescens*). Sin embargo, dado que la concentración del principio activo es muy diferente dependiendo de las variedades, se busca establecer conexiones con productores de esta especie para evaluar según la procedencia y la variedad el contenido del principio activo. Asimismo, se busca efectivizar contactos con otros investigadores para lograr la determinación de las concentraciones de las variedades y, en su momento, de los lotes de *cápsicum* producidos. Para estandarizar adecuadamente las concentraciones de esta molécula en el producto acabado.





## **OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES A PARTIR DE LA “CHIA” (SALVIA HISPÁNICA, L.), SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

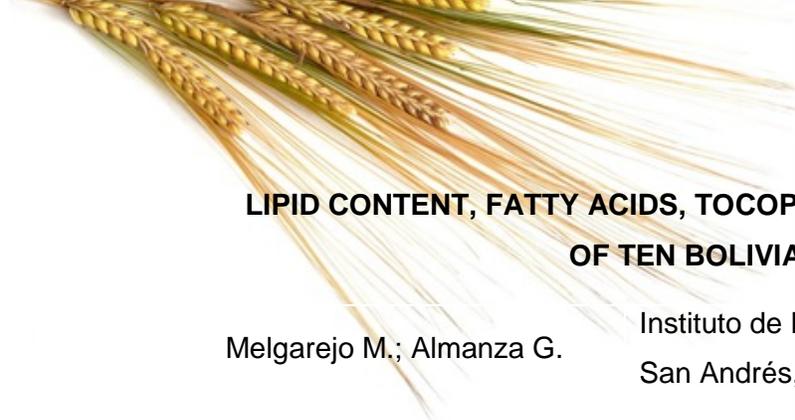
Jenny Espinoza Alcocer

Centro de Tecnología Agroindustrial –  
Facultad de Ciencias Agrícolas y  
Pecuarias, Universidad Mayor de San  
Simón.  
Cochabamba – Bolivia  
@: jennyespinozaa@hotmail.com

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".

Estudios recientes han determinado que las semillas de chía (*Salvia hispánica* L.) contiene un 32% de aceite y éste ofrece el contenido natural más elevado de ácido  $\alpha$ -linolénico ( $\omega$ -3) que es aproximadamente de 58,7%. Le siguen el cártamo y el girasol. Asimismo, entre sus componentes principales se encuentra también el ácido linoléico ( $\omega$ -6) que varía de 17 a 26%. Además, tiene otros componentes muy valiosos para la nutrición humana, como son los antioxidantes, la fibra, las proteínas, las vitaminas B1, B2, B3, y los minerales tales como fósforo, calcio, potasio, magnesio, hierro, zinc y cobre.

Para la presente investigación se utilizaron semillas de chía de dos calidades (1 y 2), se trabajó con las de calidad 2, por obtenerse de ésta mayor rendimiento. Las siguientes etapas fueron de acondicionamiento: Limpieza, para eliminar cuerpos extraños (se realizó manualmente). Secado, la humedad debe ser inferior a 10 % para evitar conglomeraciones y pérdida de la capacidad de extracción. Molturación, se realizó en un molino de discos. Para la extracción se realizó pruebas con diferentes métodos en distintas condiciones de trabajo cada una (Soxhlet y prensado), el que presentó mayor rendimiento fue el método Soxhlet con un 34%. Se obtuvo el perfil de ácidos grasos del aceite por cromatografía líquida de alta resolución. Se realizó análisis bromatológicos tanto a la materia prima (semillas de chia) como a los productos obtenidos (aceite, galletas y barras). Se realizó pruebas para la elaboración de galletas y barras adicionando distintas concentraciones de chía. Para la evaluación de la calidad del producto se aplicó un tipo de test, la prueba orientada al consumidor, usando la escala hedónica, un panel no entrenado, con el fin de obtener información sobre las actitudes de preferencia de los consumidores, el análisis fue conducido mediante el Análisis de Respuestas Múltiples.



## LIPID CONTENT, FATTY ACIDS, TOCOPHEROLS AND TOCOTRIENOLS COMPOSITION OF TEN BOLIVIAN QUINOA CULTIVARS

Melgarejo M.; Almanza G. Instituto de Investigaciones Químicas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia

Sterner O. Division of Organic Chemistry, Lund University, Lund-Sweden

Masson L. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago de Chile-Chile

@: [marcelamelgarejo@hotmail.com](mailto:marcelamelgarejo@hotmail.com)

### Introduction

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) is a staple native crop food plant of high nutritional value grows in the Andean region from Bolivia and used as food by the Incas and previous cultures, being cultivated for several thousands years in South America.

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) has been cultivated for centuries in the highlands of South America. Quinoa has received considerable attention as an alternative crop throughout the world, because of its proteins is based on their quality, with a balanced composition of essential amino acids similar to the composition of casein, the protein of milk. It is also important to recognize and utilize the relatively high quantity of oil in quinoa. This grain can be a potential raw material for oil extraction. The balance of carbohydrates, lipids, and protein in the seed is considered favorable for a staple food and quinoa is relatively high in several vitamins and minerals (Risi and Galwey, 1984).

There is great genetic diversity in the Andean crops, with a lot of forms, colors and quantity of primary constituents (starches, proteins, sugars, fatty acids, minerals, vitamins) and secondary metabolites (saponins, alkaloids, tannins, oxalates, carotenes, anthocyanins, betalains).

Very little information is available, however, on the lipids of quinoa seeds in different cultivars of quinoa being adapted to growth from sea level to 4000 meters above sea level (masl), from 40 °S to 2 °N latitude, and from cold, highland climate (ethnic food).

### Results and Discussion

The seeds of the ten cultivars of quinoa contain between 5, 37 % and 6, 97 % fat on a dry-weight basis, a level favorable for a staple food, but too low for quinoa to have any commercial value as an oilseed.



The fatty acid composition of the total lipid fraction differed very little among the ten cultivars.

Saturated fatty acids comprised approximately between 9,7 % and 11, 0 % of the total fatty acids in the seed of the ten cultivars.

The predominant saturated fatty acid in quinoa seed of the ten cultivars was palmitic acid between 8 % and 9 %.

Monounsaturated fatty acids comprised approximately between 25, 7 % and 28, 5 % of the total fatty acids in the seed of the ten cultivars.

The predominant monounsaturated fatty acid in quinoa seed of the ten cultivars was oleic acid between 22, 7 % and 26, 1 %.

Polyunsaturated fatty acids comprised approximately between 60, 6 % and 63, 0 % of the total fatty acids in the seed of the ten cultivars.

The predominant polyunsaturated fatty acids in quinoa seed of the ten cultivars were linoleic acid and linolenic acid between 39, 8 % - 48, 6 % and 4, 7 % - 10, 1 % respectively.

Erucic acid was found at levels slightly below 2 % in all of the samples.

Quinoa seed lipids appear to form a high-quality edible vegetable oil, similar in fatty acid composition to soybean oil. Saturated fatty acid content is lower in quinoa oil than in some common vegetable oils.

Although quinoa is higher in fat than are most cereals, the polyunsaturated fats in quinoa.

The amount of  $\alpha$ -tocopherol in quinoa is higher than that of wheat. Thus, quinoa seeds can be a source of vitamin E. The amount of  $\gamma$ -tocopherol is twice approximately that of  $\alpha$ -tocopherol in quinoa.

With vitamin E as a naturally occurring antioxidant in quinoa, and its presence in abundant quantities, the potential for quinoa to be a new oilseed is enhanced, and it should appeal to food product developers interested in food applications focusing on antioxidant qualities naturally present in the raw products.

Quinoa contains high amounts of vitamin E, which is said to have a protective effect on the polyunsaturated fats in quinoa. Vitamin E acts as a free radical scavenger, terminating the radical reaction in autoxidation.



## AREA INGENIERIA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS

### COMPARACION DE LAS PROPIEDADES MOLECULARES Y EMULSIFICANTES DE GOMA ARABICA Y MESQUITA USANDO FLUJO ASIMETRICO DE CAMPO DE FLUJO DE FRACCIONAMIENTO

J. Mauricio Peñarrieta

Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Ciencias Químicas, La Paz Bolivia

Johan Alftrén, Björn Bergenståh and Lars Nilsson

Food Technology, Faculty of Engineering LTH, Lund University, PO Box 124, S-221 00 Lund, Sweden

@: [mauricio.penarrieta@gmail.com](mailto:mauricio.penarrieta@gmail.com)

Las gomas de resina son productos naturales exudados obtenidos de algunas especies de árboles como por ejemplo del género *Acacia*, *Prosopis*, *Astrogalus*, etc. son producidas por la planta como un medio de defensa frente al ataque de bacterias, daños mecánicos, entre otros y sirven de protección de heridas y grietas formadas en la corteza.

La industria de alimentos desde tiempos remotos hasta ahora, utiliza frecuentemente estas gomas como emulsificantes, estabilizantes, gelificantes, etc en la formulación de varios productos alimenticios entre los que podemos mencionar a las bebidas gaseosas, dulces, etc.

A pesar de su amplio uso industrial y aplicación desde tiempos muy remotos, existe muy poca literatura científica o está es bastante limitada en relación con las propiedades físico-químicas de estas sustancias. Esto debido principalmente a que estas gomas son de composición química compleja que además de polisacáridos contienen cantidades de proteína que son importantes para sus propiedades emulsificantes.

En el presente estudio se determinaron las propiedades físico-químicas, moleculares y emulsionantes de goma arábica (GA) y la goma mesquita (GM) con el flujo asimétrico de campo de flujo de fraccionamiento cuyas siglas en inglés son ASFIFFF y también referido como ASF4, acoplado a un detector multi-ángulo de dispersión de la luz (MALS) y a un detector de índice de refracción (IR). Fueron determinadas las propiedades como, la masa molar, la raíz cuadrada media de radio ( $r_{rms}$ ), radio hidrodinámico (rh), la conformación, la densidad aparente y distribución de materia proteica sobre el rango de masa molar total.

Considerando el peso molecular la muestra GA mostró dos poblaciones. La población 1 muestra una baja masa molar ( $3,4 \cdot 10^5$  g / mol) además de pobre composición en proteínas, mientras que la población 2 mostró una alta masa molar ( $1,9 \cdot 10^6$  g / mol) y rica composición en proteínas. La GM muestra una sola población con una masa molar media de  $1,1 \cdot 10^6$  g / mol. En ambos casos, la conformación de los polímeros determinada por ( $r_{rms}$  / hr) mostró ser



cada vez más esférica cuando se da un aumento de la masa molecular. Sin embargo, La GM mostró valores más altos de la relación ( $r_{rms} / hr$ ) con una masa molar específica.

Se observó una relación positiva entre el contenido de proteínas y la masa molecular en ambas gomas, aunque en un grado mayor en GA. Adsorción selectiva pudo ser observada en la población 2 de la GA durante los experimentos de formación de emulsiones lo que se explica por la combinación del alto contenido de proteínas y una estructura más flexible de generación de más activos de superficie en comparación con la estabilidad de la emulsión de la población 1. Regarding se podría concluir que GA-estabilizado-emulsiones tienen una estabilidad mucho mayor contra la coalescencia de MG.

### **DETERMINACIÓN DE LAS ECUACIONES DE CORRELACIÓN DE LA MATERIA GRASA- PROTEINA-LACTOSA Y SÓLIDOS NO GRASOS DE LA LECHE EN LAS ZONAS DE INFLUENCIA DE PIL-LPZ**

Luis Chávez Ríos

Instituto de Investigaciones en Procesos Químicos  
Universidad Mayor de San Andrés

Luis Andrés Chávez López

Universidad Indígena Tupac Katari  
@: luisch54\_33@hotmail.com

En el Altiplano de La Paz desde la década de los años 70 se establecieron políticas de mejoramiento de la Raza de las Vacas y en forma paralela se realizaron diferentes cursos de capacitación para que los productores en forma más adecuada lleguen a producir alimentos para el ganado así como la conservación del mismo mediante la producción de ensilaje.

En el IBNORCA se elaboraron normas de calidad de la leche y derivados los cuales actualmente están en vigencia, sin embargo para la determinación de algunos parámetros tales como la materia grasa, proteínas, etc. el mayor porcentaje de Micro empresas no pueden realizar la determinación y al tener desconocimiento no pueden realizar algunos balances, etc.

Por lo expuesto en base a datos estadísticos de años anteriores en diferentes regiones del altiplano, influencia de los centros de acopio se elaboró el presente trabajo.

Las ecuaciones obtenidas les permite de acuerdo a sus necesidades calcular las variables solicitadas además que les permitirá realizar los balances correspondiente obtener rendimientos y determinar costos.



## DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL BENEFICIADO DE LA QUINUA

Carmen Carla Quiroga Ledezma;  
Carlos Ramiro Escalera Vasquez

Universidad Privada Boliviana  
Cochabamba – Bolivia

Juan Antonio González

Fundación Miguel Lillo  
Tucumán - Argentina

Genaro Aroni

Fundación para la Promoción e Investigación de  
Productos Andinos  
Cochabamba – Bolivia

Antonio Ruiz

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles  
La Paz – Bolivia

El incremento en la demanda de la quinua a nivel mundial ha promovido el crecimiento de la producción en las zonas de origen y la inclusión de esta especie en otras regiones. Principalmente de las variedades y ecotipos con alto contenido de saponinas, que en forma previa a su consumo deben ser removidas de la superficie del grano, por sus propiedades antinutricionales y organolépticas indeseables.

Ante esta situación, los sistemas tradicionales de remoción de saponinas han sido innovados con un consecuente desarrollo y aplicación de equipos y tecnología apropiada a escala industrial. Siendo los sistemas combinados los más utilizados porque garantizan la calidad nutritiva y estabilidad morfológica del grano, así como el contenido final de saponinas por debajo de los niveles de los estándares internacionales. En estos sistemas las saponinas se remueven en 2 etapas: escarificado y lavado, seguidos de las etapas de centrifugado y secado de los granos. En los procesos optimizados se eliminan las saponinas en seco hasta en un 95 %, en el escarificador, y el resto en la lavadora con agua. Sin embargo, los volúmenes de agua requeridos aún son importantes, generalmente mayores a 5 m<sup>3</sup>/TM de quinua procesada, y los efluentes que se generan están contaminados con saponinas.

Las fuerzas del mercado, con normativas ambientales más exigentes, mayores precios y la menor disponibilidad del recurso agua en las zonas productoras, seguirán impulsando el desarrollo de equipos y tecnología aún más eficientes e innovadores, con tendencia hacia los sistemas de remoción de saponinas vía seca, los cuales además de no requerir agua permiten la recuperación total de las saponinas que tienen buenos precios en el mercado por sus aplicaciones en diferentes rubros del sector industrial. Aunque a escala artesanal se han propuesto modelos interesantes para el procesamiento de la quinua por vía seca, aún se deben realizar mayores investigaciones hasta lograr escalar a nivel industrial.





## **IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DE UN SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DE LA CALIDAD E INOCUIDAD ALIMENTARIA EN LA EMPRESA SINDAN ORGANIC SRL**

Equipo de Calidad e Inocuidad de los Alimentos

Eduardo E. Ramos Alanoca

Sindan Organic SRL

La Paz – Bolivia

@:eduardo@quinuasindan.com.bo

### **Objetivos**

- Implementar un sistema de gestión con alcance a la calidad e inocuidad del producto.
- Garantizar un producto de calidad e inocuo para el consumidor de la quinua.
- Administrar el sistema de gestión de la calidad e inocuidad en el tiempo.

### **Desarrollo del trabajo**

SINDAN ORGANIC SRL, nace a la vida institucional el 12 de enero de 2011, siendo una empresa privada que se dedica a la comercialización de quinua y sus derivados, amaranto y sus derivados, cañahua y sus derivados, semillas de sésamo y chía, a nivel nacional e internacional.

En su primer año de vida inicia con el proceso de implementación de un sistema de gestión de la calidad e inocuidad alimentaria, basado en ISO 9001:2008 e ISO 22000:2005, en base a estas normas se llegó a obtener varias certificaciones como ser; NA NB 038 se refiere al cumplimiento de los requisitos de quinua en grano, Certificación orgánica en cumplimiento a los requisitos de producción, procesamiento y comercialización de productos orgánico y Comercio Justo (FAIRTRADE). Todas estas certificaciones, fueron obtenidas hasta el 12 de enero de 2012.

### **Resultados y Conclusiones**

Se estandarizó los procesos y sus distintas etapas de la línea de producción, llegando a optimizar los recursos en el sistema de procesamiento de la quinua orgánica.

Se realiza un control sistemático en la línea de producción, en base a normativas nacionales e internacionales en los distintos puntos críticos de control y puntos de la calidad de la quinua beneficiada, siendo estos los siguientes.



**Características bromatológicas** (Pureza total, Humedad, Saponina, Granos enteros, Granos quebrados, Granos dañados, Granos de color, Impurezas totales, Palitos, Piedrecillas, Piedrecillas tipo cuarzos, Insectos);

**Características nutricionales** (Proteínas, Hidratos de carbono, Grasa, Cenizas y Fibra cruda);

**Características organolépticas** (Color, Olor, Sabor, Aspecto, Textura); **Características microbiológica** (Mesófilos aerobios, Coliformes totales, Escherichia coli, Salmonella, Mohos y levaduras, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus)

Todas estas mediciones se realizan en base a un plan de muestreo definidos en frecuencias y proveedores de análisis de laboratorios. Las frecuencias están distribuidos en: lotes, turnos de trabajo, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

Para cumplir los requisitos establecidos es muy importante que el personal sea competente en todos los niveles de la empresa, con el trabajo en equipo aseguramos la calidad y la inocuidad del grano de quinua, así mismo es determinante el compromiso de la alta dirección para alcanzar las metas propuestas en el plan estratégico de la empresa, finalmente estar preparados ante cualquier emergencia que pueda presentarse.

La quinua en grano que cumple con todos estos requisitos de calidad e inocuidad, son comercializados a nivel nacional con la marca SABOR ANDINO, y las exportaciones bajo la marca SINDAN ORGANIC SRL, porque estamos seguros que todos tenemos el derecho de consumir el mismo producto sin discriminación alguna.



## AREA NUTRICION Y SALUD

### DESARROLLO DE MEZCLAS DE HARINAS ENRIQUECIDAS EN BASE A GRANOS ANDINOS, CEREALES Y LEGUMINOSAS PARA LA ELABORACIÓN DE PASTAS Y SU APLICACIÓN EN MUNICIPIOS DEPRIMIDOS

Luz Mirian Vargas C. Centro de Alimentos y Productos Naturales Universidad Mayor de San Simón Cochabamba – Bolivia

#### **Introducción**

Los aspectos nutritivos actualmente interesan a toda la sociedad, sin embargo, cuando la cobertura de las necesidades nutricionales es insuficiente se manifiesta la desnutrición.

Los alimentos cumplen un papel social muy importante y las diferentes formas de prepararlos forman parte de la cultura propia de cada región y raza. Sin embargo, los trastornos nutricionales son comunes en diferentes zonas, ya que carecen de uno o más elementos nutritivos.

Los cultivos andinos de agricultura tradicional, pueden considerarse una estrategia dentro la conservación de la biodiversidad, garantizando su uso sostenible mediante desarrollo de nuevos productos atractivos para el consumidor y ofreciendo oportunidades para las empresas procesadoras de estos granos.

Los granos andinos como la quinua, amaranto y la cañahua, son reconocidos como alimentos funcionales por excelencia, por tener una mayor cantidad y calidad de proteína que está dada, por su nivel de amino ácidos esenciales, como la lisina cuyo contenido en estos granos es el doble en comparación con el trigo.

#### **Justificación**

Por esto es que desde todo punto de vista “Una mezcla que reúna todas las característica adecuada es fundamental para lograr un buen estado de salud”.

Razones necesarias para el desarrollo de mezclas alimentarias con buena calidad nutricional, en base de granos andinos, cereales y leguminosas, para la aplicación en la elaboración de pastas fortificadas, con aporte proteico- energético, principalmente de minerales como hierro y zinc, e implementación en municipios con alto riesgo nutricional.

#### **Objetivo general**

Desarrollar mezclas de harinas en base a granos andinos, cereales y leguminosas para la elaboración de pastas enriquecidas e implementación en municipios con alto riesgo nutricional

El proyecto se desarrolla en tres fases: Siendo los objetivos específicos los siguientes

1° Desarrollar mezclas de harinas en base a granos andinos, cereales y leguminosas



2° Elaborar las pastas enriquecidas con granos andinos, cereales y leguminosas

3° Realizar la implementación de una planta procesadora de pastas en municipios con alto riesgo nutricional

### **Metodología**

Cada una de las fases tiene la metodología específica para el desarrollo de las actividades correspondientes, siendo la primera fase el desarrollo de mezclas, para lo cual realizó la evaluación biológica y química con la determinación del hierro mediante la absorción atómica, con los siguientes resultados:

### **Resultados**

Se realizaron 8 evaluación biológicas, de las cuales 3 mezclas presentaron resultados de los parámetros biológicos: Incremento en Peso (IP) de 58.6 al 87.83 g, la Real Eficiencia de la Proteína (PER) fluctúa de 1.66 al 1.76, considerados dentro los parámetros normales, la Digestibilidad aparente (Da) de 4.56 y 4.81. Las mismas superaron al patrón de referencia, producto comercial del mercado local en base a trigo. Con (IP) 16.50g (PER) 0,40 y (Da) 5,73 El contenido de hierro en las mezclas fueron de 88,06 a 120,37 mg de Fe/1000g de mezclas en base a harinas de granos andinos (quinua, amaranto y cañahua), cereal (trigo) y leguminosa (haba) comparado con el patrón de 37,8 mg de Fe/1000g producto comercial del mercado local en base a (trigo)

### **Conclusión**

Se concluye que las mezclas propuestas para la elaboración de pastas son una alternativa para disminuir la desnutrición de las poblaciones con alto riesgo nutricional.

Finalmente “Una mezcla que reúna todas las características adecuadas es fundamental para lograr un buen estado de salud”

Las fases 2 y 3 serán desarrolladas posterior aprobación de la propuesta

2°Elaborar pastas enriquecidas con granos andinos, cereales y leguminosas

3° Realizar la implementación de una planta procesadora de pastas en municipios con alto riesgo nutricional



## GRANOS ANDINOS Y ENFERMEDAD CELÍACA

Verónica Bustillos Torrico Universidad Nuestra Señora de La Paz,

La Paz - Bolivia

@: veronica.bustillos@unslp.edu.bo

La celiaquía es un desorden intestinal crónico producido por la intolerancia al gluten, ésta proteína induce un proceso inflamatorio crónico en el intestino delgado, que conduce el aplanamiento progresivo de las vellocidades intestinales, hiperplasia de las criptas e infiltración del epitelio por linfocitos que eventualmente puede tener una transformación maligna.

La sintomatología es muy variada, mala absorción de nutrientes, baja talla, distensión abdominal, diarreas crónicas, caída de cabello y defectos dentales entre otros.

Debido a lo dificultoso de la identificación de la celiaquía y a la falta de conocimiento de la misma, es que no se tienen datos estadísticos completos, a nivel mundial se dice que la incidencia es del 1%.

Está comprobado que el único tratamiento posible es la ausencia de gluten en la dieta del celíaco, sin embargo la mayoría de los productos de panadería, pastelería y confitería contiene como componente principal trigo; esto limita su alimentación.

En este sentido, los granos andinos son una alternativa a éste problema, ya que tanto la quinua como el amaranto son libres de gluten, por lo tanto pueden ser utilizados para formulaciones aptas para ser consumidas por celíacos.

Bolivia es un gran productor de granos andinos, motivo por el cual desarrollando formulaciones con ellos, no solo se crean alternativas para el consumo de celíacos, sino que se aprovechan sus características nutricionales en la diversificación de productos.

En los laboratorios de la Universidad Nuestra Señora de La Paz y como parte de proyecto conjunto de la RNIA, se han desarrollado formulaciones para celíacos a partir de mezclas de harinas de quinua, amaranto y cañahua; incluyendo en otros componentes de la diversidad boliviana como aricoma, chía y sésamo.



**DESARROLLO DE UN COMPLEMENTO NUTRITIVO PROTEICO INSTANTANEO EN  
POLVO PARA REGIMENES ESPECIALES – (DIABETES mellitus tipo 2)**

Amalia Antezana Valera; Nancy Laboratorio de Servicios Académicos  
Camacho Torrico; Scarleth Rosales Departamento de Biología. Facultad de  
Saavedra Ciencias y Tecnología- Universidad Mayor  
de San Simón  
Cochabamba – Bolivia  
@: nutricion@fcyt.umss.edu.bo

El presente trabajo se realizó en base a la problemática de insuficiencia de productos naturales, deficiencia nutricional en regímenes especiales, precios elevados en el contexto nacional. Bajo los siguientes objetivos: Desarrollar un complemento nutritivo proteico instantáneo en polvo para regímenes especiales (diabetes mellitus tipo 2) con el uso de materias primas disponibles en el mercado boliviano se utilizaron como materia prima un cereal el arroz, como leguminosa la soya, como pseudocereal el amaranto, leche descremada y como edulcorante estevia. Para el desarrollo de productos se utilizó la metodología de Wittig, E. 1999 en todas sus etapas. Se concluye que el prototipo desarrollado responde a la necesidad de complementos nutritivos y los requerimientos nutricionales de la población en general y personas con diabetes mellitus tipo 2 debido a sus características nutricionales beneficiosas. La capacidad de producción determinada de la planta es de 663,77 kg de producto por mes que cubre un 2,5 % de la población diabética que consume productos naturales. La inversión = 127.560,90 Bs Precio de la Fórmula = 37,60 Bs 500 g de Producto, Utilidad = 52,088.00 Bs VAN = 97,447.00 Bs, TIR = 77.87%.



## VALOR BIOLÓGICO DE MEZCLAS CEREAL-PSEUDOCEREAL-LEGUMINOSA

Silvia Castellón Terrazas; Amalia Antezana Valera  
Laboratorio de Servicios Académicos  
Departamento de Biología. Facultad de  
Ciencias y Tecnología- Universidad Mayor  
de San Simón  
Cochabamba – Bolivia  
@: nutricion@ficyt.umss.edu.bo

En el presente trabajo se procedió a la Evaluación Biológica de la calidad de la proteína de mezclas triples en base cereales de mayor consumo en nuestro medio en este caso el maíz y trigo, leguminosa la soya y como un pseudoereal importante fue considerado la quinua. Previamente los granos fueron procesados, para eliminar factores antinutricionales presentes. Obtenidas las harinas se determinó el porcentaje de proteína y extracto etéreo, sobresaliendo la soya para estos parámetros. Las formulaciones estudiadas fueron: soya-maíz-quinua relación(30-50-20);soya-trigo-quinua(30-50-20)y leche en polvo como testigo. Las dietas en base a estos productos fueron ajustadas al 10% de proteína y suministradas por espacio de 30 días a ratas albinas de la cepa Wistar, tiempo en el cual se colectaron las heces los últimos 15 días y el pesaje de los animales se logro cada 5 das. Los parámetros biológicos calculados fueron: PER, Digestibilidad e Incremento en peso. Los resultados reportan que la mezcla soya-trigo -quinua sobresalió con un incremento en peso de 70gr, en cambio la digestibilidad de los tratamientos en general con valores considerables encima el 80% cercanos al testigo leche en polvo. Respecto al PER resalta la misma mezcla con un valor de 2.10 en comparación al testigo con 2.60. Se concluye que las dos mezclas triples estudiadas presentan valores biológicos muy buenos y podrían ser considerados para obtención de diversos productos destinados a la alimentación humana.



## NECESIDAD DE ESTUDIO DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL HABA

Georgina Eyzaguirre Escobar Universidad Loyola de Bolivia

La Paz – Bolivia

@: georgina.eyzaguirre@loyola.edu.bo

La situación de extrema pobreza del área rural de nuestro país especialmente de la micro región del altiplano que abarca al conjunto del sistema de producción agrícola de montaña con características especiales entre otras, la propiedad minifundiar, una oferta atomizada por una variedad de productos que constituyen excedentes de una producción principalmente de auto subsistencia, escasa o nula organización de pequeños productores desconocimiento de mejores prácticas de producción, procesamiento y comercialización que no permiten acceder en condiciones adecuadas y de competitividad a mercados nacionales e internacionales.

Es por nosotros conocido que el haba (*Vicia faba L*), es un leguminosa en grano que posee amplias cualidades para la alimentación del ser humano, tiene un alto poder proteínico (24%), además de es muy grado importante en vitamina B9, fibra, magnesio, vitamina B, potasio, fósforo, hidratos de carbono, vitamina C, hierro, proteínas, cinc y vitamina B3, además de nutrientes tales como calorías, vitamina B6, vitamina B2, agua, calcio, selenio, ácidos grasos poliinsaturados, yodo, vitamina E, carotenoides, grasa, vitamina A, sodio, ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos saturados-

El haba posee además la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con bacteria del género *Rhizobium*; se produce a bajas temperaturas, es mejorador de las condiciones físico-químico-biológicas, del suelo y, es una de las pocas leguminosas de grano adaptada a las zonas altas y los valles con frecuentes heladas que caracterizan a la zona andina de Bolivia

Es objetivo principal realizar los estudios de la cadena agroproductiva de haba considerando fundamentalmente las tres regiones productoras que son: El Altiplano Norte (La Paz y Oruro), Altiplano Sur (Potosí y Chuquisaca) y los Valles de Cochabamba, proponiendo posibles cursos de acción, dirigidas a incrementar la competitividad, a través de una alianza estratégica entre productores e industria para agregarle valor, en toda la cadena de producción.

Es aquí, donde el Gobierno Central, las Gobernaciones Departamentales, los Gobiernos Municipales y las diferentes instituciones públicas privadas, deben establecer políticas tendentes mejorar las condiciones de vida de la población de dichas áreas geográficas; a tal efecto se deben impulsar acciones en procura de mejorar los ingresos de los productores de



leguminosas y la seguridad alimentaria que suponen el incremento de la competitividad sectorial mediante modernos y eficientes paquetes tecnológicos.

Para lograr el mejoramiento de la calidad de vida en la microrregión del altiplano que involucra los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija, es necesaria la elaboración de proyectos de identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva de haba, determinando los puntos críticos y temas prioritarios de su factibilidad y proponiendo posibles cursos de acción y alternativas de solución dirigidas fundamentalmente a incrementar mejorar la competitividad y no solamente de la producción sino la de producir subproductos que mejoren la calidad de vida de los habitantes del área rural de estos departamentos.

Es en este sentido que se debe determinar en primera instancia la cadena de producción, con los eslabones de la cadena en sus aspectos socio económicos, productivos, tecnológicos, comerciales, ambientales y de género, además de determinar con precisión la ubicación geográfica y los eslabones de la cadena y los distintos actores y servicios.

## **FERMENTACION ACIDO LACTICA DEL EXTRACTO DE QUINUA**

Juan Conde Universidad Técnica de Oruro

Oruro – Bolivia

Eduard Barberà IQS - Universidad Ramón Llull

Barcelona, España

En el presente trabajo se ha utilizado grano quinua sin saponina, se han estudiado diversas variables de proceso para la elaboración del extracto de quinua.

Se ha intentado la obtención por fermentación ácido láctica de un producto similar al yogur a partir del extracto de quinua, observándose la gelatinización del mismo por efecto de la elevada concentración de almidón.

**Se ha trabajado en el proceso de germinación con el fin de disminuir la cantidad de almidón y disponer de una mayor concentración de glucosa para llevar a cabo la fermentación ácido láctica.**



## EVALUACION MICRIBIOLÓGICA DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)

J.M. Mamani Universidad Técnica de Oruro  
Oruro – Bolivia

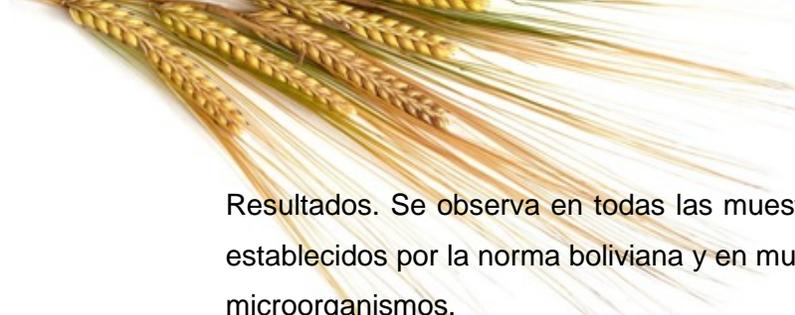
M. Agut; LI. Comellas IQS – Universidad Llull  
Barcelona – España  
@: ma\_janneth@yahoo.es

Antecedentes. Bolivia es un país que cuenta con zonas agroecológicas donde se desarrollan los granos andinos como la quinua (*Chenopodium quinoa, Willd*). La quinua es considerada por la FAO y la OMS (Organización mundial de la salud) como un alimento único por su altísimo valor nutricional. (FAO, 2011). Se han exportado miles de toneladas a países de Europa, Asia y EE.UU. Por otra parte, la importación y exportación de alimentos, se ve restringida por las regulaciones de entrada de cada país por la probabilidad que existe algún tipo de contaminación. La calidad higiénica y sanitaria constituye un elemento innegociable y de valor absoluto al considerarse que un alimento no debe causar enfermedad en el consumidor. Dentro de estos aspectos básicos o inexcusables de la calidad, muchos expertos argumentan que los aspectos microbiológicos son su componente más importante, ya que la falta de calidad higiénica y sanitaria en este aspecto puede provocar enfermedades graves e incluso la muerte del consumidor del producto.

Objetivo del estudio. Estudiar la calidad microbiológica de muestras de quinua de distinto origen.

Materiales y Métodos. Se ha utilizado muestras de quinua procesada y sin procesar tanto compradas en Bolivia como en Barcelona. Se estudia la calidad microbiológica de la quinua, según normas bolivianas. Se realizan las determinaciones, apoyados por métodos descritos en AOAC y textos de referencia. Así, en la norma boliviana, NB 0038, se establece las características mínimas para la calidad higiénico-sanitaria de la quinua. Los criterios microbiológicos establecidos, involucran la investigación y recuentos de los siguientes parámetros:

Recuento de aerobios mesófilos, recuento de coliformes totales, detección de *E. coli*, detección de *Salmonella*, recuento de mohos y levaduras, recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva, recuento de *Bacillus cereus*.



Resultados. Se observa en todas las muestras de quinua que no han sobrepasado los límites establecidos por la norma boliviana y en muchas muestras no se han detectado la presencia de microorganismos.

Discusión. Consideramos en este estudio, que las muestras que utilizadas todas están destinadas al consumo humano, aunque a algunas les falta algún proceso para consumirlo directamente tienen la seguridad de consumo y que han tenido una adecuada manipulación.

#### Conclusión

De las siete muestras de quinua analizadas en microbiología, todas se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma boliviana NB/NA 0038, por lo tanto son aptas para consumo.

## **2. Proyectos de la Red Nacional de Investigación en alimentos**

Como resultado del trabajo realizado durante la gestión 2012 de los miembros de la RNIA plantean proyectos de investigación en el área de alimentos que incluyen en su desarrollo a las instituciones participantes, la estructura de la propuesta, los investigadores participantes y los proyectos componentes o proyectos derivados de cada una de las áreas temáticas identificadas.

El resultado de los proyectos podrá ser utilizado y aplicado por industrias, productores o empresas relacionadas con el sector, asimismo pueden formar parte de nuevos emprendimientos que mejoren el desarrollo del área agroalimentaria.

Estos proyectos incluyen los siguientes temas:

- Mezclas alimentarias para el desayuno escolar en municipios de Chuquisaca, Cochabamba, Santa Cruz y Tarija.
- Caracterización fitoquímica y de la producción, multiplicación, adaptación de variedades y concentración de compuestos de la stevia
- Alimentos funcionales para la salud. Formulación y desarrollo de alimentos para regímenes especiales: celíacos y diabéticos
- Plataforma de servicios académicos de la red nacional de investigación en alimentos. Propuesta para la vinculación con el sector productivo
- Propuesta de programas de especialización en el área de alimentos



## **2.1 Mezclas alimentarias para el desayuno escolar en municipios de Chuquisaca, Cochabamba, Santa Cruz y Tarija.**

### **Instituciones participantes y su rol**

- Instituto de Investigación en Productos Naturales IIPN - Universidad Mayor de San Simón UMSS (Diagnóstico y formulación de mezclas)
- Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (Formulación de mezclas en base a la almendra chiquitana)
- Asociación de Grupos de Trabajo “MINGA” (Fase Piloto Almendra Chiquitana)
- Unidad de Transferencia Tecnológica UTT – UMSS (Diagnóstico y formulación de mezclas)
- Agroecología Cochabamba AGRUCO – UMSS (Diagnóstico y formulación de mezclas)
- Universidad Privada del Valle UNIVALLE (Investigación en sustitutos de golosinas)
- Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca (Investigación en sustitutos de las golosinas escolares)
- Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Formulación de mezclas para el desayuno escolar basado en amaranto (coime) y harina de zapallo)

### **Estructura del Programa**

El Programa Mezclas Alimentarias para el desayuno escolar está compuesto de cinco proyectos los mismos que serán desarrollados por institutos de investigación de tres universidades públicas, una universidad privada y una fundación privada, con equipos de investigación vinculados en red, asimismo los proyectos presentados dentro del programa de mezclas alimentarias pueden ser aplicados por entidades gubernamentales el área de educación y salud, empresas públicas, privadas o inversores que deseen generar nuevos emprendimientos, con el fin de brindar la ración escolar en los distintos municipios del país y mejorar la calidad de los niños, niñas y adolescentes.

### **Investigador principal**

Luz Mirian Vargas – UMSS

### **Equipo de investigación de la RNIA**

Domingo Torrico – AGRUCO UMSS - Carlos Acevedo Peña UTT UMSS

Marcelo Cardozo – FCBCH - Mario Montalvo - UASFX

Claudia Guerrero – UNIVALLE - Jesús Zamora – UAJMS

Erick Ramírez – UAJMS



### **2.1.1 Proyecto componente**

Desarrollo de paquetes alimentario - nutricionales para el desayuno escolar, en base a productos disponibles en municipios del departamento de Cochabamba

---

#### **Planteamiento del tema**

Los aspectos nutritivos actualmente interesan a toda la sociedad, y cuando la cobertura de las necesidades nutricionales es insuficiente se manifiesta la desnutrición.

Los alimentos cumplen un papel social muy importante y las diferentes formas de prepararlos forman parte de la cultura propia de cada región y raza. Sin embargo, los trastornos nutricionales son comunes en diferentes zonas, ya que carecen de uno o más elementos nutritivos.

Por esto es que, desde todo punto de vista, la relación entre alimentación y salud es fundamental. Una mezcla que reúna todas las características adecuada es fundamental para lograr un buen estado de salud. Por lo cual es necesario desarrollar mezclas balanceadas de alta calidad nutricional, utilizando alimentos propios de las regiones

El programa del desayuno escolar se inicia en octubre de 1999 con la Ley de Municipalidades, que en su Artículo 8º, párrafo I, inciso 16, señala como competencias de los gobiernos municipales “promover y atender, cuando corresponda y de manera sostenible, los programas de alimentación complementaria y suplementaria grupo o personas que sean sujetos de subsidios públicos de acuerdo con el reglamento y el presupuesto”.

#### **Justificación**

El objetivo principal del proyecto es el de constituir la práctica existente del desayuno escolar en un instrumento impulsor del desarrollo económico local, priorizando y promoviendo las articulaciones y relaciones entre las demandas municipales y las ofertas de productores organizados, principalmente pequeños y medianos, logrando dotar de productos con estándares de calidad y valor nutricional adecuados. De esta manera, se pretende desde el sector académico, participar de estos procesos de desarrollo económico regional, fortaleciendo las cualidades nutricionales de los productos ofertados desde el sector productivo, según eco-región identificada (altiplano, valle y trópico) aprovechando sus recursos propios.





## **Objetivo general**

Desarrollar paquetes alimentario - nutricionales para el desayuno escolar, en base a productos locales disponibles en municipios seleccionados de eco-regiones (valle, trópico y altiplano) del departamento de Cochabamba.

## **Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico general de la cobertura del desayuno escolar y alimentación complementaria en municipios seleccionados del departamento de Cochabamba.
- Realizar un diagnóstico de la materia prima disponible en los municipios determinados del departamento de Cochabamba y la caracterización fisicoquímica de los productos locales seleccionados.
- Realizar la formulación de mezclas, la transformación tecnológica y desarrollo de productos alimenticios y nutricionales para el desayuno escolar.
- Realizar análisis biológico, microbiológico y sensorial de los productos desarrollados para el desayuno escolar.
- Elaborar un programa de educación alimentaria nutricional del desayuno escolar para los municipios seleccionados.
- Realizar la transferencia tecnológica de los paquetes alimentario-nutricionales desarrollados al sector productivo empresarial.

## **Hipótesis de trabajo**

Los paquetes alimentario-nutricionales en base a las mezclas alimentarias propuestas para el desayuno escolar con la materia prima disponible en las eco-regiones de valle, altiplano y trópico de Cochabamba cubren los requerimientos nutricionales de la alimentación complementaria.

## **Resultados a alcanzar**

- Un diagnóstico general de la cobertura del desayuno escolar y alimentación complementaria en municipios seleccionados del departamento de Cochabamba.
  - Un diagnóstico de la materia prima disponible en los municipios seleccionados.
  - Formulación de mezclas, transformación tecnológica y desarrollo de productos alimenticios y nutricionales para el desayuno escolar basados en productos locales.
  - Análisis biológico, microbiológico y sensorial de los productos desarrollados para el desayuno escolar.
- 

- 
- Un programa de educación alimentaria nutricional del desayuno escolar para las eco-regiones valles, trópico y altiplano de Cochabamba.
  - Paquetes alimentario-nutricionales desarrollados, transferidos al sector productivo empresarial.

### **Metodología**

- Diagnóstico general de la cobertura del desayuno escolar y alimentación complementaria en municipios seleccionados de Cochabamba, mediante encuestas y entrevistas a los actores clave, beneficiarios, autoridades y proveedores del servicio.
- Diagnóstico de la materia prima disponible en los municipios determinados, incluyendo la evaluación del volumen disponible estacionalmente, precios, calidad y demanda local.
- Caracterización de los productos locales para el desayuno escolar mediante análisis fisicoquímico, biológico y microbiológico.
- Formulación de mezclas, transformación tecnológica y desarrollo de productos alimenticios y nutricionales para el desayuno escolar sobre la base de los productos locales identificados.
- Análisis fisicoquímico, biológico, microbiológico y sensorial de los productos desarrollados para el desayuno escolar, de acuerdo a normas y recomendaciones de nutrición.
- Elaboración de un programa de educación alimentaria nutricional del desayuno escolar para las eco-regiones de valle, trópico y altiplano, e implementación del mismo en los municipios seleccionados.
- Transferencia de la tecnología de los paquetes alimentario-nutricionales desarrollados al sector productivo empresarial para su participación de las convocatorias municipales.

### **Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados**

Se preveen efectos positivos desde el punto de vista social, al incidir en el estado nutricional de la población escolar de los municipios donde se plantea la fase piloto del proyecto. Los métodos de elaboración de los alimentos basados en la diversidad de cultivos locales no amenazan al medio ambiente y más bien promueven las buenas prácticas para la producción de alimentos naturales.

### **Unidad que introducirá el resultado**

Municipios de los departamentos donde se plantea la fase piloto del proyecto:

Cochabamba: Municipio de Tapacarí (AGRUCO) y Municipio del Valle del Sacta en el trópico.

La instancia de transferencia tecnológica de la Unidad de Transferencia Tecnológica UTT de la UMSS se encargará de la introducción de resultados en coordinación con el equipo de investigadores del CAPN y con el apoyo de estudiantes graduados.

### **Mercado para los resultados tangibles**

Inicialmente, los paquetes alimentario-nutricionales se elaborarán en escala piloto para satisfacer los requerimientos locales de las escuelas de los municipios seleccionados. Este requerimiento incluye a las pequeñas empresas proveedoras del servicio de Desayuno Escolar. Por tanto, los productos cumplirán con los requisitos de básicos de calidad y costo de dicho mercado.

### **Cronograma de actividades y presupuesto**

Cronograma

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diagnóstico general de la cobertura del desayuno escolar y alimentación complementaria												
Diagnóstico de la materia prima disponible en municipios de Cochabamba												
Formulación de mezclas, transformación tecnológica y desarrollo de productos alimenticios y nutricionales												
Análisis fisicoquímico, biológico, microbiológico y sensorial de los productos desarrollados para el desayuno escolar												
Desarrollo de un programa de educación alimentaria nutricional del desayuno escolar para cada municipio.												
Elaboración de productos comercializables para su transferencia tecnológica al sector productivo empresarial.												

Presupuesto

Concepto	Cantidad	Unitario	Requerido	Aporte propio UMSS	Total Bs.
Diagnóstico de la cobertura del desayuno escolar y alimentación complementaria en municipios representativos de los 4 departamentos. Consultoría.	3	22870	68610		68610
Diagnóstico y caracterización de la materia prima disponible en municipios representativos de tres eco-regiones de los 4 departamentos (Altiplano, Valle, Llano). Consultoría.	3	22870	68610		68610
Formulación de mezclas, la transformación tecnológica y desarrollo de productos alimenticios y nutricionales para el desayuno escolar, según eco-regiones Investigación.	3	22870	68610	136800	205410
Análisis del tipo fisicoquímico, biológico, microbiológico y sensorial de los productos desarrollados. Servicios de laboratorio.	3	68610	205830		205830
Desarrollo de un programa de educación alimentaria nutricional para municipios representativos de cada eco región. Consultoría.	3	45740	137220		137220
Elaboración de productos nutricionales comercializables a partir de los paquetes alimentarios desarrollados para su transferencia tecnológica al sector productivo empresarial que participa de las convocatorias municipales del desayuno escolar. Investigación - acción participativa.	3	22870	68610	136800	205410
<b>TOTAL PROYECTO Bs.</b>			<b>617,490.00</b>	<b>273,600.00</b>	<b>891,090.00</b>

**Bibliografía**

- Roca, W. 2003. Centro Internacional de la Papa (CIP). Estudio de las capacidades biotecnológicas e institucionales para el aprovechamiento de la biodiversidad en los países de la Comunidad Andina. Informe preparado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Corporación Andina de Fomento (CAF). Lima, Perú.



### **2.1.2 Proyecto componente.**

Desarrollo de un paquete alimentario - nutricional para el desayuno escolar, en base a productos disponibles en el municipio de San Ignacio de Velasco del departamento de Santa Cruz.

---

#### **Planteamiento del tema**

La valorización comercial de los productos forestales no maderables (PFNM) puede contribuir al desarrollo local mientras incitan a los actores locales a manejar los recursos forestales de manera sostenible. Esta tesis, introducida por PETERS et al. (1989) y retomada por numerosos investigadores, se basa en la convicción que los bosques son destruidos por que sus riquezas son subestimadas. La Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC) en colaboración con otras instituciones, apoyan la valorización de PFNM, entre ellos los productos de la Almendra Chiquitana *Dipteryx alata*.

La revalorización del suelo y de los recursos naturales en general, como en este caso la Almendra Chiquitana constituyen un paso imprescindible para una nueva frontera de desarrollo basada en los usos alternativos de la biodiversidad (PNUD, 2008).

En términos nutricionales, la almendra chiquitana es de una calidad superior a numerosas nueces conocidas en el mercado internacional y ha mostrado una muy buena aceptación para el consumo.

La adaptación del Almendro Chiquitano a las condiciones climáticas cada vez más exigentes y las características nutricionales de su fruto la hacen un alimento óptimo para ser aprovechado y mejorar el estado nutricional de la población escolar local.

#### **Justificación**

El objetivo principal del proyecto es constituir la práctica existente del desayuno escolar en un instrumento impulsor del desarrollo económico local, priorizando y promoviendo las articulaciones y relaciones entre las demandas municipales y las ofertas de productores organizados, principalmente pequeños y medianos, logrando dotar de productos con estándares de calidad y valor nutricional adecuados. De esta manera se pretende, desde el sector académico, participar de estos procesos de desarrollo económico regional, fortaleciendo las cualidades nutricionales de los productos ofertados desde el sector productivo.

Actualmente diversos alimentos que forman parte del desayuno escolar de San Ignacio de Velasco deben transportarse desde la ciudad de Santa Cruz, localizada a 500 km.



La almendra chiquitana cuenta con una composición muy rica en aminoácidos, y es rica en hierro y fósforo que la hacen adecuada como parte de la alimentación de los niños en crecimiento y para combatir la anemia. Adicionalmente el aprovechamiento de la almendra promueve la conservación del bosque chiquitano y da trabajo a la población local.

### **Objetivo general**

Desarrollar un paquete alimentario - nutricional para el desayuno escolar, en base a almendra chiquitana y otros productos locales disponibles en el municipio de San Ignacio de Velasco

### **Objetivos específicos**

- Realizar la formulación de mezclas, la transformación tecnológica y desarrollo de dos productos de precio competitivo que incluyan a Almendra chiquitana en su composición para el desayuno escolar.
- Realizar análisis, microbiológico y sensorial, de los productos desarrollados para el desayuno escolar.
- Desarrollar pruebas de aceptación locales
- Desarrollar tecnología apropiada para la elaboración de los alimentos elegidos
- Realizar la transferencia tecnológica, de los paquetes alimentario-nutricionales desarrollados, al sector productivo empresarial.

### **Hipótesis de trabajo**

El paquete alimentario-nutricional en base a almendra chiquitana y otras materias primas locales propuestas para el desayuno escolar, cubren los requerimientos nutricionales de la alimentación complementaria.

### **Resultados a alcanzar**

Formulación de mezclas, transformación tecnológica y desarrollo de productos alimenticios y nutricionales para el desayuno escolar sobre la base de almendra chiquitana.

Análisis biológico, microbiológico y sensorial de los productos desarrollados para el desayuno escolar.

Paquete alimentario-nutricional desarrollado y transferido al sector productivo empresarial.



## **Metodología**

- Diagnóstico de la materia prima disponible en el municipio de San Ignacio de Velasco, incluyendo la evaluación del volumen disponible estacionalmente, precios, calidad y demanda local.
- Caracterización de los productos locales para el desayuno escolar mediante análisis fisicoquímicos, biológicos y microbiológicos.
- Transferir la tecnología de los paquetes alimentario-nutricionales desarrollados al sector productivo empresarial para su participación de las convocatorias municipales.
- Desarrollo de la formulación bajo la metodología de diseño experimental
- Análisis de composición nutricional y aceptación sensorial.
- Realización de pruebas de alérgenos con ingredientes a los que no se les hizo dicho análisis.

## **Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados**

La almendra chiquitana es un producto que es recolectado por más de 30 comunidades indígena-campesinas de la provincia Velasco y Ñuflo de Chávez, la actividad es desarrollada principalmente por mujeres y beneficia a más de 400 familias.

El proveer el desayuno escolar con productos locales, permite que se dinamice la economía local, generando trabajo e ingreso a la población de las comunidades y el área urbana de San Ignacio.

La almendra chiquitana es un producto nativo que respeta la biodiversidad y su aprovechamiento por recolección promueve la conservación de los espacios naturales.

## **Unidad que introducirá el resultado**

En el caso de Santa Cruz, la FCBC tiene un convenio con la Asociación productiva MINGA que trabaja en el Municipio de San Ignacio de Velasco.

## **Mercado para los resultados tangibles**

Inicialmente, los paquetes alimentario-nutricionales se elaborarán en escala piloto para satisfacer los requerimientos locales de las escuelas de municipios seleccionados. Este requerimiento incluye a las pequeñas empresas proveedoras del servicio de Desayuno Escolar. Por tanto, los productos cumplirán con los requisitos básicos de calidad y costo de dicho mercado.

## Cronograma de actividades y presupuesto

### Cronograma

Actividad	Mes					
	1	2	3	4	5	6
Diagnóstico general de la cobertura del desayuno escolar y alimentación complementaria en San Ignacio de Velasco						
Diagnóstico de la almendra Chiquitana disponible en el municipio de San Ignacio de Velasco						
Formulación de mezclas, transformación tecnológica y desarrollo de productos alimenticios y nutricionales						
Análisis fisicoquímico, biológico, microbiológico y sensorial de los productos desarrollados para el desayuno escolar						
Elaboración del producto comercializable para su transferencia tecnológica al sector productivo empresarial.						

### Presupuesto

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (Bs.)	Requerido	Aporte Propio	Total Bs.
Pasajes	8	240	1,152.00	768.00	1,920.00
Viáticos	8	480	2,304.00	1,536.00	3,840.00
Hospedaje	8	450	2,160.00	1,440.00	3,600.00
Investigador (medio tiempo)	6	5000	-	30,000.00	30,000.00
Molino	1	25000	25,000.00	-	25,000.00
Transporte molino	1	1000	1,000.00	-	1,000.00
Análisis Fisicoquímicos, microbiológico y nutricional	1	5600	5,600.00	-	5,600.00
Prueba de alérgenos en almendra	1	9000	9,000.00	-	9,000.00
Pruebas sensoriales	1	3500	2,800.00	700.00	3,500.00
Envases	1	21000	21,000.00	-	21,000.00
Herramientas y equipos	1	4000	3,200.00	800.00	4,000.00
Total Bs.			73,216.00	35,244.00	108,460.00



## Bibliografía

- FCBC. 2008. Análisis de nutrientes de la semilla del almendro. Fundación Para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC). Santa Cruz – Bolivia.
- Candil, R., E. Arruda. 2007. O Cumbaru (*Dipteryx alata*, Vog.) o desenvolvimento local e a sustentabilidade biológica no assentamento Andalucia, Nioaque/MS. Rev. Inter. De Des. Loc. Vol. (8): 75-80.
- VENNETIER C., 2010. Concilier conservation et développement. Le cas de l'amande de la Chiquitanie (*Dipteryx alata*), PFNL
- Valorisé dans le département de Santa Cruz, Bolivie. Mémoire d'ingénieur, ISTOM, France, 124 p.
- Correa, G., R. Naves, M. Rocha y L. Zica 2000a. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.) em três populações nos cerrados do estado de Goiás. Pesquisa Agropecuária Tropical 30(2):5-11.



### **2.1.3 Proyecto componente.**

#### **Desarrollos de productos naturales inocuos, de alto valor nutritivo, sustitutos de las golosinas y dulces, en municipios de Cochabamba y Chuquisaca.**

---

##### **Planteamiento del tema**

Si bien se han realizado proyectos de industrialización de frutas y hortalizas como el deshidratado de estos, la mayor parte de ellos fueron teóricos y otros no dieron los resultados esperados, ya que los productos no reunían características de calidad como la inocuidad (seguridad), contaminación química (exenta) y atributos sensoriales como el olor, sabor, textura y apariencia, debido a que no se aplicaron tecnologías adecuadas de procesamiento, análisis sensorial, diseño experimental y el análisis microbiológico.

En el mundo existe una epidemia creciente de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como las enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, obesidad, entre otras., las cuales causan un 60% de todas las muertes en el mundo y los principales factores de riesgo comunes a todas ellas son la hipertensión arterial, el tabaquismo, la poca actividad física, el estrés y un bajo consumo de frutas y hortalizas (F&H). Esta epidemia está relacionada con cambios de los hábitos alimentarios y con modos de vida poco saludables.

Actualmente el mercado ofrece productos como golosinas y dulces (pastillas y gomas de mascar) elaborados en base a productos artificiales (esencias, colorantes, edulcorantes, conservantes) y contaminantes químicos y microbiológicos que son dañinos para la salud.

En los valles de Chuquisaca y Cochabamba se producen frutas y hortalizas ricos en azúcares, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos y bioelementos, que en temporada de cosecha son desperdiciados, por problemas de transporte, comercialización y falta de tecnología para su conservación en forma natural. Por lo que es necesario desarrollar nuevos productos naturales inocuos a partir de frutas y hortalizas producidos en el departamento y en el país, como por ejemplo: mango, guayaba, plátano, papaya, membrillo, frutillas, duraznos, uvas, manzana, zanahoria, camote, papa, y otros.

Por otro lado, el consumo insuficiente de frutas y hortalizas es el quinto de diez factores de riesgo de mortalidad global, como la alta presión arterial, alto colesterol, obesidad e inactividad física. La combinación de estos y otros factores de riesgo, como el consumo de tabaco y



alcohol y el estrés, tiene probablemente un efecto acumulativo incluso multiplicador que puede acelerar la propagación de epidemias de enfermedades crónicas como el cáncer, enfermedades coronarias, enfermedades cerebrovasculares diabetes, obesidad y osteoporosis.

Los productos que se pretenden desarrollar tendrán la característica de ser naturales e inoos, sin contaminantes químicos y microbiológicos, agradables al paladar, con buenos atributos de calidad y seguridad, además de ser imperecederos, de manera que sean competitivos con otros productos importados. El desarrollo de este tipo de productos incentivará el cultivo de las frutas y hortalizas, además de contribuir a la salud de los niños y de la población en general.

En nuestro medio ha sido una inquietud estudiar el concentrado deshidratado de frutas y hortalizas, por lo que se realizaron proyectos de deshidratado de durazno, coco, piña, plátano, locoto, tomate y otros. Gran parte de estos proyectos son teóricos y los proyectos prácticos fueron desarrollados con tecnologías inapropiadas ya que los productos obtenidos tienen un alto grado de contaminación química y microbiología, por lo que es necesario realizar proyectos prácticos, tangibles y de acuerdo a normas estándar de calidad para resguardar la salud de los consumidores y posteriormente evaluar los productos finales, de manera que estos sean competitivos en sus atributos de calidad y seguridad.

### **Justificación**

El consumo de dulces y golosinas, que en general son importados, están elaborados en base a aditivos artificiales como ser edulcorantes, esencias, colorantes, conservantes y otros. Los pocos productos elaborados localmente tienen un alto grado de contaminación química y microbiológica. Ambos productos son perjudiciales para la salud, ya que el consumo de estos a la larga produce enfermedades como el cáncer, por lo que es necesario desarrollar nuevos productos naturales, inoos y nutritivos, sustitutos de dulces y golosinas, que no causen daño a la salud y tengan buenos atributos de calidad y seguridad.

En Chuquisaca y el resto del país se producen frutas y hortalizas que servirían de materia prima para los nuevos productos, lo que incentivaría su producción. El desarrollo de estos productos permitiría solucionar el problema de comercialización en temporada de cosecha, además de las pérdidas por descomposición. Los productos que se pretende desarrollar serían imperecederos.



Los nuevos productos aportarán vitaminas minerales, fibra y otros fitoquímicos. Se ha demostrado que el consumo de 5 o más raciones de frutas y hortalizas al día puede reducir la incidencia de cáncer, enfermedades del corazón y cerebrovasculares, diabetes, obesidad, osteoporosis, entre otras.

El proceso que se pretende desarrollar hará posible la disminución de costos, tiempo, contaminación, pérdidas por descomposición de las frutas y hortalizas de Chuquisaca, aportando de esta manera al desarrollo de las regiones productoras como son los Municipios de Padilla, el Villar, Alcalá y Villa Serrano y el Chaco en el Subandino de Chuquisaca y los municipios de Monteagudo, Muyupampa y Huacareta y el departamento en general. En cuanto a Cochabamba, se efectuara con las frutas y hortalizas del Trópico de Cochabamba Villa Tunari, Shinaota, Chimore, Ivirgarzama, Puerto Villarroel, Bulo Bulu y la Sub Alcaldía de San Francisco.

El presente proyecto permitirá determinar los parámetros y variables más importantes para el desarrollo de los nuevos productos. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio para determinar las variables óptimas para la deshidratación de frutas y hortalizas, de tal forma que con toda confianza y seguridad se pueda construir secadores industriales que permitan obtener productos inocuos con excelentes atributos de calidad y seguridad; además de incrementar la producción de frutas y hortalizas en el departamento, cubriendo de esta manera la demanda departamental, nacional y con posibilidades de exportación. Además, respondiendo así a una necesidad de la región, mostrando la interacción entre la universidad y la sociedad.

### **Objetivo general**

Desarrollar nuevos productos naturales inocuos y nutritivos, sustitutos de dulces y golosinas, de buen sabor, olor, textura, apariencia y no perecederos.

### **Objetivos específicos**

- Seleccionar las frutas y hortalizas adecuadas como materia prima para el desarrollo de los nuevos productos.
- Determinar el proceso para su elaboración
- Diseñar y construir los equipos principales.
- Fortalecer los laboratorios de las carreras relacionadas con los alimentos.

- 
- Determinar las variables más importantes en proceso de producción.
  - Aplicar análisis sensorial, químico y microbiológico a los nuevos productos.
  - Promover el consumo diario de cinco frutas y hortalizas de diferentes colores.
  - Realizar un diagnóstico de la materia prima disponible en los municipios determinados de los departamentos y la caracterización fisicoquímica de los productos locales seleccionados.
  - Realizar la transferencia tecnológica de los paquetes alimentario-nutricionales desarrollados al sector productivo empresarial.

### **Hipótesis de trabajo**

La aplicación de conocimientos técnico científicos, en el procesamiento de los alimentos, análisis sensorial y diseño experimental permitirán desarrollar los nuevos productos naturales inocuos sustitutos de golosinas y dulces, de manera que estos sean competitivos en el mercado y cubran los requerimientos nutricionales de la alimentación complementaria.

### **Resultados a alcanzar**

- Ofrecer productos alternativos para resguardar la salud de los niños, principales consumidores de golosinas.
  - Fortalecer los laboratorios de la Facultad de Tecnología con los equipos construidos.
  - Conocer y manejar las variables óptimas para el desarrollo de los nuevos productos.
  - Incentivar el desarrollo de otros nuevos productos inocuos.
  - Demostrar que con la innovación tecnológica se puede desarrollar nuevos productos, incrementando de esta forma la producción en el departamento y el país.
  - Desarrollado productos innovadores sustitutos de dulces y golosinas.
  - Disponer de productos naturales inocuos y con buenos atributos de calidad y seguridad.
  - Mostrar en la práctica el camino a seguir para el desarrollo de nuevos productos.
  - Las variables determinadas permitirán el diseño y construcción de un secador a nivel industrial.
  - Incrementar la producción las frutas y hortalizas.
  - Incentivar la creación de nuevas industrias.
  - Dar mayor valor agregado a los productos naturales.
  - Mostrar en la práctica que es posible desarrollar nuevos productos competitivos procesados bajo normas estrictas de calidad.
- 



## Metodología

Las actividades generales a desarrollarse en la metodología son:

- a. Sistematización de los trabajos sobre la industrialización de frutas y hortalizas
- b. Selección de materias primas para el desarrollo de los productos.
- c. Diseñar el proceso óptimo para la elaboración de los productos.
- d. Diseñar y construir los equipos principales.
- e. Pruebas preliminares
- f. Determinación de las variables óptimas para el desarrollo de los productos
- g. Diseño del análisis sensorial y experimental para determinar las variables óptimas del proceso
- h. Análisis físico, químico y microbiológico de los productos
- i. Caracterización de los productos desarrollados
- j. Transferir la tecnología de los paquetes alimentario-nutricionales desarrollados, al sector productivo empresarial para su participación de las convocatorias municipales.
- k. Conclusiones
- l. Difusión del proyecto

## Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados

**Información actualizada.** Las instituciones públicas tendrán acceso a la información generada con el proyecto referente al desarrollo de nuevos productos naturales, inocuos y competitivos en el mercado.

**Económico y social.** La población en general tendrá conocimiento pleno de los peligros para su salud al consumir productos elaborados con contaminantes químicos y microbiológicos. Asimismo, tendrá la posibilidad de consumir productos con certificado de calidad.

**Tecnológico.** La implementación de los equipos empleados en la investigación permitirá capacitar y transferir el conocimiento tecnológico al sector empresarial que quiera invertir en la industrialización de frutas y hortalizas de manera que se obtenga productos naturales, inocuos y que cumplan los atributos de calidad y seguridad que exigen las normas alimentarias.

Implementar un deshidratador de aire caliente construido en acero inoxidable para laboratorios de las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería de Alimentos, Industrias de la Alimentación y Química Industrial, con el objeto de realizar estudios e investigación de secado, que facilitará la enseñanza-aprendizaje en un área de especial importancia en ingeniería de alimentos de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Presupuesto

Concepto		Unidad	Total Bs. CHUQUISACA	Total Bs. COCHABAMBA
Selección de materias prima (consultoría)		global	2,500.00	2,500.00
Caracterización de materias primas (consultoría)		global	8,000.00	8,000.00
Diseño del proceso óptimo para la elaboración de los productos (investigación)		global	9,000.00	9,000.00
Equipos requeridos en el proceso:	Rebanadora de frutas	global	12,000.00	12,000.00
	Extractor de jugo de frutas	global	8,000.00	8,000.00
	Evaporador	global	15,000.00	
	Horno de secado	global	10,000.00	
	Caldero	global	18,000.00	
	Bandejas para producción de cueritos	global	1,800.00	
Desarrollo de un programa de educación alimentaria nutricional para municipios representativos de cada eco región (consultoría).		global	4,000.00	4,000.00
Determinación de las variables óptimas para el desarrollo de los productos (Investigación- acción participativa)		global	10,000.00	10,000.00
Análisis sensorial de productos		global	9,000.00	9,000.00
Análisis físico químico y microbiológico de productos (cinco)		global	15,000.00	15,000.00
Caracterización de los productos desarrollados (consultoría)		global	5,000.00	5,000.00
Difusión del proyecto		global	2,000.00	2,000.00
Aporte propio		según detalle	19,000.00	10,000.00
<b>Total por Centro</b>			<b>148,300.00</b>	<b>94,500.00</b>

<b>TOTAL REQUERIDO Bs.</b>	<b>213,800.00</b>
----------------------------	-------------------

<b>TOTAL PRESUPUESTO Bs.</b>	<b>242,800.00</b>
------------------------------	-------------------



Actualmente la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias de Univalle cuenta con un deshidratador con aire caliente con las siguientes características: 0.65m<sup>3</sup>/seg, capacidad de absorción 80 kg/hora de agua, su temperatura máxima del aire es de 93°C, contando con 11 bandejas (0.35m<sup>2</sup>), acero inoxidable. Fue construido en instalaciones de la universidad, efectuándose el cálculo, diseño y montaje en las mismas instalaciones, que apoyaría la implementación en la Universidad de Chuquisaca.

Los alumnos podrán ser formados tanto en la teoría como en la práctica de manera coherente en el proceso de secado.

**Ambientales.** El desarrollo de las actividades de investigación no genera desechos tóxicos, más al contrario, contribuye a mantener un medio ambiente más saludable al posibilitar la implementación de un programa de reciclaje de aceites utilizados y desechados en los hogares y restaurantes de la ciudad de Sucre y Cochabamba, disminuyendo así la contaminación del agua y suelo.

**Impacto Económico – Social.** Mayor capacidad de producción de frutas y hortalizas, mejor aprovechamiento de la tierra, satisfaciendo de esta manera la demanda nacional. Introducir los equipos del nuevo proceso al mercado, para la deshidratación de frutas y hortalizas con buenos rendimientos. De acuerdo a las necesidades de los productores y consumidores. El proyecto constituye una experiencia fundamental para el desarrollo de productos de valor agregado, capaz de generar niveles de utilidad altamente expectables en el corto plazo.

#### **Unidad que introducirá el resultado**

Municipios de los departamentos donde se plantea la fase piloto del proyecto:

Chuquisaca: Ciudad de Sucre (escuelas fiscales)

Cochabamba: (escuelas fiscales de la localidad de Tiquipaya)

La Universidad USFX apoyará con sus docentes y el instituto ITA. La UNIVALLE apoyará también con sus docentes, investigadores junior y el laboratorio de Procesos Agroindustriales.

#### **Mercado para los resultados tangibles**

Inicialmente, los paquetes alimentario-nutricionales se elaborarán en escala piloto para satisfacer los requerimientos locales de las escuelas de municipios seleccionados. Este requerimiento incluye a las pequeñas empresas proveedoras del servicio de Desayuno Escolar. Por tanto, los productos cumplirán con los requisitos básicos de calidad y costo de dicho mercado.

## Cronograma de actividades y presupuesto

### Cronograma

Componente/Actividad	Meses para el desarrollo del proyecto											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
- Sistematización de los trabajos sobre la industrialización de frutas y hortalizas												
- Selección de materias primas para el desarrollo de los productos												
- Diseñar el proceso óptimo para la elaboración de los productos												
- Diseñar y construir los equipos principales												
- Pruebas Preliminares												
- Determinación de las variables óptimas para el desarrollo de los productos												
- Análisis microbiológico de los productos. Diseño del Análisis sensorial experimental para determinar las variables óptimas del proceso												
- Caracterización de los productos desarrollados												
- Conclusiones												
- Exposición de los productos y equipos construidos												

### Presupuesto global para los tres proyectos componentes

Concepto	Requerido	Aporte propio	Total Bs.
Mezclas para municipios de Cochabamba (CAPN UMSS)	617,490.00	273,600.00	891,090.00
Almendra Chiquitana (FCBC)	73,216.00	35,244.00	108,460.00
Sustitutos de golosinas (UASFX-UNIVALLE)	213,800.00	29,000.00	242,800.00
<b>Total Bs.</b>	<b>904,506.00</b>	<b>337,844.00</b>	<b>1,242,350.00</b>



## 2.2 Caracterización fitoquímica y de la producción, multiplicación, adaptación de variedades y concentración de compuestos de la stevia

### Instituciones participantes y su rol

- Universidad Autónoma Juan Misael Saracho UAJMS (Concentración de compuestos)
- Instituto de Investigaciones Químicas IIQ – UMSA (Caracterización físico química)
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Recursos Naturales IIAREN – UMSA (Adaptación de variedades y multiplicación en el Norte de La Paz y Chapare)
- Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF (Diagnóstico y caracterización)

### Estructura del programa

El programa de multiplicación, adaptación de variedades y concentración de compuestos de la stevia, está compuesto de tres proyectos ejecutados por tres universidades, con equipos de investigación que están relacionados y trabajan coordinadamente a nivel nacional. Los proyectos presentados a continuación pueden ser aplicados por productores, así como por el sector empresarial.

Los proyectos que componen el programa son:

- Caracterización fitoquímica y biológica de metabolitos secundarios de la stevia y situación actual de su producción y transformación en Bolivia (Universidad Mayor de San Andrés y Universidad Autónoma Juan Misael Saracho).
- Producción de material vegetal de alta calidad genética de stevia (*stevia rebaudiana bert*) para las tierras bajas de los departamentos de La Paz y Cochabamba (IIAREN UMSA)
- Concentración de la stevia a escala de Laboratorio (Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de Tarija).

### Investigadores principales

José Ernesto Auad Aguirre – UAJMS

Marcela Melgarejo, IIQ UMSA

### Equipo de investigación

Ing. Jorge Tejerina Oller, UAJMS

Ing. Ramiro Mendoza, IIAREN UMSA

Ing. Juan Carlos Sagredo Vaca, INIAF



### **2.2.1 Proyecto componente**

Caracterización fitoquímica y biológica de metabolitos secundarios de la stevia y situación actual de su producción y transformación en Bolivia.

---

#### **Planteamiento del tema**

En el momento actual, en el que todo el mundo mira a los productos naturales como una alternativa de alimentación sana, nos vemos en la necesidad de estudiar las hojas de esta planta. La stevia rebaudiana que crece en regiones húmedas con suelos franco arcillosos como los de Santa Cruz, Yacuiba, Bermejo y otros del país.

Esta planta es usada como edulcorante natural no calórico, recomendada para personas diabéticas y personas obesas. Por referencias bibliográficas se conoce que tiene muchas propiedades beneficiosas: digestiva, antibacteriana, diurética, antiácida y cardiotónica, antioxidante, desintoxicante, cosmética y antidiabética.

En el país se viene desarrollando desde hace varios años un esfuerzo conjunto de personas interesadas en este producto, como la CASTEBOL (Cámara Boliviana de la stevia), quienes vienen desarrollando especies criollas de stevia y están en contacto directo con Paraguay como soporte técnico.

El desarrollo de productos derivados de esta hierba dulce, no está bien cuantificado en el país, aunque esta cámara está promoviendo su expansión y formando a los interesados en todo el país con el apoyo de expertos de Paraguay.

Lo anteriormente mencionado muestra el interés desarrollado por esta hierba dulce y los esfuerzos que se están realizando para desarrollar los aspectos más importantes del manejo agrícola. Se están definiendo los productos a fabricar, aunque aún no existen datos al respecto.

#### **Justificación**

En el país se adoptaron y adaptaron los resultados obtenidos en Paraguay y otros países como Brasil para comercializar los productos derivados de la stevia. No se han encontrado estudios propios que determinen características esenciales que permitan definir la calidad de nuestra hierba dulce, por lo que es de imperiosa necesidad, realizar muestreos en los diferentes lugares donde se están desarrollando cultivos de stevia para determinar los contenidos de los



glicosidos esenciales y de interés, como lo son el Esteviósido y el Rebaudiósido A, que son los responsables de las características más aceptadas de este azúcar natural. No se encontró ninguna fuente que indique las proporciones de estos elementos y la importancia para su industrialización, pues con contenidos menores del 10% en Esteviósido, se considera que no es rentable ninguna inversión para cristalizar sus componentes dulces. Por tanto, es necesario tener una caracterización mínima de la producción a nivel nacional, las extensiones del cultivo y sus rendimientos culturales para determinar la factibilidad de una inversión en este rubro.

### **Objetivo general**

Determinar el estado del arte en investigación y desarrollo tecnológico de la producción y transformación de la stevia para diseñar estrategias de investigación colaborativa para solucionar los problemas identificados en el sector.

### **Objetivos específicos**

- Actualizar la información disponible de investigación en stevia.
- Cuantificar las áreas y la producción de stevia a nivel nacional y por regiones.
- Caracterizar la stevia en el contexto nacional.
- Caracterizar el sistema de producción y sus componentes.
- Describir el nivel de desarrollo de las tecnologías de transformación de la hoja de stevia en Bolivia.
- Determinar los costos de inversión mínima requerida para un emprendimiento de cristalización o transformación de la stevia que sea rentable.

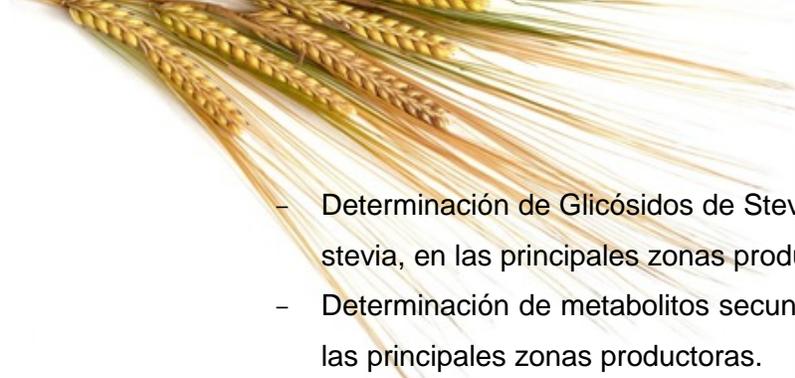
### **Hipótesis de trabajo**

Existen zonas productoras con diversos grados de potencial para la producción y transformación de la stevia.

Existen alternativas tecnológicas adecuadas para la transformación de la producción de la stevia con las características de calidad e inocuidad que exige el mercado.

### **Resultados a alcanzar**

- Bibliografía actualizada disponible sobre investigación y producción de Stevia en Bolivia.
- Análisis del actual estado del arte de la investigación, producción y procesamiento de la Stevia.
- Mapeo de zonas de producción.
- Descripción de las técnicas utilizadas actualmente por la industria nacional para la transformación de la stevia.

- 
- Determinación de Glicósidos de Steviol en hojas y edulcorantes comerciales en base de stevia, en las principales zonas productoras.
  - Determinación de metabolitos secundarios y análisis proximal de muestras de stevia en las principales zonas productoras.

### **Metodología**

La descripción de la situación se hará en las principales zonas productoras actuales, trópico de Cochabamba, chaco de Santa Cruz y Tarija, y norte de La Paz, en coordinación con las organizaciones de productores y proyectos vigentes para la toma de muestras. Por otra parte, se organizarán entrevistas estructuradas a nivel de la industria de la stevia y se coordinará la caracterización físico-química de los steviósidos por zona productora con el IIQ de la UMSA.

### **Análisis fitoquímico, biológico y bromatológico (a cargo del IIQ)**

La caracterización de las muestras de stevia requiere los siguientes análisis:

- o Análisis fitoquímico y biológico de los metabolitos secundarios de la *stevia s.p.*
- o Separación y cuantificación de los glicósidos de steviol.
- o Elucidación estructural de los glicósidos de steviol.
- o Determinación de la actividad antibacteriana de los glicósidos de steviol.
- o Determinación de la actividad antioxidante de los glicósidos de steviol.
- o Determinación de la actividad anticolinesterasa de los glicósidos de steviol.

### **Análisis bromatológico de la stevia s.p.**

- Determinación de proteínas.
- Determinación de grasa total.
- Determinación de carbohidratos.
- Determinación de cenizas.

### **Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados**

Se esperan impactos sociales y económicos positivos por la utilización de datos actualizados para la toma oportuna de decisiones.

### **Unidad que introducirá el resultado**

El equipo de investigadores divulgará los resultados en foros académicos y productivos; además de publicar la información obtenida en varios formatos, a través de publicaciones periódicas y medios de difusión digital, como el INFOCYT.

## Requerimientos para la introducción de resultados

Se requiere coordinar con actores del sistema productivo y de transformación, como el Ministerio de Producción, los productores organizados, las empresas transformadoras y otros investigadores del sector. Se tienen las herramientas básicas para la coordinación dentro del equipo de investigadores de la RNIA, a través de herramientas como el INFOCYT y se espera formalizar acuerdos formales.

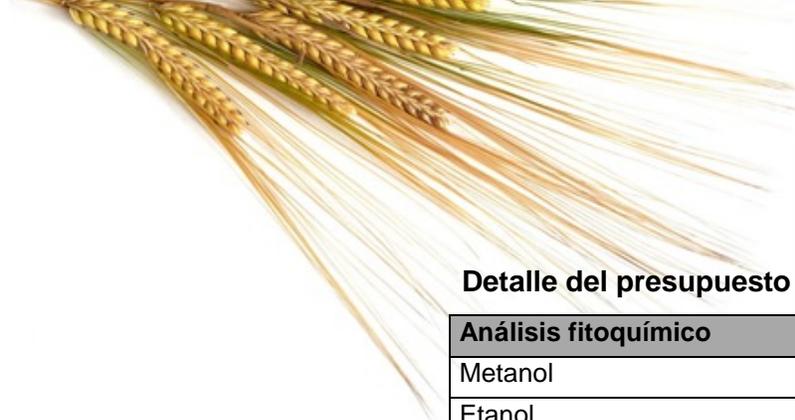
## Cronograma de actividades y presupuesto

### Cronograma

Actividad	abril – junio	julio – sept.	oct – dic
Investigación bibliográfica			
Contacto con productores y organizaciones productoras			
Contacto con empresas transformadoras			
Contactos con comercializadores			
Toma de muestras en zonas productoras			
Análisis de las muestras			
Elaboración y presentación del informe			

### Presupuesto

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (Bs.)	Requerido	Aporte Propio	Total Bs.
Viaje a 4 zonas+	8	1400	11200		11,200.00
Toma de muestras	5	45	225		225.00
Análisis fitoquímico	sg detalle IIQ				160,000.00
Análisis bromatológico	sg detalle IIQ				60,000.00
Otros consumibles:	sg detalle IIQ				120,000.00
Equipos	sg detalle IIQ				280,000.00
Hojas	500	0.09		45	45.00
Tinta	2	175		350	350.00
Presentación	5	50		250	250.00
Comunicación	3	1840		5520	5,520.00
Exposición resultados	1	500		500	500.00
<b>Total Bs.</b>			<b>11,425.00</b>	<b>6,665.00</b>	<b>638,090.00</b>



### Detalle del presupuesto para análisis (según IIQ UMSA)

<b>Análisis fitoquímico</b>	<b>160000</b>
Metanol	30000
Etanol	10000
Otros solventes	30000
Solventes deuterados	20000
Otros reactivos orgánicos para antioxidantes	30000
Cepas ATCC y medios de cultivo	15000
Reactivos para anticolinesterasa	25000
<b>Análisis bromatológico</b>	<b>60000</b>
Reactivos para ensayos de macronutrientes	35000
Reactivos para ensayos de micronutrientes	25000
<b>Otros consumibles:</b>	<b>120000</b>
Dos columnas para HPLC	40000
Ocho Celdas de cuarzo	30000
Solventes grado HPLC	30000
Material de vidrio	20000
<b>Equipos</b>	<b>280000</b>
Un rotaevaporador	130000
Un espectrofotómetro	150000
<b>TOTAL</b>	<b>620000</b>

### Bibliografía

- CASTEBOL 2012, Cámara de la stevia Bolivia. Convenio de Cooperación Técnica e intercambio de experiencias. Disponible en Blog: <http://steviasantacruz.blogspot.com>



### **2.2.2 Proyecto componente**

Producción de material vegetal de alta calidad genética de stevia (*stevia rebaudiana bertonii*), para las tierras bajas de los departamentos de La Paz y Cochabamba (IIAREN-UMSA)

---

#### **Planteamiento del tema**

La stevia es un cultivo que desde hace aproximadamente 16 años se introdujo en los yungas de La Paz, con material vegetal proveniente del Paraguay, con el propósito de sustitución del cultivo de coca, por el aprovechamiento de las hojas y el número de cosechas por año.

No se tomaron en cuenta muchas variables en el proceso de introducción, como la calidad genética del material vegetal, la variabilidad genética en la reproducción de nuevos plantines, los agricultores cosechaban la semilla y la sembraban, llegando a tener plantaciones técnicamente no adecuadas. En ese entonces las autoridades locales gustaron de la idea pero no apoyaron institucionalmente este tipo de emprendimiento; por lo tanto, faltó apoyo técnico y capacitación. La producción no tenía un mercado estable, solo venían personas a realizar compras esporádicas.

No se tomaba en cuenta la concentración de steviosida en las hojas, la implementación de las parcelas se fueron dando en forma indiscriminada y sin un manejo técnico ni asistencia técnica, sin el manejo adecuado del material genético, (vía sexual utilizando semilla local). Cuando se realizaron las primeras pruebas de homogenización del cultivo, se realizaron trabajos de investigación (UMSA Facultad de Agronomía) sobre el manejo del cultivo y pruebas de propagación vía asexual de plantines sobresalientes de la parcela.

#### **Justificación**

La producción está muy dispersa en pequeñas superficies por lo que se dificulta el acopio de hoja en toda la zona de los yungas de La Paz. Lamentablemente se tomaron como fuentes de material genético las zonas antiguas de plantación y eso multiplica el problema de la calidad de la hoja y el contenido de steviosido.

En Bolivia se cuenta con menos de 120 ha. de stevia y con dudosa calidad genética del material de propagación. Sin embargo, existen empresas que están apostando en la implementación de variedades mejoradas importadas de otros países, que desean incursionar con nuevas variedades, pero las características agroecológicas de producción no son las mismas, (altitud, radiación solar, horas luz, humedad precipitación pluvial distribución de la



precipitación, otros), por lo que se tiene que introducir estas nuevas variedades y valorar estos cultivos en su contenido de steviosida vs. las condiciones edafoclimáticas.

El rendimiento no sobrepasa los 1500 kg/ha año con 3 a 6 cortes anuales y no se conoce con exactitud el contenido de steviosido. Estos son los temas a investigar para dar respuestas concretas y precisas.

### **Objetivo general**

Producir material vegetal de alta calidad genética como eje fundamental de la cadena agroalimentaria de la stevia (*stevia rebaudiana bertonii*) para las tierras bajas de los departamentos de La Paz y Cochabamba.

### **Objetivos específicos**

- Realizar trabajos de introducción de nuevos ecotipos y variedades de stevia en las diferentes regiones productoras.
- Caracterizar agrónomicamente el material vegetal sobresaliente existente en la zona productiva de Bolivia, identificando a los individuos sobresalientes adaptados a las eco-regiones de La Paz y Cochabamba.
- Establecer, en base a los laboratorios de las universidades, unidades certificadas especializadas con protocolos validados de análisis que apoyen a los productores dentro de la cadena agroalimentaria.
- Generar protocolos de obtención de material vegetal in-vitro de alta calidad genética con adecuado contenido de steviosido en los laboratorios de las universidades involucradas.
- Producir plantines de alta calidad genética destinada a los agricultores y productores locales.

### **Hipótesis de trabajo**

La calidad del cultivo de la stevia es heterogénea debido al manejo poco adecuado del material genético en las parcelas de producción del agricultor, siendo un cultivo potencial para las tierras bajas de los departamentos de La Paz y Cochabamba, donde existen condiciones ambientales, sociales y económicas favorables para su producción.

### **Resultados a alcanzar**

- Introducción de variedades de stevia adaptadas a las condiciones del norte de La Paz y del trópico húmedo de Cochabamba.

- 
- Caracterizar ecotipos sobresalientes locales de buena productividad e implementar el banco de clones de la stevia.
  - Generar descriptores agronómicos de las variedades introducidas y los ecotipos locales
  - Implementación de laboratorios de micro-propagación de las variedades recomendadas de stevia.
  - Producción de plantines de stevia de alta calidad genética para parcelas demostrativas a nivel piloto.

### **Metodología**

El proyecto se desarrollará con la participación de la Universidad Mayor de San Andrés y la Universidad Mayor de San Simón, con el apoyo del Vice ministerio de Ciencia y Tecnología y miembros de la RNIA.

El enfoque metodológico se basa en una secuencia de actividades experimentales en áreas representativas de las zonas potenciales para producción de stevia en el Norte de La Paz y Cochabamba, a partir de la introducción de variedades y ecotipos, para continuar con la selección y la multiplicación in vitro del material sobresaliente, hasta la fase piloto de establecimiento de viveros y parcelas demostrativas en coordinación con los productores organizados.

### **Ubicación**

El proyecto, en el departamento de La Paz, se ubicará en los predios de la Facultad de Agronomía de la UMSA, en la Estación Experimental de Sapecho Provincia Sud Yungas Alto Beni, los laboratorios de Biotecnología en la ciudad de La Paz Provincia Murillo, y el laboratorio de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria de Viacha.

En el Departamento de Cochabamba, se localizará en el Valle del Sajta (Chapare) y en los laboratorios de biotecnología de la Facultad de Agronomía.

### **Desarrollo del componente: Introducción de nuevas variedades**

De acuerdo al proyecto marco, cinco variedades del material vegetal serán canalizados por el Instituto de Investigación Agrícolas “El Vallecito”, dependiente de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno de Santa Cruz. En forma paralela se introducirán otras 3 variedades provenientes del convenio con la Universidad Nacional del Paraguay de San Lorenzo.

Se elaborará un protocolo de investigación única para todos los pisos ecológicos, que intervienen en el proyecto. Los sub proyectos a desarrollar son:

- Caracterización agronómica del cultivo en 2 diferentes pisos ecológicos del Alto Beni, la Provincia Caranavi y la zona del Chapare en Cochabamba.
- Evaluación de la adaptabilidad de las variedades en estudio en las zonas establecidas.
- Evaluación de la respuesta de las variedades ante las variables de densidad de siembra, fertilización y sistemas de producción.

#### Sub proyectos a desarrollar

No	DESCRIPCIÓN	No.TESISTAS	TEMPORALIDAD	PRODUCTO
01	Caracterización agronómica del cultivo en dos diferentes pisos ecológicos del Alto Beni y la Provincia Caranavi. Y en el Chapare	Dos tesistas por lugar. Alto Beni Caranavi Valle del Sajta	TRES CICLOS ANUALES DE EVALUACIÓN	Caracterización agronómica de las variedades en estudio en el primer año de ejecución.
02	Evaluación de la adaptabilidad del cultivo en dos diferentes pisos ecológicos del Alto Beni y la Provincia Caranavi y en el Chapare	Dos tesistas por lugar. Alto Beni Caranavi Valle del Sajta	TRES CICLOS ANUALES DE EVALUACIÓN	Matrices de adaptabilidad que permitan tomar decisiones para la evaluación de productividad y rendimientos de las variedades promisorias.
03	Respuesta de las variedades ante las variables de densidad de siembra, fertilización y sistemas de producción	Dos tesistas por lugar. Alto Beni Caranavi Valle del Sajta	TRES CICLOS ANUALES DE EVALUACIÓN	Matrices de rendimiento que permitan tomar decisiones para la evaluación de productividad y rendimientos de las variedades promisorias.
04	Sistematización de la información obtenida en campo para su análisis e inferencia.	Dos investigadores y un tesista por año.	TRES CICLOS ANUALES DE EVALUACIÓN	Nómina de variedades promisorias adaptadas a cada ecoregión

#### Material vegetal local sobresaliente

El primer trabajo será el mapeo, caracterización y recolección de muestras de material genético élite de las diferentes plantaciones existentes en toda el área de estudio, donde se realizará la caracterización de los individuos de acuerdo a los descriptores existentes del cultivo. En forma paralela se realizará la caracterización agronómica, productiva y de rendimiento. Este trabajo será realizado con un equipo multidisciplinario de estudiantes tesistas de la facultad de



Agronomía, Ciencias puras y naturales, Ingeniería Industrial, el cual presentará los siguientes productos:

1. Identificación de individuos élitos locales.
2. Cuadro de rendimiento y productibilidad del contenido de steviosida.
3. Obtención de plantines vía vegetativa reproducción vegetativa convencional.
4. Generar protocolos de producción in vitro de plantines de stevia.
5. Implementación del banco de clones en la E. E. de Sapecho.

De manera paralela, en los distintos laboratorios de las facultades involucradas, se desarrollarán protocolos de análisis, evaluación y valoración que apoyen el proceso productivo de la stevia. Dichos laboratorios se convertirán en el brazo científico-tecnológico que apoye a los productores dentro de la cadena agroalimentaria de la stevia.

### **Fase productiva**

De acuerdo a la metodología del presente proyecto, en los laboratorios de biotecnología de la ciudad de La Paz, se obtendrá la primera fase de plantines por micro propagación, los cuales serán enviados en condiciones controladas para la liberación en vivero en la E.E. Sapecho. En la E.E. de Sapecho se destinará 1ha para el Proyecto de stevia.

De acuerdo al protocolo de producción, la propuesta se distribuirá de la siguiente manera:

- Un área civil destinada a una oficina, depósito y laboratorio (vivero de adaptación de vitroplantas).
- Vivero de vitroplantas (área acondicionada para el desarrollo de plantas en vivero).
- Albitanas de propagación vegetativa.
- Área de vivero en general con capacidad de 120.000 plantines.
- Banco de clones.

Para el logro de los objetivos, cada universidad pondrá en funcionamiento el vivero de producción de plantines de stevia destinado a proveer de material genético a los productores de la zona en parcelas demostrativas y a validar el material con mejores rendimientos. En posteriores fases, se ampliará el área de cultivo con el material sobresaliente para implementar las plantas industriales del aprovechamiento de la stevia.

### Requisitos edafoclimáticos

Precipitación pluvial	Precipitación pluvial entre 1500 a 1700 mm	No resiste periodos de sequía (influye en la aparición de hojas), preferentemente suelos que tenga buena capacidad de retención de humedad. Por las características estacionarias de precipitación en las zonas de Caranavi y Alto Beni se recomienda tomar en cuenta un sistema de riego.
Temperatura	Temperatura mínima 13°C siendo ideal entre los 18 y 34 °C. Resiste y prospera hasta los 43°C	Bastante resistente a las bajas temperaturas, aunque el crecimiento es menos vigoroso en el período invernal que en otras estaciones. La temperatura óptima para la germinación de la semilla es de 20° C. En temperaturas altas, se observa que las plantas son sensibles al calor, produciéndose retorcimiento en los brotes terminales de las hojas picos, reponiéndose a medida que baja la temperatura. Temperaturas entre los 5 y 15°C no matan la planta pero inhiben o detiene su desarrollo foliar. Temperaturas inferiores a los 5°C matan a la planta (heladas).
Luminosidad	Alta	Requiere una alta luminosidad (por lo que se requiere ralea el monte (no rozarlo por completo).
Suelos	franco arenoso o franco arcillosos con pH entre 5.5 y 7.5	
Altitud	0 a 1500 msnm	En alturas mayores, disminuye su potencial productivo.

### Técnicas de propagación

Se implementará y adecuará el protocolo de producción de vitroplantines (Micro propagación In vitro), en los laboratorios de la ciudad de La Paz. Esta técnica requiere un proceso especial para el establecimiento y adaptación al campo. Se reciben los plantines muy pequeños a raíz desnuda.

En base a trabajos realizados (Peralta, 2007) se realizará la adaptación en vivero, considerando que el porcentaje de prendimiento es bajo a pesar de que se apliquen todos los cuidados para aclimatarlos y llevarlos a los campos definitivos.

Propagación por esquejes. De acuerdo a la experiencia del productor local y de la facultad, es la más recomendada para este cultivo (mientras no se tenga un protocolo de producción de plantines invitro), pues se obtendrá una plantación uniforme con exactas características de las plantas madre.



Producción de esquejes. Es necesario implementar el banco de clones de stevia en la E.E. de Sapecho con las variedades introducidas y la selección de especies elite, locales. Para la producción de esquejes se procede de la siguiente forma:

- Después de 30 a 40 días de iniciado el cultivo en el vivero se procede a cortar las plantas de 7 a 10 cm. del suelo.
- A los 60 días del corte se observa brotes laterales (esquejes), estas ramas laterales cuando tienen 8 cm. de largo y un mínimo de 4 pares de hojas, están listos para ser sembrados en vivero.
- Utilizar esquejes terminales y sub terminales de 10 cm (3 – 4 nudos) antes que la planta madre haya emitido botones florales.
- Construcciones de camas de propagación en túneles con plástico transparente de 120 a 150 micras de espesor.
- La profundidad de siembra del esqueje no debe ser menor a 3 cm y no quitar las hojas ya que propician mejor enrizamiento.
- Humedecer previamente el sustrato a capacidad de campo, luego los esquejes son regados en forma abundante.
- Transcurridos los 20 días se procede a retirar en forma lenta los extremos del túnel (plástico) de manera que se disipe lentamente la humedad y los esquejes se adapten al medio ambiente normal, hasta los 60 días cuando se retire totalmente la cubierta. Los esquejes serán sembrados en las camas preparadas del vivero a distancias de 3 x 3 cm.
- Los esquejes previamente enraizados serán llevados al campo definitivo con su respectivo terrón evitando roturas de hojas y raíces. En el caso que las lluvias sean insuficientes se recurrirá al riego por aspersor o mochila.
- Para la plantación final, se entregarán a los productores los esquejes enraizados y las plántulas para que se proceda a la plantación en terreno definitivo.

### **Ciclos de la stevia**

Para obtener una producción racional se tiene que tomar en cuenta los diferentes ciclos de producción en la zona o región. Se presentan los siguientes ciclos:

El primer ciclo se inicia en septiembre, ciclo más importante en el que se inicia la primavera y termina en diciembre, que nos da la cosecha principal de hojas (40%). Este corte puede ir hasta el 15 de enero.

El segundo ciclo es en Enero, en este mes se inicia el ciclo que es también importante en producción de hojas (35%).

El tercero es en abril. El crecimiento de invierno y la producción esperada es de sólo un 15 % de hoja, pero es un buen inicio para la extracción de esquejes y producción de plantines.

El cuarto es en junio: Ciclo propiamente de invierno, 10% de la producción de hojas.

Para la producción de plantines se tiene que tomar en cuenta que la época recomendada para el trasplante es de abril a agosto y un poco de setiembre. Como ya se mencionó, los plantines tardan en almácigos, alrededor de los 60 días en verano y 30 días en invierno.

### **Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados**

De acuerdo a las características productivas de la zona, el cultivo de la stevia es una alternativa real para el desarrollo de la zona en lugar del cultivo de la hoja de coca, por el número de cosechas por año y el precio de venta como materia prima.

La introducción de nuevas variedades con alto rendimiento permitirá aumentar la productividad por unidad de superficie, incidiendo en forma directa sobre el incremento de los ingresos de las familias productoras. El aumento de ingresos producto de la sostenibilidad de este cultivo permitirá bajas tasas de migración, fortalecimiento de núcleo familiar, pues la labor se eminentemente familiar, con implementación de tecnología apropiada.

### **Unidad que introducirá el resultado**

Para el desarrollo del presente proyecto, se requiere el siguiente equipo:

<b>No.</b>	<b>CARGO</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	Responsable del proyecto	1
2	Responsables de actividades	3
3	Profesionales	5
4	Tesistas o trabajos dirigidos	34
5	Técnicos superiores	4
6	Obreros o trabajadores de campo	7

### **Componentes del proyecto por tiempo y equipo requerido**

<b>Componente del proyecto</b>	<b>Tiempo (años)</b>	<b>Responsable de actividad</b>	<b>Profesional ingeniero</b>	<b>Tesista o trabajo dirigido por (año)</b>	<b>Técnico</b>	<b>Obrero</b>
Introducción de variedades	2	1	1	12	1	0
Evaluación de material local	1		1	6	1	2
Producción in vitro	3		1	6	1	1
Producción vivero	3	1	1	8	1	4
Laboratorio	3	1	1	2		
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>7</b>

### Requerimientos para la introducción de resultados

Recursos para la implementación de 1ha de vivero de producción de plantines de stevia.

Recursos para la implementación del banco de clones de stevia.

Recursos para la implementación, insumos, reactivos, otros para el funcionamiento del laboratorio de micro-propagación.

Coordinación con otros actores de los sectores: gubernamental, otras universidades e institutos de investigación y productores organizados.

### Mercado para los resultados tangibles

Existe alta demanda de material de calidad genética uniforme y adaptada a las condiciones de las zonas productoras. En la actualidad, existe demanda de materia prima de stevia, más aún cuando el gobierno está construyendo una planta de producción de stevia en polvo y sus derivados. Además, el mercado de producto terminado a nivel nacional e internacional está incrementándose en forma exponencial.

### Cronograma de actividades y presupuesto.

Cronograma 2013– 2014

No.	Actividad	2013												2014											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Inicio del Proyecto																								
2	Introducción de variedades																								
3	Selección de Indiv. Locales Sobresalientes.																								
4	Banco de clones																								
5	Producción de plantines In vitro																								
6	Producción vía esquejes																								
7	Días de campo para productores																								
8	Retro alimentación y coord. interna																								

## Presupuesto

### Introducción de material genético

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (Bs.)	Requerido	Aporte Propio UMSA	Total Bs.
Compra de material vegetal externo	10	800	8,000		8,000
Insumos agrícolas	1	5,600	5,600		5,600
Análisis de suelos	60	260	0	15,600	15,600
Análisis de aguas	30	80	0	2,400	2,400
Otros análisis	1	5,600	0	5,600	5,600
Insumos para laboratorio	1	12,000	12,000		12,000
Estipendios	1	16,000	0	16,000	16,000
Responsable	12	11,040	0	132,480	132,480
Profesional Ingeniero	12	6,275	0	75,300	75,300
Técnico de campo	12	3,600	0	43,200	43,200
Tesistas	24	4,200	100,800		100,800
Transporte	1	20,000	20,000		20,000
Viáticos	1	46,000	0	46,000	46,000
Motocicleta	1	17,000	0	17,000	17,000
<b>Total Bs.</b>			<b>146,400.00</b>	<b>353,580.00</b>	<b>499,980.00</b>

### Evaluación de material local

Concepto	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Requerido	Aporte propio UMSA	Total Bs.
Compra de material vegetal local	10	200	2,000		2,000
Insumos agrícolas	1	3,600	3,600		3,600
Análisis de suelos	20	260		5,200	5,200
Análisis de aguas	15	80		1,200	1,200
Otros análisis	1	4,600		4,600	4,600
Insumos de Lab.	1	4,600	4,600		4,600
Estipendios	1	10,000	0	10,000	10,000
Responsable	12	11,040	0	132,480	132,480
Profesional Ingeniero	6	6,275	0	37,650	37,650
Técnico de campo	6	3,600	0	21,600	21,600
Tesistas	12	4,200	50,400		50,400
Transporte	1	8,000	8,000		8,000
Viáticos	1	16,000	0	16,000	16,000
Motocicleta	1	17,000	0	17,000	17,000
<b>Total Bs.</b>			<b>68,600.00</b>	<b>245,730.00</b>	<b>314,330.00</b>

Multiplicación in vitro

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (Bs.)	Requerido	Aporte Propio UMSA	Total Bs.
Compra de material vegetal local	10	200	2,000		2,000
Insumos laboratorio	1	15,800	15,800	0	15,800
Insumos análisis	1	4,600	4,600	0	4,600
Material de vidrio	1	16,400	16,400	0	16,400
Alquiler Equipos	1	160,000	160,000	0	160,000
Estipendios responsable	1	10,000	0	10,000	10,000
	9	11,040	0	99,360	99,360
Técnico de campo	9	3,600	32,400		32,400
Tesistas	6	4,200	25,200		25,200
Transporte	1	4,000	4,000		4,000
Viáticos	1	14,000	14,000	14,000	28,000
<b>Total Bs.</b>			<b>343,000.00</b>	<b>386,090.00</b>	<b>729,090.00</b>

Viveros y parcelas demostrativas

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (Bs.)	Requerido	Aporte Propio UMSA	Total Bs.
Terreno alquiler	24	600		14,400	14,400
Equipos y herramientas	1	16,000	16,000	0	16,000
Insumos análisis	1	4,600	4,600	0	4,600
Material fungible vivero	1	25,600	0	25,600	25,600
Tractor	1	12,000		12,000	12,000
Compra motocultor	1	85,000	85,000	0	85,000
Estipendios	1	12,000	0	12,000	12,000
Técnico de campo	12	3,600	0	43,200	43,200
Tesistas	8	4,200	33,600		33,600
Trabajadores de campo	6	8,000	0	48,000	48,000
Transporte	1	4,000	4,000		4,000
Viáticos	1	14,000	0	14,000	14,000
<b>Total Bs.</b>			<b>143,200.00</b>	<b>169,200.00</b>	<b>312,400.00</b>



## Bibliografía

- “Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de steviosido en cultivo de stevia (*stevia rebaudiana bertonii*)”. Pinaya Alberto 1996.
- “Niveles de fertilización orgánica en el cultivo de stevia (*stevia rebaudiana bertonii*), en la localidad de San Buenaventura”. Paja Tarqui, Gustavo 2000.
- “Evaluación agronómica de la stevia (*stevia rebaudiana, Bert.*) bajo tres niveles de fertilización nitrogenada en Los Yungas de La Paz”. Apaza Ana 2003.
- “Establecimiento de células en suspensión de stevia rebaudiana Bertoni”. Villanueva Gutiérrez, Evelyn Elizabeth 2004.
- “Efecto del tiempo de almacenamiento de la semilla en la reproducción de la stevia (*stevia rebaudiana bertonii*)” Valle Mamani, Wilfredo 2005.
- “Efecto de la fertilización con biol en el cultivo ecológico de stevia (*stevia rebaudiana*)”. Alanoca Colque, Silbia 2006.
- “Comportamiento agronómico de tres genotipos de *stevia rebaudiana* bajo ambiente protegido en el Altiplano”. Mamani Chipana, Franz Adalid 2007.
- “Adaptación de vitroplantas de stevia (*stevia rebaudiana*) a cuatro sustratos abonados bajo ambiente protegido”. Peralta Fernández, Patricia Leonor 2007.
- “Efecto del aporque y la densidad de plantación en dos cortes, en el rendimiento de la stevia (*stevia rebaudiana*) en la localidad de Campo Grande, Bermejo-Tarija”. Garay Chuquimia, Vicente 2007.
- “Aplicación de bioestimulantes orgánicos en la producción de plantas de Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*), en Alto Beni Sapecho”. Foronda Panozo, Gonzalo 2008).
- “Efecto de distintas dosis de abono orgánico líquido en el comportamiento agronómico de la stevia (*stevia rebaudiana bertonii*) en la región de Taipiplaya”. Vallejos Zarco, Hernán 2008.



### 2.2.3 Proyecto componente

Cristalización de la stevia a escala de laboratorio

---

#### Planteamiento del tema

La *stevia rebaudiana bertonii* es un arbusto originario del Paraguay y Brasil, conocido por los indígenas guaraníes y del Matto Grosso desde tiempos ancestrales, al que denominaban Ka'a He'e (hoja dulce o de miel). Este arbusto alcanza los 90 cm de altura y se caracteriza por tener las hojas de color verde brillante algo abellotadas, lanceoladas o elípticas y dentadas, en posición alterna, las cuales miden entre 3 y 5 cm de largo por 1,5 a 2 cm de ancho. Los tallos son pubescentes y rectos, mientras que las raíces filiformes son esencialmente superficiales y tienen suficiente fuerza vital para facilitar el rebrote de la planta.

Es una planta dioica cuyas flores son pequeñas, tubulares y de color blanco, sin fragancia perceptible. Se agrupan en panículas corimboides formadas por pequeños capítulos axilares que van creciendo poco a poco. Las abejas polinizan sus flores.

En nuestras latitudes no es habitual que dé frutos fértiles. Los frutos son aquenios dotados de un vilano que el viento transporta con facilidad. De todos modos, el mejor método de reproducción para su cultivo son los esquejes. El hábitat natural de esta planta son las regiones semiáridas como las de la región de la Cordillera de Amambay en Paraguay. En estado silvestre crece en terrenos arenosos, poco fértiles pero con un buen drenaje. Requiere días largos y mucho sol.

Europa tuvo su primer contacto con la hierba cuando, en el siglo XVI, los gobernantes españoles conocieron la “hierba dulce” usada por los nativos de Sudamérica. Los españoles la adoptaron como edulcorante para bebidas y otras golosinas, por lo que era conocida como “hierba dulce”. Sin embargo, no es hasta finales del siglo XIX que el botánico paraguayo Moisés Bertoni la clasifica en 1899. A pesar de la descripción de la planta por éste, la investigación y el uso comercial de la planta tuvo un comienzo lento.

Alrededor de 1908 se publicó la presencia de diversos edulcorantes en la stevia pero sólo fue posible cristalizar el esteviósido en 1931. Durante la Segunda Guerra Mundial, los aliados consideraron extraer el esteviósido comercialmente como una alternativa a los suministros de



azúcar que se estaban agotando. Desafortunadamente, en esa época la tecnología necesaria para la producción industrial no existía.

A causa de la restricción de edulcorantes artificiales, impuesta en Japón alrededor de 1970, la investigación en Japón para la comercialización y utilización del esteviósido progresó rápidamente. A lo largo de veinticinco años, los consumidores japoneses han usado el extracto de la planta como un edulcorante natural, no calórico y seguro. Es actualmente el edulcorante más utilizado en el mercado japonés y coreano. La producción comercial tiene lugar principalmente en Paraguay, Uruguay, América Central, Estados Unidos, Israel, Tailandia y China.

La stevia es un producto saludable debido a que sus hojas poseen una sustancia denominada esteviósido, lo que las hace que sean de 10 a 30 veces más dulces que el azúcar, en su estado vegetal. El sabor dulce se debe a los glicósidos de esteviol, principalmente al esteviósido y al rebaudiósido A y está constituida por una mezcla de por lo menos ocho glucósidos diterpénicos (el glucósido es una molécula obtenida por condensación entre dos monosacáridos, mientras que un terpeno es un lípido derivado del hidrocarburo isopreno que, purificado, es entre 100 hasta 300 veces más dulce que la sacarosa y que por sus características físico-químicas y toxicológicas permite su inclusión en la dieta humana para ser utilizada como un edulcorante dietético natural, sin efectos colaterales).

### **Justificación**

En las últimas décadas la sociedad ha cambiado sus hábitos alimenticios, reemplazando algunos alimentos ricos en grasas y carbohidratos por otros con menor contenido de los mismos. Debido a esta tendencia por parte de los consumidores, se han introducido en el mercado diferentes productos naturales y artificiales, los cuales poseen un sabor similar al de los azúcares, pero su aporte calórico es mucho menor y en algunos casos es nulo. Muchas de estas sustancias, al ser consumidas en exceso, son nocivas para la salud, por lo cual fueron prohibidas en muchas partes del mundo y actualmente buscan ser reemplazadas por endulzantes naturales que no sean potencialmente peligrosos para su consumo.

La stevia rebaudiana es una planta que crece en el norte Argentino, Sud y Sudeste de Bolivia, en Paraguay y Brasil. Antiguamente los Guaraníes la utilizaban para endulzar sus alimentos, de ahí proviene su nombre vulgar Kaá-heé o hierba dulce. Esta planta contiene en sus hojas una



serie de sustancias denominadas glucósidos, que se caracterizan por presentar un sabor que comparado con el del azúcar es entre 200 y 300 veces mayor.

Además de ser endulzantes, estos compuestos, presentan una serie de efectos beneficiosos para el organismo, debido a que pueden ser consumidos por personas diabéticas, ayudan a regular el azúcar en sangre, regulan la presión arterial, sirven para el cuidado facial, previenen el acné, reducen la acidez estomacal, previenen la aparición de caries, son estables a altas temperaturas y en un amplio rango de pH, no son cancerígenos, mutagénicos ni tienen efectos tóxicos, entre otros.

Los glucósidos presentes en la hoja, responsables del sabor dulce son esteviósido, rebaudiósido A, B, C, D, E y dulcósidos A y B, siendo los más abundantes esteviósido y rebaudiósido A. Además poseen los mejores atributos sensoriales como endulzantes.

En el contexto de estos antecedentes, se busca determinar a escala de laboratorio la viabilidad de obtener cristales de stevia, siguiendo un proceso en el cual no se empleen sustancias químicas que puedan afectar la salud de las personas, como base para el desarrollo de una planta a nivel piloto de producción de un edulcorante natural apto para diabéticos.

Se pretende analizar los distintos métodos existentes para la recuperación y purificación de los compuestos en mención, evaluando el estado del arte del tema, debido a que estas operaciones constituyen el corazón del proceso y determinarán la calidad final que tendrá el producto.

Una vez seleccionado el proceso que se considere apropiado, en base al análisis de las ventajas y desventajas de los métodos estudiados, se pretende analizar cómo afectan sobre el sistema las diferentes variables de trabajo para la obtención del producto deseado.

### **Objetivo general**

Determinar las condiciones de extracción y cristalización de los principios dulces de la stevia a escala de laboratorio.



### **Objetivos específicos**

- Realizar una sistematización de la información bibliográfica de los métodos de separación existentes para la extracción de los principios dulces de la stevia (glicosidos del steviol; esteviósido y rebaudiósido A).
- Seleccionar las variables de las condiciones de operación.
- Validar el proceso seleccionado para la extracción de los principios dulces de la stevia.
- Caracterizar la materia prima y producto obtenido.
- Análisis de la calidad del producto.
- Hipótesis de trabajo

Existen opciones tecnológicas para la concentración de compuestos de la stevia, acordes a los requerimientos de las empresas transformadoras en Bolivia.

### **Resultados a alcanzar**

Información bibliográfica sistematizada de los métodos de separación existentes para la extracción de los Glicósidos del Steviol; esteviósido y rebaudiósido A.

Variables seleccionadas de las condiciones de operación.

- Proceso seleccionado para la extracción de los principios dulces de la stevia.
- Materia prima caracterizada y producto transformado obtenido.
- Análisis de la calidad del producto disponible para las principales zonas productoras.

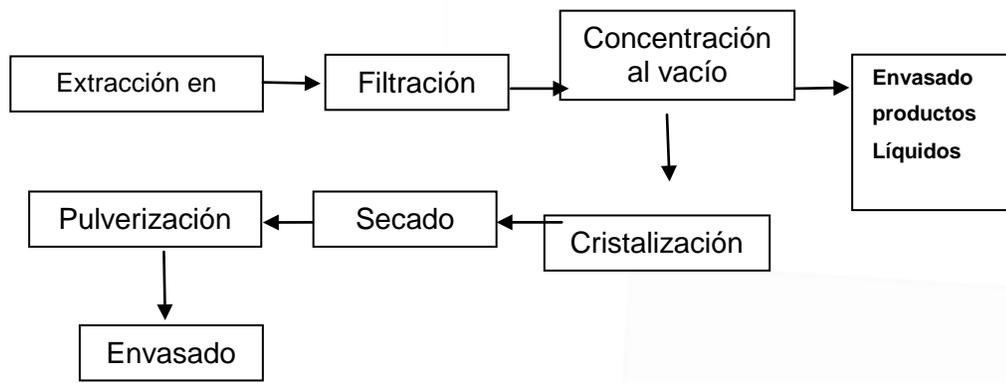
### **Metodología**

Para poder realizar la investigación propuesta se requerirá:

- Conformar un equipo de trabajo adecuado con personal que tenga conocimientos suficientes para el manejo exacto de las técnicas a utilizar, de modo que los resultados sean aceptables y puedan ser comparados con otros.
  - Investigar las técnicas existentes para la extracción de los Glicósidos del Steviol, especialmente los que utilizan medios acuosos, por considerarlos más inocuos para la salud humana.
  - Para la extracción y purificación de los principios endulzantes de la hoja de stevia, existen varios procesos aplicables a la industria, sin embargo en todos los casos el diagrama de flujo de proceso es el mismo (Kinghorn y Soejarto 1985). Este proceso se esquematiza en la Figura 2.
- 

- La materia prima seleccionada para la investigación, debe ser secada en el lugar de origen, debido a que este proceso debe realizarse en las veinticuatro horas siguientes a la recolección.
- Realizar el análisis para determinar el contenido inicial y final de los principios dulces de interés.
- Determinar los análisis posteriores que se realizarán al producto obtenido, para determinar su calidad.

Figura 2. “Diagrama de flujo general del proceso de producción de stevia”



### **Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados**

Se esperan impactos económicos directos por las alternativas tecnológicas para el procesamiento de stevia, con información propia que permitirá precisar costos y rentabilidad.

### **Unidad que introducirá el resultado**

El mismo equipo de investigadores que difundirá los resultados al sector productivo y empresarial en diferentes eventos y formatos.

### **Requerimientos para la introducción de resultados**

Se necesita coordinar con otros actores de la cadena productiva para precisar el tipo de proceso más adecuado a las condiciones de las zonas productivas y las empresas que procesan stevia.

### **Mercado para los resultados tangibles**

Existe una alta demanda de desarrollo tecnológico para obtener procesos que garanticen un producto de calidad de acuerdo a la demanda.

## Cronograma de actividades y presupuesto

Cronograma 2013

Actividad	abril – junio	julio – sept.	oct – dic.
Sistematización de la información bibliográfica			
Contacto con productores y organizaciones			
Viajes para toma de muestras			
Análisis de las muestras			
Ensayos experimentales			
Elaboración y presentación del informe			

### Presupuesto

Concepto	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Requerido	Aporte propio	Total Bs.
Viaje a 3 zonas, dos personas	4	800	3200		3,200.00
Toma de muestras materia prima	9	45	405		405.00
Análisis de muestras según norma (5 determinaciones/muestra*	45	350	15750		15,750.00
Material de escritorio	Global	700		700	700.00
Acondicionamiento de equipos	Global	6300	6300	0	6,300.00
Estipendios	Global	8100		8100	8,100.00
Experto	1	11040		11040	11,040.00
Refrigerios - Exposición	1	1200		1200	1,200.00
<b>Total Bs.</b>			<b>25,655.00</b>	<b>21,040.00</b>	<b>46,695.00</b>

## Bibliografía

- Kinghorn y Soejarto. 1985. Proceso de extracción de compuestos de la stevia.

### Presupuesto global para los proyectos componentes

Proyecto y Componente	Requerido	Aporte Propio	Total Bs.
1. Diagnóstico y caracterización	631,425.00	6,665.00	638,090.00
2. Selección de material genético	701,200.00	1,154,600.00	1,855,800.00
- Introducción	146,400.00	353,580.00	499,980.00
- Evaluación material local	68,600.00	245,730.00	314,330.00
- Multiplicación in vitro	343,000.00	386,090.00	729,090.00
- Viveros fase piloto	143,200.00	169,200.00	312,400.00
3. Concentración en Laboratorio	25,655.00	21,040.00	46,695.00
<b>Total Programa</b>	<b>1,358,280.00</b>	<b>1,182,305.00</b>	<b>2,540,585.00</b>

## 2. 3 Alimentos funcionales para la salud. Formulación y desarrollo de alimentos para regímenes especiales: celíacos y diabéticos

### Instituciones participantes

- Universidad Nuestra Señora de La Paz
- Laboratorio de Alimentos, Universidad Técnica de Oruro
- IIPN UMSA (Formulación de alimentos para diabetes tipo2)
- IIQ de la UMSA (Caracterización química y sensorial)
- Empresa de Alimentos Funcionales Sueca Aventure AB (producción a nivel piloto).
- Comunidades Campesinas del Altiplano Paceño Pacollo y Choñacota (Insumos).
- Comunidades Campesinas del Altiplano de Oruro Salinas de G. Mendoza (Insumos)
- Empresas transformadoras ANAPQUI y QUINBOL SUR (Beneficiarios de la tecnología)



### **Estructura del programa**

El programa de Alimentos Funcionales para la Salud está compuesto de tres proyectos ejecutados por tres universidades, con equipos de investigación que trabajan en forma coordinada, estos trabajos pueden ser aplicados por entidades gubernamentales del área de la salud, así como empresas industriales que busquen el desarrollo de nuevos productos con propiedades terapéuticas que van más allá de la nutrición tradicional.

Los proyectos que componen el programa son:

- Formulación y desarrollo de alimentos funcionales para diabéticos.
- Desarrollo de alimentos instantáneos y técnicas de pre-cocción libres de gluten.
- Formulación y desarrollo de alimentos funcionales para celíacos.

### **Investigadores responsables**

Ing. Verónica Bustillos, Universidad Nuestra Señora de La Paz  
J. Mauricio Peñarrieta PhD. Instituto de Investigaciones en Productos Naturales, UMSA

### **Equipo de investigación de la RNIA**

Ing. Zacarías Villazón, Universidad Técnica de Oruro

Ing. Juan Conde, Universidad Técnica de Oruro

Ing. Janneth Maribel Mamani, Universidad Técnica de Oruro

Ing. Ibeth Patricia Carcil A., Universidad Técnica de Oruro

PhD Patricia Mollinedo, IIPN – Universidad Mayor de San Andrés

PhD. Marcela Melgarejo, IIQ – Universidad Mayor de San Andrés



### 2.3.1 Proyecto componente.

Formulación y desarrollo de alimentos funcionales para diabéticos

---

#### Planteamiento del tema

En el mundo cada día se incrementan de manera alarmante el número de personas con sobre peso, para luego convertirse en obesidad, lo cual está relacionado directamente con enfermedades tales como problemas coronarios, problemas cardiacos y diabetes tipo dos: este fenómeno es conocido como el síndrome metabólico (Lichtenstein et al., 2006). Bolivia no se encuentra aislada frente a este problema y es considerado un país de transición entre la desnutrición a la obesidad (Pérez- Cueto et al., 2004 -2006).

La diabetes es un desorden metabólico definido por la alteración del metabolismo de la glucosa y el resultado del mismo lleva a una hiperglicemia crónica. La principal causa de la diabetes tipo dos está directamente relacionada con una nutrición deficiente además de una predisposición genética, el alto consumo de carbohidratos en contraste con un bajo consumo en fibra resultan en el posible desarrollo de esta enfermedad.

La diabetes tipo 2, considerada anteriormente como una enfermedad rara, con una existencia de apenas 100 años atrás, ahora es una epidemia en todo el mundo y particularmente en los países industrializados.

Aunque la epidemia de diabetes probablemente se explica por los cambios ambientales, particularmente los malos hábitos alimenticios que llevan a la población hacia la obesidad y los factores genéticos son factores importantes que contribuyen a la gran variación interindividual en la susceptibilidad a la diabetes. Un aumento dramático en la prevalencia de la diabetes tipo 2 se encuentra en dos tipos de personas. Un tipo se compone de las personas con un estilo de vida tradicional, que rápidamente adoptaron un estilo de vida occidentalizado. El otro tipo se compone de personas que se mudaron de su tierra natal con un estilo de vida tradicional a un nuevo hábitat dentro o fuera del país de residencia con un estilo de vida occidentalizado (alto consumo de grasas y carbohidratos). En este tipo de personas se vio un dramático aumento en la diabetes tipo 2 al cambiar de costumbres. (American Diabetes Association, Alexandria, Virginia, USA. 2003).





Bolivia se caracteriza por una amplia biodiversidad, en recursos genéticos con alto potencial de aplicación para la humanidad. Los saberes tradicionales, usos y la amplia diversidad de cultivos son una importante fuente de conocimiento que debe ser sistematizada e incentivada a través de acciones que contribuyan a una mayor sensibilización, a un mayor conocimiento y a un mejor uso y conservación sostenible de esta potencialidad. (Navarro & Maldonado, 1994). Dentro este contexto, la gran variedad de rizomas y tubérculos andinos pueden ser considerados una buena fuente de alimentos activos en particular con alto contenido de fibra resistente y dietética, esto sumado a la gran variedad de cultivos de papa, hacen de este ecosistema un lugar interesante para desarrollar investigación (Zeballos et al., 2009).

La búsqueda de nuevos alimentos con alto contenido en fibra, particularmente almidón resistente, fibra soluble y polifenoles asociados, resulta importante ya que este tipo de alimentos son una alternativa en la dieta de personas diabéticas.

Para ellos planteamos el estudio y formulación de alimentos con polifenoles asociados a la fibra dietética por su importancia en la dieta. (Saura-Calixto F. & Díaz-Rubio M.E. 2007) Anteriormente hemos investigado el contenido de antioxidantes en alimentos andinos (Peñarrieta et al., 2008; Peñarrieta et al., 2009), en particular en variedades de papás y sus respectivos chuños (forma tradicional de secado de la papa al sol) (Peñarrieta et al., 2011), por lo cual se cuenta con métodos ya establecidos por técnicas espectrofotométricas y HPLC en fase reversa para la cuantificación de compuestos fenólicos.

Por otro lado el IIPN cuenta con un convenio con la empresa sueca de alimentos funcionales Aventure AB ([www.aventureab.com](http://www.aventureab.com)) y las comunidades del altiplano paceño de Chojñacota y Pacollo. El presente proyecto pretende, a partir de la experiencia de Aventure AB, lograr una transferencia tecnológica local para que las comunidades altiplánicas pueden desarrollar habilidades que se transformen en oportunidades industriales.

Anteriormente se trabajó con éxito en proyectos multidisciplinarios, en particular en la determinación de compuestos fenólicos y su relación con la lignocelulosas en la obtención de bioetanol a partir de Paja Brava (Stipaichu) (Carrasco et al., 2011). Por tanto, se plantea investigar en nuevos productos con actividad hipoglucémica, es decir que reduzcan el azúcar en sangre y sean una alternativa en la dieta humana tanto para personas con diabetes como para personas propensas a esta enfermedad a manera de prevención.





## **Justificación**

Bolivia presenta una alta incidencia de diabetes tipo 2 desarrollada en los últimos años, alcanzando niveles similares a los obtenidos en la región en países tales como Argentina, Brasil y Uruguay. (Barceló et al., 2001). Las cifras pueden ser mayores debido a que muchas personas especialmente del área rural no son diagnosticadas debido al escaso acceso a los centros de salud. (Barceló et al., 2001).

Se tiene estimado que para el año 2013 uno de cada diez bolivianos podría ser diabético. Esto está mencionado en una nota de prensa del año 2008 basado en proyecciones de la Organización Mundial de la Salud OMS (La Razón 30 de marzo de 2008). La causa principal es el drástico cambio de hábitos, particularmente la adopción de la llamada dieta occidental en poblaciones rurales y/o poblaciones que migran a las ciudades. Resultados similares fueron observados en otras poblaciones del mundo sometidos al mismo fenómeno (Lichtenstein et al., 2006). Se tiene pensado que en los próximos años esta enfermedad pasará a ser una de las principales enfermedades en personas de jóvenes adultas y de edad madura.

## **Objetivo general**

Formular y desarrollar alimentos destinados al consumo de diabéticos mediante la transformación de productos de la diversidad local.

- Objetivos específicos
- Determinar los alimentos de la diversidad local como materia prima adecuada.
- Determinar los productos que serán elaborados.
- Determinar las mezclas de productos que serán utilizadas.
- Caracterizar la materia prima con actividad hipo-glicémica.
- Realizar el diseño de mezclas.
- Determinar las variables del proceso.
- Realizar la caracterización físico-química.
- Realizar la caracterización sensorial.
- Realizar el análisis de costos.
- Determinar la actividad hipo-glicémica de nuevos productos, mediante métodos de laboratorio y clínicos (pre y clínicos).



### **Hipótesis de trabajo**

Existen granos, frutos, raíces y tubérculos de la agro- biodiversidad local que pueden ser transformados, sin perder sus propiedades nutricionales, con costos competitivos para minimizar problemas de la población afectada por la diabetes tipo 2.

### **Resultados a alcanzar**

Mezclas y formulaciones de alimentos diversos con propiedades hipo glucémicas. Una línea de producción de mezclas de alimentos para prevenir la diabetes (mermeladas, fibras, etc.).

### **Metodología**

- Realizar un estudio del grado de incidencia de la diabetes 2 mediante sondeos en hospitales y centros de salud (grupos de diabéticos en el hospital gastroenterológico)
- Formular alimentos con actividad anti glicémica para la prevención de diabetes 2
- Realizar las pruebas experimentales.
- Caracterizar físico-química y sensorialmente el producto terminado.
- Realizar el escalamiento mediante el diseño e implementación de una planta piloto.
- Realizar el estudio de costos.
- Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados

Se esperan impactos sociales positivos derivados del mayor acceso a los alimentos formulados como resultado de la investigación propuesta y la consiguiente disminución de los índices de enfermedades relacionadas con la diabetes tipo 2. Las metodologías a emplearse en la formulación y en la preparación de los alimentos para la referida enfermedad no implican ningún riesgo para el medio ambiente y aseguran la disponibilidad de alimentos de bajo costo, con inocuidad y alta calidad.

### **Unidad que introducirá el resultado**

El mismo equipo de investigadores y los estudiantes graduados, en coordinación con instituciones de Salud.

### **Requerimientos para la introducción de resultados**

Se plantea el equipamiento básico para la implementación de la fase piloto en el campus de la UMSA, con el objetivo de producir los productos transformados con la calidad necesaria. En esta fase se coordinará con la empresa Sueca de Alimentos Funcionales AVENTURE AB.

## Mercado para los resultados tangibles

La población potencial con riesgo de diabetes 2 de las áreas urbanas (10% de la población nacional).

## Cronograma de actividades y presupuesto

Cronograma 2013– 2014

Actividad	abr – jun	jul – sep	oct – dic	ene–mar
Estudio de la población de diabéticos				
Estudio de alimentos con actividad anti glicémica				
Formulación de mezclas				
Análisis físico químico y sensorial de productos				
Planta piloto				
Estudio de costos				

## Presupuesto

Recursos materiales y financieros necesarios para las diferentes etapas de ejecución del proyecto.

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (Bs.)	Requerido	Aporte Propio	Total Bs.
Becarios (6 meses)	4	2500	60000		60,000.00
Insumos para Equipos (12 meses)		5000	60000		60,000.00
Nuevos equipos	4	50000	200000		200,000.00
Reactivos (12 meses)		10000	120000		120,000.00
Viajes de campo y trabajo de campo	8	5 000	40000		40,000.00
Contribución propia UMSA*				300000	300,000.00
Aventure AB				100000	100,000.00
Comunidades campesinas				50000	50,000.00
Imprevistos			50000		50,000.00
<b>Total Bs.</b>			<b>530,000.00</b>		<b>980,000.00</b>

\* Concepto por uso de equipo (HPLC, Viscoamilógrafo, espectrofotómetros Uv/Vis), reactivos, transferencia tecnológica y salarios de investigadores. Nota. comunidades campesinas contribuirán con muestras y logística en el trabajo de campo.



## Bibliografía

- Pérez- Cueto, A.; Kolsteren<sup>1</sup>, P. “Changes in the nutritional status of Bolivian women 1994–1998: demographic and social predictors”. *European Journal of Clinical Nutrition* 2004, 660–666. Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes.
- American Diabetes Association, Alexandria, Virginia, USA. 2003. *Diabetes Care*. 2003, 26 Suppl 1:S5-20.
- Pérez- Cueto, A.; Naska, A.; Monterrey, J.; Almanza, M.; Trichopoulou, A.; Kolsteren<sup>1</sup>, P. “Monitoring food and nutrient availability in a nationally representative sample of Bolivian households”. *British Journal of Nutrition* 2006, 555-567.
- Barceló, A.; Daroca, M.C.; Ribera, R.; Duarte, E.; Zapata, A.; Vohra, M. Diabetes in Bolivia. *Panamerican Journal of Public Health* 2001, 318-322.
- Lichtenstein A.H.; Appel L.J.; Brands M.; et al. Diet and lifestyle recommendations revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*. 2006;114:82-96.
- Plan Nacional de Salud 2005-2009-Min.Salud de Bolivia
- Carrasco, C; Baudel, H; Peñarrieta, JM; Solano, C; Tejeda. L; Roslander, C; Galbe, M; Lidén, G. Steam pretreatment and fermentation of the straw material “Paja Brava” using simultaneous saccharification and co-fermentation. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2011, 111: 167-174.
- Mishra, S; Monro, J; Hedderley, D. Effects of Processing on Slowly Digestible Starch and Resistant Starch in Potato. *Starch*, 2008; 60: 500-507.
- Peñarrieta, J.M.; Alvarado, J.A.; Åkesson, B.; Bergenståhl, B. Total antioxidant capacity and content of phenolic compounds in wild strawberries (*Fragaria vesca*) collected in Bolivia. *International Journal of Fruit Science*, 2009; 9: 344-359
- Peñarrieta, J.M.; Alvarado, J.A.; Bergenståhl, B.; Åkesson, B. Total antioxidant capacity and content of flavonoids and other phenolic compounds in canihua an Andean pseudo-cereal. *Molecular Nutrition and Food Research*, 2008;52:708-717.
- Peñarrieta, J.M.; Salluca, T.; Tejeda, L.; Alvarado, J.A.; Bergenståhl, B. Changes in phenolic antioxidants during chuño production (traditional Andean freeze and sun-dried potato). *Journal of food composition and analysis* 2011, 24: 580-587.
- Saura-Calixto, F.; Diaz-Rubio, M.E. Polyphenols associated with dietary fiber in wine. A wine polyphenols gap? *Food Research International* 2007, 40: 613-619.
- Zeballos, H.; Balderrama, F.; Condori, B.; Blajos, J. Economía de la Papa en Bolivia 1998-2007. Cochabamba, Bolivia 2009, Fundación PROINPA.



### 2.3.2 Proyecto componente

Desarrollo de técnicas de pre cocción y alimentos instantáneos para celíacos.

---

#### Planteamiento del tema

La mayoría de los alimentos que habitualmente forman parte de nuestra dieta son productos que no tienen tratamiento alguno, es decir, que no conllevan valor agregado. Actualmente, la falta de tiempo provoca que la dedicación a la comida esté cada vez más ausente en las familias. Ante esta realidad, una opción para obtener alimentos de rápida preparación, con valor agregado y sin pérdida de sus propiedades nutritivas es el alimento pre cocido.

La quinua es un alimento rico ya que posee los 10 aminoácidos esenciales para el humano, esto hace que la quinua sea un alimento muy completo y de fácil digestión. Tradicionalmente los granos de quinua se tuestan y con ellos se produce harina. También pueden ser cocidos, añadidos a las sopas, usados como cereales, pastas e incluso se le fermenta para obtener cerveza o chicha, bebida tradicional de los Andes. Cuando se cuece toma un sabor similar a la nuez.

La quinua posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas; se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas dada por los aminoácidos esenciales que la constituyen. Posee mayor contenido de minerales que los cereales y gramíneas, tales como fósforo, potasio, magnesio, y calcio entre otros.

Las características técnicas del procesado del grano pre cocido de quinua no han sido establecidas de manera específica para que sirvan de orientación para lograr el producto pre cocido que cumpla y mantenga el requerimiento nutritivo para el consumo humano, sin detrimento de las características nutricionales iniciales, de tal forma que se promueva su consumo masivo en el mercado nacional.

Los alimentos pre cocidos son el producto resultante de una serie de manipulaciones más o menos intensas de los productos alimenticios, con el fin de asegurar su higiene, mejorar sus cualidades organolépticas (aquellas que apreciamos mediante los sentidos; color, aroma, sabor, textura) y facilitar al consumidor su preparación y consumo.



La quinua contribuye en gran medida a la dieta de los celíacos, afección de los individuos genéticamente predispuestos intolerantes al gluten, que daña la superficie de la mucosa del intestino delgado lo cual evita la absorción de nutrientes. El gluten está presente en el trigo, avena y centeno.

### **Justificación**

La mayoría de los productos de panadería, confitería y pastelería ofertados en Bolivia contienen harina de trigo principalmente, por lo tanto el celiaco encuentra grandes limitaciones para su alimentación.

Uno de los productos locales que puede ser aprovechado es la quinua ya que su harina no contiene gluten, por lo que representa una buena alternativa para solucionar el problema de los enfermos celíacos y al mismo tiempo potenciar su cultivo y generar mayores alternativas para su transformación. Respecto a este tema, existe la necesidad de encontrar formas más adecuadas para la transformación y conservación de la quinua y en lo posible que sea transformada o conservada sin dañar al medio ambiente y en armonía con la naturaleza, utilizando tecnologías limpias. Surge entonces el siguiente problema ¿Cómo producir grano de quinua pre cocido utilizando autoclave sin que se pierdan las propiedades nutritivas del grano?

Para justificar el trabajo en técnica de pre cocción de la quinua se mencionan tres aspectos importantes:

- El grano de quinua pre-cocida, además de que su conservación es más larga, ahorra tiempo al momento de ser preparada; es un alimento listo para ser consumido.
- En Bolivia existe la necesidad de generar recursos económicos mediante la industrialización de la quinua y una opción es la producción de la sopa instantánea.
- Ante la fuerte demanda internacional del grano de quinua se debe investigar para ampliar los conocimientos respecto al grano de quinua y su procesamiento industrial.

Los beneficiarios son los productores de quinua del área rural de diferentes provincias que actualmente realizan el procesamiento de la quinua y su comercialización. En la localidad de Salinas de Garci Mendoza tenemos los siguientes beneficiarios: Asociación de Productores de Quinua Salinas (APQUISA), Quinua Boliviana del Sur (QUINBOL SUR), en la localidad de Challapata la Asociación Nacional de Productores de Quinua (ANAPQUI), Productos de Quinua Boliviana (PROQUINBOL), etc.



Los lugares de mayor producción de quinua en el departamento de Oruro, son las provincias de Ladislao Cabrera, Eduardo Avaroa, Sebastián Pagador, Carangas, Sur carangas, Sabaya.

### **Objetivo general**

Formular y desarrollar alimentos destinados al consumo de celíacos mediante la transformación de productos de la diversidad local.

### **Objetivos específicos**

- Determinar los productos que serán elaborados.
- Determinar las mezclas de productos que serán utilizadas.
- Caracterizar la materia prima libre de gluten.
- Realizar el diseño de mezclas.
- Determinar las variables del proceso.
- Realizar la caracterización físico-química y sensorial.
- Realizar el análisis de costos.
- Hipótesis de trabajo

Existen granos, frutos, raíces y tubérculos de la agro- biodiversidad local que pueden ser transformados, sin perder sus propiedades nutricionales, con costos competitivos para minimizar problemas de la población afectada por problemas de intolerancia al gluten.

### **Resultados a alcanzar**

- Formulación de productos para celíacos basados en quinua, de bajo costo y calidad certificada.
- Mezclas y formulaciones de alimentos diversos con propiedades hipo glucémicas.
- Reducción del tiempo total de cocimiento entre quinua sin pre-cocción y quinua pre-cocida.
- Determinación de los efectos de la pre-cocción en las propiedades nutricionales de la quinua.
- Una línea de producción de quinua pre cocida a escala piloto.



## Metodología

Para la evaluación de la quinua pre cocida en autoclave.

Se debe caracterizar el cocimiento normal de la quinua y obtener quinua pre-cocida en autoclave realizando un diseño experimental tomando en cuenta la presión de trabajo y el porcentaje de humedad con que ingresa la quinua al proceso, además de las variables de respuesta: Cantidad de proteínas de la quinua pre-cocida y tiempo de cocción de la misma. Finalmente se debe evaluar la quinua pre-cocida, comparando los amilogramas de este producto con quinua sin pre-cocción.

Los alimentos pre-cocidos son aquellos a los que se alistán previamente para agilizar su cocción o preparación con el objetivo de prolongar su vida útil. El éxito de este tipo de alimentos radica en su practicidad y en la posibilidad que ofrecen de estandarizar el producto final ya que su uso permite determinar con exactitud los tiempos de cocción, las cantidades, los tamaños de las porciones, e incluso los espacios requeridos para el almacenamiento.

En general, este tipo de productos permite la reducción de costos, tiempos y es altamente rentable. Asimismo, por las características que los hacen prácticos, exigen que su manejo sea cuidadoso; el almacenamiento, la cadena de frío, la correcta manipulación, así como los tiempos, temperaturas de cocción, secado, son determinantes en el resultado final. Por otro lado, es claro que cuando se producen alimentos instantáneos, éstos deben cumplir con las características organolépticas y de calidad que exigen las instituciones correspondientes.

Para la evaluación de la sopa de instantánea de quinua en autoclave.

La cocción a presión en autoclave no permite la salida de aire o líquido por debajo de una presión establecida, sino que permite que el punto de ebullición del agua aumente cuando se incrementa la presión.

Se caracterizará el cocimiento normal de la quinua y se obtendrá sopa instantánea de quinua pre cocida en autoclave realizando un diseño experimental tomando en cuenta la presión de trabajo y el porcentaje de humedad con que ingresa la quinua al proceso además de las variables de respuesta: La presión de vapor de agua depende exclusivamente del porcentaje de humedad (humidificación) con que ingresa el grano de quinua así dos variables controlables identificadas son la presión de vapor de agua y el porcentaje de humedad del grano de quinua.





$X_1 = \% \text{ Humedad.}$

$X_2 = P \text{ [Bar].}$

La temperatura es una variable influyente en la cocción, sin embargo la  $t^\circ$  autoclave de experimentación y por bibliografía es de  $110^\circ\text{C}$ .

Al tener dos variables controlables, las variables respuestas que deben considerarse una vez concluido el trabajo deben responder a los objetivos del presente trabajo que apuntan a disminuir el tiempo de preparación de sopa de quinua y que éste mantenga sus propiedades nutritivas o su cantidad de proteínas, consecuentemente, las variables respuestas serán el tiempo de rehidratación del grano de quinua, ingredientes, proteínas en dicho grano.

$Y_1 = \% \text{ Proteínas}$

$Y_2 = t_{\text{rehidratación}} \text{ [min]}$

Como se tienen dos variables controlables y dos variables respuestas se utiliza un diseño experimental  $2^2$  con dos repeticiones en cada prueba.

Por otro lado, el porcentaje de humedad que se utiliza (humidificación), es un factor que tiene relación directa con la generación de vapor en el interior del autoclave, por tanto esta humedad no debe sobrepasar cantidades razonables, lo contrario significa provocar una sobrepresión en el interior del autoclave y una posterior explosión del mismo. Entonces tomando un margen de tolerancia se decide trabajar con las siguientes presiones de trabajo y humedad:

Niveles inferior y superior de las variables controlables

	Nivel inferior	Nivel superior
%Humedad	5	15
P [Bar].	2	6

Además para el tratamiento estadístico se requiere tomar puntos centrales para ambas variables. Con lo explicado anteriormente elaboramos el siguiente diseño experimental  $2^2$ :

### Diseño experimental 2<sup>2</sup> con una repetición

Nº Prueba	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	%Humedad	P [Bar]	Y <sub>1</sub> =% Proteínas	Y <sub>2</sub> = t <sub>rehidrtación</sub> [min]
1	-1	-1	5	2	Y <sub>11</sub>	Y <sub>21</sub>
2	+1	-1	15	2	Y <sub>12</sub>	Y <sub>22</sub>
3	-1	+1	5	6	Y <sub>13</sub>	Y <sub>23</sub>
4	+1	+1	15	6	Y <sub>14</sub>	Y <sub>24</sub>
5	0	0	10	4	Y <sub>15</sub>	Y <sub>25</sub>
6	0	0	10	4	Y <sub>16</sub>	Y <sub>26</sub>
7	0	0	10	4	Y <sub>17</sub>	Y <sub>27</sub>
8	0	0	10	4	Y <sub>18</sub>	Y <sub>28</sub>

#### **Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados**

Como resultado de la investigación propuesta se esperan impactos sociales positivos derivados del mayor acceso a los alimentos formulados y la consiguiente disminución de los índices de enfermedades relacionadas con la enfermedad de celíacos. Las metodologías a emplearse en la formulación y en la preparación de los alimentos para las referidas enfermedades no implican ningún riesgo para el medio ambiente y aseguran la disponibilidad de alimentos de bajo costo, inocuos y de alta calidad.

#### **Unidad que introducirá el resultado**

Los operadores serán del equipo de investigadores del proyecto y los beneficiarios serán las organizaciones productores y microempresas de las zonas productoras de quinua.

El lugar de implementación de fase piloto, en la fase de capacitación y asistencia técnica será el laboratorio de alimentos en la ciudad de Oruro, para luego transferir la tecnología a las empresas transformadoras.

#### **Requerimientos para la introducción de resultados**

Una vez verificados los resultados experimentales, se requiere la construcción de una unidad piloto en la UTO y el equipamiento necesario para la fase de escalamiento del proceso de producción de quinua instantánea, la introducción de resultados se realizarán a las provincias productoras, en coordinación con las empresas procesadoras.

## Mercado para los resultados tangibles

La población de celíacos de las áreas urbanas (1% de la población nacional) y la población en general de los mercados nacional e internacional que demanda productos de alta calidad.

## Cronograma de actividades y presupuesto

Cronograma 2013– 2014

Actividad	Abr – Jun	Jul – Sep	Oct – Dic	Ene–Mar
Estudio de alimentos libres de gluten: quinua				
Técnicas de pre cocción de quinua				
Formulación de mezclas				
Análisis físico químico y sensorial de productos				
Planta piloto				
Estudio de costos				****

Presupuesto

Concepto	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Requerido	Aporte propio	Total Bs.
Insumos	12	8 000	90 000	6 000	96 000
Becarios (10 meses)	2	2 500	50 000	-	50 000
Becario	1	4 500	54 000		54 000
Equipos nuevos	3	60 000	180 000	-	180 000
Reactivos	10	12 000	110 000		110 000
Muestreo y trabajos de campo	20	2 500	50 000		50 000
Imprevistos	1	30 000	29 000	1 000	30 000
<b>TOTAL</b>			<b>563 000</b>	<b>7 000</b>	<b>570 000</b>

## Bibliografía

- AENOR, Análisis Sensorial, Normas UNE, 1997, España,
- Barbosa-Canovas, G. V., Vega-Mercado H., Deshidratación de Alimentos, editorial Acribia, 2000, Zaragoza-España.
- Charley, H., Tecnología de Alimentos, Limusa, 2001, Mexico.
- Instituto Boliviano de Normalización de Calidad, Normas de Alimentos
- Navarro, G; Maldonado, M. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia, Academia de Ciencias de Bolivia 1994: La Paz –Bolivia.



### 2.3.3 Proyecto componente

Formulación y desarrollo de alimentos funcionales para celíacos

---

#### Planteamiento del tema

Los celíacos son individuos genéticamente predispuestos a ser intolerantes al gluten, proteína compuesta por gliadinas y gluteninas que está presente en el trigo, centeno y cebada. Esta proteína induce un proceso inflamatorio crónico en el intestino delgado que produce un aplanamiento de las vellosidades intestinales, hiperplasia de las criptas e infiltración del epitelio por linfocitos. Entre algunas de las manifestaciones clínicas está la pérdida de peso y deficiencias nutricionales por la mala absorción de nutrientes, distensión y dolor abdominal.

A raíz de investigaciones históricas realizadas, se maneja la hipótesis de que ya que la celiacía tiene como preponderante el factor genético, pudo haber sido provocada por el consumo excesivo de gluten, proveniente principalmente del trigo.

Se piensa que la agricultura se inició en el creciente fértil, el gran cinturón del sudoeste de Asia que incluye el sur de Turquía, Palestina, Líbano y el norte de Iraq, que dio origen a una gran variedad de cereales silvestres, entre ellos *Triticum dicocoides* (trigo) y *Hordeum spontaneum* (cebada), hasta hoy frecuentemente utilizados. Como consecuencia de esto, entre los años 9000 y 4000 AC se ampliaron los cursos de agua y se expandió la agricultura, que llegó a incluir Irlanda, Dinamarca, y Suecia.

Inicialmente, los cultivos incluían *Triticum* (trigo) y *Hordeum* (cebada), especies genéticamente diploides, que caían espontáneamente a los terrenos. La condición diploide permitió la presencia de dos cromosomas, que a su vez originó una gran heterogeneidad genética y fenotípica, esencial para la adaptación de los granos a diferentes condiciones ambientales. Se postula que existe una relación entre historia de migración poblacional y tiempo de exposición al gluten, ya que la migración europea se caracterizó por una importante sustitución de las poblaciones locales mesolíticas por poblaciones neolíticas provenientes del sudoeste de Asia.

Los patrones de migración de los ancestros los confirman marcadores como el haplotipo B8, del sistema de antígenos de histocompatibilidad (HLA), que revelan que la migración de los agricultores se acompañó de HLA-B8. La prevalencia de este marcador es inversamente proporcional a la duración que tiene el cultivo de trigo, existiendo menor frecuencia de HLA-B8



en las poblaciones que convivieron con el trigo por más tiempo. Estas poblaciones, genéticamente identificables por su patrón HLA específico, generaron complejos mecanismos de defensa contra el gluten, que en definitiva constituirían el origen del daño del intestino y de otros órganos.

Con la llegada de los europeos en el siglo XV a América que se inició la mezcla cultural, con numerosos efectos en la alimentación. En América precolombina, el cultivo principal y por ende el alimento básico de consumo al momento de la conquista era la papa (*Solanum tuberosum*) y el maíz (*Zea mays*), junto con la quinoa (*Chenopodium quinoa*), lupino (*Lupinus mutabilis*), entre otros. Sin embargo, los nuevos cultivos originarios de Europa aumentaron lentamente, imponiéndose sobre los productos aborígenes.

Durante muchos siglos el consumo de gluten en Europa habría sido menor, ya que el contenido de este en los granos que consumían era bajo; sin embargo, el gran consumo de gluten está asociado a la revolución industrial con la elaboración del primer molino a vapor en el siglo XIX. Es sólo a partir de la fabricación industrial de pan que se introdujo gluten en mayores cantidades para mejorar la calidad del producto; con esto los descendientes europeos fueron expuestos a cantidades de gluten considerable y progresivamente mayores y por ende en América ocurrió de igual manera en el último siglo (A. Parada et. al. 2010).

La enfermedad celiaca tiene una prevalencia a nivel mundial de 1%, sin embargo se estima que ésta es aún mayor, ya que el 10% de las personas afectadas son diagnosticadas. En estudios de pesquisa realizados en población sana se determinó que la prevalencia de la enfermedad en Europa es de 1:100, en Estados Unidos de Norteamérica 1:150 y en Sudamérica de 1:167 a 1:681 (M. Herrera et. al. 2009). En Bolivia no se realizaron estudios que reporten la incidencia de esta enfermedad en la población.

El único tratamiento para esta enfermedad es una dieta libre de gluten. Los cereales que contienen esta proteína son el trigo, centeno y cebada, de los cuales principalmente el trigo está presente en la mayor parte de los productos que nuestra población consume a diario, tal es el caso del pan.

En Bolivia la oferta de productos para celíacos es muy reducida y a precios altos.



## Justificación

La mayoría de los productos de panadería, confitería y pastelería ofertados en Bolivia contienen harina de trigo principalmente, por lo tanto el celíaco encuentra grandes limitaciones para su alimentación.

Bolivia, por su variedad geográfica, tiene gran diversidad de materias primas vegetales que pueden ser utilizadas como sustitutos a las harinas que como parte de su composición contienen gluten.

La quinua (*Chenopodium quinoa*), el amaranto (*Amaranthus caudatus*) y la cañahua (*Chenopodium pallidicaule*) son una excelente alternativa pues, además de ser libres de gluten, tiene propiedades altamente nutricionales y funcionales por contener compuestos bioactivos.

Desarrollando productos libres de gluten a partir de granos andinos de la región, se brinda una alternativa a los celíacos, lo que les permitirá mejorar su calidad de vida; por otro lado al ser productos altamente nutritivos son ideales para incorporarlos en la dieta diaria de cualquier ser humano ya sea que esté presente o no la enfermedad. Al mismo tiempo, se incentiva la producción de granos andinos que, consecuentemente al existir alternativas de transformación de los mismos, permite el crecimiento de la industria y por lo tanto la creación de nuevas fuentes de trabajo.

## Objetivo general

Formular y desarrollar alimentos destinados al consumo de celíacos, mediante la transformación de granos andinos de la diversidad local.

## Objetivos específicos

- Identificar la población de celíacos en Bolivia.
- Caracterizar la materia prima libre de gluten.
- Realizar el diseño de mezclas.
- Determinar la formulación de productos.
- Determinar las variables del proceso.
- Realizar la caracterización físico-química.
- Realizar la caracterización sensorial.
- Realizar el análisis de costos.



### **Hipótesis de trabajo**

A partir de granos andinos libres de gluten se obtendrán productos aptos para celíacos, con características sensoriales aceptables.

### **Resultados a alcanzar**

Identificación de la población celíaca en Bolivia.

Formulación de productos destinados al consumo de celíacos.

Capacitación para la población celíaca sobre alternativas de alimentación.

### **Metodología**

El proyecto consiste en 3 etapas fundamentales: Identificación de la población celíaca, desarrollo y análisis de productos para celíacos y finalmente capacitación en una planta piloto.

#### **Etapas I – Identificación de la población celíaca.**

En esta etapa se aplicará el desarrollo de encuestas poblacionales a través de un método progresivo, con la aplicación de cuestionarios de autorreporte y entrevistas.

#### **Etapas II – Desarrollo y análisis de productos para celíacos.**

Para esta etapa se aplicará el método científico, cumpliendo como subetapas:

- Caracterización de la materia prima libre de gluten.
- Formulación de alimentos libres de gluten aptos para panadería, confitería y pastelería a partir de diseño de mezclas.
- Caracterización físico-química y sensorial del producto final.

#### **Etapas III – Planta piloto.**

Se incluye la puesta en marcha de la planta piloto y el estudio de costos, en coordinación con la UTO y la UMSA.

### **Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados**

El proyecto generará un impacto social importante, ya que a partir de la identificación de la población celíaca se pueden crear planes de acción en cuanto a salud pública. Por otro lado, se mejora la calidad de vida de la población celíaca al brindarle alternativas para su alimentación, y se contribuye con la buena alimentación en general ya que estos productos pueden ser



consumidos tanto por celíacos como no celíacos. Por su alto potencial nutricional estos productos ayudan a mejorar la nutrición del ser humano.

Al crear nuevas alternativas de transformación se incentiva a los productores, por lo tanto se crean mayores fuentes de ingreso y se abren nuevos mercados y es un potencial para la exportación. Se hará énfasis en la producción sostenible y producción limpia, además de impulsar la producción orgánica.

### **Unidad que introducirá el resultado**

El equipo de investigadores de la UNSLP.

### **Requerimientos para la introducción de resultados**

Se coordinará con la UTO y la UMSA para la fase de producción piloto y para la transferencia de tecnología a las empresas transformadoras. Los resultados se divulgarán en varios formatos, impresión y digital a través de la Web.

### **Mercado para los resultados tangibles**

Si bien el proyecto está pensado para la producción, la apertura de mercados y la salud pública, el alcance del mismo es la identificación de la población celíaca y el desarrollo de formulaciones y la innovación de productos.

### **Cronograma de actividades y presupuesto**

Cronograma 2013– 2014

Actividad	abr – jun	jul – sep	oct – dic	ene–mar
<b>Etapa I</b>	XX			
<b>Etapa II</b>		XX	XX	
<b>Etapa III</b>				XX

Presupuesto (Recursos materiales y financieros necesarios)

Concepto	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Requerido	Aporte propio	Total Bs.
Insumos	6	8000	48000	18000	66,000.00
Becarios (6 meses)	2	2500	30000	0	30,000.00
Equipos	1	30000	30000	6000	36,000.00
Reactivos	3	8000	24000		24,000.00
Muestreo y trabajo de campo	6	2500	15000		15,000.00
Imprevistos	1	20000	20000	0	20,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>167,000.00</b>	<b>24,000.00</b>	<b>191,000.00</b>

Presupuesto global de los componentes

Concepto	Requerido	Aporte propio	Total Bs.
Becarios	99,500.00		99,500.00
Insumos	198,000.00		198,000.00
Equipos	410,000.00		410,000.00
Reactivos	254,000.00		254,000.00
Viajes de campo	105,000.00		105,000.00
Imprevistos	99,000.00		99,000.00
Contribución propia		491,000.00	491,000.00
<b>Total Bs.</b>	<b>1,165,500.00</b>	<b>491,000.00</b>	<b>1,656,500.00</b>



## **2.4 Plataforma de servicios académicos de la red nacional de investigación en alimentos. Propuesta para la vinculación con el sector productivo**

### **Instituciones participantes**

Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

### **Investigador Responsable**

Ing. Jorge Tejerina Oller, UAJMS

### **El equipo de investigadores (inicial)**

Ing. Jorge Tejerina Oller, Facultad de Ciencias y Tecnología UAJMS

Ing. Luis Chávez, IIDEPROQ UMSA

### **Formulación del problema**

Desde antes de la promulgación del D.S N° 1309 de apoyo a la ciencia y tecnología en el gobierno de Paz Zamora, en el país ya se establecieron distintos niveles de cooperación interinstitucional. Lo cual derivó en un rápido acuerdo entre las instituciones académicas autónomas para conformar las redes de investigación universitaria que realizan actividades de coordinación, sustentadas con un bajo presupuesto otorgado por las universidades, pero que no avanzan hacia mayores niveles de cooperación.

Al irse modificando los escenarios institucionales y normativo entre lo que es la promulgación del D.S 1309 y la promulgación de la Ley N° 2209 de Fomento de la Ciencia y Tecnología aprobada en junio del 2001, son varias las instituciones que se incorporan para participar e incentivar el proceso de investigación, aunque en forma incipiente y con escasos niveles de coordinación entre ellas.

En vista a los escenarios planteados, de manera resumida podemos decir que en Bolivia, pese a que no existe una política nacional a favor de la ciencia y tecnología, se dan algunas condiciones favorables para apoyar el desarrollo de la ciencia y tecnología, a las que hacemos referencia:

- Existe entre las instituciones nacionales un ambiente colaborativo y de coordinación.
- No es conflictivo generar un ambiente de diálogo permanente entre las instituciones.
- Estas condiciones coadyuvan a la iniciativa del VMCyT, para la organización de la RNIA como un espacio equilibrado de coordinación y gestión, que aglutina a las unidades de investigación de universidades y otros centros de investigación que están ligados al



proceso de investigación y que buscan permanentemente la incorporación de estos resultados en las decisiones de desarrollo económico, político y social nacional.

La conformación de la RNIA, para apoyar el proceso de investigación en alimentos, el proceso productivo y la calidad de vida de la población, como una estructura de Red Colaborativa, tiene las siguientes características:

- Cada institución que participa de la Red, aporta al proceso de investigación y la prestación de servicios académicos en la medida de sus posibilidades, dentro una Visión Compartida, que promueva la coordinación interinstitucional, evite la dispersión de esfuerzos y genere un proceso sinérgico entre los actores miembros de la Red y otros que requieran de sus resultados.
- Tiene como objetivo aportar al proceso nacional de investigación y que los resultados de las investigaciones sean la base para la toma de decisiones en cada una de las instancias nacionales de planificación y definición de políticas
- Que sea la base para apoyar la consolidación de un Programa de Investigación y Prestación de Servicios Académicos.

### **Justificación**

Debemos reconocer que las universidades y las unidades de investigación y prestación de servicios, son más lentas para adaptarse a los constantes cambios del entorno, mientras que, por el contrario, la sociedad y sus instituciones han sido más flexibles y se adaptaron con mayor facilidad a estos cambios, siendo una muestra de ello que acogen e implementan desde algún tiempo atrás el concepto de control y responsabilidad social y han tomado acciones concretas en su relación con el entorno social. Por otro lado, la reflexión de la Relación con el Entorno en el ámbito universitario es una discusión que sigue madurando y aún queda mucho camino por recorrer.

El proyecto está enmarcado dentro de las políticas académicas nacionales que buscan un mayor acercamiento entre el sector académico, el Estado en sus distintos niveles de gobierno, el sector productivo y sectores sociales que requieran, por lo que haremos un breve análisis de los contextos externo e interno.

### **Análisis del contexto externo**

Las diferentes y variadas condiciones agroecológicas existentes en Bolivia, en sus diferentes zonas o regiones, posibilitan el desarrollo de una producción agropecuaria diversificada con



sistemas de producción rentables. Para ciertos productos, el país ofrece importantes ventajas comparativas para el desarrollo y fortalecimiento del sector agroindustria, especialmente en la transformación de papa, de la uva (vinos y singanis), de la caña de azúcar (alcohol y azúcar), maíz, maní y semilla de soja, de frutas en general y productos que constituyen “nichos” en el mercado como productos ecológicos y el bio - comercio.

## **Potencialidades del país**

### **Situación geográfica**

- Se encuentra ubicado al centro de Sudamérica
- Participará de corredores Bioceánicos entre el Atlántico y el Pacífico
- Bolivia debe ser contextualizada como la “bisagra” con el MERCOSUR

### **Recurso tierra**

- Potencialidad de ampliación de la frontera agrícola
- Potencialidad para una producción diversificada
- Potencialidad de intensificar la producción con riego
- Potencialidad para producir productos “nichos del mercado”
- Posibilidades para producir de productos bio - orgánicos

### **Recursos hídricos**

- Potencialidad para ampliar la superficie bajo riego
- Suficientes recursos hídricos para servicios de agua potable
- Potencial de energía hidroeléctrica – represas multiuso

### **Recursos hidrocarbúricos**

- El país cuenta con amplias reservas certificadas de Gas Natural, lo cual le puede generar los mayores recursos económicos
- Posibilidades de desarrollar industrias petroquímicas
- Posibilidades de desarrollar servicios específicos

### **Economía y producción diversificada**

Potencialidad y condiciones para desarrollar una economía en base a:

- Agricultura - agroindustria
- Ecoturismo - agroturismo
- Hidrocarburos – Industria
- Servicios a la industria, empresa y población
- Patrimonio cultural e histórico, tradiciones



## **Resumen de las demandas y expectativas de las instituciones nacionales**

Uno de los aspectos que hacen a la vinculación de las unidades académicas con el entorno social y productivo, es el conocimiento de las demandas y necesidades de este, las posibilidades de contar en las universidades con las unidades y servicios que requieren y el contar con la unidad de *interface* que vincule o proyecte a la facultad entre los sectores productivos departamentales, por ello, en adelante se presenta un breve resumen de la problemática del entorno departamental, visto en sus distintos ámbitos.

### **Gobiernos Nacional, Departamental y Municipal**

Estos Gobiernos le plantean a la universidad:

1. Tener pleno conocimiento de la problemática nacional y de sus propias potencialidades para realizar aportes y plantear soluciones de base científica, creativas e imaginativas a la problemática departamental.
  2. La universidad y las instituciones deben gravitar más en las Macroregiones y en los procesos de integración. Se recomienda que la universidad liderice en el área académica un proceso de integración efectiva con otras unidades similares a las del MERCOSUR, COMUNIDAD ANDINA, etc., participando de redes académicas, movilizandorecursos humanos y gestionando conocimientos e investigaciones que aporten a solucionar la problemática productiva, social y cultural de la región y de la macroregión.
  3. Es importante que la universidad esté representada en las instancias de planificación nacional, regional y municipal con propuestas claras para aportar al desarrollo económico y social del país.
  4. La universidad debe constituirse en una importante unidad para la generación de nuevos conocimientos que aporten al desarrollo económico y social nacional, contribuyendo al cambio y/o diversificación de la base productiva.
  5. Los laboratorios de servicios deben apoyar al sector productivo para certificar la calidad de los procesos y los productos nacionales.
  6. Se recomienda que la Facultad pueda implementar y generar una Red de centros de investigación y prestación de servicios de excelencia en función a las potencialidades de cada región del País.
- 

- 
7. La universidad debe buscar nuevas formas de interrelación para vincularse a las instituciones y organizaciones productivas y sociales.

### **Sector productivo**

Los productores nacionales proponen lo siguiente:

1. La universidad debe establecer una congruencia entre el perfil de los titulados y las necesidades productivas que demandan las empresas e industrias, buscando formar profesionales con espíritu emprendedor, innovador y generadores de sus propias fuentes de trabajo.
2. La universidad debe aportar en la solución de problemas que afectan la productividad y la competitividad de las empresas de la región siendo parte activa de los complejos productivos que en el país generan valor agregado y bienestar en la población.
3. Se deben crear mecanismos viables de vinculación entre el sector productivo y la universidad, sobre la base de identificar objetivos comunes que se plasmen en acciones de interés e impacto para ambos sectores.
4. Generar un proceso de acercamiento y la creación de un ambiente de cooperación entre el sector productivo y la universidad, abriendo espacios a representantes de las industrias en las unidades de investigación y de servicio.
5. La cooperación entre las universidades debe generar un ambiente de empatía y de identificación de fuentes de financiamiento, para apoyar las actividades que se encaren de manera conjunta.

### **Análisis del contexto universitario**

#### **Sistema de investigación y formación de investigadores**

El Sistema de Ciencia y Tecnología en el Sistema Universitario es aún incipiente y no está desarrollado adecuadamente como para enfrentar un proceso intensivo de vinculación con el entorno social y productivo, por lo que es importante que el proceso de vinculación sea gradual.

#### **Recursos de infraestructura y equipamiento para la investigación y prestación de servicios**

El Sistema Universitario a pesar de sus limitaciones, cuenta con recursos humanos y equipamiento valiosos para la investigación y prestación de servicios académicos, varios de los cuales, se modernizaron y equiparon recientemente. Es por ello que debe realizarse un



relevamiento de la infraestructura, equipamiento y de recursos humanos, a la par de los servicios académicos que pueden realizarse, para establecer el potencial que se cuenta en el proceso de acercamiento y de vinculación con el entorno y el sector productivo.

### **Principales problemas detectados**

Es importante resaltar los principales problemas o limitantes que restringen o disminuyen las posibilidades de realizar investigación o actividades de vinculación, entre los cuales podemos citar:

- Las Unidades de Investigación, Servicio y los Laboratorios Académicos, no están ligadas adecuadamente, administrativa ni académicamente, al proceso de investigación ni a la vinculación con el entorno (extensión).
- Los Laboratorios Académicos, dentro su normativa y en la prestación de servicios regulares que realizan, no contemplan los horarios, reactivos, equipamiento o espacio físico para apoyar las actividades de investigación ni de extensión.
- Las Unidades de Servicio no contemplan dentro su normativa y en la prestación de servicios regulares que realizan, los horarios de funcionamiento en función a la dinámica del sector productivo, presupuestos para reactivos, equipamiento o espacio físico para apoyar las actividades de investigación ni de extensión.
- No existe una adecuada difusión de los servicios repetitivos que prestan las unidades de investigación y de servicio, por lo que en el entorno se desconoce sus potencialidades, servicios y costo de los análisis que realizan.
- Los servicios que prestan las unidades de investigación y de servicio, no proyectan la imagen universitaria.
- Las Unidades de Servicio y los Laboratorios Académicos se acercan más a la imagen de unidades islas al interior de la universidad que a unidades integradas a las unidades académicas o al proceso de investigación y extensión.
- Existe centralización del presupuesto y de los recursos generados por estas unidades, lo que impide un accionar más eficiente para la adquisición de material, equipos y la promoción de las unidades.

### **Retos para la universidad en su vinculación con el entorno**

Retos para adecuar el funcionamiento académico y administrativo de las unidades de docencia, investigación y de extensión perteneciente de la universidad, a las demandas y necesidades del entorno y a la dinámica de desarrollo de Bolivia:

- 
- Las universidades y centros de investigación deben priorizar y promover la vinculación con el entorno productivo, transfiriendo los resultados de la investigación y los conocimientos que se generan y adaptando tecnología para aportar en el mejoramiento de las capacidades productivas e innovación.
  - La prestación de servicios científicos repetitivos, diversificación de la oferta de formación con distintos grados académicos y la capacitación formal y no formal a distintos sectores que componen el entramado productivo, es uno de los retos planteados para lograr una verdadera articulación con las instancias que demandan una mayor participación de las instancias académicas. Al interior de las universidades se debe avanzar hacia una gestión flexible y contextualizada de programas a partir del fortalecimiento y desburocratización de la gestión académica y administrativa, la cual paulatinamente podrá irse reestructurando para alcanzar una organización flexible, ágil y de mandos cortos.
  - Los cambios que se buscan deben concebirse sobre la base de las ventajas competitivas y comparativas de los factores educativos regionales y la posición geopolítica de las universidades, en la región sur del país y sus posibilidades de cooperación con otras instancias académicas de países vecinos que pueden facilitar el relacionamiento con el sector empresarial y productivo.
  - Cada universidad, sobre sus propias capacidades diseñará las estructuras o interfaces de vinculación con el sector productivo y con otras instituciones similares a nivel nacional e internacional.

### **Objetivo general**

Realizar a nivel nacional una oferta única de servicios de investigación, asistencia técnica y de laboratorios de análisis en el área de alimentos.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico para conocer las capacidades y potencialidades en equipamiento, recursos humanos y servicios de cada una de las universidades, centros de investigación y laboratorios de análisis.
  - Establecer una base de datos nacional para la oferta única universitaria a nivel nacional, de servicios de investigación, asistencia técnica y de laboratorios de análisis en el área de alimentos.
- 

- 
- Facilitar la asociatividad académica – académica, académica – sector productivo y académica – gobiernos departamentales, a través del apoyo de expertos para capacitar y diseñar unidades de cooperación o interfaces de vinculación.
  - Gestionar ante las unidades de gobierno, la facilitación de los procesos legales y administrativos para realizar la oferta única nacional de los servicios académicos planteados.
  - Capacitar a los recursos humanos en áreas que faciliten el proceso de vinculación y prestación de servicios académicos.
  - Establecer un programa de motivación e incentivos para favorecer el proceso de vinculación y servicios a académicos

### **Metodología**

Se plantea implementar un nuevo modelo de organización universitario, para lo cual es necesario replantear el modelo actual de organización y administración universitaria, por lo que es importante tomar como base el desarrollo de cuatro áreas que serán los pilares organizacionales de la universidad. Estos pilares, que interactúan entre sí, en función a mejorar la calidad de cada uno de sus procesos y a la dinámica que les imprime el entorno, son:

- La organización interna de la universidad
- La formación educativa,
- La investigación científica
- La relación/vinculación con la sociedad y dentro de ellos el municipio o el gobierno local

### **Identificación de áreas prioritarias de vinculación o intervención**

El análisis del contexto en el cual deben desarrollarse las actividades de la universidad, debe incluir la correspondencia entre los objetivos institucionales, sus potencialidades y los objetivos y demandas del entorno, y dentro este marco, se debe diseñar el plan institucional que contemple las estrategias de vinculación y las áreas de desarrollo académico. En consecuencia, es necesario identificar las ideas de proyectos que se encuentran en el área de intersección entre los intereses institucionales, los del entorno y el estado, pues es a través de la conjunción de ellos es como se financian las intervenciones o actividades de vinculación.

Por otra parte, en la identificación de las áreas prioritarias de acción, es necesario tener en cuenta prioridades no explícitas, pero sí subyacentes en la mayoría de las instituciones del entorno y de los posibles financiadores. Una vez que se conoce el entorno en el cual se desarrollarán las intervenciones, e identificadas las áreas prioritarias, es preciso tomar en



cuenta que este entorno es cambiante, por lo que es necesario que la universidad se dote de una estrategia de adaptación a un entorno cambiante, pasando de un modelo estático hacia otro dinámico que esté acorde a la nueva estrategia de vinculación.

### **Propuestas para el diseño de las políticas universitarias**

La universidad, en coordinación con las instancias de gobierno Nacional, Departamental y Municipales, debe priorizar las áreas de trabajo y promover la vinculación académica con el entorno productivo, para que se pueda transferir los resultados de la investigación y los conocimientos que se generan, ofertar los servicios académicos y adaptar tecnología para aportar en el mejoramiento de las capacidades productivas e innovación.

La prestación de servicios científicos repetitivos, diversificación de la oferta de formación con distintos grados académicos y la capacitación formal y no formal a distintos sectores que componen el entramado productivo, es uno de los retos planteados para lograr una verdadera articulación con las instancias que demandan una mayor participación de las instancias académicas. Al interior de la facultad se debe avanzar hacia una gestión flexible y contextualizada de programas a partir del fortalecimiento y descentralización de la gestión académica y administrativa, la cual paulatinamente podrá irse reestructurando para alcanzar una organización flexible, ágil y de mandos cortos.

Los cambios que se buscan deben concebirse sobre la base de las ventajas competitivas y comparativas de los factores educativos regionales y la posición geopolítica de las Unidades de Servicios en las distintas regiones del país y sus posibilidades de cooperación con otras instancias académicas de países vecinos que pueden facilitar el relacionamiento con el sector empresarial y productivo.

La universidad, sobre sus propias capacidades diseñará la estructura o *interface* de vinculación con el sector productivo y con otras instituciones similares a nivel nacional e internacional. Es importante a través de esta *interface* o plataforma de vinculación, iniciar un proceso de acercamiento y cooperación entre cada una de las instituciones participantes, para lo cual en principio se busca:

- 
- Conocer las capacidades y potencialidades en equipamiento, recursos humanos y servicios de cada una de las unidades académicas, centros de investigación y laboratorios de apoyo.
  - Fortalecer las capacidades de las unidades de apoyo al sector productivo.
  - Favorecer la asociatividad académica – académica, académica – sector productivo y académico – gobiernos departamentales. (expertos para capacitar y diseñar unidades de cooperación o interfaces de vinculación).
  - Catalizar los procesos de cooperación con instituciones similares nacionales e internacionales.
  - Identificar y canalizar recursos para financiar las actividades aprobadas para la plataforma.
  - Establecer un programa de motivación e incentivos para favorecer la ejecución de programas y proyectos conjuntos.

Para ello, sobre la base de este primer aporte se proponen las siguientes acciones:

1. Establecer Comisiones Facultativas para el diseño de la nueva estructura organizacional descentralizada, políticas de docencia, investigación y extensión y las interfaces de vinculación facultativa con el entorno.
  2. Implementar la Comisión Científica Facultativa (CCF), como instancia colegiada facultativa que realice el asesoramiento a la Dirección de la Facultad para el fomento, orientación y evaluación de la investigación, en las distintas áreas del conocimiento a ser implementadas en la facultad y que realice el relevamiento definitivo de la oferta de servicios de capacitación, asistencia técnica y de análisis de laboratorio.
  3. De acuerdo a lo establecido en el Estatuto Orgánico de la Universidad y a la Resolución universitaria, consolidar a la Facultad como una unidad que tiene carácter descentralizado para administrar sus recursos; planificar y promover su desarrollo; coordinar, dirigir y administrar la investigación, docencia y extensión, en todas sus modalidades y niveles, en áreas afines de conocimiento.
  4. Diseñar para la facultad de Ciencias y Tecnología, un modelo organizacional que sea flexible, de mandos cortos, dando mayores niveles de decisión y responsabilidad a cada uno de sus componentes, a nivel de gobierno facultativo, autoridades y unidades académicas y operativas.
  5. Redefinir la currícula de las unidades académicas de la Facultad, bajo un mismo enfoque pedagógico, que forme profesionales con sólidos conocimientos, actitudes
- 

positivas y nuevas habilidades que le permitan desarrollarse y adaptarse a los constantes cambios que experimenta el mercado laboral.

6. Promover al interior de la Facultad, las actividades integradas de docencia investigación y extensión, que sean pertinentes al entorno y de aporte a la enseñanza.
7. Diseñar y consolidar las interfaces de vinculación entre las unidades de Prestación de Servicio y los laboratorios con la docencia, investigación y extensión, para facilitar la vinculación con el sector productivo y de servicios.
8. Diseñar un régimen económico y financiero descentralizado, que promueva el proceso de investigación, la extensión y la vinculación ágil y competitiva con el entorno.
9. Promover la formación y capacitación de los recursos humanos en posgrados que sean de interés para la investigación. La docencia y el desarrollo regional.
10. Facilitar la vinculación con el sector productivo y empresarial, promoviendo pasantías e intercambio de profesionales para facilitar la vinculación y la realización de trabajos conjuntos.

#### Cronograma de actividades

ITEM	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1.	Diagnóstico y Base de datos Nacional de oferta de servicios académicos en el área de alimentos.	XXXX	XXXX	XXXX			
2.	Diseñar la estructura organizativa de la Plataforma de Servicios Académicos que contempla Investigación, Asistencia Técnica y Análisis de Laboratorio.		XXXX	XXXX	XXXX		
3.	Establecer la normativa y los procesos administrativos para favorecer la prestación de los Servicios Académicos.			XX	XXXX		
4.	Gestionar ante las autoridades nacionales la emisión de normas que faciliten la oferta y prestación nacional de servicios académicos.			XX	XXXX	XXXX	
5.	Establecer un programa de investigación inter universitario con el sector productivo en alimentos.					XX	XX
6.	Elaborar un programa de capacitación de los recursos humanos en gestión, procesos de investigación y producción.					XXXX	XXXX
7.	Diseñar un programa de movilidad y de incentivos académicos					XXXX	
8.	Elaboración de la propuesta final						XXXX



### **Resultados a alcanzar**

- Una plataforma de servicios académicos que facilite la vinculación con el sector productivo.
- Una base de datos de instituciones académicas que prestan servicios, inicialmente en el marco de la RNIA.
- Un sistema en interacción permanente, con interfaces de vinculación entre los sectores involucrados.
- Un sistema de gestión de servicios basado en procesos legales y administrativos que faciliten una oferta única de servicios.
- Equipos de recursos humanos capacitados para prestar servicios.
- Un plan de motivación e incentivos concretos que favorezcan el proceso de vinculación y los servicios académicos ofertados.

### **Posible impacto social, económico y ambiental de los resultados**

Como efecto del proyecto, se prevee un impacto económico positivo por la oferta de servicios garantizados y respaldados por instituciones universitarias que trabajan con normas de calidad y buenas prácticas ambientales.

### **Unidad que introducirá el resultado**

Los institutos de investigación y las unidades de transferencia tecnológica de las universidades participantes.

### **Mercado para los resultados tangibles**

Existe una demanda sentida, aunque no cuantificada, por servicios de la universidad, desde servicios de laboratorio hasta capacitación en temas específicos al sector productivo. Una vez que se tenga una oferta clara, a partir del diagnóstico en curso, se podrá establecer la demanda de servicios.

## Presupuesto del proyecto por actividad

ITEM	ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO Bs.
1.-	Elaborar el Diagnóstico y base de datos nacional de oferta de servicios académicos en el área de alimentos.	Global	40.000
2.-	Diseñar la estructura organizativa de la Plataforma de Servicios Académicos que contempla Investigación, Asistencia Técnica y Análisis de Laboratorio.	Global	35.000
3.-	Establecer la normativa y los procesos administrativos para favorecer la prestación de los Servicios Académicos.	Global	30.000
4.-	Gestionar ante las autoridades nacionales la emisión de normas que faciliten la oferta y prestación nacional de servicios académicos.	Global	10.500
5.-	Establecer un programa de investigación inter universitario con el sector productivo en alimentos.	Global	15.000
6.-	Elaborar un programa de capacitación de los recursos humanos en gestión, procesos de investigación y producción.	Global	15.000
7.-	Diseñar un programa de movilidad y de incentivos académicos	Global	25.000
<b>TOTAL Bs.</b>			<b>170.500</b>

### 2.5 Propuesta de programas de especialización en el área de alimentos

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo (PND), una de las prioridades nacionales está relacionada con la Seguridad y Soberanía Alimentaria, es decir que las necesidades de alimentación deben ser cubiertas tomando en cuenta que se tiene una población continuamente creciente, para ello es necesario fortalecer y desarrollar la cadena alimenticia, desde la producción primaria hasta la obtención de productos elaborados en base a las materias primas existentes en cada una de las regiones de nuestro país.

Para ello se requieren recursos humanos calificados que ofrezcan y contribuyan a dar soluciones a problemas de actualidad en el contexto de la cadena agroalimentaria, con enfoque integral y multidisciplinario, con el fin de que sectores como el académico e industrial se entrelacen.

Actualmente, en nuestro país son muy pocas las universidades que cuentan con programas de postgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, la creación de éstos cursos es reciente. Entre los programas ofrecidos se tiene a la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos que imparte la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno y la Maestría en Ciencia de los Alimentos y Nutrición que brinda la Universidad Mayor de San Simón.



## **2.5.1 Propuesta de Doctorado en Ciencia y Tecnología de los alimentos**

### **Justificación**

De acuerdo al diagnóstico de potencialidades realizado en la primera parte de la consultoría con profesionales del campo de alimentos se observó interés por la formación de Doctorado siendo un 38,24% de participantes los interesados en adquirir este grado académico.

La industria de alimentos a nivel mundial se caracteriza por su notable crecimiento año a año, demandando un mayor grado de especialización y conocimiento en el área de Ciencia y Tecnología de los alimentos, buscando profesionales con un alto nivel en innovación y creación.

Para satisfacer esta necesidad se observa una gran oportunidad en el desarrollo de un Doctorado en Ciencia y Tecnología de los alimentos que permita:

Mejorar las actividades productivas del país; fomentando la creatividad de los recursos humanos con los que se trabaja actualmente y no cuentan con ningún grado de especialización.

Plantear y ejecutar investigaciones aplicadas en el ámbito de la ciencia y tecnología de los alimentos.

Por otra parte, para que los contenidos impartidos en el programa se encuentren dentro de las exigencias tanto nacionales como internacionales es necesario revisar las principales tendencias en el área de alimentos.

### **Objetivos de formación del programa**

El programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología de los alimentos tiene como propósitos:

- Formar recursos humanos de nivel avanzado que sean capaces de desarrollar actividades creativas e innovar en áreas especializadas de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Preparar profesionales que desarrollen investigación original y que sean capaces de generar nuevos conocimientos que impacten el entorno nacional e internacional.
- Impulsar la transferencia tecnológica, asesorar a entidades públicas y privadas en áreas de impacto sobre el desarrollo industrial del país.



## **Problemática**

El perfil del egresado del Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos se determina tomando en cuenta las áreas en las cuales ha de desempeñarse el estudiante egresado de este programa.

De acuerdo al estudio de contexto un egresado del Doctorado en Ciencia y Tecnología de los alimentos deberá desempeñarse en:

- Actividades de investigación en el área de la Ciencia, la Tecnología y Materias relacionadas dentro del campo de alimentos.
- Aportar en forma innovadora al sector productivo, incrementando la productividad y competitividad.
- Desarrollar actividades de docencia en áreas especializadas de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Los problemas que deberían ser solucionados por profesionales egresados del programa deberán encontrarse enmarcados dentro de los siguientes aspectos:

- Búsqueda de un mayor grado de especialización para resolver problemas específicos en el área de alimentos, en forma creativa e innovadora.
- Articular la generación de nuevo conocimiento en sectores productivos en contextos nacionales e internacionales.
- Transferir conocimiento por medio de la docencia y la investigación aplicada tanto en el sector académico como en el sector productivo.

## **Perfil profesional del Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos basado en competencias**

### **Competencias globales específicas**

En cuanto a las competencias globales específicas el estudiante egresado del Doctorado en Ciencia y Tecnología de los alimentos:

1. Aplica el método científico para encarar nuevos retos de investigación.
  2. Tiene habilidad y actitud investigativa.
  3. Interpreta la realidad nacional y genera conocimientos a partir de problemas actuales.
  4. Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica de fuentes especializadas de actualidad.
  5. Formula proyectos originales de investigación básica y aplicada.
  6. Trabaja en equipos multidisciplinarios y multiculturales en contextos nacionales.
- 

- 7. Lidera grupos de investigación.

### Competencias globales genéricas

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de contexto y revisando las áreas de desempeño de los estudiantes, las competencias globales del egresado del Doctorado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos son:

- Imparte el conocimiento generado dentro de los ámbitos académico, empresarial público o privado.
- Inventa, innova y propone soluciones novedosas a problemas actuales dentro del campo de alimentos.

En la Tabla 1 se presenta la relación de competencias globales genéricas y competencias globales específicas para el programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Tabla 1: Matriz de competencias del Doctorado en CyT de los alimentos

Competencias Globales Genéricas (estrategias)	Competencias Globales Específicas (tareas profesionales)
Inventa, innova y propone soluciones novedosas a problemas actuales dentro del campo de alimentos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plantea soluciones prácticas a problemas complejos.</li> <li>2. Tiene habilidad y actitud investigativa</li> <li>3. Interpreta la realidad local y genera conocimiento a partir de problemas actuales.</li> <li>4. Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica de fuentes especializadas de actualidad.</li> <li>5. Formula proyectos originales de investigación básica y aplicada.</li> </ol>
Imparte el conocimiento generado dentro de los ámbitos académico, empresarial público o privado.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trabaja en equipos multidisciplinarios y multiculturales en contextos nacionales.</li> <li>2. Lidera grupos de investigación.</li> </ol>

## Descripción de las competencias

Tabla 2a Descripción de competencias

<p><b>Competencia:</b> Inventa, innova y propone soluciones novedosas a problemas actuales dentro del campo de alimentos.</p> <p><b>Unidad de competencia 1:</b> Realizar una contribución a través de una investigación o innovación original que amplíe las fronteras del conocimiento sobre aspectos relacionados al campo de alimentos.</p>			<p><b>Elementos de competencia:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un plan de trabajo, que permita seguir una línea de investigación definida.</li> <li>2. Establecer cómo se llevará a cabo la investigación tomando en cuenta las etapas, actividades, recursos y cronograma.</li> <li>3. Desarrollar procedimientos que le permitan llevar a cabo la investigación.</li> </ol>
<p><b>Problemas e incertidumbres:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incremento de la población mayor demanda de alimentos.</li> <li>2. Cambio en las necesidades de consumo de alimentos, búsqueda de nuevos productos.</li> <li>3. Cambio en los hábitos de consumo requiere productos alimenticios de fácil acceso.</li> </ol>			<p><b>Indicadores de desempeño:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrolla una publicación referenciada a nivel nacional o internacional.</li> <li>2. Presenta trabajo en seminarios, simposios o congresos en área de alimentos.</li> </ol>
Saberes esenciales			<p><b>Evidencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Documento impreso publicado con respecto al tema de investigación, de preferencia en una revista indexada.</li> </ol>
Saber conocer	Saber hacer	Saber ser	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos de metodología de la investigación.</li> <li>• Conceptos de investigación aplicada a ciencia e ingeniería.</li> <li>• Conocimiento de los procedimientos para llevar a cabo una investigación en el área escogida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación en alguna área de la ciencia y tecnología de los alimentos.</li> <li>• Evaluación del contexto local.</li> <li>• Plantea soluciones a problemas de actualidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivación hacia el logro de los objetivos planteados.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo.</li> <li>• Desarrolla conocimiento en el área de ciencia y tecnología de los alimentos.</li> </ul>	
<p><b>Competencia:</b> Inventar, innovar y proponer soluciones novedosas a problemas actuales dentro del campo de alimentos.</p> <p><b>Unidad de competencia 2:</b> Realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en temas relacionados con la mejora de la producción de alimentos.</p>			<p><b>Elementos de competencia:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicar las principales tendencias dentro el campo de alimentos a procesos industriales.</li> <li>2. Adquirir y generar conocimientos sobre las metodologías para el procesamiento de los alimentos.</li> <li>3. Evaluar distintos aspectos de la calidad final de los alimentos crudos o procesados mediante análisis químicos y biológicos.</li> </ol>

<b>Problemas e incertidumbres:</b>			<b>Indicadores de desempeño:</b>
1. Cambio en los hábitos de consumo, para lo cual se requieren desarrollo de nuevos procesos de producción para la obtención de productos alimenticios novedosos y de fácil acceso.			1. Desarrolla un plan de acción para solución y mejora dentro de una industria de alimentos. 2. Implementa nuevas técnicas en el procesamiento de alimentos.
<b>Saberes esenciales</b>			<b>Evidencias:</b>
<b>Saber conocer</b>	<b>Saber hacer</b>	<b>Saber ser</b>	1. Certificación del trabajo realizado dentro de una industria de alimentos. 2. Creación de patentes o derechos de autor en determinados procesos o mejoras realizadas dentro de la industria de alimentos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento de nuevas tecnologías para el procesamiento aplicadas a los distintos rubros en la industria de alimentos.</li> <li>Conocimiento de las tendencias actuales del procesamiento de alimentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantea soluciones en procesos de elaboración de la industria de alimentos en forma creativa e innovadora.</li> <li>Soluciona problemas de actualidad dentro de sectores productivos públicos o privados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad para trabajar en equipos multidisciplina rios.</li> <li>Capacidad de trabajar en entornos productivos solucionando problemáticas nacionales.</li> </ul>	

Tabla No 2b. Descripción de competencias

<b>Competencia:</b> Imparte el conocimiento generado dentro de los ámbitos académico, empresarial público o privado.			<b>Elementos de competencia:</b>
<b>Unidad de competencia 1:</b> Fomentar el avance tecnológico y/o científico en contextos académicos y profesionales, mediante el conocimiento impartido con el fin de mejorar las acciones formativas en el área de alimentos.			1. Realizar planes concretos sobre acciones formativas en el campo de la ciencia y tecnología de los alimentos en ámbitos académicos o empresariales. 2. Impartir asignaturas en cursos de pregrado, en carreras relacionadas al área de ciencia y tecnología de los alimentos.
<b>Problemas e incertidumbres:</b>			<b>Indicadores de desempeño:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>No existe una actualización permanente de recursos humanos dentro del campo de alimentos.</li> </ul>			a) Socializa el conocimiento generado mediante talleres y cursos cortos.
<b>Saberes esenciales</b>			<b>Evidencias:</b>
<b>Saber conocer</b>	<b>Saber hacer</b>	<b>Saber ser</b>	3. Certificado de impartir talleres, cursos y otras actividades académicas. 4. Elaborar reportes de los procesos educativos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento previo de técnicas en educación superior.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseña proyectos de investigación dentro el ámbito académico o productivo a fin de explicar, modificar o resolver un fenómeno o problema dentro del campo de alimentos.</li> <li>Evaluar resultados de una investigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajar en forma conjunta en equipos multidisciplina rios.</li> </ul>	



### **Malla curricular en base a competencias**

En base a las competencias planteadas para el Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos se deben diseñar escenarios especiales traducidos a espacios y tiempos particulares, donde el alumno tendrá la capacidad de entrar en contacto directo y oportuno con los objetos específicos que definen a cada competencia. Estos espacios y tiempos conforman lo que tradicionalmente se denominan asignaturas o materias de un programa académico de estudios.

A continuación se define el plan de estudios y las asignaturas con los contenidos específicos para cumplir cada competencia planteada.

### **Plan de Estudios Doctorado en Ciencia y Tecnología de los alimentos**

El plan de estudios del Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos corresponde a la modalidad de doctorado personalizado, es decir, consiste en una secuencia de actividades que comprenden unidades de investigación, seminarios y asignaturas complementarias a su formación, seleccionados en función de la temática propuesta por el estudiante de acuerdo al tema de tesis; su tutor velará por el cumplimiento del plan de trabajo propuesto.

La duración del programa será de seis semestres académicos, sin embargo podrá extenderse hasta ocho semestres dependiendo del tema de su tesis doctoral, durante este período el doctorando deberá haber aprobado el total de las asignaturas, unidades de investigación, los seminarios correspondientes y la tesis doctoral.

En el programa de doctorado prevalecerá el trabajo de investigación sobre cualquier otra actividad, el estudiante demostrará la capacidad para generar aportes originales en el campo del conocimiento a través de su trabajo de tesis.

El trabajo de tesis se realizará para la obtención del grado doctoral, el mismo deberá ser un trabajo original e innovador que aporte dentro del campo de alimentos. El doctorado seguirá dos líneas y éstas a su vez presentarán diversas temáticas, las líneas de investigación ofertadas pueden estar relacionadas con Ciencia de los Alimentos y Tecnología de los Alimentos.



## ❖ **Ciencia de los alimentos**

### *Alimentos Funcionales y Compuestos biológicamente activos*

- Identificación y cuantificación de compuestos biológicamente activos presentes en alimentos típicos de cada región.
- Investigación de compuestos bioactivos en alimentos nativos de nuestro país.
- Evaluación de alimentos funcionales
- Desarrollo de ingredientes alimentarios

### *Nutrición*

- Efectos del procesamiento y almacenamiento en la estabilidad de nutrientes en alimentos típicos de cada región.
- Aprovechamiento y evaluación de nutrientes obtenidos de subproductos y residuos de la industria de alimentos.

## ❖ **Tecnología de los alimentos**

### *Higiene y Seguridad de alimentos*

- Microorganismos patógenos y metabolitos tóxicos de origen microbiano en alimentos. Control preventivo y operacional de higiene de procesos industriales.
- Determinación de aditivos, contaminantes, residuos y micotoxinas. Efecto del procesamiento.

### *Ingeniería de procesos en la industria de alimentos*

- Secado de alimentos y almacenamiento de productos deshidratados
- Alimentos mínimamente procesados
- Desarrollo de nuevos productos y procesos

### *Calidad de alimentos*

- Análisis sensorial e instrumental en alimentos

De acuerdo al plan de estudios propuesto, el doctorando fijará en conjunto con su tutor las asignaturas de especialización a cursar. Las unidades de investigación y los seminarios bibliográficos son materias obligatorias y la temática de éstas asignaturas se realizará en función de lo planificado por el postulante y su tutor.

Las asignaturas de especialización son complementarias a la formación del postulante y se elegirán de acuerdo al tema de tesis planteado.



En la Tabla 3 a continuación presentada se observan las asignaturas correspondientes al Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Tabla 3: Asignaturas del plan de estudios

Unidades de investigación	Seminarios	Asignaturas Complementarias
Unidad de investigación I	Seminario I	Fisicoquímica Avanzada de alimentos. Planeamiento experimental y optimización de procesos Bioquímica de los micronutrientes Alimentos funcionales Microbiología avanzada de alimentos Análisis sensorial Análisis instrumental avanzado de alimentos Toxicología de alimentos. Reología de los alimentos Tecnología y química de los carbohidratos Proteínas en tecnología de los alimentos. Diseño de nuevos productos
Unidad de investigación II	Seminario II	

### Costos estimados del Doctorado

El cálculo de costos del programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos es estimado, ya que no se conoce la totalidad de los temas de investigación que realizarán los postulantes al programa. La base de cálculo se realizó para un total de diez estudiantes participantes del postgrado, esto se justifica en base a los indicadores de educación superior que se tienen en Latinoamérica donde el porcentaje de doctores no es muy elevado y siendo que se trata de una rama muy específica del conocimiento.

Inicialmente se calculó el costo de los honorarios docentes, la hora académica para el caso de las asignaturas tiene un costo de 280 Bs. haciendo un total de 400 horas académicas que debe cumplir el estudiante del doctorado.

Por otro parte, se contará con un coordinador del programa que deberá velar porque se cumplan las actividades académicas y el salario mensual del mismo corresponde a 5000 Bs. por mes. Finalmente se realizará un único pago por la asesoría de los profesionales docentes del doctorado, una vez que se lleve a cabo la defensa de la tesis doctoral. La Tabla 4 presenta el resumen.

Tabla 4: Honorarios de docentes  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Total
Docentes asignaturas	112.000				<b>112.000</b>
Coordinador de investigación	50.000	50.000	50.000	50.000	<b>200.000</b>
Docentes Asesoría de tesis			14.000	14.000	<b>28.000</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>340.000</b>

El costo de reactivos y materiales de laboratorio es complementario a los que se cuentan en los centros pertenecientes a la RNIA, pudiendo variar de acuerdo a las investigaciones realizadas por los postulantes al doctorado. El costo de equipos se realizó mediante un estimado de depreciación por horas de trabajo de los mismos, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5: Materiales y equipos de investigación  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Total
Equipos**	27.840	27.840	27.840	27.480	<b>109.600</b>
Reactivos	28.000	28.000	28.000	28.000	<b>112.000</b>
Materiales de laboratorio	21.000	21.000	21.000	21.000	<b>84.000</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>305.600</b>

\*\* Cálculo sobre uso de equipos por horas de trabajo estimadas

En cuanto a servicios básicos se consideraron solamente luz y agua de las entidades participantes en el programa, de acuerdo a lo presentado en la Tabla 6.

Tabla 6: Servicios básicos  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Total
Luz	6.000	6.000	6.000	6.000	<b>24.000</b>
Agua	3.000	3.000	3.000	3.000	<b>12.000</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>36.000</b>

En cuanto a los gastos administrativos, se tiene el alquiler de las entidades donde se llevará a cabo el programa, así como material bibliográfico necesario para llevar a cabo las investigaciones, papelería, internet y otros de acuerdo a lo que se observa en la Tabla 7.

Tabla 7: Gastos administrativos  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Total
Alquiler espacios (aulas, laboratorios, auditorios)	21.000	21.000	21.000	21.000	<b>84.000</b>
Material bibliográfico	14.000	14.000	14.000	14.000	<b>56.000</b>
Papelería	3.000	3.000	3.000	3.000	<b>12.000</b>
Servicio de Internet + software	7.000	7.000	7.000	7.000	<b>28.000</b>
Movilización de docentes y viáticos	77.000	77.000	35.000	35.000	<b>224.000</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>404.000</b>

Finalmente en la Tabla 8 se presenta un resumen de los costos anteriormente señalados. Por tanto el costo total estimado para diez postulantes al doctorado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos asciende a 1.140.000 Bs., siendo el costo unitario por estudiante de 114.000 Bs.

Tabla 8: Resumen de costos estimados  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Total
Honorarios	<b>340.000</b>
Materiales y Equipos de investigación	<b>305.000</b>
Servicios básicos	<b>36.000</b>
Gastos administrativos	<b>404.000</b>
Imprevistos (5%)	<b>55.000</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>1.140.000</b>

## 2.5.2 Maestría en Ciencia y Tecnología de los alimentos

### Justificación

De acuerdo al diagnóstico de potencialidades presentado en la primera parte de esta consultoría se realizó una encuesta tanto con los miembros de la RNIA, como representantes de las empresas de alimentos y se obtuvo que el 35,29% está interesado en cursar una Maestría presencial en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

### Propósitos de formación del programa

El programa de Maestría en Ciencia y Tecnología de los alimentos tiene como propósitos:

- 
- Formar recursos humanos que sean capaces de participar creativa y eficientemente en sistemas de producción y distribución de alimentos seguros, adecuados nutricionalmente y atractivos para el consumidor.
  - Generar y difundir conocimiento científico-técnico que incida en el mejoramiento de la cadena agroindustrial a nivel nacional.
  - Iniciar a los estudiantes en la actividad investigadora, integrando una formación académica interdisciplinar, especializada y actualizada.
  - Impulsar la transferencia tecnológica, ya sea a entidades públicas y privadas en áreas de impacto sobre el desarrollo industrial del país.

### **Problemática**

El egresado de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos tendrá la capacidad de:

- Planear, implementar y desarrollar industrias de alimentos, tanto a nivel departamental como nacional.
- Participar en proyectos de investigación científica y/o tecnológica en el área de la ciencia y tecnología de los alimentos.
- Asesorar en sectores educativos, entidades públicas y/o privadas para el mejoramiento de procesos en el campo de alimentos.
- Formar recursos humanos en las instituciones relacionadas con el área de alimentos.

Los problemas que deberían ser solucionados por profesionales egresados del programa deberán encontrarse enmarcados dentro de los siguientes aspectos:

- Resolver problemas específicos en el procesamiento y transformación de alimentos.
- Proporcionar asesoría a los diversos sectores, para el mejoramiento de los procesos productivos en el campo de alimentos.
- Promover la transferencia y la innovación de tecnologías.

### **Perfil profesional de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos basado en competencias**

#### **Competencias globales específicas**

En cuanto a las competencias globales específicas el estudiante egresado de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos:

- 
- Aplica el método científico y el uso de las distintas fuentes del conocimiento para la investigación en el campo de la ciencia y tecnología de los alimentos.
  - Analiza la calidad de las materias primas, ingredientes y productos terminados mediante técnicas instrumentales, sensoriales y microbiológicas más avanzadas, determinando sus ventajas y limitaciones con respecto a las técnicas tradicionales.
  - Evalúa los últimos avances en el procesado de los alimentos comprendiendo los fundamentos de cada técnica, sus beneficios y limitaciones.
  - Integra los conocimientos obtenidos a la práctica profesional, fomentando la optimización de recursos.

### **Competencias globales genéricas**

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el análisis de contexto y revisando las áreas de desempeño de los estudiantes, las competencias globales del egresado de la Maestría de Ciencia y Tecnología de los Alimentos son:

- Habilidad para identificar, formular y solucionar problemas relacionados con el manejo y transformación de alimentos.
- Resuelve problemas utilizando métodos de investigación en áreas relacionadas con la ciencia y tecnología de alimentos.

### **Malla curricular en base a competencias**

En base a las competencias planteadas, se definió el plan de estudios y las asignaturas con los contenidos específicos.

### **Plan de Estudios de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los alimentos**

El plan de estudios de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos está compuesto por tres módulos que corresponden a las siguientes áreas del conocimiento:

- Avances en tecnología de lácteos y cárnicos
- Avances en tecnología de los productos vegetales
- Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos



La duración del programa será de cuatro semestres académicos, sin embargo podrá extenderse hasta seis semestres dependiendo del tema propuesto para el trabajo de tesis, durante este período el estudiante deberá haber aprobado el total de las asignaturas y el trabajo de tesis.

La Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos seguirá dos líneas de investigación y éstas a su vez presentarán diversas temáticas, las líneas de investigación ofertadas pueden estar relacionadas con Ciencia de los alimentos y Tecnología de los alimentos

### **Ciencia de los alimentos**

#### *Alimentos Funcionales y Compuestos biológicamente activos*

- Identificación y cuantificación de compuestos biológicamente activos presentes en alimentos típicos de cada región.
- Investigación de compuestos bioactivos en alimentos nativos de nuestro país.
- Evaluación de alimentos funcionales
- Desarrollo de ingredientes alimentarios

#### *Nutrición*

- Efectos del procesamiento y almacenamiento en la estabilidad de nutrientes en alimentos típicos de cada región.
- Aprovechamiento y evaluación de nutrientes obtenidos de subproductos y residuos de la industria de alimentos.

### **Tecnología de los alimentos**

#### *Higiene y Seguridad de Alimentos*

- Microorganismos patógenos y metabolitos tóxicos de origen microbiano en alimentos. Controle preventivo y operacional de higiene de procesos industriales.
- Determinación de aditivos, contaminantes, residuos y micotoxinas. Efecto del procesamiento.

#### *Ingeniería de procesos en la industria de alimentos*

- Avances en Tecnología de lácteos
- Avances en Tecnología de cárnicos
- Alimentos mínimamente procesados
- Desarrollo de nuevos productos y procesos

#### *Calidad de alimentos*

- Análisis sensorial e instrumental en alimentos

### Asignaturas del plan de estudios de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los alimentos

De acuerdo al plan de estudios propuesto, la Maestría está compuesta por tres módulos, el total de asignaturas de estos módulos es de doce y cinco materias optativas que pueden ser cursadas por los estudiantes para profundizar en algún tema de los estudiados en las asignaturas obligatorias. Por otra parte, se tienen tres materias que son transversales a los módulos que comprenden seminarios y actividades de investigación que complementan la formación de los módulos haciendo un total de veinte asignaturas.

En la Tabla 9 se observan las asignaturas correspondientes a la Maestría en Ciencia y Tecnología de los alimentos.

Tabla 9: Asignaturas del plan de estudios

Módulo: Avances en Tecnología de los productos vegetales	Módulo: Avances en Tecnología de los lácteos y cárnicos	Módulo: Avances en Ciencia y Tecnología de los alimentos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Postcosecha de productos hortofrutícolas.</li> <li>- Tecnología avanzada de cereales.</li> <li>- Tecnología avanzada de Frutas y hortalizas.</li> <li>- Caracterización y transformación química de pigmentos naturales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnología Avanzada de lácteos</li> <li>- Tecnología Avanzada de carnes y derivados</li> <li>- Tecnología de quesos</li> <li>- Microbiología de la leche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a la ciencia de alimentos funcionales</li> <li>- Análisis sensorial de alimentos</li> <li>- Diseño avanzado de alimentos</li> <li>- Análisis instrumental avanzado de alimentos</li> </ul>
<b>Asignaturas optativas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnología del cacao y café</li> <li>- Química avanzada de la leche y derivados</li> <li>- Compuestos bioactivos y calidad funcional en productos cárnicos</li> <li>- Microbiología avanzada de alimentos</li> <li>- Envases de alimentos</li> </ul>		
<b>Asignaturas transversales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tópicos en ciencia y tecnología de los alimentos I</li> <li>- Tópicos en ciencia y tecnología de los alimentos II</li> <li>- Diseño experimental y análisis estadístico</li> </ul>		

### Costos estimados de la maestría

Al igual que en el doctorado, los costos son estimados (en bolivianos) ya que no se conoce la totalidad de los temas de investigación que presentarán los postulantes, la base de cálculo se realizó para un total de quince postulantes.

El costo por hora académica para las asignaturas de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los alimentos es de 210 Bs. Se fijó este costo en base a un promedio de las diferentes unidades de la RNIA donde se dictan programas de postgrado, el total es de 369.600 Bs. de acuerdo a la carga académica planteada para este programa como se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10: Honorarios de docentes  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Año 1	Año 2	Total
Coordinador de investigación	40.000	40.000	<b>80.000</b>
Docentes asignaturas	201.600	168.000	<b>369.600</b>
Docentes Asesoría de tesis		31.500	<b>31.500</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>481.100</b>

Al igual que en el caso del programa de doctorado, el costo de los equipos se realizó en base a un estimado de la depreciación de los mismos con respecto a las horas de trabajo que se emplearan los mismos. El total se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11: Materiales y equipos de investigación  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Año 1	Año 2	Total
Equipos**	13.440	26.880	<b>40.320</b>
Reactivos	14.000	14.000	<b>28.000</b>
Materiales de laboratorio	7.000	7.000	<b>14.000</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>82.320</b>

\*\* Sobre empleo por horas de trabajo estimadas

En cuanto a los servicios básicos los costos calculados se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12: Servicios básicos  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Año 1	Año 2	Total
Luz	6.000	6.000	<b>12000</b>
Agua	3.000	3.000	<b>6000</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>18000</b>

Los gastos administrativos se realizarán en los centros de la RNIA, donde se imparta la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. De acuerdo a la Tabla 13 se toma un valor

de imprevistos debido a que no se conocen la totalidad de los temas de investigación de los postulantes por lo que se deberá ajustar el presupuesto una vez planteados los proyectos.

Tabla 13: Gastos administrativos  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Año 1	Año 2	Total
Alquiler espacios (aulas, laboratorios, auditorios)	8.500	8.500	<b>17.000</b>
Material Bibliográfico	5.000	5.000	<b>10.000</b>
Papelería	2.000	2.000	<b>4.000</b>
Servicio de Internet + software	7.000	7.000	<b>14.000</b>
Movilización y viáticos	35.000	35.000	<b>70.000</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>115.000</b>

Finalmente, en la Tabla 14 se presenta el Resumen de los costos para la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, haciendo un total de 726.420 Bs., esto calculado para un total de quince estudiantes, siendo el costo unitario por estudiante de 48.420 Bs.

Tabla 14: Resumen de costos estimados  
(Expresado en Bs.)

Detalle	Total
Honorarios	<b>481.100</b>
Materiales y Equipos de investigación	<b>82.320</b>
Servicios básicos	<b>18.000</b>
Gastos administrativos	<b>115.000</b>
Imprevistos (5%)	<b>30.000</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>726.420</b>



## LECCIONES APRENDIDAS Y RESULTADOS ALCANZADOS

Dentro del marco del Proyecto “Implementación de una Red de Ciencia y Tecnología en el Sector Agroalimentario Boliviano”, es importante considerar el impacto que tuvieron los procesos ejecutados y contar con la información necesaria que permita el éxito en el desarrollo de las actividades de la RNIA. A continuación se describen las lecciones aprendidas durante el trabajo realizado en la gestión 2012.

- La baja participación en eventos por parte de los miembros de la RNIA en lugares donde prestan sus actividades laborales, mejorará en el caso de realizarlos en ciudades donde la participación de centros de investigación es menor.
- La realización de eventos se deberá coordinar al menos con dos meses de anticipación, debido a que las gestiones para su realización son bastante extensas.
- El funcionamiento de la RNIA deberá ser modificada ya que de acuerdo al modelo actual de coordinación, no se ha logrado la dinamización de las actividades, deberá plantearse un nuevo modelo de acción o realizar ajustes al ya existente.
- La generación de espacios de diálogo entre los diversos actores de la cadena agroalimentaria ha logrado un acercamiento entre instituciones gubernamentales, empresas del sector público y privado, productores, micro y pequeños empresarios que se desarrollan dentro del sector.
- Si bien existen plataformas virtuales como es el caso de dropbox e infocyt donde los miembros de la Red comparten sus proyectos de investigación y actividades que desarrollan, aun se deberán buscar otras instancias que permitan una mejor interacción de los miembros.



## Conclusiones y Recomendaciones

Gracias a la cooperación de la Corporación Andina de Fomento se ha logrado fortalecer la articulación de los centros de investigación miembros de la RNIA. Logrando que estos trabajen en actividades conjuntas, compartan información y desarrollen programas y proyectos de investigación dirigidos a solucionar demandas del sector productivo y empresarial respondiendo a la política nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria.

Existe un mayor dinamismo en el desarrollo de las actividades de la RNIA, por parte de los miembros, instituciones gubernamentales y privadas que se adhieren al trabajo y proyectos con los que se trabaja en las distintas áreas de la ciencia y tecnología de los alimentos.

Se advierte que la creación de un espacio de información continua a los miembros como se dio con el boletín informativo, es de alta utilidad para generar espacios de diálogo y comunicar interacción y difusión de las tendencias actuales de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Entre las alianzas realizadas entre el sector productivo y los centros de investigación se hallan las priorizadas en las áreas temáticas de Nutrición y Salud con el proyecto de mezclas alimentarias para el desayuno escolar, donde participan productores, empresas, entidades privadas y públicas, para aportar a las políticas de Seguridad Alimentaria del Estado Plurinacional de Bolivia.

Para generar mayor eficiencia en la interacción y coordinación de la red se recomienda la generación de documentos que regulen y dirijan el accionar de sus miembros y sus interacciones. Por otro lado, se recomienda la introducción de nuevos centros de investigación considerando principalmente los existentes en empresas y centros de producción.

El acceso a financiamiento es una restricción en el momento de desarrollar nuevos proyectos de investigación que sean sostenibles en el tiempo, por lo que se recomienda el desarrollo de mecanismos financieros adecuados, para afrontar los riesgos técnicos y económicos que se presenten durante su ejecución. Para la continuidad de la RNIA, deberá existir una alianza e interacción entre las instituciones gubernamentales, los centros de investigación y las empresas, siempre respondiendo a las demandas de la población en general y contribuir a las políticas de Seguridad y Soberanía Alimentaria.



