

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.

INCIDENCIA DE PLAGAS Y USO DE PLAGUICIDAS EN TAHUAPALCA (MUNICIPIO DE PALCA, PROVINCIA MURILLO, LA PAZ), DIAGNOSTICO INICIAL Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS ECOLOGICAS

COORDINADOR: Dra. Isabel Morales Belpaire

PARTICIPANTES: Dra. Patricia Mollinedo P., Lic. Patricia Amurrio, Lic. Miguel Limachi, Lic. Cristina Ruiz S.

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Biología Molecular y Biotecnología, Instituto de Ecología, Carrera de Química

La comunidad de Tahuapalca, situada en la zona de Río Abajo de la Provincia Murillo de La Paz, tiene como principal actividad económica la horticultura y abastece con sus productos a los mercados de la ciudad de La Paz. A diferencia de muchas otras comunidades de la misma zona, el riego de los cultivos se realiza con agua proveniente de ríos de deshielo y no así con las aguas contaminadas del Río La Paz, lo que confiere a esta comunidad la posibilidad de producir hortalizas libres de patógenos. En la actualidad, sin embargo, la zona enfrenta problemas para la producción, como ser la fuerte incidencia de insectos plaga y una disminución de la fertilidad del suelo. En respuesta a la presencia de plagas, los agricultores utilizan una serie de plaguicidas cuyos efectos sobre el ecosistema suelos y sobre las aguas del lugar no han sido cuantificados. En el presente proyecto, se ha realizado un relevamiento sobre los insectos plaga y sus posibles controladores naturales en la zona de estudio. Asimismo, se ha realizado una caracterización de los suelos de la zona y se ha determinado la presencia del organofosforado metamidofos en los suelos. En un segundo componente, se ha determinado el impacto que tienen los plaguicidas organofosforados sobre parámetros microbiológicos y bioquímicos del suelo. El tercer componente consistió en aislar microorganismos degradadores de los plaguicidas más comúnmente utilizados en la zona de estudio y que pueden ser utilizados como herramientas para bioremediación.

El relevamiento de plagas y controladores naturales en los cultivos mostró que los principales insectos plaga son la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) y el pulgón del repollo (*Brevicorine brassicae* (L.)). Como principal controlador se encontró a *Hippodamia variegata*. La mosca blanca mostró tener un ciclo de vida de

28 a 39 días en condiciones de laboratorio. Para este insecto, se encontraron mayor cantidad de huevos en época seca y de adultos en época húmeda. Se identificó 15 especies de plantas hospederas de la mosca blanca. En base a la información obtenida, se realizaron recomendaciones para cultivar hierbas aromáticas en los bordes de los cultivos y repoblar los espacios entre áreas cultivables con especies nativas, de tal forma que se pueda restituir la composición y las cantidades de controladores biológicos propios del lugar.

En cuanto a las características físico-químicas de la capa arable de los suelos de Tahuapalca, se observó en general suelos de textura franca, moderadamente alcalinos, sin problemas de salinidad, con bajo contenido en materia orgánica, nitrógeno y fósforo disponible. Los datos obtenidos se han georeferenciado y se dispone de mapas temáticos para los diferentes parámetros evaluados. Se ha cuantificado, además, el número de bacterias, actinomicetes y hongos cultivables en las diferentes parcelas muestreadas y se han determinado algunas actividades enzimáticas. Una de las limitantes encontradas para la fertilidad es el bajo nivel de materia orgánica, por lo que se ha recomendado la producción e incorporación de compost.

Se ha estandarizado un método de extracción y cuantificación del plaguicida organofosforado metamidofos a partir de muestras de la capa arable del suelo, observándose presencia de este plaguicida en suelos de varias parcelas, lo que podría llevar a una exposición de los agricultores aún después de terminada la fumigación, dado que ellos trabajan de forma manual. En condiciones de campo, no se observó correlación entre las concentraciones de metamidofos en los suelos y los parámetros microbiológicos y bioquímicos determinados, con la excepción de la actividad fosfatasa que fue levemente menor en presencia de mayor concentración de metamidofos. En condiciones de laboratorio, por el contrario, sí se ha observado un efecto negativo del metamidofos sobre la actividad microbiana medida por respirometría y sobre las actividades amilasa y fosfatasa. Estos resultados implicarían que el plaguicida sí tiene un efecto sobre las actividades microbianas y enzimáticas del suelo, pero que este efecto no es muy notorio en condiciones de campo debido a otros factores (como ser humedad, temperatura) que influyen sobre los microorganismos del suelo.

El tercer componente del proyecto ha permitido aislar cepas resistentes a los plaguicidas cipermetrim y metamidofos que podrían, a mediano plazo, constituirse en herramientas de bioremediación, sobre todo para descontaminación de aguas.

DIVERSIDAD MICROBIANA ASOCIADA A LA CONTAMINACION MINERA EN LA CUENCA DE MILLUNI: IMPORTANCIA PARA LA CALIDAD DE AGUA DE ABASTECIMIENTO A LA CIUDAD DE LA PAZ

COORDINADOR: Volga Iñiguez Rojas Ph. D.

PARTICIPANTES: Gracia, M.E., Alanoca, L., Quisberth, S., Osorio, D.

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Biología Molecular y Biotecnología

El objetivo del proyecto estuvo dirigido a determinar la diversidad microbiana en ecosistemas de stress, como lo son los drenajes ácidos de mina (DMA), con énfasis en las comunidades microbianas nativas de bacterias con potencial de lixiviación y bioremediación.

El área de estudio, situada al norte de la ciudad de La Paz, comprende a lagunas de la Cuenca Milluni que por su cercanía a la mina La Fabulosa, reciben directamente los efluentes de drenajes mineros ácidos (DMA), provenientes del inadecuado depósito de las colas de desmonte. Los DMA representan la principal fuente de contaminación de la cuenca Milluni que reviste importancia pues sus aguas desembocan por un lado, en la Bahía de Ocaña en el Lago Titicaca y por otro, en la planta de Achachicala, que representa una fuente importante de abastecimiento de agua a la población de la ciudad de La Paz.

En las lagunas mencionadas, se analizó la variación espacial de las características fisicoquímicas y la estructura comunitaria de phyla microbianos. Para lo cual, se utilizaron una combinación de métodos químicos y técnicas basados en técnicas de biología molecular (PCR, RFLP clonación génica y análisis de secuencias génicas). El análisis muestra que la cuenca de Milluni (tanto sus aguas como sedimentos) está fuertemente afectada por la contaminación minera. A pesar del alto contenido de metales pesados se observa una diversidad microbiana considerable reflejada en la presencia de 7 phyla bacterianos: Alphaproteobacteria, Betaproteobacteria, Gammaproteobacteria, Nitrospira, Firmicutes Acidobacteria y Actinobacteria, las cuales muestran variación significativas entre las lagunas de mayor impacto Milluni Chico y Milluni Grande. Asimismo se encontró la presencia de diversos subgrupos de bacterias sulfatoredutoras y de los genes de disulfitoreductasa y de ADP sulfurilasa,

indicativos del potencial de bioremediación. En los puntos analizados de mayor impacto se observaron niveles de contaminación caracterizados por valores de pH altamente ácidos, Eh oxidativos concentraciones por encima de límites permisibles de metales pesados y elementos traza y alta conductividad. La composición y diversidad de las comunidades bacteriana encontradas en las diferentes zonas de estudio sugiere no solo impacto de la contaminación minera sino también de la actividad humana en la zona.

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA VACUNA ANTI-ROTAVIRICA CONTRA LA ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA POR ROTAVIRUS EN BOLIVIA

COORDINADOR: Lic. Nataniel Mamani

PARTICIPANTES: Rivera M., R, Iñiguez R., V., Franco, C., Mamani Ch.,N., Carvajal, F.

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Biología Molecular y Biotecnología

El objetivo de este proyecto fue determinar de forma piloto el impacto potencial de la vacuna antirotavirica. Para ellos se realizaron dos estudios: El primero comprendió el análisis de costo-efectividad de la vacuna antirotavirus en Bolivia para lo cual se evaluaron los beneficios y la razón de costo efectividad de la vacuna Rotarix en Bolivia en base a datos de incidencia de la enfermedad, costos médicos directos e indirectos y tasas de cobertura y eficacia de la vacuna.

El segundo estudio se enfocó en la evaluación de la carga de la enfermedad diarreica en niños menores a 5 años hospitalizados: en el periodo previo a la introducción de la vacuna. Asimismo en el mismo se evaluó la efectividad de la vacuna en relación a las dosis administradas así como la distribución de cepas de rotavirus circulantes.

CONCLUSIONES

Primer estudio

La vacunación universal contra el rotavirus resultaría en una razón costo-efectividad de US \$266 por AVAD (años de vida ajustados en función de la discapacidad) lo que representa una intervención altamente costo-efectiva por ser menor al producto interno bruto (PIB) nacional per cápita de Bolivia.

Se espera que esta intervención reduzca la carga de la enfermedad y los gastos sanitarios de la diarrea asociada a rotavirus en Bolivia.

Segundo estudio

Se observa disminución en un 15% de hospitalizaciones por EDA en el periodo 2008-2010, posterior a la introducción de la vacuna. Existe una efectividad del 70% con el efecto de las 2 dosis en el incremento de protección de la vacuna. La efectividad de la vacuna es menor durante el

periodo del brote mayor del rotavirus. Los genotipos P8G1 y P6G1 presentes en el periodo prevacuna fueron disminuyendo paulatinamente a lo largo de 2009-2010. Así mismo la vacuna ofrece protección contra virus de fenotipo diferente como P4G2, P8G9 y P6G9.

Aun no se observan diferencias en el efecto de la vacuna sobre la severidad del cuadro diarreico en niños hospitalizados con EDA tanto vacunados como no vacunados. Se requiere de mayores estudios para evaluar estos aspectos.

PREVALENCIA DE NOROVIRUS EN NIÑOS MENORES A 5 AÑOS HOSPITALIZADOS CON GASTROENTERITIS AGUDA

COORDINADOR: MSc. Silvia Tatiana Zambrana S.

PARTICIPANTES: Colquillo, B, Rivera M., Iñiguez R., V., Franco, C

UNIDAD EJECUTORA: Instituto Biología Molecular y Biotecnología

En Bolivia, las enfermedad diarreicas agudas (EDA) representan la segunda causa de morbi-mortalidad infantil. Este estudio comparó la epidemiología y clínica de Norovirus (Nov) y Rotavirus (RV) en niños <5 años hospitalizados por diarrea en seis hospitales de Bolivia entre el 2008-2010. De 2612 muestras analizadas, el RV fue el más frecuente (37.4%), seguido de NoV (17.9%) y de co-infecciones RV/NoV (4.6%). El genogrupo NoV-GII fue predominante (62%) sobre GI/GII (23%) y GI (9.2%). RV presentó un desplazamiento y reducción (15%) de su principal pico epidérmico en relación a lo observado en años anteriores, concomitante con el incremento (7%) de NoV. Entre los casos NoV y RV, no se encontraron diferencias en la media de edad de infección (9 – 11 meses). La EDA por RV fue más aguda y presentó riesgo significativo asociado a alta frecuencia de deshidratación, desequilibrio electrolítico, acidosis metabólica, hidratación intravenosa y mayor índice de severidad (IS). Entre los casos RV, los mayores IS se registraron en el grupo de 3 -8 meses, y en los episodios con 6 -10 deposiciones/24H. La EDA por NoV, presentó asociación con mayor estancia hospitalaria. El comportamiento estacional de ambos virus es diferente; los picos de NoV preceden y suceden a los picos mayores de RV. Los brotes de NoV en los meses de verano-otoño coinciden con mayor precipitación e incremento en la humedad relativa y temperatura. Los resultados de este trabajo muestran que NoV es un patógeno emergente en niños <2 años. Con la introducción de la vacunación de RV, es probable que la importancia relativa de NoV incremente en el tiempo, ante la disminución de la carga de la enfermedad de RV. Estos datos subrayan la importancia de que la epidemiología de la infección por NoV y RV debe ser monitoreada continuamente.

RELACIÓN FILOGENÉTICA EN POBLACIONES DE CULÍCIDOS (INSECTOS VECTORES DE LA MALARIA, DENGUE Y FIEBRE AMARILLA) EN EL RANGO ALTITUDINAL DE LA VERTIENTE ORIENTAL EN LOS ÁNDES BOLIVIANOS

COORDINADOR: Lic. Rubén Marín Pantoja

PARTICIPANTES: Rudy Luna, Carlos Molina

UNIDAD EJECUTORA: Unidad de Limnología, Instituto de Ecología
Carrera de Biología

En un gradiente altitudinal, investigar la relación filogenética en poblaciones de culícidos (Insectos vectores de la malaria, el dengue y la fiebre amarilla) es una tarea de importancia, debido a la creciente incidencia de enfermedades tropicales a nivel de todo el mundo. En Bolivia específicamente en la región amazónica, la alta incidencia de las enfermedades tropicales, ha motivado realizar investigaciones sobre la presencia de los Culicidae en el gradiente altitudinal de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes (El Chairo, Caranavi, Palos Blancos, Inicua Yucumo y San Borja). Se cuenta con el reporte de dos especies *Anopheles* spp. y *Aedes aegypti*, el primero portador de la malaria y el segundo transmite el dengue y la fiebre amarilla. Con claves taxonómicas se ha identificado un total de 14 especies (entre larvas y adultos). La mayor abundancia y composición de estas especies (9 especies) son de San Borja. El número de especies disminuye a medida que aumenta la altitud de cuatro a una especie; en el gradiente altitudinal Caranavi – San Borja, tanto en presencia como en abundancia estuvo dominada por la especie *Culex* sp. 1; seguida de *Anopheles argyritarsis*. Son exclusivas de San Borja *Anopheles triannulatus*, *Aedes albopictus*, *Mansonia* sp. 1, *Uranotaenia* sp. 1 y *Weomyia* sp. 1. *Aedes aegypti* también es exclusivo de San Borja, Inicua, San Pedro y El Chairo. Mediante el uso del marcador molecular (mitocondrial COI), se ha corroborado a los géneros *Aedes* (*Ochlerotatus*), *Culex*, y *Anopheles* desde las regiones de San Borja, Yucumo, Palos Blancos y El Chairo. Las relaciones filogenéticas encontradas a través del gen NADH-deshidrogenasa de *Aedes aegypti* muestra que fue introducida desde la Amazonia brasileña. Dos poblaciones de este vector (Caranavi y San Borja) comparten un mismo ancestro, esto evidencia la línea de dispersión de un gradiente inferior a superior.

Palabras clave: *Aedes*, *Anopheles*, Dispersión.

DISPONIBILIDAD Y LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN EL JACHA SUYO PAKAJAQI Y DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA SU MONITOREO A TRAVÉS DE BIOINDICADORES

COORDINADOR: MSc. Julio Pinto M.

PARTICIPANTES: Carlos Molina, Dario Achá, Roberto Apaza

UNIDAD EJECUTORA: Unidad de Limnología, Instituto de Ecología

El presente trabajo se ha desarrollado en base a requerimientos de la comunidad Jacha Suyu Pakajaqi, con financiamiento del IDH 2009 respecto a la disponibilidad y calidad de las aguas superficiales. Para este fin, se estudió la cartografía de la provincia Pacajes, con la jerarquización de la red hidrográfica. Se han definido 56 estaciones de estudio. Los resultados de los volúmenes de agua mostraron un importante aporte del Río Desaguadero, con una disminución río abajo, otro importante tributario fue el Río Mauri. los demás ríos en las estaciones evaluadas presentaron una notoria reducción en sus volúmenes (menores a 0.8 m³s⁻¹) y muchos de ellos se encontraban secos. En relación al análisis físico químico de aguas, algunos cuerpos presentaron elevados niveles de arsénico, hasta 170 veces de lo recomendado por la OMS, en muchas de las estaciones las concentraciones de arsénico estaban por debajo de los límites permisibles de la normativa boliviana (0.05 - 0.1 mg l⁻¹), otras presentaban concentraciones hasta 20 veces más, cuatro estaciones excedieron los límites permisibles, como: Mauri 1, Mauri 2, Desaguadero 4 y Pozo 3(Charaña). La conductividad alcanzó niveles elevados con aguas muy salinas (5800 ± 5762 μS cm⁻¹), aunque algunas estaciones presentaron concentraciones menores a 300 μS cm⁻¹.

El índice BMWP (Biological Monitoring Water Pollution) para invertebrados, asociado a parámetros morfoestructurales e hidráulicos, establecieron que los ríos de mejor calidad fueron: Río Blanco, Achuta y KhulluHuarta, mientras que el Río Mauri presentó condiciones de aceptable a bueno y la mayoría de los tributarios al Río Desaguadero condiciones críticas. Se determinó una correspondencia directa entre ríos con influencia de poblaciones y un mayor deterioro de la calidad de sus aguas, asociada a bajos volúmenes,

los sectores identificados con estas condiciones, corresponden a la región noreste de la provincia Pacajes (Municipios de Caquiaviri, Comanche, Corororo y Callapa).

Palabras claves: Provincia Pacajes, disponibilidad, calidad de aguas, invertebrados.

CARACTERIZACIÓN Y CULTIVO DE HONGOS MICORRÍZICOS ASOCIADOS A ORQUÍDEAS EPIFITAS DEL GÉNERO MASDEVALLIA DEL PARQUE NACIONAL Y ÁREA NATURAL DE MANEJO INTEGRADO COTAPATA (PN-ANMI COTAPATA), DESTINADOS A LA OPTIMIZACIÓN DE SU PRODUCCIÓN ORNAMENTAL PARA SU MANEJO SOSTENIBLE, MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS BIOTECNOLÓGICAS

COORDINADOR: MSc. Jorge Ángel Nicolás Quezada Portugal

PARTICIPANTES: Carina Gabriela Villegas Alvarado, Beatriz Mamani Sánchez, María Cristina López Roberts, Andrea Lorena Rey Ortíz, Marina Perceveranda Torrez Ramos

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Ecología

La mayor parte de las especies de orquídeas bolivianas se encuentra en algún grado de amenaza ocasionada principalmente por la destrucción de su hábitat y la extracción selectiva debido a su potencial ornamental; este es el caso de Masdevallia uno de los géneros que posee un alto grado de endemismo, poblaciones muy pequeñas, frágiles y de hábitat restringido (Vásquez & Ibisch 2000).

El escaso conocimiento acerca de la biología de la familia Orchidaceae dificulta la implementación de planes de manejo para el aprovechamiento sostenible de estos recursos. Es así que, el conocimiento de su interacción con otros organismos (p.e. polinizadores y hongos micorrízicos), se constituyen en elementos indispensables para lograr la protección y conservación de las especies nativas de la región. En este sentido, se pretende lograr estrategias de conservación que se integren al desarrollo económico de las comunidades locales incluidas en el PN-ANMI Cotapata, a través de la implementación de técnicas destinadas a mejorar la producción de especies de orquídeas seleccionadas, mediante el uso de herramientas biotecnológicas (cultivo in vitro e inoculación de hongos micorrízicos), constituyéndose así en una alternativa generando nuevas fuentes de ingresos con oportunidades competitivas que coadyuven a la reducción de la pobreza en esta región y por ende al desarrollo del país. Es así que, el presente proyecto ha tenido como objetivo principal caracterizar y cultivar hongos micorrízicos asociados a orquídeas epifitas del género Masdevallia

del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PN-ANMI), destinados a la optimización de la producción para su manejo sostenible a través del uso de herramientas biotecnológicas.

Mensualmente se realizaron salidas a campo por el Camino Precolombino "Chojllapata" localizado dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PN-ANMI, Cotapata) donde se realizaron un registro fenológico, polinizaciones asistidas, colecta de briofitos, raíces y frutos, estos dos últimos materiales biológicos fueron destinados: a) las semillas para la siembra bajo condiciones in vitro y pruebas de viabilidad; y b) las raíces para la extracción de pelotones de orquídeas y su posterior cultivo de hongos micorrízicos, de igual se colocaron trampas de semillas *Masdevallia* in situ.

A lo largo del Camino Precolombino Chojllapata se localizaron 5 parches de *Masdevallia* y las mismas crecen sobre ramas caídas de *Clusia*, árboles de pie y escasamente sobre helechos arbóreos. Según los patrones fenológicos observados en las gestiones 2008 a 2009 se evidenciaron que el mayor pico de floración de *M. scandens* y *M. yungasensis* fue en noviembre mientras, en *M. solomonii* se registró en enero y los periodos de fructificación se presentaron a lo largo de todo el año en las tres especies de *Masdevallia*.

En condiciones in vitro las tres especies de estudio llegaron a germinar en mayor proporción en el medio Knudson C y se observó que las semillas procedentes de polinización asistida presentaron mayores porcentajes de viabilidad que aquellas de polinización natural.

Se logró aislar los pelotones de las raíces de *Masdevallia* y así como el cultivo de los hongos micorrízicos los cuales mostraron una respuesta favorable en los medios de cultivo MMNC y MYP; hasta el momento se han distinguido 12 morfotipos de hongos micorrízicos asociados a *Masdevallia*.

EVALUACIÓN DEL ESTADO POBLACIONAL Y COMPORTAMIENTO GERMINATIVO IN SITU E IN VITRO DE TRES ESPECIES DEL GÉNERO ECHINOPSIS (CACTACEAE) DE LA PROVINCIA MURILLO, LA PAZ-BOLIVIA

COORDINADOR: MSc. Jorge Angel Quezada Portugal

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Ecología

Las poblaciones de cactáceas en distintos ecosistemas constituyen elementos muy importantes para la caracterización de distintas formaciones vegetacionales, funcionamiento de los ecosistemas y riqueza en diversidad y endemismos. Lamentablemente muchas poblaciones se encuentran fuertemente amenazadas por diversos factores como ser: la destrucción y fragmentación de hábitats; debido al continuo crecimiento poblacional y en consecuencia, la expansión urbana, conllevando a que solamente queden relictos de la vegetación nativa consistente en un matorral ralo espinoso con varias especies de cactáceas. Actualmente, *Echinopsis pentlandii*, *E. bridgesii* subsp. *bridgesii* y *E. lageniformis* (Cactaceae), poseen poblaciones reducidas y aisladas dentro los valles de la Provincia Murillo del departamento de La Paz. Además, debido al valor ornamental de estas especies existe una amenaza constante por extracción selectiva de individuos juveniles o en etapa de fructificación imposibilitando su posterior regeneración. Todos estos factores podrían causar que las poblaciones se reduzcan a un estado crítico y, dadas las interacciones con otros organismos al constituirse en fuente de alimento y refugio, se afectaría la dinámica del ecosistema. Usualmente, muchas especies de cactáceas, presentan capacidades reproductivas limitadas e índices de crecimiento muy lentos. En este sentido el objetivo principal de este proyecto ha sido evaluar el estado poblacional y comportamiento germinativo in vitro y ex situ de poblaciones de *Echinopsis pentlandii*, *Echinopsis bridgesii* subsp. *bridgesii* y *E. lageniformis* (Cactaceae) en los valles secos interandinos de la Provincia Murillo, La Paz-Bolivia.

Los porcentajes de germinación in vitro en *E. bridgesii* subsp. *bridgesii* fue de 2% y en *E. lageniformis* fue de 62 y 32% de la primera y segunda cosecha respectivamente. Sin embargo, en condiciones in situ en las poblaciones naturales de *Echinopsis* ninguna de las dos especies llegó a germinar. Con respecto, a los cambios morfológicos desde la germinación y desarrollo de

las plántulas de *E. bridgesii* subsp. *bridgesii* y *E. lageniformis* se identificó los siguientes estadios: ruptura de la testa, emergencia de la radícula, emergencia de la plúmula, desprendimiento de la testa y aparición de las espinas.

En el trabajo de campo, se confirmó la presencia de *Echinopsis lageniformis*, *Echinopsis bridgesii* subsp. *bridgesii* y *Echinopsis pentlandii* dentro de la puna húmeda inferior y valle seco de la provincia Murillo de La Paz, sin embargo se encontraron pocas poblaciones de *E. lageniformis* y *E. pentlandii*, ya que se encontrarían fragmentadas o aisladas en sectores poco accesibles, *E. bridgesii* subsp. *bridgesii* está distribuida más continua y ampliamente. La densidad registrada para *E. lageniformis* es comparable con otras poblaciones de cactáceas con el mismo hábito o forma de vida, mientras que para *E. bridgesii* subsp. *bridgesii* y *E. pentlandii* se registró un número alto de 172 ind./Ha. El análisis de estructura poblacional para las tres especies en estudio indica que las poblaciones tienen una estabilidad poblacional, restringida por factores antrópicos como factor principal, para *E. lageniformis* está dominada por una etapa de vida de juveniles y para *E. bridgesii* subsp. *bridgesii* y *E. pentlandii* los individuos se agrupan más en categorías de etapa vital en la categoría 4° (individuos en un cojín o roseta de 10 para *E. pentlandii* y de 6 para *E. bridgesii* subsp. *bridgesii*). Su distribución espacial fue agregada, y la vegetación acompañante es similar con algunas diferencias de especies que crecen en ambientes más húmedos.

LABORATORIO DE METEOROLOGIA EN EL ALTIPLANO ANDINO

COORDINADOR: M.Sc. René Torrez Santalla

PARTICIPANTES: M.Sc. Andrés Burgoa M., M.Sc. Edgar Ricaldi Y.

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Física

ANTECEDENTES

Como se sabe, uno de los problemas permanentes y de mayor preocupación de la población asentada en ésta región son las heladas, fenómeno que causa grandes pérdidas económicas para los campesinos, y para toda la gente vinculada a sus actividades debido a la estrecha relación entre pérdida de cultivos, escasez de productos y encarecimiento del costo de vida. Además de otros fenómenos meteorológicos menos frecuentes pero igualmente impactantes como las sequías, granizadas, ventarrones, etc.

OBJETIVO

Se ha establecido como objetivo de este proyecto el establecer en la localidad de Patacamaya un centro de investigación en meteorología y energías alternativas, en los predios que la Universidad Mayor de San Andrés cuenta en esa localidad, como extensión de sus actividades en el área rural, tanto en el aspecto académico como en el de investigación científica.

El laboratorio de meteorología entre otras actividades estará destinado a estudiar, cuantificar, documentar, etc., éstos fenómenos y otros de tipo atmosférico, climático con el objetivo de proveer datos hidroclimáticos, realizar proyecciones de comportamiento en el corto plazo, formular estimaciones de efectos, y consecuentemente realizar recomendaciones y sugerencias para enfrentar sus efectos adversos.

EL PROYECTO

Bajo la perspectiva establecida, este proyecto fue presentado con el nombre de: "LABORATORIO DE METEOROLOGIA EN EL ALTIPLANO ANDINO", de manera que reflejara en su título su carácter y sus objetivos fundamentales. Fue justificado como laboratorio por sus objetivos de investigar y experimentar los diversos aspectos que implica la meteorología, es decir; el conocimiento de las variables meteorológicas, tales como la temperatura, la humedad relativa, la presión atmosférica, la precipitación pluvial, y en general todas

las variables meteorológicas que determinan el comportamiento climático de una región. Datándole además de gran versatilidad en su operación, de modo de permitir calibrar, remover, cambiar y experimentar sensores, incluyendo investigación básica en su diseño y desarrollo.

Por naturaleza, la extensa región altiplánica se ve influenciada por las condiciones presentes en sus fronteras naturales, en términos físicos las condiciones de la atmósfera y el suelo y sus parámetros físicos en las dos cordilleras que encierran la región, incluyendo sus conductos naturales de intercambio de masa y energía con su entorno, como son los ríos y quebradas, Estas condiciones determinan decisivamente la características climáticas de esta región.

A todo ello debe añadirse los cambios que se han estado introduciendo en este sistema ecológico, fruto de la creciente e imparable actividad humana, entre ellos las propias actividades agrícolas en crecimiento, así como también las pérdidas como resultado de los fenómenos adversos descritos anteriormente.

RESULTADOS

Todas estas consideraciones nos han llevado a considerar una estación meteorológica con una vasta cantidad de sensores, y con características tales que nos permita estudiar el movimiento de las masas de aire desde el limite inferior en contacto con la superficie, hasta la denominada capa limite superficial.

Con ese objetivo, la estación meteorológica fue dotada de las siguientes características generales básicas: 3 niveles de sondeo a alturas de 10, 3 metros y sobre el nivel del suelo. Equipada con un conjunto de sensores preciso y resistente, controlado y conducido por un datalogger de fácil operación y gran capacidad de memoria, y soportado por un panel solar de suficiente potencia.

Adicionalmente a la instalación de este sistema fundamental, que es el núcleo del proyecto, se ha reacondicionado la infraestructura de soporte habilitando dos ambientes de trabajo, un espacio de servicio, otro para taller y laboratorio, y uno mas para control y monitoreo de la estación.

Finalmente, para cumplir con las condiciones de realizar un proyecto de investigación científica y a la vez dotarle de impacto y utilidad social, se ha preparado un entorno de difusión y presentación de datos y resultados con dirección a la comunidad en general, a la científica en particular, y a

la población vinculada al proyecto, es decir las comunidades campesinas y productoras de la región de Patacamaya.

Para ese prepósito se han adquirido, computadoras de escritorio y portátiles, sistema de impresión, y los insumos necesarios para la producción de material impreso y en medio electrónico de los resultados del proyecto; datos, informes, boletines, etc.

Y finalmente, para garantizar la marcha sostenida y regular de la estación meteorológica, se ha adquirido un conjunto básico de herramientas e instrumentos de taller tanto mecánicos como eléctricos. Ello nos ha de permitir la atención de imponderables técnicos en la estación meteorológica, al mismo tiempo que facilitarnos modificaciones e innovaciones en los instrumentos y equipos, permitiéndonos cumplir con otro de los objetivos fundamentales del proyecto, la incursión en el desarrollo de sensores, sistemas de adquisición de datos, y equipos de alimentación y control..

IMPACTO

Desde su puesta en operación el "LABORATORIO DE METEOROLOGIA" viene publicando resúmenes de datos meteorológicos procesados que se distribuyen a las entidades e instituciones de la localidad para conocimiento y consideración, en especial a la población estudiantil de la región.

En coordinación con la Facultad de Agronomía, sub-sede de nuestra Universidad en esa localidad se ha llevado a cabo un seminario-taller de intercambio de experiencias y conocimientos en materia de régimen climático y meteorología.

Dado el interés manifestado por la gran comunidad estudiantil se espera la coordinación e intensificación de estos eventos en el inmediato futuro.

LA OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA, EN FUNCIONAMIENTO CONTINUO DESDE 1997, Y LA OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA, EN FUNCIONAMIENTO CONTINUO DESDE 2006

COORDINADOR: Lic. Roy Omar Bustos

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Física

Es un proyecto que ahora (2010) se lo conoce como la Olimpiada Boliviana de Física, Astronomía y Astrofísica (OBFAA), dentro del cual se organizan concursos anuales a nivel de Unidades Educativas de todo el país.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL MÁS RESULTADOS ESPERADOS:

- El proyecto OBFAA nace de la necesidad de dar una urgente respuesta al desafío sobre ¿cómo incentivar a la juventud Boliviana al estudio de la Física, la Astronomía y la Astrofísica?, para de esta manera generar mayores capacidades científicas y tecnológicas como aporte al desarrollo tanto cultural como económico y social del país.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar un trabajo de investigación sobre el estado actual de la enseñanza de la Física y la Astronomía en todos los colegios del país y proponer una solución al respecto en cuanto al mejoramiento a través de la interacción con otras asignaturas y la actualización de conocimientos de los profesores vinculados.
- Contribuir al mejoramiento del aprendizaje y la enseñanza de la Física, la Astronomía y la Astrofísica.
- Estimular la creatividad y el interés de los estudiantes por la Física, la Astronomía y la Astrofísica.
- Despertar vocaciones científicas y técnicas (Búsqueda de Jóvenes Talentos).
- Contribuir directamente a la permanente capacitación y actualización de conocimientos de los docentes tanto del nivel secundario como del primario.

- Realización de las Olimpiadas Simultaneas en todos los departamentos Bolivianos.
- Elaboración de publicaciones especializadas sobre la enseñanza de la Física, la Astronomía y la Astrofísica.
- Fomentar e incentivar la Física, la Astronomía y la Astrofísica en los colegios de áreas rurales y urbanas de todos los departamentos Bolivianos.
- Mejorar continuamente el nivel de enseñanza de la Física y fomentar al estudio de la Astronomía y la Astrofísica.
- Trabajar en forma conjunta con el Ministerio de Educación, el Ministerio de Planificación para el Desarrollo – Viceministerio de Ciencia y Tecnología en la solución de problemas referentes a la educación y la organización de los eventos nacionales.
- Participar continuamente en las:
 - a. OLIMPIADAS INTERNACIONALES DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA (INTERNATIONAL OLYMPIAD ON ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS: IOAA)
 - b. OLIMPIADAS INTERNACIONALES DE FÍSICA (INTERNATIONAL PHYSICS OLYMPIAD: IPhO)
 - c. OLIMPIADAS IBEROAMERICANAS DE FÍSICA (OIbF)
 - d. OLIMPIADAS ANDINAS DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA (OAAA)
- Impartir Seminarios / Talleres / Diplomados, a los profesores del área de Física, Matemática Química y ciencias en general acerca de: Nuevas metodología de enseñanza, Astronomía y Astrofísica, Experimentos de Física, etc.
- Invitar a que participen estudiantes colegiales desde 6to de primaria hasta 4to de secundaria, es decir: 7 categorías; motivando/ incentivando al estudio de las siguientes generaciones.
- Contribuir a que la UMSA tenga un alcance nacional, motivando e incentivando al estudio de toda la juventud Boliviana.

METODOLOGIA, CONTEXTO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO:

Debido a que el objetivo central del proyecto Olimpiada Boliviana de Física, Astronomía y Astrofísica (OBAA) nace de la necesidad de dar una urgente

respuesta al desafío sobre ¿cómo incentivar a la juventud en las ciencias y dentro de ellas a la Física, la Astronomía y la Astrofísica?, es natural que se espere como resultado principal el de generar mayores capacidades científicas y tecnológicas como aporte al desarrollo del país, tanto cultural como económico y social.

Desde 1997, la OBF y desde 2006, la OBAA, tienen carácter permanente. Desde la gestión 2008 el proyecto se lo denomina: "OBFAA". Para mantener motivada a la juventud Boliviana es que el proyecto OBFAA se lleva a cabo anualmente.

Las sedes van rotando por distintas regiones de la nación con la finalidad de integrar, compartir experiencias, culturas, visiones de las distintas regiones de nuestro país. En la gestión 2010 se ha llegado a 8 Departamentos de Bolivia, faltando solo el Beni, Departamento que organizará el evento nacional la siguiente gestión: 2011.

La OBFAA funciona según el siguiente PLAN DE TRABAJO, el cual ha entrado en acción desde comienzos de la gestión 2010, y contempla:

- I) Convocatoria Nacional a la OBFAA y al DFIS, Febrero de 2010.
- II) Selección simultánea de representantes en cada departamento, en dos etapas: Mayo de 2010 (1a etapa) y Agosto de 2010 (2a Etapa).
- III) Después de cada etapa se pasa a la etapa de entrenamiento, el mismo se lleva a cabo en cada uno de los departamentos participantes, en centros de estudio especializados como ser universidades, institutos de investigación, laboratorios de ciencia, colegios, etc.
- IV) Evento nacional: OBFAA (Cochabamba, 5 al 8 de Noviembre de 2010)
- V) Entrenamiento de las jóvenes olímpicos ganadores Bolivianos.
- VI) Participación en los Olimpiadas Internacionales que se llevarán a cabo durante la gestión 2011.

RESULTADOS:

Mayor participación en todos los departamentos Bolivianos, incluyendo áreas rurales.

Mejor nivel académico en general.

Mayor participación de Profesores del área y ramas afines.

PREMIOS INTERNACIONALES:

En la OBFAA - 2010 se seleccionaron delegaciones Bolivianas (2) que lograron en la gestión 2011:

- 1 MEDALLA DE ORO
- 2 MEDALLAS DE PLATA
- 1 MENCIÓN DE HONOR

En la III Olimpiada Latinoamericana de Astronomía y Astronáutica (III OLAA) que se llevó a cabo en Rio de Janeiro, Brasil, del 23 al 30 de Octubre de 2011.

Los jóvenes premiados Bolivianos son:

(Nombre – Premio – Colegio - Departamento)

1. Dennis Gustavo Ventura Llave MEDALLA DE ORO, La Salle de Convenio - Oruro
2. Mónica Alejandra Sanjinez Ortiz MEDALLA DE PLATA, Cardenal Cushing - Santa Cruz
3. Emily Brenda Lapaca Flores MEDALLA DE PLATA, La Salle de Convenio - Oruro
4. Daniela Guevara Guerra MENCIÓN DE HONOR, Amor de Dios - La Paz

También, BOLIVIA consiguió:

- 1 MEDALLA DE PLATA
- 1 MEDALLA DE BRONCE

en la XVI Olimpiada Iberoamericana de Física (XVI OIBF) que se llevó a cabo en GUAYAQUIL, ECUADOR del 26 de Sep. al 1 de Oct. de 2011

Los jóvenes premiados Bolivianos son:

(Nombre – Premio - Colegio - Departamento)

1. José Mauricio Eguivar Durán, MEDALLA DE PLATA, San Agustín - Cochabamba
 2. Emily Brenda Lapaca Flores MEDALLA DE BRONCE, La Salle de Convenio - Oruro
 3. Luzmila Alejandra Quispe Flores, PARTICIPACION, Del SUR, El Alto, La Paz.
 4. Laura Lizarazu Apaza, PARTICIPACION, La Salle de Convenio - Oruro
- El Comité Olímpico Boliviano de Física, Astronomía y Astrofísica FELICITA A LAS DOS DELEGACIONES BOLIVIANAS y agradece al IDH – UMSA por haber apoyado directamente tales logros.

MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EN LOS NIÑOS INDÍGENAS DEL MUNICIPIO DE SICA SICA

COORDINADOR: Dr. Francesco Zaratti Sacchetti

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Física

El proyecto consistía en dos grandes tareas:

- A) Trabajo de interacción social en FOTOEDUCACION, que consistía en la manufactura y entrega de gorras protectoras de la RUV a niños escolares del Municipio de Sica Sica, junto a una campaña de concienciación a la población en general y a las escuelas en especial;
- B) Medidas de RUV in situ, para compararlas con las medidas que se realizan en Cota Cota y, al mismo tiempo, estudio de la fatiga de materiales expuestos al sol que se utilizan en el municipio de Sica Sica.

En el Área A) el proyecto ha tenido el siguiente desarrollo:

1. Se ha realizado a plenitud la entrega de las casi 5,000 gorras en la mayoría de las escuelas rurales del Municipio de Sica Sica. Las más alejadas las han recibido directamente de las autoridades escolares debido a las grandes distancias.
2. Asimismo se ha diseñado, impreso y entregado material didáctico expresamente diseñado para el proyecto y se ha dado la explicación correspondiente a alumnos y profesores en, por lo menos, veinte escuelas rurales.
3. Se ha emitido cuñas radiales de la campaña de protección de la RUV por Radio San Gabriel durante tres meses y por una radio local durante toda la campaña.
4. Se ha formado un grupo de promotores rurales de la campaña de la RUV entre estudiante de la Normal Técnica de el Alto, los cuales han apoyado la campaña con mensajes y charlas en idioma aymara.

En el Área B:

- a. Se ha adquirido dos instrumentos valiosos: un radiómetro de UV para

medidas de UV in situ y una fuente de UV para usar en laboratorio con una lámpara de xenón en dotación la LFA, necesarias para las medidas del agrofilm.

- b. Se ha tramitado una resolución que permita la compra directa de la fuente mencionada y su arrancador para uso en la medida anterior, debido a que la empresa asignataria tuvo que desistir por trabas de importación.

Se ha hecho el seguimiento de la entrega del radiómetro, otorgando una ampliación de fecha de entrega a la empresa importadora, ante razones justificadas. la fecha final de entrega final es el 15 de mayo. para las tareas del proyecto se lo ha reemplazado con otro radiómetro perteneciente a otro proyecto.

Se ha completado la toma de datos con un instrumento prestado de otro proyecto y se ha empezado el análisis de los mismos 3.5 Se han recogido muestras de agrofilm con exposición de un año con el fin de examinar las variaciones de la transmitancia en comparación a muestras nuevas.

MONITOREO DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE LA PAZ Y CHACALTAYA

COORDINADOR: Marcos Andrade Flores Ph. D.

PARTICIPANTES: Gutierrez Colque René, Forno Gisbert Ricardo, Velarde Apaza Fernando

UNIDAD EJECUTORA: Laboratorio de Física de la Atmósfera, Instituto de Investigaciones Físicas

El problema abordado está relacionado a las quemaduras de biomasa vegetal y los efectos que las mismas tendrán en los niveles de monóxido de carbono en la atmósfera de la ciudad de La Paz, Bolivia. Se estudió el transporte de masas de aire provenientes de tierras bajas de Bolivia y como estas transportan elementos como el monóxido de carbono y aerosoles hacia el área Andina en general y al área metropolitana de La Paz en particular. El proyecto ejecutado contempló el monitoreo de concentración de monóxido de carbono como indicador directo de los efectos de las quemaduras, por lo que se procedió a la compra e instalación de dos nuevos analizadores de monóxido de carbono, que se ubicaron en instalaciones del Laboratorio de Física de la Atmósfera, LFA (16.54°S, 68.06°O, 3420 msnm), y en Chacaltaya (16.33°S, 68.12°O, 5200 msnm) desde Mayo del 2011. Resultados preliminares muestran la influencia de las emisiones del transporte urbano sobre la concentración de CO en la ciudad de La Paz, con dos picos claramente visibles en los registros diarios: uno centrado alrededor de las 8 am, el más intenso pero de no muy larga duración, y otro centrado alrededor de las 8 pm, menos intenso pero mucho más largo.

Por el contrario, en Chacaltaya los instrumentos miden valores muy bajos de concentración de CO que están en el límite de resolución del instrumento. A pesar de eso, en Chacaltaya se observan picos a diferentes horas del día y tienen una duración de dos horas aproximadamente pero son relativamente más débiles que los asociados a transporte en el LFA. Estos picos "anómalos" están probablemente relacionados con transporte de masas de aire sea desde la ciudad de La Paz o de tierras bajas donde se produce quemadura de biomasa vegetal. Un periodo de medición más largo así como otras medidas complementarias, como datos de viento, son necesarias para entender mejor el fenómeno.

RED DE COMUNICACIÓN E INTERCONEXIÓN CON DTIC PARA LA CARRERA DE INFORMÁTICA

COORDINADOR: Lic. Ramiro Gallardo Portanda

PARTICIPANTES: MSc. Jorge Terán Pomier, MSc. Edgar Clavijo Cardenas

UNIDAD EJECUTORA: Carrera de Informática

El proyecto "Red de Comunicación e Interconexión con DTIC para la carrera de Informática" ha fortalecido la red de comunicaciones de la Carrera de Informática, interconectando la misma a la Red DTIC de la UMSA, gestionando el ancho de banda de su tráfico de entrada y de salida y proveyendo una cobertura inalámbrica en todo el edificio de la Carrera de Informática, de manera que se permita el acceso a la red en todas las aulas, laboratorios académicos, laboratorios de investigación, salas de docentes y biblioteca.

Esta infraestructura de red, nos ha permitido la implementación de servicios de Tecnologías de Información y Comunicación TIC para apoyo al proceso Enseñanza Aprendizaje, como el acceso a videoconferencias desde un predio de la carrera, a recursos PERI, a telefonía IP para docentes y administrativos de la carrera y el equipamiento de un gabinete para la elaboración de Repositorios de Unidades de Aprendizaje.

DISEÑO DE GOBIERNO ELECTRÓNICO INDÍGENA – ORIGINARIO Y LA E-DESCOLONIZACIÓN DE LAS TIC's

COORDINADOR: MSc. Elizabeth García Escalante

UNIDAD EJECUTORA: Carrera de Informática

El artículo 103 de la Nueva Constitución Política del Estado especifica que “El Estado asumirá como política la implementación de estrategias para incorporar el conocimiento y aplicación de nuevas tecnologías de información y comunicación”, situación que permite fortalecer la base tecnológica del presente proyecto denominado Diseño de un Gobierno Electrónico Indígena Originario y las e-descolonización de las TIC's.

Este nuevo paradigma tecnológico asociado a la prestación telemática de servicios por parte de los poderes públicos en los municipios y comunidades del departamento de La Paz, está orientado a:

- a) proveer una democracia electrónica abierta, segura, transparente y participativa de los ciudadanos,
- b) incorporar procesos de elegir a representantes y autoridades municipales, regionales y nacionales mediante el voto electrónico
- c) proveer comercio electrónico con puntos de acceso unificados y sencillos para satisfacer múltiples necesidades de negocio, servicios, y publicidad electrónica
- d) adicionar producción electrónica, con calidad y valor agregado de productos artesanales, ganaderos, agrícolas y la apicultura,
- e) otorgar seguimiento en línea sobre la actividad de las diferentes inversiones que se ejecutan en el municipio a favor de las comunidades a las que pertenecen,
- f) resolver trámites, consultas, reclamos y sugerencias “en línea”,
- g) aumentar la participación ciudadana,
- h) aumentar la calidad y reducir el costo de las transacciones dentro de cada municipio y finalmente
- i) aumentar la transparencia de la gestión pública.

El modelo multidimensional del Diseño de Gobierno Electrónico Indígena Originario, representa una visión integrada de una capacidad institucional de los municipios, las comunidades indígenas originarias, la demanda de acceso, uso de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), desarrollo tecnológico de plataformas constituidas en Sistemas de Información, empleo del marco legal normativo actual, el respeto de los usos y costumbre de los pueblos indígenas originarios y las perspectivas de

aplicaciones informatizadas con enfoque: “detrás de la pantalla”, “frente a la pantalla” y “en la pantalla”.

La base del trabajo de campo esta conceptualizada en la Teoría fundamentada, como una Metodología General para desarrollar “teoría emergente” a partir de datos que son sistemáticamente capturados y analizados; como una forma de pensar acerca de los datos recopilados, conceptualizar el análisis cualitativo de los relatos de historias de vida de autoridades y representantes de comunidades visitadas, conocer el uso que le dan a la Tecnología de Información y Comunicaciones en la actividad del municipio y la comunidad y finalmente escuchar la opinión que conciben estos representantes sobre Gobierno Indígena Originario Campesino.

El discurso sobre la “descolonización” consiste en la recuperación de la identidad étnica, social, política, cultural, económica de los pueblos y naciones originarias [...]. Bajo la premisa anterior y luego de extensas discusiones respecto a la “descolonización de las TIC's” el equipo investigador precisa como “la conversión filosófica y liberadora de la convergencia tecnológica que admite la base para una reconfiguración de saberes y pluralidad de conocimientos en el desarrollo libre de los componentes como los dispositivos, programas de computador, servicios y telecomunicación”.

Finalmente, se define Gobierno Electrónico Indígena Originario Campesino (egob-ioc) a la “aplicación intensiva y estratégica de las telecomunicaciones e internet en actividades de gestión pública de los municipios y los pueblos IOC, de modo tal, que en sucesivas reingenierías, se cumpla el objetivo de reinversión, se demuestre eficiencia y transparencia en actividades y mejora en la relación de administrados y representados, manteniendo la interculturalidad de naciones y pueblos IOC; otorgándoles herramientas tecnológicas que incrementaran la participación y control digital”.

Por otra parte, se expresa la organización del presente documento del proyecto de investigación definida en 6 capítulos. El primer capítulo denominado Antecedentes de la investigación trata específicamente de la formulación de los objetivos a tratar en el presente proyecto de investigación.

El capítulo 2 denominado Diseño Conceptual del Modelo de Gobierno electrónico, contextualiza en la propuesta de un modelo multidimensional de Gobierno electrónico, especificar las variables multidimensionales, la generación de los modelos en base a los enfoques tecnológicos y la construcción de los sistemas de información, así como general un análisis cualitativo de la información mediante la teoría emergente.

El capítulo 3 se denomina Ingeniería de los Sistemas de Información, esta efectúa un análisis, diseño y desarrollo de 2 sistemas a proponer, estos son el Sistema de Seguimiento a la Producción e Inversión electrónica, y el sistema de publicidad, negocio y comercio electrónico, en sus primeras versiones de esta propuesta tecnológica. Así también está diseñado e implantado un portal Web, medio por el cual se accederá a los sistemas de información.

El capítulo 4 está referido a la Interpretación de resultados en aspectos tecnológicos, espacio donde se muestra resultados conseguidos durante el desarrollo del presente proyecto de investigación.

El capítulo 5, denominado Ejecución Presupuestaria donde se muestra aspectos generales que se ha invertido durante la adquisición de equipamiento informático y la intervención de becas trabajo que dan apoyo técnico al desarrollo del proyecto.

Finalmente el capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones que describe a las situaciones conclusivas que llegaron a la presente investigación.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CIUDADES DIGITALES EN LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

COORDINADOR: MSc. Elizabeth García E.

PARTICIPANTES: Colquillo, B, Rivera M., Iñiguez R., V., Franco, C

UNIDAD EJECUTORA: Carrera de Informática

Hablar de Ciudades Digitales enfoca dos términos básicos: primero es la Sociedad de la información y segundo Gobierno Electrónico. En este sentido los gobiernos locales como municipios y ciudades les “corresponde un papel clave en la sociedad de la información, ya que éstas, son las entidades geográficas, políticas, socioeconómicas y culturales en las cuales millones de personas viven, trabajan y ejercen directamente sus derechos como ciudadanos y consumidores”.

Bajo esta premisa, el Estado cumple un rol fundamental en todo proceso de cambio y modernización de un país. Escogido por el pueblo, el gobierno, en los distintos niveles (central, departamental, provincial o de municipios) se encuentra al servicio de la comunidad. Las autoridades regirán los destinos de una comunidad determinada por un tiempo predeterminado, serán sujetas a las reglas de juego legal, políticas vigentes y a la vigilancia ciudadana.

Este proyecto propone, un análisis de la situación actual y el diseño de un modelo de ciudad digital basado en: entornos geográficos virtuales (por la visualización de sitios, edificaciones urbanas y rurales); de difusión (portales Web y la creación de plantillas para sitios web de los diferentes municipios); de gestión (entornos administrativos virtuales); variables estadísticas (para el análisis socio-económico, educativo, de empleo, IPC entre otros).

El estudio de una ciudad digital abarca además el área legal, económica, política puesto que para una implementación del mismo se debe establecer convenios con municipios, ministerios y si el resultado es óptimo con el gobierno central; para la elaboración de un plan de implementación del paradigma de Bolivia digital.

INCUBADORA DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA INCUBAMAT – UMSA IMPLEMENTACIÓN DE LA INCUBAMAT

COORDINADORA: MSc. Miriam Mallea Morales

CO-CORDINADOR: Lic. Ramiro Choque Canaza (Director INCUBAMAT),
Lic. Oscar Bobarin Flores

PARTICIPANTES: Lic. Carmen Velazquez, Lic. Porfirio Suñagua Salgado,
Lic. Zenón Condori Gonzales (Director de la Carrera Matemática), Lic.
Eugenio Castaños (Coordinador Postgrado Carrera Matemática)

UNIDAD EJECUTORA: Carrera de Matemáticas

ANTECEDENTES

La propuesta del proyecto de Investigación titulada “Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica – UMSA” ha sido seleccionada por obtener un puntaje de aprobación logrando ser PROYECTO ELEGIBLE, en el marco de las Bases del Concurso y Convocatoria 2008, a presentación del proyecto de Investigación y Desarrollo en el área de Tecnología, aprobado mediante Resolución Honorable Consejo Universitario N° 410/08, con un presupuesto de 214.875,00 (doscientos catorce mil ochocientos setenta y cinco 00/100 Bolivianos). Que en cumplimiento al Artículo Segundo de mencionada Resolución la Carrera de Matemática, debe iniciar la ejecución del Proyecto con el 50% de sus recursos presupuestarios, debiendo el restante 50% transferirse al Área Desconcentrada, una vez que el proyecto demuestre una ejecución de por lo menos 80% de ejecución del primer desembolso, se dará paso al otro desembolso correspondiente al 50% de sus recursos.

A su vez se suscribe un contrato de compromiso de investigación que consiste, en que el equipo de investigación que lleva a cabo la implementación del proyecto brindara trimestralmente un informe firmado por el Coordinador, al Departamento de Investigación Postgrado e Interacción Social (D.P.G.I.S.), se cuenta con un lapso de tiempo para la implementación del presente proyecto correspondiente hasta la gestión 2009.

ETAPAS DE INCUBACIÓN

1ra. Etapa de Selección

Por ser el inicio de las actividades de la INCUBAMAT – UMSA, y hacer conocer la existencia de la misma se establece un contacto directo con los investigadores de los diferentes institutos de investigación que corresponden a la FCPN de la UMSA de manera inicial, para colaborar a investigaciones que estén en su fase de culminación en el desarrollo de su idea emprendedora de base tecnológica, elaborando de manera inicial juntamente con los participantes directos un plan de negocios que servirá para ver la factibilidad de estas investigaciones que se transformarán en productos/servicios, posteriormente ayudar en la conformación de una empresa, de esta forma su investigación retribuirá créditos económicos y sociales.

2da. Etapa de Pre Incubación

En la primera fase correspondiente a la implementación de la INCUBAMAT – UMSA, se trabajo con los Institutos de Investigación de Química y Biología Molecular de Biotecnológicos, desarrollando un Plan de Negocios las ideas innovadoras de:

- la Dra. Volga Iñiguez, el cual consiste en el desarrollo de una “Unidad de servicios y producción de Biotecnológicos traducido en un Instituto de Producción de Biotecnológicos”;
- la Dra. Giovanna Almanza, el mismo consiste en la “Producción y comercialización de extracto de la planta de Chilka denominado Q’ulla uma”;

Finalizado la elaboración del Plan de Negocios de las diferentes ideas innovadoras anteriormente mencionadas y el estudio de mercado correspondientes se procede a la búsqueda de financiamiento.

Plan de Negocios para una “Unidad de servicios y producción de Biotecnológicos”

Se trabajó constantemente con la Dra. Volga Iñiguez, La creación “Instituto de Producción de Biotecnológicos” proporciona una alternativa viable y rentable para la beneficio y contribución a la comunidad comercialización de los resultados obtenidos de la actividad investigadora dentro del campo biológico y que servirá como fuente de trabajo para estudiantes recién titulados Esta empresa de base tecnológica surgida del entorno académico

basa su desarrollo en uno de los principales activos que poseen estos centros de investigación, el conocimiento.

El “Instituto de Producción de Biotecnológicos” ofertará en el mercado del Departamento de La Paz, inicialmente, el siguiente producto: Kits de diagnóstico de patógenos virales y parasitarios de las enfermedades diarreicas agudas.

Plan de Negocios para la “Producción y Comercialización de extractos naturales de Plantas”

De la misma forma se trabajo con la Dra. Giovanna Almanza, con el proyecto de Extracto de la Planta de Chilka. Q`ULLA UMA, es un emprendimiento dedicado a la producción y comercialización de extractos naturales elaborados por el Instituto de Investigación de Química.

Este emprendimiento se dedicara solo a la comercialización de extractos de plantas naturales y para dar inicio al emprendimiento se iniciara produciendo y comercializando extractos de chilka de cinco diferentes especies: Chilka negra, Thola, Chilka redonda, Chilka Grande, Altísima Planta medicinal,

Los extractos de chilkas juegan un papel importante en la prevención de enfermedades y no producen efectos colaterales, principalmente porque el principio activo es un extracto (mezcla de compuestos puros).

RESULTADOS ALCANZADOS

Los resultados alcanzados de todo el proceso de implementación que se llevo en práctica durante la gestión 2008 – 2009, del proyecto “Incubadora de Empresas de Base Tecnológica” INCUBAMAT – UMSA, en la Carrera de Matemática, según los objetivos estratégicos planteados para la implementación son:

- INCUBAMAT – UMSA, legalmente Constituida con Resolución del Honorable Consejo de Carrera N° 011/09, Facultativo N° 019/09 y Universitario N° 484/09.
- INCUBAMAT – UMSA, al mando de su Director designado mediante Resolución del Honorable Consejo de Carrera de Matemática N° 193/09, en este caso es el Lic. Ramiro Choque Canaza.
- INCUBAMAT – UMSA, en pleno funcionamiento y desarrollo de sus actividades, llegando en esta primera gestión a la etapa de pre incubación, con el Plan de Negocios de “La Unidad de servicios y producción de Biotecnológicos” y “La producción y comercialización

de extractos de plantas”.

- Manuales de funciones y procesos de la INCUBAMAT – UMSA, en conocimiento del equipo de trabajo.
- Obtención de 5 proyectos como resultado de las capacitaciones realizadas a Docentes y estudiantes de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la UMSA en Lenguaje de Programación Java (Básico, Intermedio, y Avanzado); Matlab y Simulink (Básico, Intermedio, y Avanzado); E-learning y Emprendimiento (Laboratorio de Creatividad).
- Pre incubación de dos ideas de investigación en marcha (Producción y Comercialización de Extractos de plantas de Chilka; Unidad de servicios y producción de Biotecnológicos.
- Inscripción de la INCUBAMAT –UMSA a AMPROTEC.
- Implementación del Plan Estratégico de la INCUBADORA DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA - UMSA , Gestión (2009 – 2014).
- Actualmente se coadyuva en la implantación de cursos de Postgrado autofinanciados en la Carrera de Matemática.

COHOMOLOGÍA DE ALGEBRAS DE BANACH

COORDINADOR: Dr. (c) Javier Guachalla Hurtado

UNIDAD EJECUTORA: Carrera de Matemática

EL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Las Algebras de Banach son estructuras analíticas que han tomado relevancia en la matemática a partir de los trabajos de von Neumann y Murray en los años 30, como una línea de desarrollo matemático del Análisis Funcional. Posteriormente, con los trabajos de Gelfand, Naimark, Segal y el establecimiento anterior de los Espacios de Banach, esta área se constituye en el contexto más adecuado para el estudio espectral de los elementos de estas estructuras

En particular podemos citar los operadores acotados y no acotados, problema que es de relevancia en las aplicaciones para el estudio de sistemas dinámicos, área de constante desarrollo en la industria y las ciencias, mencionamos por ejemplo modelos matemáticos en biología y economía.

Por otra parte, el álgebra homológica tiene sus raíces en la topología algebraica, ya iniciada por Poincaré y otros a fines del siglo XIX, ha visto extensión de su desarrollo en diferentes áreas de la matemática, por ejemplo la teoría de grupos, álgebras y otras. Es solamente, a partir de los trabajos de Johnson, Kadison, Ringrose en los 60's que se extiende su estudio a las Algebras de Banach.

En el área de desarrollo del proyecto, esta conocimiento es un instrumento de la teoría matemática, con resultados que son de considerable relevancia en las áreas donde se ha podido implementar. El documento central del proyecto termina en un teorema relativo a esta área.

LA TEORÍA DESARROLLADA EN EL PROYECTO

El libro editado durante la ejecución del proyecto ha sido diseñado en el marco de los objetivos del proyecto, en particular la implementación de la línea de investigación y desarrollo del área de estudio del proyecto en la maestría de matemática. Por tanto, se constituye más bien en una guía de los temas a ser considerados. Los capítulos se desarrollan con los siguientes temas.

Podemos considerar el contenido particularmente en tres partes. La primera, desarrollo de temas avanzados de Análisis Funcional. La segunda, los grandes tipos de Algebras de Banach, es decir las Algebras de Banach, las Algebras C^* , y las álgebras de von Neumann. La tercera parte considera dos de las problemáticas de investigación actual en el área. La amenabilidad de álgebras de Banach, dos, la cohomología de Algebras de Banach.

La primera parte, Temas avanzados de análisis funcional. Donde se desarrollan resultados descubiertos durante las gestiones previas del seminario de análisis. En particular la descomposición de los espacios de Banach n -duales, publicado en la página web de la Universidad de Cornell, el ArXiv.org (2005), finaliza este capítulo con aplicaciones, en particular el resultado obtenido y publicado en el ArXiv.org, durante la ejecución del proyecto de la complementación del espacio L_1 en el espacio dual L_∞^* (Noviembre, 2008).

La segunda parte, los grandes tipos de Algebras de Banach muestra las características de las Algebras de Banach, en particular la teoría de Gelfand para álgebras conmutativas. El segundo tipo, las C^* -álgebras caracterizadas por la existencia de una involución y la relación cuadrática que las define, con la consecuente construcción de Gelfand, Naimark, Segal que caracteriza estas álgebras como subálgebras del álgebra de operadores en un espacio de Hilbert. Son consideradas como la caracterización de espacios topológicos no conmutativos. Es decir, estos elementos tienen como una posible área de desarrollo la geometría no conmutativa.

El tercer tipo, las álgebras de von Neumann son C^* -álgebras, caracterizadas por topologías consideradas en éstas, en particular la existencia de proyecciones. Posiblemente, ésta ha sido la primera relación de extensión de la teoría conmutativa a la teoría no conmutativa, en este caso la teoría de la medida. Podemos considerar éste campo como Teoría no conmutativa de la medida.

La tercera parte desarrolla los temas de amenabilidad y extensiones de álgebras de Banach en el contexto de su relación con la teoría de cohomología. Podemos decir, citando a Elliot, que terminamos donde la teoría comienza. Temas que son de actual investigación y desarrollo de nuevas teorías a las que nos referimos más adelante.

En esta tercera parte, desarrollamos relaciones de amenabilidad y el primer grupo de cohomología con relación al álgebra de un grupo topológico, resultado que permite generalizar el concepto de amenabilidad en Algebras

de Banach, según el trabajo pionero de Johnson. Tema que en la actualidad está siendo generalizado en diferentes direcciones, particularmente mencionamos la n -amenabilidad y la amenabilidad débil. En esta última parte obtenemos el tercer resultado del proyecto, como corolario de los resultados del primer capítulo y la caracterización de las medias invariantes en álgebras de grupos amenables.

Terminamos esta tercera parte y el documento con el desarrollo teórico de la relación del segundo grupo de cohomología y el tipo de extensiones singulares de álgebras de Banach.

El trabajo menciona las referencias para el desarrollo de la temática en el marco de los objetivos del proyecto, la implementación de cursos y seminarios del postgrado de matemática en el área.

ESTUDIO DE ESPECIES VEGETALES ALIMENTICIAS PROVENIENTES DE LA AMAZONIA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ, NORTE PACEÑO (PRIMERA ETAPA)

COORDINADORA: Lic. Galia Chávez Cury

PARTICIPANTES: Lic. Maria del Carmen Abela G.b y Lic. Willy José Rendón P.

UNIDAD EJECUTORA: IIQ – IIPN - Carrera de Cs. Químicas
LSA - Carrera de Nutrición y Dietética – Facultad de Medicina

INTRODUCCION

La Provincia A. Iturralde, está ubicada en el norte del departamento de La Paz, tiene como capital la localidad de Ixiamas y forma parte de la Amazonía Boliviana. Es una zona rica en vegetación y por tanto en especies alimenticias, con alto contenido energético, de macro y micronutrientes todas conocidas a nivel local, regional y nacional, pero que en el país no se le ha dado la importancia necesaria como alimentos, dentro la dieta diaria de la población, quizás por falta de información.

En esta zona, se estudiaron los frutos de seis especies vegetales entre palmeras nativas y algunas otras especies silvestres. Las especies estudiadas fueron: *Oenocarpus bataua* Mart. (majo), *Attalea phalerata* Mart. (motacú), *Euterpe precatoria* C. Martius (asaí y palmito o corazón de la palmera), *Garcinia madruno* (camururu), *Garcinia gardneriana* (achachairu) y *Hymenaea courbaril* L. (paquio). Los frutos se recolectaron en la localidad de Ixiamas y sus alrededores. En el caso de *Hymenaea courbaril* L, también se consiguieron muestras de Alto Beni y Mapiri. Dentro de la investigación, se realizó un estudio bromatológico preliminar, la determinación de macro y micro nutrientes, también la degustación de los productos elaborados artesanalmente a partir de éstos (los habitantes de la zona, además de consumirlos, elaboran y procesan diferentes productos de manera artesanal: refrescos, helados, aceite, etc.). Además se realizó un estudio fitoquímico preliminar de los frutos y una caracterización de suelos.

Frutos recolectados



Oenocarpus bataua Mart.



Attalea phalerata Mart.



Euterpe precatoria C. Martius

Palmito



Garcinia madruno



Garcinia gardneriana



Hymenaea coubaril L.

OBJETIVOS

El estudio realizado tiene como objetivos obtener una información técnica que sirva de base, para el uso adecuado de estas especies botánicas, en la dieta diaria de los habitantes de la zona y otras poblaciones del país. Conociendo los datos técnicos se podría planificar una mejor dieta alimenticia y/o una posible industrialización de los productos derivados de estas especies; mejorando las condiciones de vida de los lugareños, pues podrían trabajar en la producción de frutos, en actividades de comercio de los frutos y de los productos elaborados. De esta manera se promovería una agricultura sostenible y la conservación de estos recursos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Contenidos de macro y micronutrientes en frutos:

- Son frutos agradables, ricos en nutrientes.
- De acuerdo a los resultados expuestos en el Informe Final y según las recomendaciones de energía y de nutrientes para la población boliviana que publicó el Ministerio de Salud y Deportes el año 2007, se llega a la conclusión que las especies estudiadas son una fuente de energía y de

nutrientes muy importante para la dieta humana.

- Estos frutos han sido consumidos de manera tradicional de generación en generación. Son frutos alimenticios ancestrales, donde los árboles en general crecen sin mayor esfuerzo y en forma natural en bosques amazónicos. Son alimentos que regala la sabia naturaleza y por lo tanto se tienen que conservar y darles un uso sostenible.

- Estos resultados se tienen que dar a conocer a la población boliviana, hay que publicarlos.

A continuación se darán algunas conclusiones sobre temas puntuales:

- Los contenidos de hierro en las muestras estudiadas varían de 18,7 a 98,0 mg/kg MS. Indicando que pese a la menor capacidad de absorción por el organismo del hierro de origen vegetal, los frutos estudiados serían una importante fuente de hierro para las personas anémicas.

- Los contenidos de cobre en las especies estudiadas varían de 5,6 a 25,4 mg/kg MS. Este elemento interviene en la síntesis de la hemoglobina y transporte del hierro, siendo importante también para combatir la anemia junto con el hierro.

- Se muestran contenidos de vitamina A en pulpa de Garcinia madruno, pulpa de Garcinia gardneriana, cáscara de Garcinia gardneriana, pulpa de Hymenaea coubaril L, y pulpa y cáscara de Oenocarpus bataua Mart., los valores que fluctúan de 4,48 a 45,53 μ g/100 g; en fruto de Euterpe precatoria C. Martius de 442,47 μ g/100 g y el valor más alto de 4303,72 μ g/100 g en pulpa de Attalea phalerata Mart. qué serían fuentes naturales de vitamina A.

- Los aportes en estos tres micronutrientes y además los contenidos de los macronutrientes y los otros micronutrientes como cinc, manganeso, de los frutos estudiados, podrían disminuir el porcentaje de desnutrición crónica, anemia, enfermedades de tipo diarreicas e infecciones respiratorias agudas que tiene la población infantil, niños menores de 3 años que llega a un 32,6 %. Esta población infantil es un grupo prioritario dentro del Programa Desnutrición Cero que impulsa el gobierno actual. Este aporte se podría extender para niños en edad pre-escolar, escolar y también para cualquier persona sin importar la edad que tenga desnutrición.

- Estos niños podrían tomar productos elaborados a partir de éstos frutos, como jugos, refrescos, mermelada, "leche de majo," "leche de motacú," etc.; principalmente productos de las especies Oenocarpus bataua Mart. y Attalea phalerata Mart., pues dan frutos casi año cerrado. También podrían

consumir estos productos los niños en edad pre-escolar y escolar en el desayuno o merienda escolar.

Los datos determinados muestran valores de proteínas relativamente altos, comparando con bibliografía para frutas. También se tendría que tomar en cuenta que para determinar la cantidad de proteínas a partir del contenido de nitrógeno, se utilizó el factor 6,25 que supone que muchas de las proteínas contienen el 16 % de nitrógeno, aun cuando la realidad es que, según la naturaleza del producto, una fracción considerable de nitrógeno procede de otros componentes nitrogenados. Habría que determinar en cada caso el factor que se desea emplear.

- Las palmeras *Oenocarpus bataua* Mart., *Attalea phalerata* Mart. y *Euterpe precatoria* C. Martius muestran los contenidos más altos en lípidos, indicando que son especies con alto contenido de aceite.

- Las tres especies de palmeras anteriores presentan los más altos contenidos en aceite, y por lo tanto, también muestran los resultados más altos en valor energético.

- El palmito de la especie *Euterpe precatoria* C. Martius, es un concentrado de nitrógeno y de minerales, pues muestra en general los contenidos más altos.

- La pulpa de *Garcinia gardneriana*, tiene aproximadamente entre 72 a 80 % en masa de jugo que tiene una densidad aproximada de 1,06 g/ml; igualmente la pulpa de *Garcinia madruno* tiene aproximadamente entre 70 a 80 % en masa de jugo que tiene una densidad aproximada de 1,04 g/ml. De estas dos especies botánicas se podría elaborar concentrados de jugo, que la población podría consumir.

- Los resultados de composición de los frutos estudiados son un aporte a Tablas de Composición de Alimentos Bolivianos y por lo tanto se tienen que difundir.

- Inicialmente este estudio podría tener cobertura en la localidad de Ixiamas y sus alrededores y de ser posible cubrir el Municipio de Ixiamas (Primera Sección) y todos los municipios en el Departamento de La Paz donde se encuentren estas especies botánicas. Incluso podría tener cobertura a nivel nacional, en otros departamentos del país, donde existan estas especies. Lo que hace falta es difundir los resultados sobre los beneficios alimenticios de estas especies botánicas.

- Estos resultados son preliminares, se necesita seguir realizando más

determinaciones sobre el contenido de macro y micronutrientes de estas especies botánicas.

PRODUCTOS ELABORADOS, EVALUACIÓN SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD:

Se elaboraron los siguientes productos: Mermelada, Crema – Papilla y “Leche de Motacú” de *Attalea phalerata* Mart. “Leche de Majo” de *Oenocarpus bataua* Mart.. Refresco de *Euterpe precatoria* C. Martius

Refresco y helado de *Garcinia Gardneriana*, Refresco de *Garcinia Madruno*
Refresco y galletas de *Hymenaea courbaril* L.

La “leche de majo” tiene un pH de 5,75 y la “leche de motacú”, tiene un pH de 6,30

Evaluación sensorial y aceptabilidad:

- Todos los productos propuestos tuvieron buena aceptación por parte de los degustadores.

- Algunos productos fueron aceptados en menor grado según la prueba de aceptación hedónica utilizada, sin que esto signifique un rechazo a los mismos.

- Por el número de respuestas obtenidas los resultados reflejan el grado de aceptación del consumidor potencial siendo éste adulto o niño.

- La tecnología artesanal utilizada para la elaboración de los productos son de fácil aplicación a nivel industrial lo que permitirá su uso por las instituciones locales de Ixiamas, para elaborar productos para niños en edad pre-escolar y escolar, que consuman en el desayuno o merienda escolar.

- Dar a conocer los resultados de aceptación de los productos elaborados a las instituciones interesadas como ASL Ixiamas, Gobierno Municipal, y a personas conocedoras de la elaboración de productos similares.

- Interesar a empresas que trabajen en la elaboración de estos productos alimenticios, para que ellos introduzcan en el mercado nacional los productos elaborados a base de frutos silvestres para que sean conocidos, apreciados y demandados a mediano plazo.

- Dados los puntajes de aceptación alcanzados, los productos tendrán una buena acogida en el grupo de edad de pre escolares como grupo de consumidor potencial el cual es un grupo prioritario en el Programa Desnutrición Cero que impulsa actual gobierno.

- El impacto nutricional que tendrían estos productos al ser consumidos con regularidad en especial por las niñas y niños menores de cinco años sería un aporte más para las metas del país que es la reducción de la desnutrición y las enfermedades por carencia de micronutrientes.

ESTUDIO FITOQUÍMICO PRELIMINAR:

El aceite de la especie *Oenocarpus bataua* Mart. por su aspecto y abundancia, se recomienda realizar estudios específicos del aceite, para definir parámetros que permitan buscar nuevas aplicaciones de uso industriales o técnicos de este material. En el caso de *Attalea phalerata* Mart., ésta especie botánica debe ser usada como aceitera como siempre se utilizó, ya que no se detectaron cantidades adecuadas de metabolitos secundarios. La pulpa de *Hymenaea courbaril* L., podría ser estudiada para evaluar la cantidad y calidad de la goma que genera, ya que esta goma forma soluciones viscosas conocidas como mucílagos usado en la Industria de la farmacia, papelería y otros. Por los análisis realizados en las diferentes partes de las especies botánicas, se llega a la conclusión, que las especies botánicas estudiadas no presentan cantidades detectables de metabolitos secundarios, por lo tanto, no son de interés en el área de la Fitoquímica que es la que estudia la presencia, abundancia y estructura molecular de los metabolitos secundarios.

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

En general los Suelos son ácidos. Los Puntos C, D, E y F, en general muestran horizontes superficiales arenosos y a mayor profundidad limosos, El Punto A, G y H, muestran porcentajes mayores en limo. En carbono orgánico se muestran contenidos muy bajos en los horizontes más profundos, en los horizontes superficiales se muestra contenidos entre bajos a medios, con excepción del horizonte superficial del Punto G, que muestra contenidos altos. Se muestran los mayores contenidos de nitrógeno en los horizontes superficiales, éstos van disminuyendo con la profundidad. En general se muestra suelos ricos en materia orgánica en los horizontes superficiales, como son en general los suelos tropicales de América Latina.

IMPACTO

El impacto es a nivel regional y nacional, pues se podrían utilizar los frutos de dichas especies de palmeras para combatir principalmente las deficiencias nutricionales. Se contribuye al uso sostenible y/o alternativo de las especies de palmeras nativas, beneficiando a los pobladores de la zona en cuanto a comercialización de la parte comestible.

AGENTES BIOCONTROLADORES DE FITOPATÓGENOS EN CULTIVOS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ- FASE II"

COORDINADOR: Patricia Mollinedo Portugal Ph. D.

PARTICIPANTES: Terrazas S. Enrique (+), Terán C. René, Álvarez M. Teresa, Martínez M.Silvia, Espinal Cristian, Tenorio Reynaldo, Villalobos Algelo, Villasante Javier, Giménez Alberto

UNIDAD EJECUTORA: Carrera de Ciencias Químicas, Instituto de Investigaciones Químicas

RESUMEN

Durante el desarrollo del proyecto y después de una primera fase desarrollada como proyecto Biocontroladores I, esta segunda fase le permitió determinar el grado de actividad de los biocontroladores propuestos en la primera fase tres de origen vegetal: Extracto concentrado de Saponinas de quinua, itapallo (*Caiphora andina*) y khoa (*Satureja boliviana*) y el fermento de hongos de (*Trichoderma injmathum*). A diferentes dosis en cultivos de papa, haba, tomate y quinua. Se evaluó en cada cultivo el grado de eficiencia, dosificación y de sistematización de aplicación. Se evaluó en campo de los productos obtenidos, en parcelas familiares experimentales que fueron diseñadas para cada cultivo. Se realizó el seguimiento y monitoreo, de parámetros como: Incidencia, infestación, patogenicidad, virulencia, ciclo de infección, métodos de aplicación y dosis.

Se evaluó el grado de ecotoxicidad de los biocontroladores aplicados en los cultivos con la prueba sobre *Daphnia magna*. Y se evaluó el posible mecanismo de acción de los biocontroladores sobre los hongos fitopatógenos.

PRODUCCION DE PRINCIPIOS ACTIVOS A NIVEL PLANTA PILOTO

COORDINADOR: José Luis Vila Castro Ph. D.

PARTICIPANTES: Alfonso Guarachi

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Investigaciones Químicas, Instituto de Investigaciones en Productos Naturales, Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería

INTRODUCCIÓN

El matico pertenece a la familia Piperaceae (familia de la pimienta), esta familia está ampliamente distribuida en la región neotropical, particularmente en los bosque lluviosos de la zonas bajas, se la reconoce por lo nudos engrosados, presenta cinco géneros: Peperomia (500 sp), Piper (2000 sp), Pothomorphe (2 sp), Sarcorrhachis (4 sp) y Trianaeopiper (17 sp) (Maas y Westra, 1998).

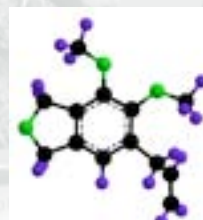
Piper elongatum Vahl (Fig. 1) se encuentra a mayor altitud y principalmente en Yungas, el Tucumano Boliviano, además de el preandino y el bosque seco chiquitano. Piper aduncum se encuentra principalmente en el Bosque amazónico, Yungas, Tucumano Boliviano y Bosque seco Chiquitano. En la figura 2 se muestra el mapeo de la versión digital obtenido para el mapeo. Se utiliza una infusión con hojas de la planta para el tratamiento de los cólicos estomacales y para la menstruación. Esta misma preparación, rebajada con alcohol, se usa para calmar el malestar de los “pechos inflamados”. También, se usa en tratamientos externos. Los emplastos preparados con hojas de la planta, son utilizados para calmar “la picazón” del cuerpo. Para las poblaciones es una “planta cálida”, utilizada para calmar los dolores musculares, de cabeza, estomacales, reumatismo y conjuntivitis. Se utiliza una infusión con hojas de la planta para el tratamiento de los cólicos estomacales y para la menstruación. Esta misma preparación, rebajada con alcohol, se usa para calmar el malestar de los “pechos inflamados”. También, se usa en tratamientos externos. Los emplastos preparados con hojas de la planta, son utilizados para calmar “la picazón” del cuerpo.

ESTUDIO CIENTÍFICO

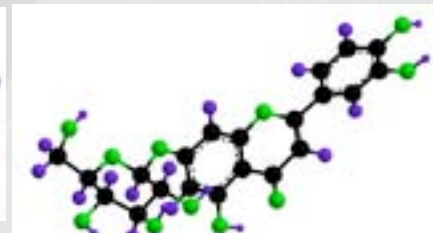
Del estudio químico de las hojas de esta especie vegetal se identificaron los compuestos mayoritarios que corresponden a dos moléculas los

cuales se lograron aislar a través de técnicas de extracción, destilación y cromatografías, las moléculas aisladas fueron identificadas por métodos de IR, RMN-1H, RMN-13C, COSY H-H, HMQC, HMBC y DEPT-135 las estructuras de las dos moléculas corresponden a:

a) Dillapiol



b) Quercetin-7-O-glucoside



Producción a mediana escala (Figs. 3 y 4)

De los análisis realizados químicamente y los datos obtenidos a nivel de laboratorio se obtuvo que el Dillapiol se encuentra en una concentración de 1,5 % y el Quercetin-7-O-glucoside en 1.1 %, en base a los resultados se diseñaron y construyeron dos equipos a mediana escala para la producción de estas dos moléculas. En los equipos construidos se procedo con el aislamiento del Dillapiol, el que se obtuvo con un rendimiento de 1,2 % con respecto a materia seca y la concentración presente es del 85 % con respecto al producto final. La Quercetin-7-O-glucoside se obtuvo un rendimiento del 2,0 % con respecto a materia seca y en el extracto con una concentración del 76 %.

Dillapiol principal compuesto del aceite de la especie Piper elongatum, este compuesto es una molécula que tiene una importancia económica, debido a su actividad que presenta, que es de insecticida tal como lo sustentan los trabajos de Maureen Leyva et.al. Rev Biomed 2009; 20:5-13 e Ian M. Scott et.al Phytochem Rev (2008) 7:65-75.

Quercetin-7-O-glucoside este flavonoide es uno de los compuestos mayoritarios presente en la parte polar, la fracción aislada donde esta presente este flavonoide tiene, actividad cicatrizante, esto se basa en las pruebas biológicas realizadas contra E. coli ATCC 25922 (Sensible), E. coli ATCC 35218 (Resistente), E. coli ATCC 35218 (Resistente), E. coli ATCC 35218 (Resistente), S. aureus ATCC 25923 (Sensible), S. aureus ATCC 29213 (Resistente), P. aeruginosa ATCC 27853 (Sensible), S. flexeri ATCC 12022, K. pneumoniae ATCC 70063 (Resistente), B. subtilis ATCC 6636, L. monocitogenes ATCC 7644, S. typhi (clínicamente aislada).

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA HESPERIDINA DE LA CÁSCARA DE LIMÓN Y COMPUESTOS POLIFENOLICOS DEL TÉ PARA ESTUDIOS PRELIMINARES DE ACOPLAMIENTO INTERMOLECULAR EN LA FORMACIÓN DE EMULSIONES

COORDINADOR: Heriberto Castañeta Maroni Ph. D.

PARTICIPANTES: Yapu Waldo, Gemio Rómulo, Guzmán Leonardo, Nogales Jorge, Mamani Julia, Mamani Gloria, Limachi Jimena

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Investigaciones Químicas y la Carrera de Química Farmacéutica (Farmacia)

Se sabe que muchos alimentos tales como, frutas, vegetales y compuestos farmacológicos, fácilmente pierden su actividad biológica por oxidación debido a la exposición al medio ambiente. Esta situación exige la necesidad de buscar y aplicar técnicas que impidan esta degradación o reducir los efectos del envejecimiento de las células. La actividad biológica de estos compuestos es de muy corta duración, debido a la rápida oxidación en condiciones ambientales y a la degradación durante el procesamiento de los alimentos, situación que provoca la pérdida de sus propiedades funcionales limitando su consumo en estado fresco.

Otro aspecto que se considera, es que el régimen de vida actual en nuestra población, sobre todo en estos últimos años en las ciudades del eje troncal (La Paz, Cochabamba, Santa Cruz), ya no es posible sostener una alimentación balanceada, debiendo consumirse alimento "chatarra", con alto contenido de carbohidratos, ajíes y grasas; con poco o casi ningún consumo de sustancias beneficiosas tales como los antioxidantes. La acumulación de grasas en el cuerpo, el sobrepeso y la obesidad, generan la producción excesiva de compuestos reactivos llamados "radicales libres", que son los responsables de generar enfermedades crónicas degenerativas. Una manera de combatir a estos radicales libres en el organismo es mediante la ingesta de antioxidantes, las que se encuentran en frutas y verduras.

Considerando estas razones y con el fin de suministrar estas carencias en condiciones favorables, el proyecto ha considerado como objetivo principal la extracción de hesperidina de las cáscaras de limón y compuestos polifenólicos de las hojas de té verde producidas en las regiones de Palos Blancos y Caranavi del Departamento de La Paz y realizar preliminarmente,

el estudio de acoplamiento intermolecular de dichos compuestos fenólicos hidrosolubles en una interfase agua-aceite.

Se ha logrado extraer la hesperidina de las cáscaras de limón y los compuestos polifenólicos del té verde, mediante técnicas extractivas sólido-liquido; habiéndose determinado también su capacidad antioxidante. De los resultados obtenidos, se ha determinado que la capacidad antioxidante de los polifenoles del té es muy alta en comparación a la hesperidina.

Con la idea de minimizar o reducir la degradación de los flavonoides del té verde y de la hesperidina y con el objeto de obtener productos con tiempos prolongados de conservación y de anaquel, se ha visto por conveniente realizar estudios preliminares de acoplamiento intermolecular, realizando pruebas de "microencapsulación", mediante la formación de emulsiones agua-aceite simples y dobles, conteniendo a estos compuestos biológicamente activos.

Los resultados de estos estudios fueron muy beneficiosos, primero, porque se ha logrado estabilizar las emulsiones agua/aceite utilizando surfactantes o tensioactivos, como paso previo a la microencapsulación y segundo, porque se ha logrado encapsular la emulsión doble agua-aceite-agua en goma xanthan con una duración de 2 meses expuesto al ambiente, sin protección alguna. De este modo, los estudios realizados contribuyen por un lado, al reciclado de desechos orgánicos (cáscaras) y por otro, se ha adquirido experiencia en este novedoso campo de investigación en Bolivia.

ELABORACIÓN DE UNA POMADA EN FORMA GALÉNICA Y FARMACÉUTICA CON EL PRINCIPIO ACTIVO DEL MATICO

COORDINADOR: MSc. Juan Carlos Santelices Gómez

PARTICIPANTES: Loza Carola, Melgarejo Marcela, Muñoz Victoria, Mollinedo Patricia, Vila Jose, Balboa Jorge, Canaviri Pamela, Colque Roxana, Maldonado Sandra, Mamani Gloria, Pillco Eliana, Salinas Juan

UNIDAD EJECUTORA: Carrera de Ciencias Químicas – Instituto de Investigaciones Químicas, Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Carrera de Química Farmacéutica, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Departamento de Parasitología, Facultad de Medicina

ANTECEDENTES

En el presente trabajo se ha elaborado una crema con extracto de MATICO (*Piper elongatum*), planta colectada en las regiones de Coroico y Yolosa. El estudio químico y biológico de la *Piper elongatum* dio resultados satisfactorios para ser aplicada como cicatrizante, también es posible utilizarla para casos de acné, quemaduras superficiales, heridas superficiales, úlceras no profundas.

Se determinó que la sustancia activa en el extracto de matico es la quercetin-7-O-glucoside, siendo este flavonoides uno de los compuestos mayoritarios presente en la parte polar y que también puede ser utilizado como fármaco de uso antibacteriano, antimicótico y antiparasitario en su forma galénica o su forma farmacéutica.

En el Perú es utilizado como astringente, tónico estimulante. El cocimiento usado en baños se preconiza en las hemorroides, trastornos reumáticos y para el tratamiento de las úlceras. La infusión acuosa con 15% de estas hojas frescas machacadas se aplica en las heridas menores y picaduras de insectos o mordida de sanguijuela; sirve como enjuague bucal, astringente, útil para áreas inflamadas de la piel. Las hojas secas actúan como un poderoso hemostático.

La especie vegetal *Piper elongatum* vahl, conocida en la Medicina Tradicional Boliviana (MTB) como MATICO, está catalogada por los kallawayas entre las más importantes de las plantas medicinales.

El matico pertenece a la familia Piperaceae (familia de la pimienta), esta familia está ampliamente distribuida en la región neotropical, particularmente en los bosque lluviosos de la zonas bajas, se la reconoce por lo nudos engrosados, presenta cinco géneros: *Peperomia* (500 sp), *Piper* (2000 sp), *Pothomorphe* (2 sp), *Sarcorrhachis* (4 sp) y *Trianaeopiper* (17 sp).

En este estudio, se evaluó por la prueba de micronúcleos en ratones el efecto mutagénico, de la fracción activa de las hojas de *Piper elongatum*. Se trataron los animales por vía intraperitoneal con la fracción a concentraciones de 250, 1000 y 2000 mg/kg. Para todas las dosis, se evaluó la frecuencia de eritrocitos policromáticos micronucleados (MNPCE) a las 24 horas después del tratamiento. Se utilizó la mitomicina C a 4 mg/kg como droga de referencia.

En la valoración de la mutagenicidad, todas las dosis de extracto de la planta tienen actividad mutagénica en eritrocitos policromáticos en médula ósea de ratón ($P < 0.05$), comparado con el grupo del solvente – control.

La DL50 obtenida por el método gráfico fue de 3000 mg/kg a las 24 horas después de la exposición del extracto vegetal, lo que indica que el matico presenta toxicidad muy baja.

El matico presentó actividad antibacteriana de amplio espectro contra: *Shigella flexneri* ATCC 12022, *Listeria monocytogenes* ATCC7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853 y *Bacillus subtilis* ATCC 6636.



Fig. 1 *Piper elongatum* (Foto José Vila, 2009)

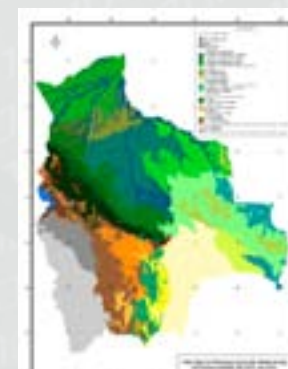
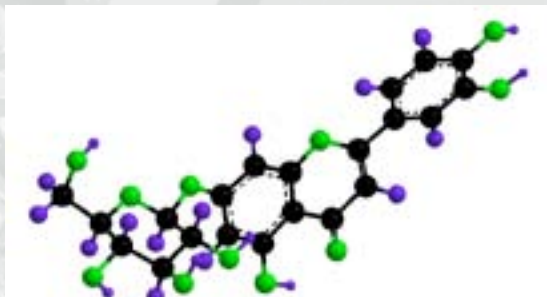
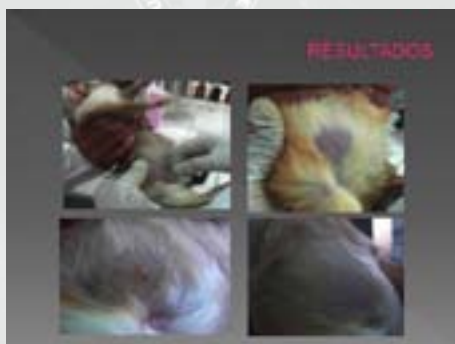
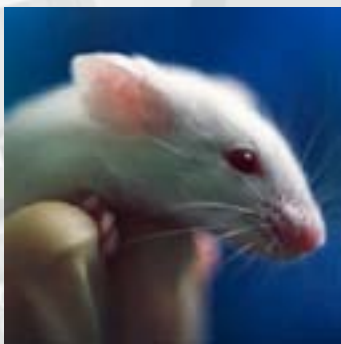


Fig. 2 Hábito de *Piper elongatum*



En base a los resultados químico y biológicos se logró elaborar la pomada en forma galénica con el principio activo quercetin-7-O-glucoside, para ser aplicada como cicatrizante y antibacteriano.



Fotografías de los resultados del efecto cicatrizante en los ratones utilizados en las pruebas

OBJETIVOS:

- Recuperación histórica del conocimiento ancestral sobre usos medicinales del Matico
- Aportar al conocimiento científico químico-farmacéutico para el aprovechamiento del Matico
- Aislar el metabolito secundario responsable de la actividad biológica mediante un estudio fitoquímico bioguiado con pruebas biológicas antibacterianas y antimicóticas
- Análisis de toxicidad y genotoxicidad del Matico
- Determinar concentraciones óptimas a las que los productos estudiados muestran inocuidad en modelos experimentales
- Elaborar una pomada con el principio activo del Matico

RESULTADOS:

- Análisis macroscópico (organográfico) y microscópico (histológico) del material vegetal colectado
- Determinación de elementos extraños, cenizas y humedad en el material vegetal
- Preparación de bases, pH y estabilidad
- Determinación de la concentración óptima del principio activo en la pomada
- Determinación de la DL50 de la fracción activa de Piper Elongatum (matico)
- Estandarización de la técnica de micronúcleos en ratones
- Evaluación de la actividad mutagénica de la fracción activa
- Aislamiento de dos metabolitos secundarios
- Determinación de la actividad antibacteriana
- Pomada elaborada

IMPACTO:

- Factibilidad de utilizar la especie vegetal, Piper Elongatum, en la industria farmacéutica elaborando productos cicatrizantes y antibacterianos, tratamiento de casos de acné, quemaduras superficiales, heridas superficiales y úlceras no profundas
- El industrializar el Matico podría generar alternativas de desarrollo y producción en los Yungas de La Paz
- Generar nuevas fuentes de trabajo mediante el cultivo del Matico

ESTUDIO FITOQUÍMICO PRELIMINAR DE ESPECIES VEGETALES COLECTADAS EN EL CERRO UCHUMACHI DEL MUNICIPIO DE COROICO

COORDINADOR: Yonny Flores Segura Ph. D.

PARTICIPANTES: Deisy Rocío Duchén Bocángel, Ángela Jhamilka San Martín Ortiz, Esther Villanueva Flores, Arely Palabral Aguilera, Misael Beltrán Quenaya, Desiderio Flores, Rubén Darío Gómez, Marcos Quiroz, Juan Rodrigo Villagómez Adriazola, Ramiro Medina, Giovanna Almanza Vega

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Investigaciones Químicas, Herbario Nacional de Bolivia, Unidad Académica de Carmen Pampa

En el presente trabajo se realizó un screening fitoquímico de aproximadamente 30 plantas colectadas en el cerro Uchumachi situado en el municipio de Coroico, provincia Nor-Yungas del departamento de La Paz, con el objetivo de identificar especies con potencial económico. Se evaluó la presencia de diferentes grupos de metabolitos secundarios mediante pruebas cualitativas, espectroscopía UV-VIS y cromatografía en capa fina para determinar posibles actividades farmacológica, fotoprotectora, colorante y biopesticida. Las especies con posible actividad farmacológica fueron ocho: *Raulinoratzia crenulata*, *Lauraceae sp.*, *Mikania cf. Comarapensis*, *Weinmannia bangii*, *Ilex sp.*, *Gordonia fruticosa*, *Podocarpus ingensis* y *Podocarpus sp.* Dos especies presentaron fuerte absorción en las regiones UVA y UVB: *Elaphoglossum aff. papillosum* y *Prunus integrifolia* por lo que tienen una potencial actividad fotoprotectora. Cuatro especies resultaron interesantes como posibles biopesticidas: *Ternstroemia asymetrica*, *Podocarpus sp.*, *Lauracea sp.* y *Cybianthus peruvianus*. A partir de estos resultados se pretende realizar estudios químicos y biológicos más profundos de las especies seleccionadas (separación y pruebas biológicas de compuestos aislados), particularmente *Podocarpus ingensis* y *Podocarpus sp.*

Palabras Calves: Cerro Uchumachi, Plantas con interés económico, Screening fitoquímico, Metabolitos secundarios, Compuestos fenólicos, Espectroscopía UV-Vis.

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos prehistóricos, los habitantes pertenecientes a diferentes culturas que se desarrollaron en territorio boliviano, han utilizado las plantas con propósitos medicinales. Actualmente, la medicina tradicional boliviana usa diversas plantas para combatir enfermedades tales como catarro, bronquitis, úlceras diarreicas, inflamaciones y otras.

Se ha realizado un gran número de estudios de plantas que poseen actividad biológica. También se han realizado varios screenings de plantas de la región tropical de Bolivia, los cuales revelaron el gran potencial de encontrar plantas con actividad fitoterapéutica en dichas regiones.

En el presente trabajo, se realizó un screening de plantas provenientes de la región del Cerro Uchumachi, la cual presenta una diferencia de altura de más de 2000 metros lo que permite una amplia diversidad de especies vegetales. Como parte del screening se analizaron los metabolitos secundarios presentes en cada planta, interesándonos principalmente en plantas que poseían compuestos fenólicos y flavonoides para determinar si podían tener actividad fotoprotectora. Para corroborar esto se realizaron espectros UV de los extractos. También se realizaron pruebas antifúngicas de especies que presentaron saponinas en las pruebas preliminares.

METABOLITOS SECUNDARIOS

Las plantas, al igual que otros organismos, sintetizan dos tipos de compuestos por procesos metabólicos:

LOS METABOLITOS PRIMARIOS

Los metabolitos primarios son abundantes en la naturaleza, son indispensables para el desarrollo fisiológico de la planta, tienen funciones bien definidas y estudiadas, son de fácil extracción y su explotación es relativamente barata (Petiard y Bariaud-Fontanel, 1987)

LOS METABOLITOS SECUNDARIOS

Los metabolitos secundarios tienen normalmente una distribución restringida, siendo característicos de un grupo taxonómico. Su función es variada y no guarda relación con los procesos vitales de la planta, pero puede tener una significación para el organismo productor como un todo. La biosíntesis de metabolitos secundarios suele estar restringida a estados específicos del desarrollo como respuesta a factores externos adversos o ciertas necesidades específicas de la planta (Goleoniowski, 2011). Es así que

algunas plantas producen metabolitos secundarios como protección frente a depredadores, a agentes patógenos, o al estrés medioambiental. Otras biosintetizan estos compuestos para colaborar a la maquinaria reproductiva de la planta, por ejemplo compuestos que atraen insectos para la promoción de la polinización (Harborne, 1989). Su gran variedad de funciones esta relacionada a la gran variedad de estructuras que presentan, muchas de las cuales todavía están en continua investigación.

OBJETIVO

El proyecto como objetivo principal identificar especies vegetales del Cerro Uchumachi, que posean metabolitos secundarios que tengan alguna actividad ya sea como fotoprotector, colorante, pesticida y/o terapéutica. Esto con el fin de encontrar un potencial valor económico a plantas de la región, y que luego puedan ser utilizadas y cultivadas por los habitantes de esta región.

CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

Se realizaron las pruebas fitoquímicas preliminares de aproximadamente 30 plantas colectadas, resultando especialmente prometedoras en cuanto a actividad farmacológica *Raulinoratzia crenulata*, Lauraceae sp y *Mikania* cf. *Comarapensis* por la presencia de alcaloides; y *Weinmannia bangi*, *Ilex* sp, *Gordonia fruticosa*, *Podocarpus ingensis* y *Podocarpus* sp. por la presencia de compuestos fenólicos (flavonoides).

Por otro lado, las especies prometedoras con respecto a actividad fotoprotectora son *Elaphoglossum* aff. *Papillosum* y *Prunus integrifolia* por su intensa absorción en las regiones UVA y UVB; también resultaron interesantes las especies *Podocarpus ingensis*, *Podocarpus* sp., *Cybianthus peruvianus*, *Alchornea grandiflora*, *Weinmannia ovata* y *Weinmannia bangi*, por su intensa absorción en la región UVB.

Las especies con posible actividad pesticida, por la presencia de saponinas y la inhibición del hongo *Botritis* sp. Son:

Ternstroemia asymerica, *Podocarpus* sp., *Lauracea* sp. y *Cybianthus peruvianus*.

Finalmente, en bases a estos resultados y a la información bibliográfica consultada sobre compuestos ya aislados de especies del género, se eligieron a las especies *Podocarpus ingensis* y *Podocarpus* sp. para ser estudiadas más profundamente y determinar su uso como planta medicinal. Actualmente se están realizando trabajos de aislamiento de compuestos de

estas especies, habiendo ya encontrado estructuras de tipo biflavonas y terpenoides.

Se pretende continuar la separación y aislamiento de compuestos para realizar las pruebas biológicas pertinentes (actividad antibacteriana, antifúngica, antitumoral, antiinflamatoria, etc.) durante la segunda fase del proyecto, tanto para las especies de *Podocarpus* como para las demás especies escogidas con potenciales aplicaciones farmacológicas, fotoprotectoras y pesticidas.

REMOCIÓN DE ARSÉNICO DISUELTO EN AGUA DE CONSUMO MEDIANTE ARCILLAS NATURALES EN EL ALTIPLANO CENTRAL BOLIVIANO

COORDINADORA: María Eugenia García Moreno Ph. D.

CO-CORDINADOR: Lic. Mauricio Rodolfo Ormachea Muñoz

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Investigaciones Químicas

La exposición de la población al arsénico presente en aguas de consumo es uno de los problemas más grandes a nivel mundial en la actualidad en especial en países con elevada densidad poblacional. Estudios realizados en Bolivia en relación a la presencia de arsénico en aguas superficiales y subterráneas en la cuenca del Lago Poopó, han podido identificar la presencia de arsénico inorgánico disuelto en concentraciones que varían de manera aleatoria tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas, siendo en muchos casos superiores a los límites permisibles establecidos por la norma boliviana y a los valores recomendados por la OMS para el agua de consumo.

En el presente trabajo se ha realizado la toma de muestras de agua subterránea empleada para el consumo donde se han determinado parámetros fisicoquímicos entre ellos el pH, el potencial de óxido – reducción, temperatura conductividad eléctrica, alcalinidad, cationes y aniones mayoritarios además de elementos traza como Plomo, Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre, Cadmio y particularmente Arsénico. Las aguas colectadas en la mayoría de los casos sobrepasaban los límites máximos permitidos tanto en las poblaciones rurales de Oruro como en la ciudad de Cochabamba.

También se colectaron muestras de arcillas naturales de la región las cuales fueron caracterizadas mediante técnicas espectroscópicas de Fluorescencia de Rayos X y Difracción de Rayos X además de microscopía electrónica de barrido y porosimetría.

Posteriormente se realizaron experimentos de adsorción de arsénico sobre la superficie de arcillas naturales y se observaron diferentes resultados entre los más importantes la remoción de arsénico del agua de hasta un 99,7% empleando la arcilla montmorillonita sódica (Phasa Verde). Otros resultados muestran un porcentaje de remoción de un 77.8% empleando la illita potásica y solo un 47% de remoción empleando la Lutita.

Se ha podido concluir que el empleo de arcillas naturales para la remoción de arsénico del agua de consumo es muy efectivo dependiendo de la característica estructural de las arcillas y de la composición química del agua empleada, así mismo esta técnica es de muy fácil uso y de muy bajo costo lo que permitiría su amplio uso en comunidades rurales afectadas por esta problemática.

PROCESAMIENTO DE CATALIZADORES EN DESUSO DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA PARA LA RECUPERACIÓN DE METALES VALIOSOS

COORDINADOR: Lic. Germán Llanos Rojas

PARTICIPANTES: Jaime Rocha, Gustavo Adolfo Llanos, Marcelo Calderon

UNIDAD EJECUTORA: Carrera de Ciencias Químicas, Instituto de Metalurgia y Materiales

INTRODUCCION

En este trabajo se hicieron pruebas experimentales en el IIMEMAT en la perspectiva de recuperación de metales a partir de catalizadores gastados tomando como base el caso de Vanadio y Molibdeno por el método de lixiviación alcalina, se establecieron las mejores condiciones de tratamiento en el proceso. Los catalizadores en la industria de hidrocarburos sufren una desactivación inicial rápida por depósitos de coque y depósitos de metales sobre su superficie. A estos catalizadores se les conoce como catalizadores gastados. La cantidad de metales depositados es altamente dependiente del contenido de metales presentes en la carga. En los procesos petroquímicos se utilizan elevadas cantidades de catalizadores y como consecuencia se tienen también inventarios altos de catalizadores gastados, los cuales representan una fuente importante de metales valiosos, cuya recuperación conlleva no solo el correspondiente beneficio económico sino también un aporte en el ámbito de la preservación ambiental ya que los residuos no tratados, se envían a sitios de disposición final de desechos sólidos que deben cumplir con el criterio de ser lugares sin riesgo para la flora y la fauna. La disposición final de desechos sólidos en la actualidad se ha hecho costosa (se estima en unos 200 \$US/ton), en algunos casos incluso es necesario realizar un tratamiento previo a los desechos antes de su disposición, con lo que aumenta el costo.

PROCESO EXPERIMENTAL

Como materia prima, se utilizaron dos muestras de catalizador gastado provenientes de la GCMC, planta industrial de Freeport, Texas (USA), mismas que fueron analizadas por espectroscopia de absorción atómica (AA) para cuantificar los contenidos de metales. Una vez pretratado por calcinación el

catalizador gastado, se continúa con la lixiviación. Cada muestra de catalizador pretratado se coloca en un matraz de 500 ml añadiendo 400 ml de NaOH al 10% en peso. Se arma el sistema experimental con una plataforma de calentamiento de temperatura regulable y agitación magnética, se regula la temperatura paulatinamente hasta alcanzar los 60 a 70 grados con agitación continua y medida de pH. Las reacciones de lixiviación se realizan por alrededor de veinticuatro horas, luego de las cuales se procede a la separación por filtración, del sólido (catalizador lixiviado) y la fase líquida (extracto). El catalizador lixiviado y el extracto se analizan para cuantificar el contenido de metales, los datos de análisis se muestran en la hoja de resultados anexa, donde se puede ver que para el catalizador gastado H los porcentajes de recuperación son del orden de 75 y 17 % para el Molibdeno y Vanadio, mientras que para el catalizador C son del orden de 33 y 81 % respectivamente.

PROYECTO PRODUCTOS FITOTERAPEUTICOS Y COSMETICOS DE PLANTAS NATIVAS DE BOLIVIA

COORDINADORA: Giovanna Rocio Almanza Vega PhD.

CO-COORDINADORA: M.S.c. Lily Salcedo Ortiz

PARTICIPANTES: M.S.c. Lily Salcedo, Yonny Flores Segura PhD., Lic. Oscar Plata Mamani, Cecilia Curi, Angela San Martin, Santiago Tarqui, Teresa Pacheco, Alberto Calle, Eduardo Gonzales, Daly Apaza, Juan Luis Arias, Rocio Patricia Loza, Lic. Esther Valenzuela Celis, Eliana Quispe, Gloria Rodrigo, Wendy Soria, Carmen Ormachea, Oscar Plata, Lic. Juan Carlos Bermejo F., Lic. Saúl Sotomayor Leyton, Lic. Patricia Amurrio, Dalton Salinas, Enrique Ocampo, Roger Cabezas, Mauricio Saavedra

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Investigaciones Químicas

En base a la gran Biodiversidad Vegetal de Bolivia, el reconocido uso de sus plantas medicinales y el crecimiento del mercado de productos naturales a nivel internacional, se estableció un acuerdo de colaboración entre un equipo multidisciplinario de la Universidad Mayor de San Andrés de La Paz, Bolivia y la empresa farmacéutica local LAFAR S.A., con el principal objetivo de desarrollar productos naturales con actividad terapéutica o cosmética a partir de plantas nativas de Bolivia.

Con este propósito, se evaluaron los extractos etanólicos y etéreos de 20 plantas medicinales reconocidas por el Ministerio de Salud de Bolivia, mediante un análisis fitoquímico preliminar y una evaluación de su actividad antioxidante por el método ABTS. En base a estos datos y una revisión de sus antecedentes químicos, biológicos y etnobotánicos se seleccionaron dos especies: *Baccharis latifolia* (Chillkha) y *Baccharispapillosa* (Jathunthola), que presentaron una alta actividad antioxidante que correlaciona con una alta presencia de flavonoides en sus extractos etanólicos y con su uso tradicional como antiinflamatorios de uso tópico.

Ambas especies fueron sometidas a diversos estudios: caracterización anatómica y morfológica (Herbario Nacional de Bolivia, LPB); aislamiento e identificación de flavonoides y compuestos relacionados (Instituto de Investigaciones Químicas, IIQ); estudios de genotoxicidad en bacterias (Instituto de Biología Molecular y Biotecnología IBMB) y de toxicidad aguda en ratones (Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas IIFB), ensayos de actividad antiinflamatoria in vivo (IIFB) y estudios de fotoprotección UVA y UVB por espectrofotometría (Departamento de Bioquímica de la Carrera de Medicina, BIOQ). Los resultados obtenidos para ambas especies fueron muy interesantes, por lo que los extractos más activos, controlados químicamente por métodos HPLC (IIQ), fueron pasados a la empresa farmacéutica LAFAR S.A. donde se elaboraron cremas antiinflamatorias y fotoprotectoras, a diversas concentraciones, con carácter experimental.

Estas cremas fueron sometidas a diversos estudios pre-clínicos y clínicos con muy buenos resultados, particularmente para la crema antiinflamatoria de *B. latifolia*, que muestra una actividad comparable al control, indometacina y para la crema fotoprotectora de *B. papillosa*, que muestra mayor actividad que el producto comercial Ray Block, utilizado como control.

Adicionalmente se incorporó el componente productivo, evaluando alternativas productivas basadas en herramientas biotecnológicas (cultivo de tejidos vegetales) (IBMB), así como el estudio de suelos (Instituto de Ecología) y estudios de reproducción vegetal en viveros (LPB) para la generación de material vegetal de ambas especies. Así, la presente propuesta comprendió la localización de poblaciones en campo para la realización de estudios botánico-ecológicos, de caracterización morfo-anatómica y taxonómica de *Baccharis* ubicándose, de forma adicional, ejemplares como fuente de material vegetal para la producción en laboratorio. Como resultados principales del componente productivo, se pudieron establecer protocolos base para la producción biotecnológica (micropropagación, callogénesis in vitro) de *Baccharis latifolia* y *B. papillosa*. Mediante el estudio botánico, se pudieron verificar límites de distribución e identificar áreas de colecta ubicadas tanto en el sector urbano como en zonas límites del municipio de Palca (estas últimas localizadas a más de 4000 m.), datos que fueron complementados por descripciones del hábitat y trabajos adjuntos para completar la caracterización macroscópica y microscópica, especialmente en *B. latifolia*. Los estudios de suelos verificaron la preferencia de estas especies por suelos secos y en laderas con pendientes importantes, de naturaleza pedregosa (*B. latifolia*). La información generada permitirá el diseño coadyuvará a generar estrategias de conservación ex situ e in situ de las especies de interés así como la implementación de futuras cadenas productivas, consolidando alianzas estratégicas entre unidades de investigación y respondiendo al rol intrínseco de la Universidad de generar iniciativas que promuevan el desarrollo productivo del país.

Sin embargo, como principales resultados del proyecto tenemos la elaboración de una crema antiinflamatoria "Chilcaflam" a partir de un extracto de *Baccharis latifolia* (Chilca) y la edición del Libro "De la planta al medicamento, investigaciones de *Baccharis latifolia* (Chilca)" donde se muestran todos los estudios realizados para sustentar el desarrollo del producto fitoterapéutico "Chilcaflam" el cual está en proceso de registro en la UNIMED (Unidad de Medicamentos del Ministerio de Salud) donde la monografía farmacológica ya fue aprobada y actualmente se están revisando los papeles administrativos de la empresa LAFAR S.A., que producirá el fitofármaco.

Agradecimientos: Este proyecto fue financiado con fondos IDH/UMSA, FEMCIDI/OEA y ASDI