

## PRESENTACION

El Vicerrectorado y el Departamento de Investigación, Postgrado e Interacción Social (DIPGIS) de la Universidad Mayor de San Andrés, como unidad encargada de la coordinación, planificación y priorización del desarrollo de actividades de investigación, postgrado e interacción social. Ha emitido la Convocatorias para la presentación de “PROYECTOS CONCURSABLES DE INVESTIGACIÓN, INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO E INTERACCIÓN SOCIAL” en las gestiones 2007 y 2010, las cuales fueron financiados con recursos del Impuestos Directo a los Hidrocarburos IDH 2007 - 2008 – 2009- 2010.

**Los objetivos de la Convocatoria, fueron;**

- ✓ Fomentar la investigación con calidad científica y pertinencia social, a través del financiamiento de proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e interacción social que se enmarquen en el apoyo y aumento de la competitividad de los sectores económico-sociales del país, así como de la mejora de la calidad de vida de su población.
- ✓ Promover la vinculación de la UMSA con la Sociedad (Empresas pública y/o privada ligada al desarrollo de productos, procesos y servicios) para la innovación a través de la Investigación e Interacción Social de sus unidades académicas.

Para el logro de los objetivos propuestos, se han financiado proyectos en las siguientes categorías:

- a) Investigación e Interacción Social
- b) Innovación Tecnológica y Desarrollo Productivo
- c) Investigación Científica

Las líneas de investigación que fueron financiadas con recursos del IDH, son:

- Agroalimentación
- Ciencias y Sociedad
- Desarrollo Tecnológico Industrial
- Desarrollo Territorial
- Salud
- Minería, Energía e Hidrocarburos
- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
- Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad
- Desarrollo Empresarial e Innovación e Instituciones Públicas y Privadas

Este compendio, sistematiza los objetivos, métodos y resultados obtenidos por cada proyecto de investigación, describiendo de manera sucinta el aporte científico logrado por los equipos de trabajo conformado por Docentes y Estudiantes de la UMSA, en el desarrollo de cada proyecto.

De esta manera, la UMSA pone a consideración los resultados de una de sus responsabilidades más trascendentes, como es la de aportar al desarrollo de la sociedad con los conocimientos y capacidades de investigación de interacción que aquí se generan; se trata, en todo caso, de dar señales claras que esta institución de educación superior asume con absoluta seriedad sus compromisos al entregar, como contraparte, propuestas altamente solventes en ámbitos de la ciencia, la tecnología e innovación.

## IMPLEMENTACION DE PRODUCCION MAS LIMPIA EN LA INDUSTRIA

**COORDINADOR:** Lic. William Saire Kantuta

**UNIDAD EJECUTORA:** Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas

El objetivo de la producción más limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integral en los procesos productivos, para incrementar la eficiencia y reducir los riesgos. La producción más limpia incrementa la eficiencia productiva, por lo cual es favorable en los beneficios económicos y ambientales.

La aplicación de PML en curtiembres propone disminuir en lo posible los efectos contaminantes en cada uno de sus procesos; a continuación se muestran algunos datos relevantes, en los que se realizaron medidas generales de producción más limpia.

### SITUACIÓN INICIAL DE CURTIEMBRES

Estos presentaban las siguientes características:

- a) Utilización indiscriminada de productos químicos peligrosos (cromo, sulfuros, ácidos fuertes, etc.)
- b) Utilización irracional del agua
- c) No se trataban las aguas residuales
- d) Se echaban residuos sólidos junto con las aguas residuales
- e) No se reciclaban ni se reutilizaban residuos líquidos y sólidos
- f) No se tomaban medidas para un uso eficiente de la energía

Los resultados muestran claramente que existe un alto grado de contaminación y todos los parámetros están muy por encima de los límites permisibles establecidos por la Ley 1333 de medio ambiente y el RASIM además de la NB - 512.

### SITUACIÓN DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Se realizaron una serie de recomendaciones entre las cuales citamos:

- a) Reutilización de las aguas de remojo en la etapa de ribera

- b) Reciclaje de aguas de curtido
- c) Separación de sólidos mediante trampa de rejillas
- d) Utilización de focos ahorradores en la iluminación de ambientes
- e) Lavado por lotes de las pieles frescas
- f) Utilización de pistolas a presión para lavado de ambientes de proceso
- g) Optimización del uso de energía eléctrica en máquinas y equipos
- h) Colocado de estanques para captar agua de lluvia
- i) Utilización de productos curtientes de alto agotamiento
- j) Disminución del uso de sulfuros
- k) Sustitución de solventes en acabados por acabados al agua
- l) Descarnado antes del curtido
- m) Recuperación de pelo antes del descarnado
- n) Utilización de reductores de caudal en pilas y lavamanos
- o) Separación y tratamiento de aguas con sulfuro y cromo

PRODUCTOS LOGRADOS	IMPACTOS
<i>Implementación de planta piloto para obtener diversos tipos de cuero</i>	<i>Equipo completo más accesorios para realizar pruebas técnicas de investigación aplicando medidas generales de producción más limpia en diferentes tipos de pieles</i>
<i>Memoria de resultados del proceso de formación de recursos humanos en el área de producción más limpia en la industria del cuero</i>	<i>Formación de 163 estudiantes y profesionales, 14 microempresarios, 5 estudiantes de pasantía y 1 auxiliar de investigación capacitados en la temática de producción más limpia en la industria del cuero. 12 profesionales participantes del Diplomado Producción Más Limpia Aplicada a la Industria nacional</i>

<i>Transferencia de tecnología de producción más limpia a microempresarios del rubro cuero</i>	<i>Transferencia de tecnología a 10 microempresarios de la localidad de Reyes Beni, 2 microempresarios de San Buenaventura del norte del Departamento de La Paz 1 microempresarios de la Ciudad de El Alto, 1 microempresario del Altiplano paceño (Palcoco)</i>
<i>Documento con los lineamientos a considerar para la disminución de los efectos contaminantes al medio ambiente por parte de las MyPES beneficiados con la transferencia tecnológica, considerando los procesos de reducción, reciclaje y reutilización</i>	<i>Texto elaborado con dicha información titulado “ Producción Más Limpia aplicada a pequeñas curtiembres”, 63 páginas con información aplicada para MyPES del rubro cueros</i>
<i>Documentos de difusión de la información para que industrias y organizaciones diversas tengan acceso a la información generada sobre la temática de producción más limpia</i>	<i>Elaboración de una cartilla de capacitación ilustrado a todo color titulado “Implementación de producción más limpia en la industria, sector curtiembres”, de 24 páginas</i>
<i>Documento de análisis y evaluación de los resultados y productos obtenidos, el impacto y aplicación de los mismos</i>	<i>Retroalimentación de información obtenida y aplicación en curtiembres de la Ciudad de El Alto y el norte del Departamento de La Paz. También está a disposición de estudiantes y docentes ya que dichas publicaciones existen en la biblioteca de la Facultad Técnica</i>

METAS PREVISTAS	METAS ALCANZADAS	PORCENTAJE DE LOGRO (%)	OBSERVACIONES
<i>Implementación de una planta piloto</i>	<i>Meta alcanzada</i>	<i>100</i>	<i>Equipo piloto para investigación</i>
<i>Memoria de los resultados del proceso de formación</i>	<i>Meta alcanzada</i>	<i>100</i>	<i>Resultados globales</i>
<i>Transferencia tecnológica de producción más limpia a MyPES del rubro cuero</i>	<i>Meta alcanzada</i>	<i>100</i>	<i>Se superó el número de microempresarios capacitados</i>
<i>Documento con los lineamientos a considerar para la disminución de los efectos contaminantes al medio ambiente</i>	<i>Meta alcanzada</i>	<i>100</i>	<i>Texto "Producción más limpia aplicada a pequeñas curtiembres"</i>
<i>Documentos de difusión de la información para industrias y organizaciones</i>	<i>Meta alcanzada</i>	<i>100</i>	<i>Cartilla de capacitación en producción más limpia dirigido a microempresarios. Texto "Producción más limpia aplicada a pequeñas curtiembres". Tríptico resumen del proyecto "Implementación de Producción Más Limpia en la Industria"</i>

## CARACTERIZACION Y OPTIMIZACION DEL USO DE CURTIENTES VEGETALES EN LA INDUSTRIA DEL CUERO

**COORDINADOR:** Lic. Emigdia Marina Quispe Arapa

**PARTICIPANTES:** Lic. Emilia García, Egr. Jenny Eguivar Tapia, Univ. José Luis Mamani, Univ. Alan Alcón Limari, Univ. Juan Pablo Apaza, Univ. Elsa Mónica Huanca Huanca

**UNIDAD EJECUTORA:** Carrera Química Industrial, Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas

El presente proyecto de investigación ha realizado un estudio y la aplicación de tres cortezas de especies forestales de Bolivia, que crecen en diferentes pisos ecológicos desde el Altiplano hasta el trópico. En la actualidad el 100% de las industrias de cuero aplican productos químicos, generando la contaminación del suelo, agua y aire del sector donde está establecido la empresa y las cortezas resultante del derive de todo los arboles es olvidado en el monte o barracas.

Se desarrollaron pruebas de curtido con los licores extraídos de las cortezas con agua y alcohol se han realizado pruebas en la aplicación de curtido de pieles de yacaré, caimán, serpiente, cocodrilo, chancho silvestre, vaca, llama, trucha.

Los árboles estudiados son los siguientes:

Nombre	Familia	Lugar de desarrollo
<i>Zumaque</i>	<i>Fabaceae Mimosoideae</i>	<i>Sector oriental (San Buenaventura, Beni y Pando)</i>
<i>Izigo</i>	<i>tetragastris</i>	<i>Sector oriental (San Buenaventura, Beni y Pando)</i>
<i>Eucalipto</i>	<i>myrtaceae</i>	<i>Altiplano y valle</i>

**Zumaque**, corresponden a la familia: ANADENANTHERA COLUBRINA con nombre vernácula de curupau, billca, cholke de acuerdo a evaluación de resultados de investigaciones bibliográficas en su gran mayoría son cultivados en el Sur de Europa y clasifican a la familia Rhus Coriaria, pero sin embargo el Zumaque que se utiliza en el curtido de pieles en San Buenaventura y Reyes habiendo una diferencia entre las dos especies de zumaque, desde la estructura troncal hasta el tamaño del árbol.



Se concluye que el zumaque es un árbol nativo de Sudamérica con una concentración de taninos totales desde el 23.92% hasta 49.23%, la cual tiene la propiedad de curtir a las pieles.

**Izigo** pertenece a la familia: BURSERACEAE, con el nombre común de yua, árbol con textura dura, se ha utilizado en las pruebas de curtido en diferentes formas desde las moliendas de malla 60 hasta virutas, antes de la investigación no fue utilizada para el proceso de curtido, se ha determinado el contenido de 35.60 % con agua y un máximo de 42.80% de tanino total con una mezcla de alcohol – agua (1:1). Las cortezas de izigo son buen material para dar color característico a la piel.

**Eucalipto** de familia myrtacea, considerándose prometedora en su desarrollo en la mayoría de los diferentes pisos ecológicos, de esta manera en el sector del Lago Titicaca el crecimiento es muy buena y se ha obtenido la concentración de taninos desde 29.85 % extraído con agua, hasta 38.95% extracto obtenido con una mezcla de agua – alcohol (1:1), en las pruebas del curtido da resultados favorables a pesar de tener la menor concentración de taninos.

En la caracterización de los tres árboles se determinó: taninos totales, polifenoles, ácido gálico; todos estos, concentrados en compuestos orgánicos que actúan con las proteínas de las pieles para transformarla en cuero.

Los taninos se cree que en la etapa de germinación de los vegetales son considerados como sustancias de reserva, luego en ciertas etapas del crecimiento cumplen funciones de protección distribuyéndose en las vacuolas vegetales combinados con alcaloides y proteínas de todos los órganos de la planta (hojas, semillas, flores) y, finalmente se depositan como producto del metabolismo en ciertos tejidos muertos de la planta madura, cortezas o súber externo, el leño o madera y tejidos patológicos (agallas). La fotografía 7, muestra las agallas de alepo-corteza del roble producidas como defensa frente a la ovoposición de las avispas y las agallas en el zumaque nativo producidas como defensa frente a la defecación de un pájaro endémico de San Buenaventura norte Departamento de La Paz. Bolivia por tener un extenso bosque tropical podría buscar obtener taninos de forma industrial.

En la actualidad la industria de curtidos en forma vegetal a nivel departamental como nacional son reducidos, encontrándose en el área tropical como San Buenaventura, Reyes, TIPNIS, por que el resto tienen una

transformación con productos químicos, utilizando especialmente la sal de cromo y otros reactivos, de esta manera no cumplen con la Norma RASIM, por ello es muy difícil el contacto con los dueños de curtiembres, ejemplo cuando se buscó a través de la Alcaldía de El Alto, no se encontraban trabajando en donde se han constituido, migran de un sector a otro cuando creen que hay amenaza de fiscalización a los mismos. La piel en su estado natural, no tiene la función y las condiciones de vida útil prolongada para ser utilizada con la comodidad que presentan otros materiales; por esta razón y para modificar estas limitantes, las pieles de los semovientes son transformadas en cuero aplicando generalmente dos procedimientos de curtido (mineral y vegetal).

El uso de estos tres árboles para el curtido vegetal, tiene la particularidad de no generar contaminación al medio ambiente, debido a que los residuos producidos pueden utilizarse como combustible o abono.

## **SISTEMA DE VINCULACIÓN TECNOLÓGICA**

**COORDINADOR:** Lic. Esp. Luis Fernando Aliaga Peralta

**UNIDAD EJECUTORA:** Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas

El proyecto **“SISTEMA DE VINCULACIÓN TECNOLÓGICA”** desarrollado durante el periodo 2010-2011 por el Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas de la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés, estuvo subordinado al Plan de Desarrollo del Departamento de La Paz, en concordancia con el Plan de Desarrollo Nacional respecto a las políticas estratégicas de Desarrollo Productivo.

Por otro lado, considera el Plan de Desarrollo de la Universidad Mayor de San Andrés y las políticas de Investigación, Interacción Social, Vinculación Tecnológica y de Postgrado.

Tomo en consideración las debilidades que reveló el proceso de autoevaluación, evaluación interna y acreditación 1999-2002 y las recomendaciones del proceso de acreditación internacional 2002-2008.

El proyecto IDH, enfrente uno de los principales problemas que agobian a la Facultad, como es la frágil o incipiente relación con el entorno productivo, que promueve un conjunto de deficiencias internas y acentúan el rezago respecto a los acelerados cambios del entorno en lo referente a los adelantos tecnológicos como en los modelos de formación profesional.

En efecto, vistas las circunstancias de desvinculación entre el sector académico y el productivo, como también el crecimiento de las MyPEs y sus notorias necesidades de asistencia técnica, surge la oportunidad con este proyecto de establecer con el sector relaciones objetivas y duraderas.

El proyecto en síntesis, tiene la finalidad de crear condiciones internas y externas –durante el periodo 2010-2011 que permitan a la Facultad de Tecnología hasta la finalización de la presente gestión materializar de modo efectivo su vinculación tecnológica con el sector productivo, específicamente con las MyPEs.

El proyecto plantea el establecimiento de un Sistema de Vinculación Universidad-Empresa, que se estructura a través de: La Unidad de Vinculación

Tecnológica, las Unidades Académicas de la Facultad (nueve Carreras) y/o sus Centros de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico sus Laboratorios de prestación de servicios y en un futuro próximo la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica.

### **OBJETIVO GENERAL**

Contribuir en el desarrollo de procesos de interlocución entre el sector académico y el productivo, para generar los mecanismos que faciliten su vinculación para elevar la calidad de la formación profesional con pertinencia y relevancia y generar competencias profesionales funcionales a las necesidades y demandas del sector productivo y de servicios.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

OE1: Ampliar Las aptitudes facultativas para el estudio del comportamiento del entorno, el planteamiento educativo, el desarrollo curricular y la vinculación con el sector productivo.

OE2: Establecer condiciones científico tecnológicas pedagógicas propicias para la formación de cuadros profesionales afines a las necesidades del proceso de transformación tecnológica de la región y país.

OE3: Crear un ambiente institucional adecuado, en el cual se promueva la actualización y adquisición de mejores instrumentos científico-tecnológicos y pedagógicos para la investigación, innovación y desarrollo tecnológico dedicado a los servicios.

OE4: Generar normatividad para la gestión de la Vinculación Tecnológica.

### **BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

Entre los principales beneficiarios directos del proyecto están las MyPEs, organizaciones micro-empresariales que representan el 90% de las unidades económicas y que ocupa al 59% de la población. Este sector es el que requiere de apoyo técnico y científico que le brindara el Sistema de Vinculación Tecnológica de la Facultad con actividades de: capacitación, asistencia técnica, transferencia tecnológica, asesoramiento, fortalecimiento empresarial, etc.

Otro sector beneficiado será la mediana empresa que agrupa al 5% del total de empresas y que ocupa al 15% de los trabajadores. Los servicios estarán relacionados a operaciones y procesos productivos innovadores, nuevos materiales, reingeniería, fortalecimiento institucional, capacitación especializada y servicios especializados demandados por el sector.

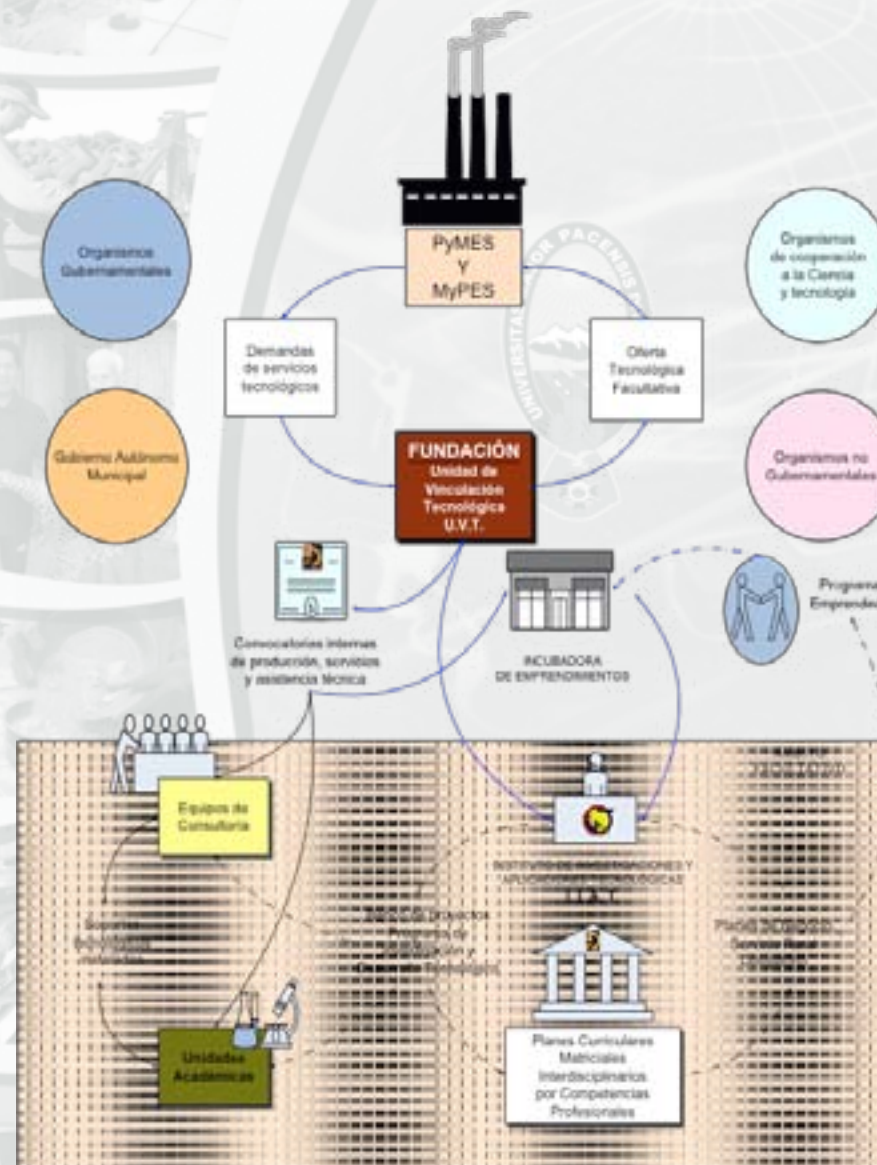


Dada la característica multidisciplinaria de la Facultad de Tecnología que cuenta con 9 Carreras profesionales y 4 programas en el área rural en diversas áreas del conocimiento, su ámbito de acción se abanica en sectores como: Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones, Electromecánica, Construcciones Civiles, Topografía y Geodesia, Química Industrial, Tecnología de Alimentos, Mecánica Industrial, Mecánica Automotriz y Aeronáutica.

Beneficiarios indirectos del proyectos y sus resultados serán las familias, usuarios y clientes relacionados a las actividades productivas originadas por las PyMES cuyo impacto redundara en mejores ingresos económicos para las primeras, mejor calidad de servicios y productos para los segundos.

### RESULTADOS Y PRODUCTOS OBTENIDOS

1. Base de Datos Empresarial de las PyMES registradas en la Cámara Nacional de Comercio correspondientes al Departamento de La Paz.
2. Base de Datos de Requerimientos Empresariales por Rubros.
3. Base de Datos Profesionales de la Facultad de Tecnología por Especialidades.
4. Normas y Reglamentos que soportan el Sistema de Vinculación Tecnológica.
5. Catálogo de Servicios ofertado a las MyPEs.
6. 20 Profesionales capacitados en Gestión de la Vinculación Tecnológica.
7. 20 Profesionales capacitados en Diseño de Planes Curriculares Matriciales por competencias Profesionales.
8. Documento de Potencialidades y Vocaciones Municipales a nivel Departamento de la Paz y País.



## **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN AREAS RURALES DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**COORDINADOR:** Dr. Ing. Marco A. Ruiz Gutiérrez

**PARTICIPANTES:** Ing. Nelson Condori Choque, Ing. Jorge Espinoza, Ing. Willy Flores Mancilla, Ing. Carlos López Blanco, Lic. Virginia Montevilla Castillo, Lic. Manuela Quispe Chino

**UNIDAD EJECUTORA:** Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas

### **OBJETIVO GENERAL**

El mejoramiento del uso de recursos hídricos mediante la implementación de un sistema de riego por goteo en áreas rurales del departamento de La Paz; específicamente en los Municipios de Laja y Sapahaqui.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar un sistema de riego por goteo para diferentes zonas geográficas y climatológicas, respondiendo a las necesidades de los cambios climatológicos, específicamente en los Municipios de Laja y Sapahaqui.
- Innovar en el suministro de agua para el sistema de riego por goteo.
- Buscar los parámetros de productividad y rendimiento de un cultivo rústico de cebolla para temperaturas y clima típicos de la zona de estudio utilizando el riego por goteo.
- Implementar el sistema de riego por goteo para frutales de durazno.
- Evaluar ventajas y desventajas del sistema de riego por gravedad y mediante el uso de una bomba impulsora.
- Realizar un seguimiento climatológico de en las área de trabajo.
- Realizar los cálculos hidráulicos correspondientes

Como resultado general de esta investigación aplicada, se han instalado dos sistemas de riego por goteo en los mencionados municipios y a continuación se detallan los resultados más importantes obtenidos de estas actividades.

### **RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA DE LAJA**

De acuerdo a los resultados correspondientes al establecimiento del proyecto se hace las siguientes conclusiones:

Bajo las actuales condiciones de inseguridad productiva, debida a los cambios climáticos que se van registrando en el altiplano con mayor frecuencia, la implementación del sistema de riego por goteo es una solución técnica altamente viable desde el punto de vista del uso de agua.

Los sistemas productivos no solo dependen del agua, debido a que el agua es uno de los componentes de los factores productivos de mayor incidencia frente a la menor presencia de otros factores que conllevan un alto riesgo y hacen más vulnerables a los cultivos establecidos.

El agua pierde su impacto ante la presencia atemporal de heladas meteorológicas, debido a que su baja, esporádica e impredecible presencia tiene alto impacto en el desarrollo de los cultivos.

Por tanto el riego altamente eficiente como los sistemas de riego por goteo deben estar acompañados de ambientes que reduzcan la presencia de otros riesgos como las granizadas y las heladas.

Con relación al sistema, se puede señalar que está dentro de la posibilidad de manejo reduciendo su costo con relación a la construcción de estanques de regulación, debido a que se ha logrado obtener las necesidades técnicas de riego que el sistema requiere.

De los resultados obtenidos y de las observaciones realizadas, se puede suponer que cultivos como la cebolla, que tradicionalmente se verifican una vez al año, pueden duplicar su producción anual, bajo las perspectiva de la implementación de riego por goteo y de sistemas que minimicen la influencia de las heladas en las cosechas.

Por otro lado, las dificultades de índole político en la región hacen muy complicada la situación de emprendimientos innovadores que se supone van en beneficio del poblador local; el continuo cambio de autoridades y pugnas internas no promueven la seguridad necesaria para la implementación de este tipo de actividades de investigación.



## RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA DE SAPAHAQUI

Los sistemas de riego tradicionales se caracterizan por una baja eficiencia de aprovechamiento de agua (sean estas por inundación, surcos, tablares, bancales), razón por la cual los sistemas de riego presurizado (goteo) proveen muchas ventajas que se expresan en mejora de producción y como consecuencia mejora los ingresos de los productores, por lo que se considera como alternativa el sistema de riego por goteo.

El ineficiente uso de agua provocado por el sistema tradicional causa muchos problemas sociales que tienen como consecuencia el brote de disputas entre los regantes que en muchas situaciones se ven imposibilitados al acceso de riego; por esta y otras razones, el sistema de riego por goteo ofrece una mejor eficiencia de reparto y aprovechamiento, que evitaría los problemas sociales descritos.

El sistema de riego por goteo no tiene limitaciones en su implementación a condiciones topográficas accidentadas, al contrario se puede aprovechar dichas condiciones, para minimizar el gasto de energía, aprovechando la presión resultante del desnivel de las cotas (la región de Sapahaqui presente estas características).

La estación meteorológica Vantage PRO – 2 y el sistema de riego por goteo en la zona de estudio nos permite un manejo adecuado de los factores ambientales y productivos.

La aplicación de tecnologías en el área rural ofrece una mejor y clara perspectiva de solución frente a los problemas generados, por la escasez del agua de riego o su mala utilización.

A la fecha, el sistema de riego por goteo ha demostrado ofrecer un mejor crecimiento de los frutales utilizados como objetivo y, en definitiva, su aplicación se justifica plenamente debido a los altos precios del durazno en el mercado interno.

## UTILIZACION DE DESECHOS DE GOMA PROVENIENTES DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LAS CIUDADES DE LA PAZ Y EL ALTO

**COORDINADOR:** Lic. Pablo Castelú Ticona

**PARTICIPANTES:** Lic. Orlando Hilari C., Lic. Cecilio Ticona, Egr. Ariel Yujra C., Egr. Alvaro Cuba P., Egr. Braulio Quispe Q.

**UNIDAD EJECUTORA:** Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas

El presente trabajo se encuentra enfocado a demostrar una alternativa para la gestión de residuos del caucho procesado, a través de la valoración del material de neumáticos en desuso provenientes del parque automotor de las ciudades de La Paz y El Alto del departamento de La Paz, según datos del RUAT durante la gestión 2011, los Gobiernos Municipales de El Alto se registraron 86.592 vehículos y en el Gobierno Municipal de La Paz 179.259 vehículos, siendo el parque automotor de ambas ciudades de 285.851 automotores.

El creciente parque automotriz ha traído consigo un problema ambiental que se acrecienta en forma descontrolada, los neumáticos desechados y la forma en que hoy se desechan, lo que constituye innumerables problemas para el medio ambiente. Sin embargo, debido a diversos estudios y experiencias, se ha logrado determinar que es posible reciclaje y su uso en un sinnúmero de aplicaciones, con resultados muy favorables.

Las llantas desechadas se han convertido en un problema técnico, económico, ambiental y de salud pública, porque son materiales de difícil degradación. El principal problema que existe para el reciclaje de los neumáticos usados es la dispersión geográfica en la generación de estos residuos, que presenta serias dificultades al proceso de recogida, sobre todo económico, común a la aplicación de cualquier tecnología, además se presenta una serie de problemas de almacenamiento, al ser producto altamente inflamable y capaz de producir nubes tóxicas en caso de incendio, por el gran volumen que ocupa. Si nos centramos en el problema técnico de la eliminación de los neumáticos usados, este pasa por la aplicación de las tecnologías de procesamiento para la separación de los componentes que actualmente se utilizan: mecánica y criogénica.

Hemos decidido tomar parte de esta problemática, y con el uso de la tecnología y la innovación, es posible reciclar estos residuos y es factible su utilización en múltiples prestaciones, interesantes aplicaciones, un sinnúmero de usos, con resultados muy favorables en todos los casos. La reducción del neumático mediante una máquina de trituración mecánica convencional móvil, capaz de desmenuzar las llantas, transformando en pequeñas virutas de goma, y obteniendo materia prima para reutilizarlos en otros productos.

### OBJETIVO

El diseño y construcción de una sistema de trituración mecánica convencional móvil, que sea capaz de desmenuzar las llantas de desecho, transformando en pequeños pedazos de goma, logrando implementar un proceso común de reciclaje de neumáticos desechados y al mismo tiempo ayudar al medio ambiente en diversos ámbitos.

### DESARROLLO

Los **neumáticos** influyen directamente sobre el rendimiento, comportamiento y prestaciones de los vehículos son elementos que permanecen en contacto con la superficie del suelo, además de transmitir las fuerzas de frenado y aceleración del vehículo al suelo, mantener y cambiar la dirección de la marcha, y soportar el peso del vehículo.

Es un conjunto de una cámara de aire o sin ella, llamado también cámara, llanta o neumático es una pieza toroidal conformado por caucho natural y sintético, negro de humo, bandas e hilos textiles (nylon, kevlar) y alambres acerados.

### LAS PARTES DEL NEUMÁTICO

- Banda de rodaje o huella: resistencia a la fricción mayor tracción y mejor adherencia sobre las carreteras.
- Paredes laterales, compuesto de caucho con alta resistencia a la fatiga por flexión.
- Tela de cuerpo: resistencia al aire, soportar la carga, aislar las irregularidades de las carreteras.
- Cinturones estabilizadores: otorga rigidez a la banda de rodadura, estabiliza y mejora la pisada del neumático.

- Talones: compuestos de cables de acero revestidos en cobre para evitar la oxidación separados individualmente por compuestos de caucho para evitar el contacto entre ellos y revestidos de tejido tratado. Su función es sujetar el neumático a la llanta y ofrecer alta resistencia ala ruptura.

### RESULTADOS DE LA MAQUINA MODULAR DISEÑADO Y CONSTRUIDO

El triturador consiste en cuatro etapas: la primera con el cortado de las bandas laterales, la segunda mediante el triturado de la banda de rodaje y obtener trozos de 15, 13 y 10 cm., tercera etapa un separador de alambres y fibras mediante un imán convencional y la cuarta etapa la molienda la goma hasta obtener goma de 2, 1, 0.5 cm.

El sistema triturador permite triturar en un rango inicial de 30 llantas por día y la actividad del reciclaje de gomas sigue ciertos pasos como el de clasificar las llantas de acuerdo al tamaño de la rueda, el diámetro seleccionado para la molienda son los menores del aro de 16 pulgadas.

La innovación del sistema de trituración es relativamente pequeña, capaz de satisfacer el propósito del reciclaje de neumáticos y ayudar al medio ambiente.

## **PROTOTIPO DE EXTRUSOR DE QUINUA REAL PARA MICRO, PEQUEÑO Y MEDIANOS PRODUCTORES**

**COORDINADOR:** Lic. Arturo E. Reynaga Nava

**PARTICIPANTES:** M.Sc. José Luís Soto, Egr. Paola Tarqui, Egr. Eddy Quiroz

**UNIDAD EJECUTORA:** Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas

La implementación de tecnologías más eficientes como la extrusión, en la producción de alimentos pre cocidos andinos como la quinua, se ve limitado por diferentes factores como: la insuficiente información bibliográfica, investigación de extrusores en nuestro medio, las pocas empresas fabricantes de estos equipos restringen su acceso a esta tecnología por los costos altos de fabricación de estos equipos, peor aún el elevado costo que significa importar un equipo de extrusión y, en su mayoría de los equipos de extrusión son construidos para chisitos de maíz.

Todos estos factores inciden en nuestro aparato productivo de micro, medianos y pequeños productores de quinua, que se dedican a vender y exportar la quinua como materia prima, por falta de adaptaciones tecnológicas de equipo y maquinaria requerida por nuestro sector industrial.

El proceso de extrusión posee cualidades como: funcionalidad, versatilidad, alta productividad, bajos costos de operación procesamiento, productos de alta calidad, ahorro de energía, innovación en la producción de nuevos alimentos y menor superficie para instalación de infraestructura industrial.

Los granos andinos como la quinua constituyen una alternativa promisoría para cubrir las deficiencias nutricionales, especialmente, para la población infantil, ancianos, madres gestantes y lactantes, por cuya razón el uso de la quinua instantánea es una opción para diversificar e innovar nuevos productos de este o a base de él, el extruido mejora significativamente la digestibilidad de los nutrientes e incrementa su vida útil.

### **OBJETIVOS**

- Diseño de un prototipo de extrusor adiabático.
- Calculo de resistencia de materiales.

- Pruebas de extrusión con granos de quinua.
- Balance de energía y materia.

### **DESARROLLO**

Para el diseño del prototipo se ha tomado en cuenta los siguientes parámetros:

- El contenido de almidón, proteína, fibra, del grano.
- La forma, diámetro, espesor, dureza, características físico químicas, funcionales de los granos de quinua.

- La viscosidad,

Cálculos realizados para el diseño fueron:

- Análisis de flujo en el extrusor
- Análisis del dado
- Punto de operación
- Eficiencia volumétrica del extrusor
- Potencia requerida
- Análisis por flexión
- Análisis por torsión
- Análisis por fatiga
- Diseño del barril
- Tolva de alimentación

### **CONSTRUCCIÓN EL PROTOTIPO DE EXTRUSOR:**

Se uso acero AISI-SAE 1045, con el objetivo experimental de verificar los efectos que se tiene cuando el tornillo tiene diferentes profundidades de rosca, doble rosca, rosca sencilla, con y sin dispositivo de mezclado, así como las combinaciones de estos, se fabricaron varios tornillos como buges intercambiables que se fueron cambiando según las pruebas.





Fuente: propia  
Tornillo del prototipo de extrusor



Fuente: propia  
Tornillo de hilo simple



Fuente: propia  
Ecotipo Pandela



Fuente: propia  
Ecotipo Toledo

### PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:

- Pruebas de calibración en vacío
- Pruebas de calibración con carga
- Pruebas de extrusión sin matriz
- Pruebas de extrusión
- Pruebas de extrusión (tornillos de amasado, cocción de hilo simple y sin matriz)
- Prueba de extrusión (tornillos de amasado, cocción de hilo simple con matriz de tres salidas de 3 mm)
- Determinación del caudal (tornillos de amasado, cocción de hilo simple)
- Prueba de extrusión (tornillos de amasado y cocción de doble hilo)
- Prueba de extrusión (tornillos de amasado hilo simple y sin mezclador)
- Prueba de extrusión (tornillos de amasado doble hilo y de cocción hilo simple)
- Prueba de extrusión (tornillos de amasado hilo simple y de cocción doble hilo)
- Determinación del caudal
- Determinación del tamaño de grano
- Perfil de temperaturas
- Determinación de la humedad
- Influencia de la fibra
- Balance de materia
- Balance de energía

### CONCLUSIONES

La ubicación más apropiada del orificio de salida de la matriz es el centro, además es importante la disposición cónica de este.

La combinación de tornillos más eficaz es el de hilo simple con una altura de filete de 7mm en la etapa de alimentación, 3mm en la etapa de amasado y 3 mm en la etapa de cocción.

La adición de anillos de mezclado en el tornillo mejora la homogeneidad del material dentro el extrusor.

Este prototipo de extrusor adiabático, requiere inicialmente calentamiento hasta 86°C, el 40% del calor generado por disipación viscosa del material es usado para mantener caliente el equipo de extrusión.

El caudal más adecuado para el proceso de extrusión es 0.48 kg/min., la humedad más adecuada es de 23% de humedad, con un grado de gelatinización del 91.57%

La presencia de fibra origina menor expansión del extruido y baja gelatinización del almidón.

## ESTUDIO DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES A TRAVÉS DE TELECENTROS

**COORDINADOR:** MSc. Ing. Felix Edwin Ibarra García

**UNIDAD EJECUTORA:** Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas

### INTRODUCCIÓN

El derecho a la libertad de expresión y acceso a la información están claramente establecidos en la Declaración Universal de los Derechos Humanos. Estos mismos derechos se reflejan también en la Convención sobre los Derechos de los Niños de las Naciones Unidas.

Adicionalmente desde una perspectiva de equidad, en el Octavo Objetivo de "Milenio", se hace un llamado para que las Tecnologías de Información y Comunicación TIC lleguen a todos, sugerencia que ha sido incluida y declarada en la Cumbre Mundial para la Sociedad de la Información y su Plan de Acción en Ginebra.

En consecuencia, las TIC llevan en la actualidad una trayectoria imparable que está condicionando las relaciones económicas y sociales del mundo.

Es así, que en esta trayectoria imparable de las TIC, a la Universidad como institución de formación, le corresponde su papel de integración con la sociedad y en consecuencia la mejora de infraestructuras y servicios, promoviendo acciones que faciliten el acceso a Internet y las Telecomunicaciones proporcionando los más variados sistemas de formación y difusión.

Es por esta razón, que el proyecto denominado, Estudio de Servicio de Telecomunicaciones a través de los Telecentros, ganador del 3er concurso de proyectos de investigación e interacción social de la UMSA, promocionado por la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Facultad Técnica, surge como una propuesta para promover las TIC en ámbitos sociales, y ha identificado como usuarios potenciales del proyecto, a la Población de COLQUENCHA, ubicada en la sexta sección de la provincia Aroma del departamento de La Paz, donde los directos beneficiarios son:

- Alcaldía y sub Alcaldías,

- Establecimientos educativos (colegios o bibliotecas),
- Establecimientos de salud (hospitales, clínicas y postas de salud).

### DESARROLLO

Objetivos principales de un Telecentro:

- Contribuir al desarrollo humano y desarrollo local dotando de condiciones para acceder a comunicación, información y educación.
- Reducir los desequilibrios sociales con relación al acceso a conocimientos y la capacidad de producir y difundir información.
- Facilitar la extensión de servicios de salud y educación.
- Incrementar las opciones de formación profesional, técnica y laboral.
- Contribuir a la consolidación de las comunidades.
- Mejorar las condiciones de intercambio, producción y competitividad.

### EL SISTEMA WAVEIP [2]

Es una solución tecnológica de acceso total de banda ancha inalámbrica, para ampliar las redes existentes y brindar servicios de banda ancha a nuevos usuarios que en el pasado no contaban con este tipo de servicio o que vivían en localidades donde no existía la infraestructura necesaria. A través de la Plataforma Inalámbrica de Internet de Banda Ancha WaveIP, la cual se despliega fácilmente, los proveedores de servicio se pueden dedicar por completo a entregar un servicio de alta velocidad y excelente calidad a sus clientes.

El sistema WaveIP consta de tres componentes principales: El Punto de Acceso (AP), es un dispositivo de transmisión y recepción de datos que conecta los usuarios y también actúa como punto de interconexión entre la red WaveIP y una red cableada, El Módulo suscriptor (SM): son receptores que se instalan en los sitios de los usuarios y la Unidad Backhaul, es un radio de Punto-a-Punto que es usado para llevar el tráfico de un punto a otro.

Esta tecnología permite establecer amplios arreglos donde el sistema puede ser configurado para satisfacer las necesidades de usuarios de redes residenciales y de negocios actuales y futuros; ofreciendo actualmente más de 6Mbps (velocidades globales de datos).



Cuando se habla de WaveIP se habla de redes Fijas, que también podrían ser nomádicas; más no se lo considera como WiFi 802.11 y no fue diseñado para ambientes internos o Móviles.

#### **VENTAJAS DE TELECENTROS ADMINISTRADOS CON EL SISTEMA WAVEIP**

La solución tecnológica del sistema WaveIP al ser inalámbrica permite que los costos iniciales sean mucho menores, frente a cualquier otra opción de conectividad, eliminando la necesidad de utilizar la red telefónica o de cable existente.

El sistema WaveIP opera en la banda de Infraestructura de Información Nacional Sin Licencia por lo que no hay necesidad de adquirir espectro o licencia para sitios. Unlicensed National Information Infrastructure U-NII): (5,15GHz a 5,25GHz), (5,25GHz a 5,35GHz), (5,725GHz a 5,825GHz); y en la Banda ISM (Industrial, Científica y Médica): (902MHz a 928MHz), (2,40GHz a 2,4835GHz), (5,725GHz a 5,85GHz).

Finalmente esta solución tecnológica tiene capacidad para

Ajustarse a los requerimientos futuros siguientes:

- Acceso a mayores áreas geográficas,
- Servicios de TELEMEDICINA,
- Mayores volúmenes de tráfico.

#### **CONCLUSIONES**

Se ha conseguido identificar una solución tecnológica adecuada para promover el uso y aplicación de las TIC en lugares rurales de nuestro país. Llevando a futuro todas las ventajas cognoscitivas que ofrecen las TIC para el desarrollo de los pueblos.

## **PRODUCCION DE CARBONATO DE CALCIO POR PRECIPITACION**

**COORDINADOR:** Lic. Osvaldo Valenzuela Méndez

**UNIDAD EJECUTORA:** Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas

El proyecto concursable I.D.H. de investigación e interacción social presentado por los docentes: Coordinador Lic. Osvaldo Valenzuela Méndez, Co-coordinador Ing. Miguel Yucra Rojas Univ. Claudia León Univ. Yohana Aduviri Catacora "Producción de carbonato d calcio por precipitación" aprobado por resolución de H.C.U. 235/2010 ha sido seleccionado por obtener un puntaje de evaluación suficiente para ser proyecto elegible, en el marco de las bases del concurso y convocatoria 2009 a ser financiado con recursos IDH 2010.

La localidad de Colquencha de la Provincia Aroma del Departamento de La Paz, posee 6000 habitantes en edad de trabajar, de los cuales, el 20% están relacionados con la industria extractiva en las canteras. El municipio de Colquencha en fecha 21 de julio del 2010, firma con la Carrera de Química Industrial de la Facultad Técnica de nuestra casa superior de estudios un ACUERDO INTERINSTITUCIONAL DE TRABAJO DIRIGIDO, que en su clausula tercera reza: El objeto del presente acuerdo es implementar la modalidad de graduación de trabajo dirigido para optar el grado de licenciatura, para los estudiantes que hubieses concluido sus estudios en la carrera de Química Industrial de la Facultad Técnica de la U.M.S.A.

Además la clausula novena establece que los proyectos de pre factibilidad generados mediante el presente convenio podrán llevarse a diseño final y ejecución, previo financiamiento para beneficio de la comunidad del municipio y de la comunidad estudiantil de la carrera. Indirectamente la población estudiantil de la carrera de química industrial se beneficia con equipos de proceso adquiridos para el proyecto, pudiendo generar nuevas aplicaciones en el marco de los procesos químicos industriales inorgánicos.

Estas canteras corresponden al pérmico inferior marino (Grupo Copacabana) contiene varios horizontes de piedra caliza compacta y dura, el sinclinal tiene unos 12 Km. de longitud y contiene una capa de caliza de unos 8 a 12 metros de potencia y un promedio estimado de 19000000 de toneladas.

Se trata de una caliza con poco magnesio, un promedio de 71% de carbonato de calcio, el resto sílice y hierro.

La industria utiliza carbonato de calcio de alta pureza, del 98 al 99% dependiendo del uso, la industria de papel, pinturas, farmacéutica, plásticos, alimenticia,



jabones, abrasivos, etc.: mientras que la piedra caliza de base arcillosa como la que tenemos en Colquencha se destina principalmente para la producción de cemento.

En consecuencia para satisfacer el requerimiento del mercado interno y externo de carbonato de calcio, necesitamos tratar física y químicamente la piedra caliza con el fin de descomponer el mineral para separar sus impurezas, volviendo a recomponerlo, generando un carbonato de calcio de alta pureza.

La piedra caliza de origen natural, triturada, se la calcina durante tres horas a la temperatura de 850 °C, la cal viva obtenida, forma con agua una lechada de hidróxido de calcio. La solución cristalina de agua-hidróxido de calcio, con un contenido de 1,76 gramos de hidróxido de calcio ,por litro, se trata d con anhídrido carbónico comprimido en una columna de absorción en la que se obtiene una suspensión de calcio carbonato precipitado.

Una columna de absorción construida en acero inoxidable y rellena con esferas de vidrio de 10 mm de diámetro, sirve para la absorción de CO<sub>2</sub> de la mezcla N<sub>2</sub> CO, SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> mediante monoetanolamina, la desorción del CO<sub>2</sub> de la monoetanolamina, se realiza en un autoclave, separando solo el CO<sub>2</sub> que es comprimido.

La misma columna se utiliza para la absorción del CO<sub>2</sub> sobre hidróxido de calcio en solución acuosa, generando una suspensión de partículas finas de carbonato de calcio.

El carbonato de calcio generado, se separa por sedimentación, filtración y posterior secado, produciéndose un sólido blanco de finas partículas con un contenido del 99,5 % de carbonato de calcio precipitado.

En consecuencia, se concluye que la investigación ha logrado caracterizar la materia prima, transformarla por descomposición, separación de impurezas y nueva síntesis obtenido un carbonato de calcio de alta pureza con características fisicoquímicas que lograrán introducir este producto al mercado.

Se logra el beneficio para los estudiantes de la carrera de Química Industrial que podrán seguir otras investigaciones en el área de la tecnología química inorgánica con los equipos aportados por el presente proyecto.

Se logra el beneficio para los estudiantes de la Carrera de Química Industrial que podrán seguir otras investigaciones en el área de la tecnología química inorgánica con los equipos aportados por el presente proyecto.

De la misma forma la interacción con la comunidad del municipio de Colquencha, se establece ya que se sientan las bases para que en un futuro se pueda conseguir el financiamiento y la implementación de una planta para la producción de carbonato de calcio precipitado.