



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAE SARACHO



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

AGRO **C**iencias

Revista de Ciencias Rurales

Vol. 2 N° 4 Diciembre 2017
ISSN 2519 - 7568

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO



Revista Facultativa de Divulgación Científica

CONSEJO EDITORIAL

AGROCiencias

Revista de Ciencias Rurales

Benítez Ordoñez Wilfredo

Docente Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Fernández Deimar

Docente Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Lafuente Retamozo Luis Rolando

Docente Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Zenteno López Víctor Enrique

Docente Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Editor: Erazo Campos Orlando

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
erazorlando@hotmail.com

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

REVISTA “AGROCIENCIAS”

Revista Facultativa de Divulgación Científica
Diciembre, 2017

M. Sc. Ing. Freddy Gonzalo Gandarillas Martínez
RECTOR

M. Sc. Lic. Luis Ricardo Colpari Díaz
VICERRRECTOR

Autoridades Facultativas:

M. Sc. Ing. Freddy Castro Salinas
Decano a.i. de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

M. Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil
Vice Decano a.i. de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

Edición

Instituto de Investigaciones en Ecología y Medio Ambiente, IIEMA.
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

Editor

Orlando Erazo Campos
Correo electrónico: erazorlando@hotmail.com

Reservados todos los derechos

Esta revista no podrá ser reproducida en forma alguna, ni total, ni parcialmente, sin la autorización de los editores.

El contenido de esta revista es responsabilidad de los autores.

Diseño y Diagramación: Teófilo Copa Fernández

Impresión:

Versión digital de la revista: www.uajms.edu.bo/revistas/agrociencias

Normas de Publicación: www.uajms.edu.bo/revistas?p=3936

Publicación financiada por el proyecto **“Fortalecimiento de la Difusión y Publicación de Revistas Científicas en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho”**

PRESENTACIÓN

AgroCiencias, es una revista orientada a las ciencias rurales, publicada por la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, editada con un contenido científico y en un espacio de tiempo semestral buscando promover la difusión e intercambio de experiencias, la reflexión e investigación en torno a las ciencias naturales bajo diferentes perspectivas.

Este nuevo número está dirigido a estudiantes, profesionales, académicos e investigadores íntimamente relacionados con las ciencias agrícolas, forestales y medio ambientales, con artículos originales y de revisión sometidos a evaluación, en cuanto a formato y contenido, por parte de un Consejo Editorial facultativo multidisciplinario.

Por otra parte, cada uno de los artículos publicados en la revista científica AgroCiencias, busca interrelacionar experiencias con investigadores de otras instituciones de carácter público y privado, con el objeto de lograr una máxima difusión e impacto, como fórmula de proyección científica, académica, cultural, ambiental y social; en el ámbito departamental, nacional y porque no de carácter internacional.

En el marco de esta dinámica, invitamos a ser parte de esta revista, haciendo conocer sus trabajos de investigación de manera que contribuyan a la solución de los diferentes problemas que preocupan particularmente a la sociedad civil.

Javier Ariel Castillo Gareca
Encargado IEMA

CONTENIDO

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS ORIGINALES

Pág.

Evaluación biofísica del área afectada por el incendio forestal en la Reserva Biológica Cordillera de Sama

Arandia Luis, Castillo Ariel, Espinoza Linder, Erazo Orlando, Guerrero Marco, Hiza Edwin

1

Comportamiento de la infiltración del agua en los suelos de Yesera Centro, en función al tiempo base

Benítez Ordoñez Wilfredo, Castillo Cardozo Omar, Montaña Zambrana Pablo.

20

Evaluación de la acción fungicida del propóleo en el control in vitro de *Alternaria*, *Botrytis* y *Fusarium*

Zenteno López Víctor Enrique

25

Determinación de las propiedades físico – mecánicas de la caña brava (*Chusquea sp*) proveniente de la cordillera de Sama en el departamento de Tarija

Chavez Calla Cristhian, Chavez Calla Oscar Marcelo, Castillo Gareca Ariel

31

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Experiencia de autoevaluación en la carrera de Ingeniería Forestal

Ramos Mejía Sebastián

43

Implementación de una Gaceta Ambiental en el departamento de Tarija como herramienta de la gestión ambiental para la información

Sánchez Mancilla Estela Inés

46

Caracterización del empleo de biomasa dendroenergética en el departamento de Tarija y su vínculo con la sostenibilidad socioambiental

Erazo Campos Orlando

55

ARTÍCULOS ORIGINALES

EVALUACION BIOFÍSICA DEL ÁREA AFECTADA POR EL INCENDIO FORESTAL EN LA RESERVA BIOLÓGICA CORDILLERA DE SAMA

Arandía Luis¹, Castillo Ariel², Espinoza Linder¹, Erazo Orlando², Guerrero Marco¹, Hiza Edwin³

¹Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. ²Instituto de Investigación en Ecología y Medio Ambiente, IIEMA - FCAyF ³Gabinete SIG - FCAyF

Correo electrónico: lindesl4@hotmail.com

RESUMEN

La evaluación biofísica del área afectada por el incendio forestal de agosto del 2017 en la Reserva Biológica Cordillera de Sama (RBCS), se ha realizado empleando imágenes de satélite de alta resolución espacial y sistemas de información geográfica, permitiendo la elaboración de mapas temáticos biofísicos corroborados a partir de información secundaria, levantamiento de información documentada en visitas de campo, llenado de planillas e interpretación y procesamiento de la información.

La superficie afectada es de 12.675,00 ha, de las cuales 10.932,00 ha están dentro de la Reserva (10% del total) y 1.743,00 ha están fuera de la misma. Por otro lado, 9.820,00 ha corresponden al territorio del municipio de San Lorenzo y 2.855,00 ha al territorio del municipio de la provincia Cercado, afectó de manera directa a 12 comunidades.

La inclinación y forma de la pendiente, además de la rocosidad, pedregosidad y disección del paisaje determinan que 4.121,00 ha (33%) son laderas extremadamente escarpadas e inaccesibles; 7.030,00 ha (55%) son laderas fuertemente escarpadas con accesibilidad moderada y 1.524,00 ha (12%) son accesibles. Han sido afectadas 311,00 ha de bosques naturales, 313 ha de matorral-pastizal, 6.490,00 ha de vegetación herbácea con arbustos, 5.441,00 ha de vegetación herbácea,

15,50 ha de cultivos agrícolas y 4,40 ha de plantaciones de pino.

Para la restauración del área, se recomienda realizar programas de investigación, monitoreo, prevención y control de incendios forestales y otros siniestros, educación ambiental, coordinación institucional para la implementación de un Plan de Acción Estratégico de Atención a Desastres Naturales para hacer frente a estos eventos que tanto afectan a la población tarijeña.

PALABRAS CLAVE

Cordillera de Sama, incendio forestal, tipos de vegetación, mapas temáticos.

INTRODUCCIÓN

Las consecuencias de los incendios forestales sobre el medio natural son adversas, siendo especialmente evidentes en la vegetación. Sin embargo, la duración y el alcance de los efectos del fuego van a depender de diversos factores como el tipo de vegetación afectada y su estado de madurez, el nivel de daños causados a la vegetación, la pendiente del terreno y la intensidad y frecuencia del incendio. Así pues, cuando la severidad y frecuencia de los incendios es elevada, el fuego conduce al medio natural hacia un proceso de degradación como resultado de la pérdida de la cubierta vegetal y erosión consecuente. Esta situación podría desembocar en un proceso de empobrecimiento o pérdida del potencial bio-

lógico del suelo, proceso global definido como desertificación.

Por esa razón, asociadas al control de los incendios forestales, existen una serie de acciones complementarias necesarias para disponer de información que ayude a evaluar el alcance del siniestro con el objeto de definir posteriormente las actuaciones necesarias para la restauración de las áreas afectadas buscando disminuir los procesos de erosión como consecuencia de la pérdida de la cubierta vegetal.

Como objetivo se planteó identificar y describir cualitativa y cuantitativamente las características biofísicas del área afectada por el incendio forestal en la Reserva Biológica Cordillera de Sama, mediante la aplicación de técnicas geomáticas

correlacionadas al medio biofísico espacial, con la finalidad de proporcionar información de base para el desarrollo de estrategias de restauración y recuperación del ecosistema afectado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área afectada

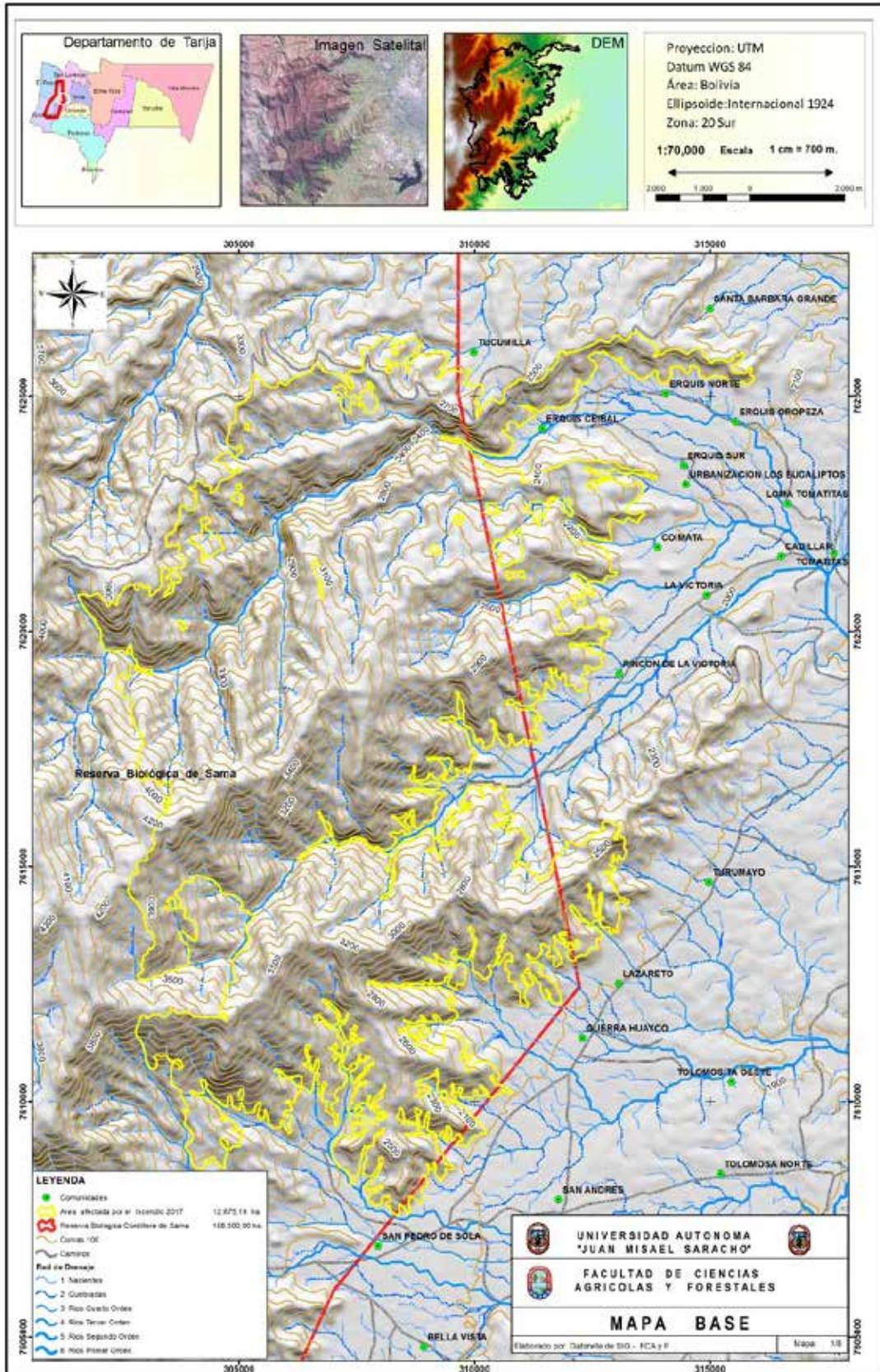
Ubicación y superficie

En el mapa N°1/8 se puede apreciar el área afectada por el incendio forestal, se ubica dentro de la Reserva Biológica Cordillera de Sama y comprende parte del territorio de los municipios de San Lorenzo y Cercado con coordenadas geográficas 21°27'54" a 21°37'32" de Latitud Sud y 64°01'27" a 64°52'21" de Longitud Oeste, cuyas características se resumen en el cuadro N°1

Cuadro N° 1: Características generales del área afectada por el incendio

| Característica | Descripción |
|--------------------------------------|--|
| Clima | El área afectada presenta tres tipos climáticos: Frío semihúmedo en el sector noroeste, con una precipitación media anual de 878 mm, la temperatura media anual de 14°C y la evapotranspiración potencial de 1.161 mm. Clima muy frío semihúmedo en la zona más alta, donde la precipitación es de 715 mm/año, la temperatura media anual de 9°C y la evapotranspiración potencial es de 1.140 mm. El clima frío húmedo se presenta en el sector con pequeños bosques andinos de pino del cerro, aliso y queñua. (PEA, 1998) |
| Geología | Según el mapa de estructuras geológicas de Bolivia(1992) corresponde al periodo Ordovícico del ciclo Tacsariano conformado por montañas y colinas en areniscas con intercalación de lutitas y limolitas. |
| Fisiografía | Forma parte de la provincia fisiográfica de la Cordillera Oriental, misma que se caracteriza por presentar grandes paisajes de montaña, serranías y llanuras de pie de monte (INIBREH & UAJMS, 2011) |
| Hidrografía | Comprende parte de la cuenca del río Tolomosa conformada por las sub cuencas del río Seco, El Molino y Sola. Por la margen derecha forma parte de la cuenca alta del río Guadalquivir con las sub cuencas de los ríos La Vitoria y Erquis además de la micro cuenca de la quebrada de Tucumilla que es afluente al río Jurima |
| Suelos, erosión | La naturaleza de los suelos del área afectada por el incendio forestal varía de acuerdo al paisaje fisiográfico y la litología superficial, están afectados localmente por procesos de erosión hídrica laminar, en surcos, procesos de remoción en masa lentos y rápidos. La textura es franco arenosa a franco arcillosa, son suelos poco desarrollados. |
| Vegetación y uso de la tierra | La vegetación natural corresponde a los dominios fitogeográficos andino y subandino (Cabrera, 1971). El dominio andino está representado por los géneros Eupatorium (Thola) formando arbustales en las colinas y serranías bajas, pajonales de los géneros Stipa, además por los géneros Alnus (aliso), Podocarpus (pino del cerro), Eugenia (guayabo) comunes en los bosques húmedos nublados montanos y sub alpinos y la especie Tipuana tipu Kuntzei (tipa blanca) de los bosques transicionales de la selva tucumano – boliviana. El uso dominante es la ganadería extensiva de vacunos y ovinos, tanto en el sector de valle, y serranías, se tienen pequeñas superficies agrícolas a riego y secano principalmente de subsistencia. |
| Fauna | No existe un relevamiento faunístico específico para la zona de estudio; la literatura cita la existencia de mamíferos, aves, reptiles y peces para un área más extensa que corresponde a la RBCS. |

Mapa 1/8: área afectada por el incendio forestal



Metodología

El presente informe se ha basado en el empleo de imágenes de satélite de alta resolución espacial y sistemas de información geográfica, para la elaboración de mapas temáticos biofísicos a partir de información secundaria.

Posteriormente se ha recabado información in situ, mediante la observación documentada a través de recorridos en sitios accesibles, llenado de planillas e integración de la información biofísica espacial. Trabajo realizado por docentes y estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

También se aplicó el método descriptivo para especificar las propiedades importantes de la realidad actual de los sistemas biofísicos y socioeconómicos de las sub cuencas afectadas por el incendio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Superficie afectada por el incendio

La superficie total afectada por el incendio fue de 12.675,00 ha de las cuales 10.932,00 ha se encuentran dentro de la Reserva Biológica Cordillera de Sama (RBCS) correspondiendo al 10% de su superficie total que es de 108.500,00 ha. En el mapa N° 2/8 y el cuadro N°2 se puede apreciar el detalle de las superficies indicadas.

Cuadro N° 2: Superficies afectadas por el incendio forestal

| DESCRIPCIÓN | ha |
|---|------------|
| Superficie total afectada por el incendio | 12.675,00 |
| Superficie de la RBCS afectada por el incendio | 10.932,00 |
| Superficie afectada por el incendio fuera de la RBCS | 1.743,00 |
| Superficie total de la Reserva Biológica Cordillera de Sama | 108.500,00 |

Superficie afectada por municipio

Desde el punto de vista político administrativo el incendio ha afectado 9.820,00 ha del municipio de San Lorenzo y 2.855,00 ha del municipio de Cercado, superficies que equivalen al 5 y 2 % de la superficie total de cada municipio respectivamente como se puede apreciar en el mapa N° 3/8 y cuadro N° 3.

Cuadro N° 3: Superficie afectada por municipio en la Reserva Biológica Cordillera de Sama.

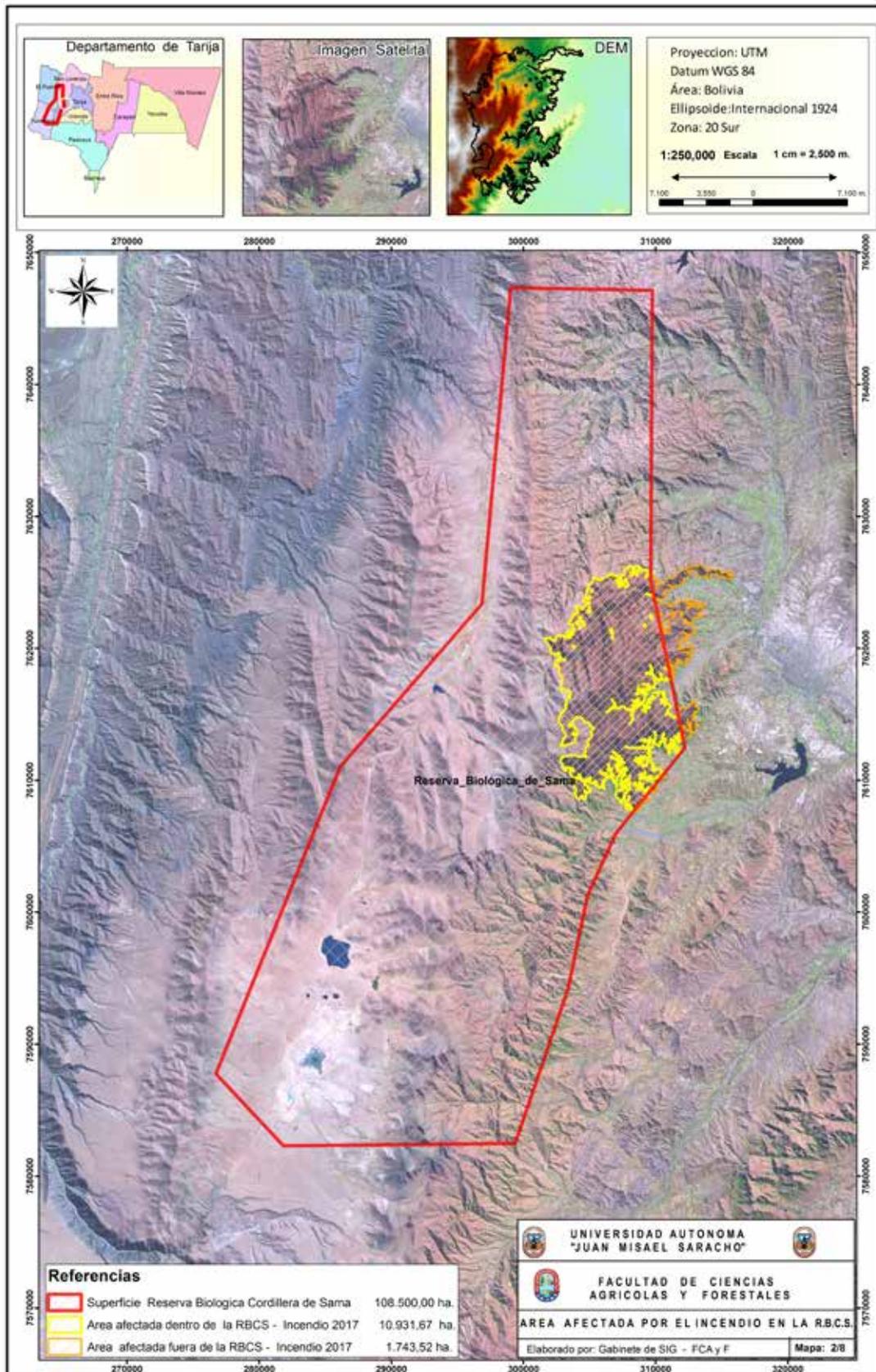
| Municipio | Sup. Territorio Municipal (ha) | Sup. Afectada (ha) | % |
|-------------------|--------------------------------|--------------------|---|
| San Lorenzo | 212.034 | 9.820 | 5 |
| Cercado | 183.538 | 2.855 | 2 |
| Sup. Total | | 12.675 | |

Las comunidades afectadas en el municipio de San Lorenzo fueron Tucumilla, Erquis Norte, Erquis Ceibal, Erquis Sur, Erquis Oropeza, Coimata y Rincón de La Vitoria; en el municipio de Cercado fueron afectadas las comunidades de Turumayo, Lazareto, Guerra Huayco, Zona Guadalquivir de la comunidad de San Andrés y un sector de la comunidad de San Pedro de Sola.

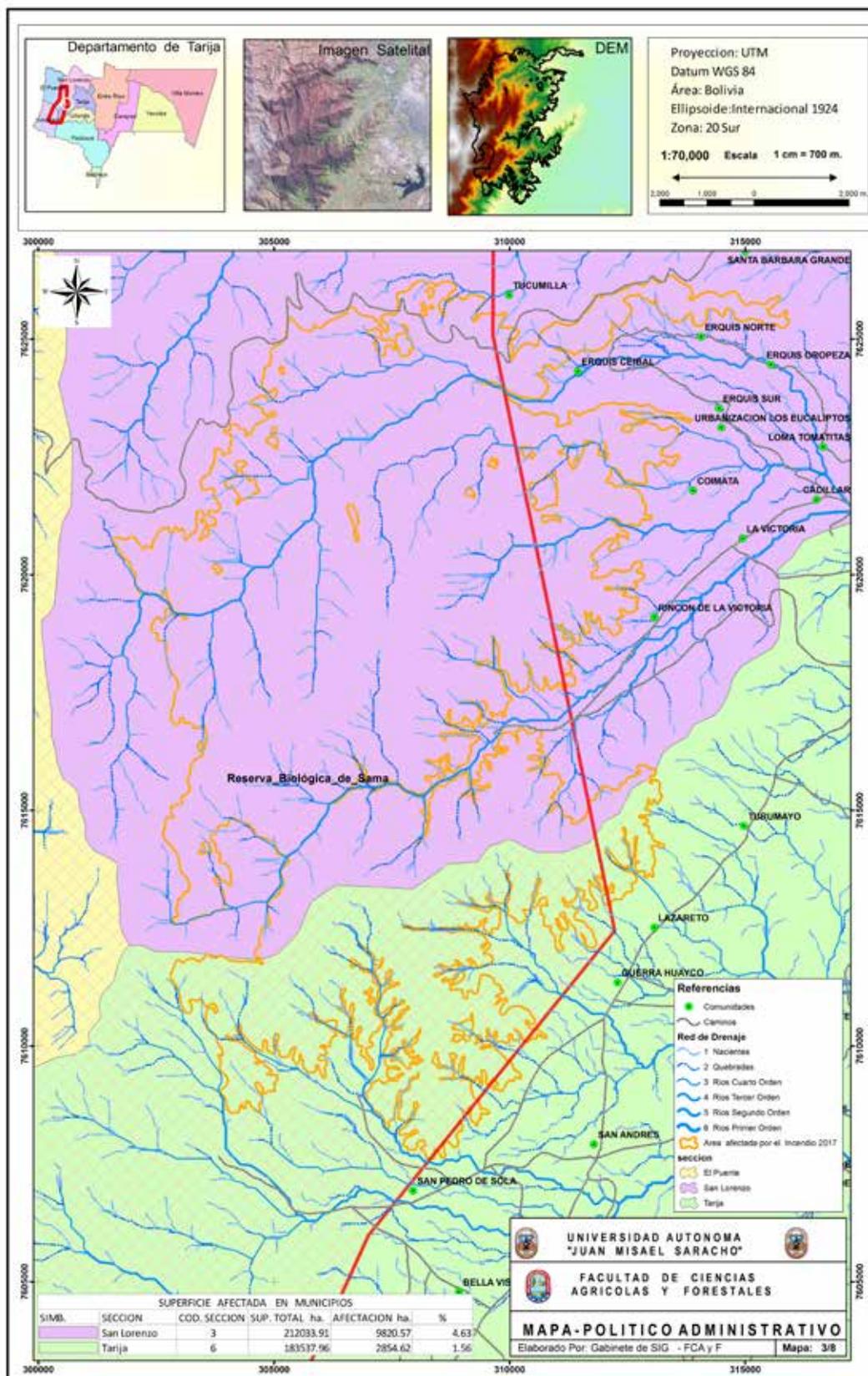
Accesibilidad

La accesibilidad al área afectada por el incendio está determinada por las características del paisaje fisiográfico como se puede advertir en el mapa de pendientes N°4/8, por cuanto se trata de un conjunto de paisajes de laderas con predominio de pendientes escarpadas con 30 a 60 % de inclinación y pendientes muy escarpadas mayores a 60 % de inclinación con mucho afloramiento rocoso y pedregosidad superficial.

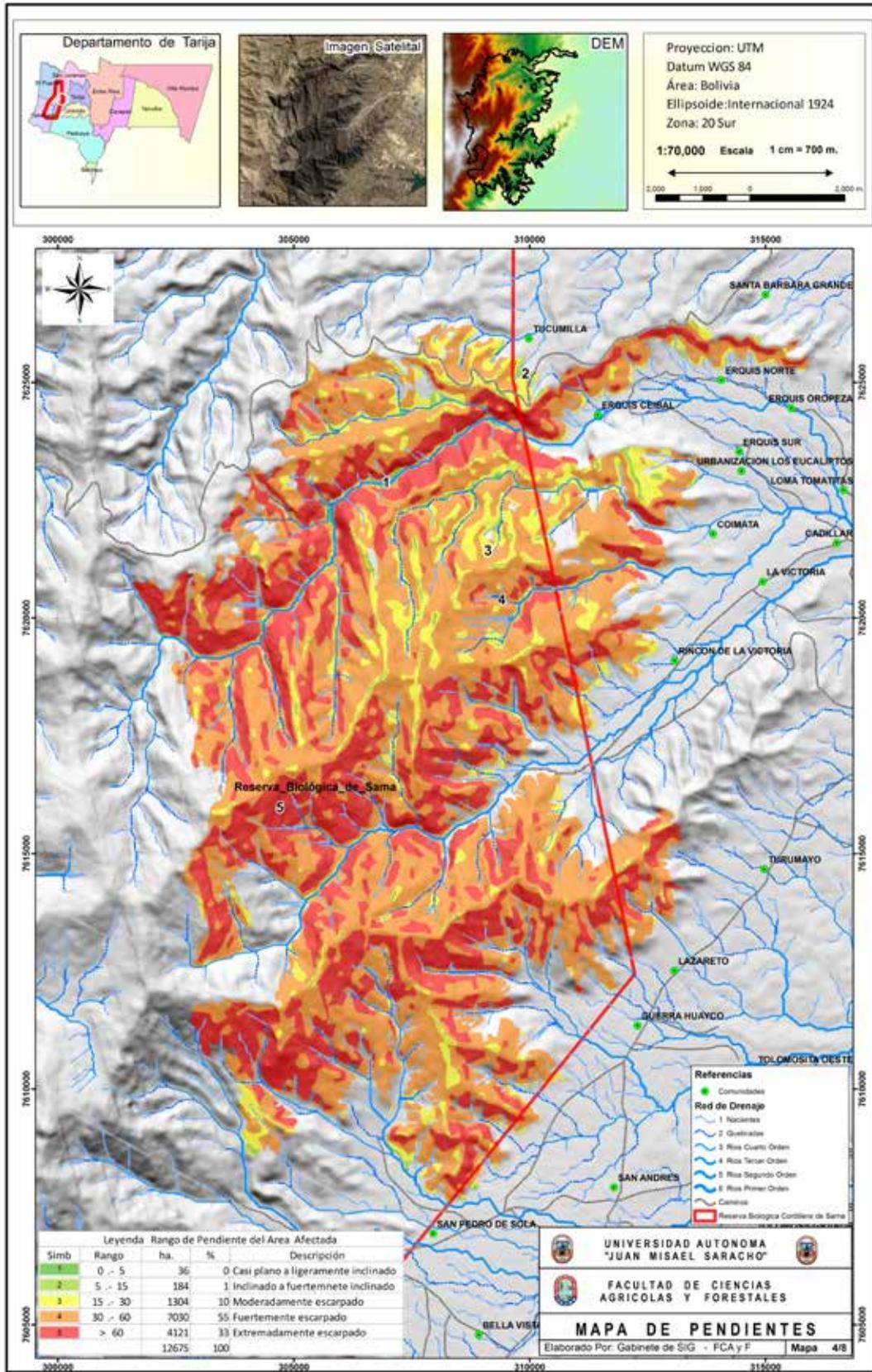
Mapa 218: Superficie afectado por el incendio



Mapa 3/8: Superficie afectada por municipio



Mapa 4/8: Rango de pendiente del área afectada



Considerando estas características, el acceso a pie al área afectada por el incendio es posible por laderas de baja pendiente, siguiendo también las escasas y pequeñas sendas por donde transita el ganado. La única vía de acceso con vehículo es la carretera antigua de la cuesta de Sama que vincula la ciudad de Tarija con las comunidades de Santa Bárbara, Tucumilla y llega hasta la población de Iscayachi como se puede apreciar en el mapa fisiográfico N° 5/8.

Características de la superficie afectada por el incendio

Relieve

En el mapa de pendientes N° 4/8 y en el cuadro N° 4 se pueden apreciar las características del relieve del área incendiada en función de sus diferentes clases de pendientes.

Cuadro N°4: Pendientes del área afectada por el incendio

| Simb | Rango | ha. | % | Descripción |
|--------------|---------|------------------|------------|------------------------------------|
| 1 | 0 - 5 | 36,00 | 0 | Casi plano a ligeramente inclinado |
| 2 | 5 - 15 | 184,00 | 1 | Inclinado a fuertemente inclinado |
| 3 | 15 - 30 | 1.304,00 | 10 | Moderadamente escarpado |
| 4 | 30 - 60 | 7.030,00 | 55 | Fuertemente escarpado |
| 5 | >60 | 4.121,00 | 33 | Extremadamente escarpado |
| TOTAL | | 12.675,00 | 100 | |

El 88% de la superficie quemada (11.051,00 ha) presenta relieve fuertemente a extremadamente escarpado lo que deja claramente manifiesta la dificultad para su acceso y sobre todo para la realización de intervenciones que involucren el movimiento de materiales, equipo y gente.

Paisaje fisiográfico

El mapa del paisaje fisiográfico N° 5/8 del área afectada por el incendio, elaborado a partir del mapa geomorfológico de Espinoza, 2002 y del mapa geomorfológico de INIBREH-UAJMS, 2011, permite identificar las distintas categorías de paisaje fisiográfico afectado por el incendio como así también la superficie que le corresponde a cada una de ellas y que se detallan en el cuadro N°5.

Cuadro N° 5: unidades fisiográficas afectadas por el incendio

| Código | Gran paisaje | Paisaje | Unidad Fisiográfica | Ha. | % |
|--------------|--|--|--|------------------|--------------|
| 1 | | | Laderas escarpadas, moderadamente disectadas | 1.729,00 | 13,6 |
| 2 | Montañas y colinas estructurales denudativas | Laderas en cuarcitas, areniscas y conglomerados | Laderas extremadamente escarpadas y disectadas | 2.388,00 | 18,8 |
| 3 | | | Laderas extremadamente escarpadas y muy disectadas | 5.724,00 | 45,2 |
| 4 | | Laderas en areniscas, lutitas, limolitas y diamictitas | Laderas fuerte a moderadamente escarpadas y disectadas | 2.825,00 | 22,3 |
| 5 | Llanura de pie de monte | Pie de monte coluvial | Abanico terraza inclinado a moderadamente escarpado | 10,00 | 0,1 |
| TOTAL | | | | 12.675,00 | 100,0 |

Vegetación natural e implantada

Para el análisis de las características de la vegetación natural afectada por el incendio forestal se tomó en cuenta el gradiente altitudinal. Según se puede observar en el mapa base 1/8, el área quemada empieza en la cota 2.100 msnm en contacto con el paisaje de pie de monte y asciende hasta los 4.200 msnm en la pendiente superior de la cordillera de Sama.

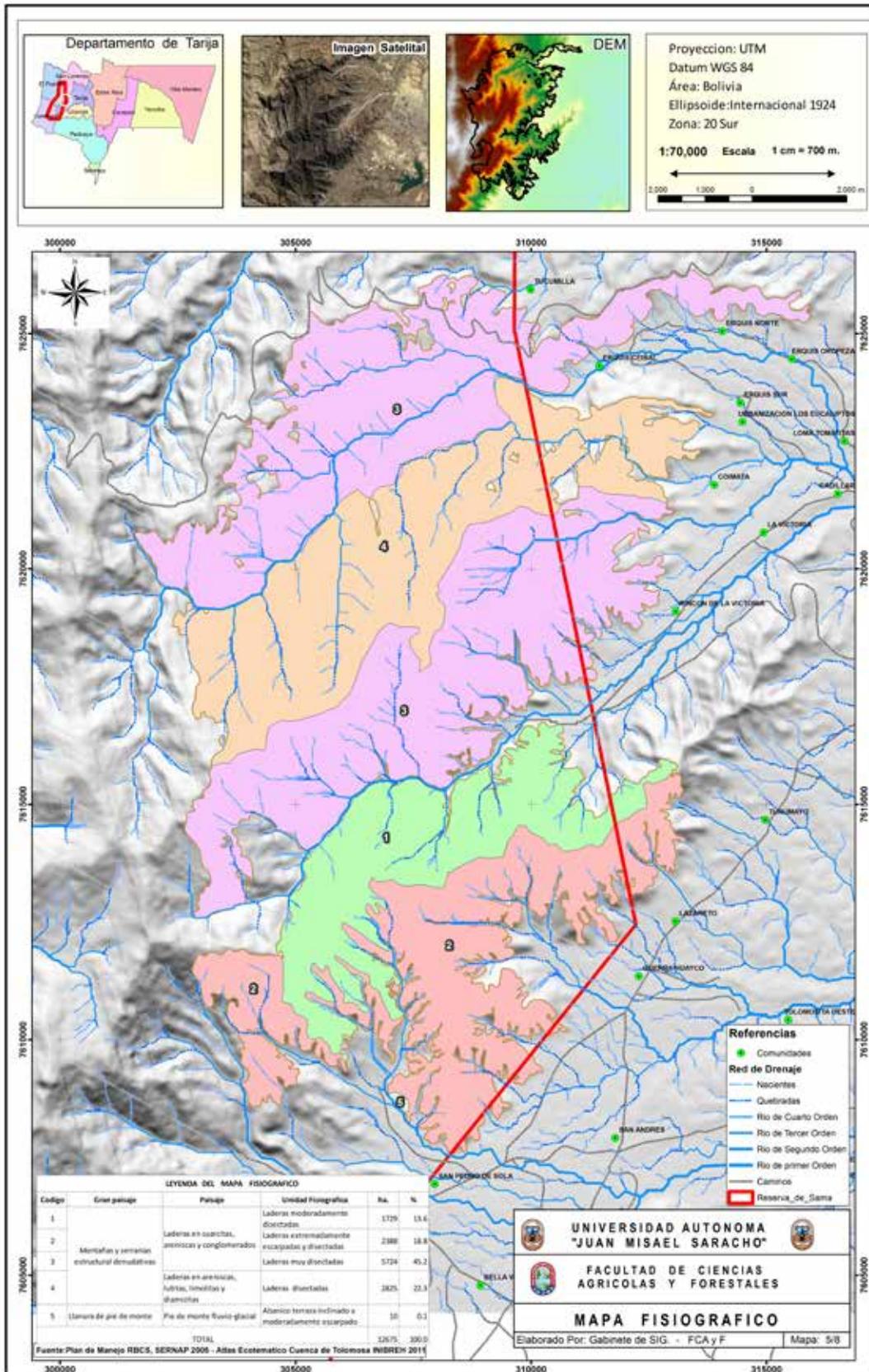
En esta gradiente altitudinal, en base a los pisos ecológicos considerados en la leyenda de la vegetación propuesta por la FAO – UNESCO (1973), se pueden encontrar los siguientes pisos ecológicos para el área afectada por el incendio.

Piso montano, desde los 2.100 msnm hasta los 3.000 msnm, Piso subalpino, desde los 3.000 msnm hasta los 3.800 msnm.

Piso alpino, desde los 3.800 msnm hasta los 4.200 msnm.

El piso basal y el piso submontano no fueron considerados por las características de altitud del área afectada por el incendio forestal. En el piso montano, según el mapa de vegetación natural N° 6/8 y el Cuadro N° 6, fueron afectados los siguientes tipos de vegetación:

Mapa 518: Mapa fisiográfico



Cuadro N° 6: Vegetación natural afectada por el incendio

| Código | Símbolo | Descripción | Tipo Local | Superficie (ha) | % |
|--------------|---------|---|--------------------|------------------|---------------|
| 1 | 1A3c | Bosque denso a ralo mayormente siempre verde, transicional, montano | Montial | 311,50 | 2,5 |
| 2 | 3A3c | Matorral semidenso, medio a alto, mayormente siempre verde, transicional, montano | Tholar | 266,20 | 2,1 |
| 3 | 3A3c | Matorral denso, medio a alto, mayormente siempre verde, semidecduo, montano | Chacateal | 10,10 | 0,1 |
| 4 | 3A4c | Matorral denso, medio a alto, mayormente caducifolio, semidecduo, montano | Tholar– pajonal | 37,60 | 0,3 |
| 5 | 5F9c | Vegetación herbácea graminoide baja, con sinusia arbustiva, montana | Pajonal– Arbustal | 5,40 | 0,0 |
| 6 | 5F9c | Vegetación herbácea graminoide baja, con sinusia arbustiva, montana | Pastizal Churquial | 12,10 | 0,1 |
| 7 | 5F9c | Vegetación herbácea graminoide baja, con sinusia arbustiva, montana | Pastizal arbustal | 9,20 | 0,1 |
| 8 | 5F12c | Vegetación herbácea graminoide baja, sin sinusia arbustiva, montana | Pastizal – Pajonal | 238,90 | 1,9 |
| 9 | 5F14c | Vegetación herbácea graminoide baja, mixta, montana | Pajonal – arbustal | 6.461,50 | 51,0 |
| 10 | 5F12d | Vegetación herbácea graminoide baja, sin sinusia arbustiva, subalpina | Pastizal | 5.042,90 | 39,8 |
| 11 | 5F12h | Vegetación herbácea graminoide baja, sin sinusia arbustiva, alpina | Pastizal | 259,80 | 2,0 |
| 12 | 6d | Áreas agrícolas | Cultivos | 15,59 | 0,1 |
| 13 | Pf | Bosque implantado | Pinos | 4,44 | 0,04 |
| Total | | | | 12.675,15 | 100,00 |

Del análisis del cuadro N° 6 se puede advertir que el 90,8 % de la superficie quemada presentaba una cubierta con vegetación herbácea, graminoide baja, mixta montana (51%) y una vegetación herbácea tipo graminoide baja sin sinusia arbustiva (39,8%). Esta composición vegetal del área quemada permite inferir las razones del porque el avance rápido del fuego con un efecto de carácter superficial en relación a los daños que podría haber ocasionado sobre la estructura y composición del suelo.

Las comunidades vegetales afectadas con elementos leñosos en su composición florística significan el 4,7% de la superficie total quemada; en estas áreas es posible un mayor daño al suelo y a otros componentes del ecosistema por la duración e intensidad que genera la quema de material leñoso.

Las imágenes (fotos y videos) difundidas durante los días del siniestro que involucraba el incendio de comunidades arbóreas correspondían en

su mayor parte a plantaciones forestales (Bosque implantado) que representan el 0,04% de la superficie total afectada.

El área de bosque implantado se localiza en paisaje de laderas moderadamente escarpadas de la comunidad de Tucumilla, se trata de plantaciones de pino (*Pinus radiata*; D. Don), de las cuales 1 ha, corresponden a una plantación con una edad aproximada de 27 años, la diferencia corresponden a una plantación de 4 a 7 años.

En la subcuenca de la Vitoria también existen pequeñas plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) que no han sido cuantificadas.

La composición, estructura y diversidad biológica del área afectada por el incendio es variada y presenta peculiaridades muy importantes desde el punto de vista eco sistémico según la tipología de la vegetación a la cual corresponden como se indica en el cuadro N°6.

Limitaciones del mapa de vegetación natural

Es importante considerar que el mapa de vegetación ha sido elaborado a partir de información secundaria del año 2001, mejorada en el 2002 y 2011 empleando imágenes de satélite Landsat TM con resolución espacial de 30 m de junio de 1997, existen también diferencias de la proyección cartográfica de los mapas, cada unidad de vegetación es una generalización de las formas de vida dominantes y se debe tener en cuenta la escala de los mapas.

Relación espacial de la pendiente y vegetación natural por sub cuencas

La Cordillera de Sama forma parte del valle central de Tarija por el sector oeste con parte de las cuencas de los ríos Guadalquivir, Tolomosa y Camacho en un pequeño sector al sur este de la

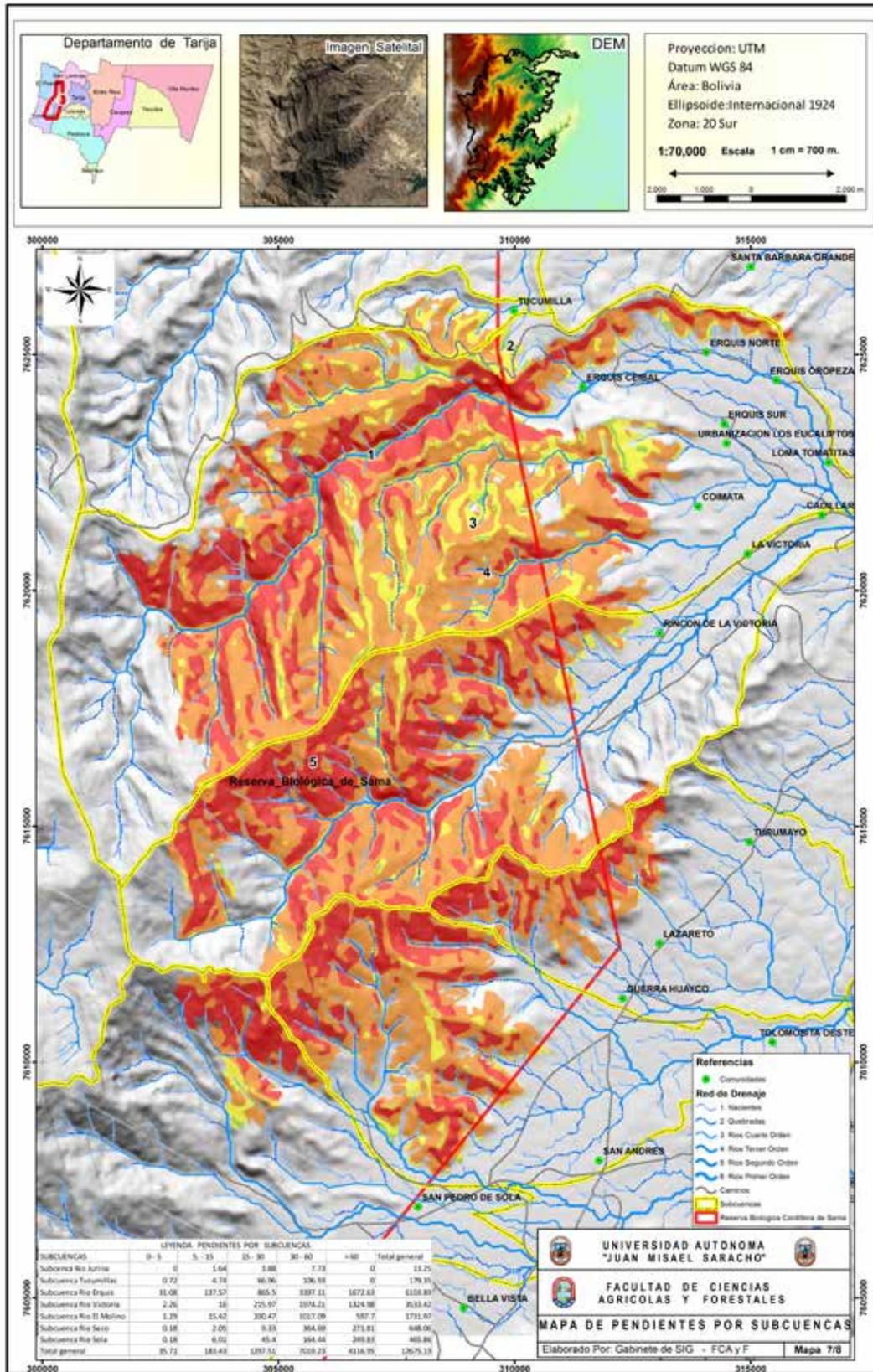
RBCS, solo la cuenca del río Santa Ana no forma parte de la mencionada reserva. En este sentido, el territorio de la RBCS, forma parte de las áreas de recarga y cabecera de estas cuencas.

Esto significa que el paisaje montañoso de la RBCS es la fuente natural y proveedora de agua potable para la población de la ciudad de Tarija, las poblaciones de San Lorenzo, Tomatitas, San Andrés y más de cincuenta comunidades rurales ubicadas al pie de la misma. También es fuente de agua para riego de las tierras agrícolas ubicadas en la zona de valle de las subcuencas de los ríos Trancas, Pajchani, Erquis, Coimata, Vitoria, Seco, El Molino, Sola y Pinos y de toda el área de riego del proyecto San Jacinto. En el cuadro N°7 se puede apreciar el detalle de la relación espacial entre pendiente y vegetación natural por sub cuencas que posteriormente se describen textualmente y gráficamente en los mapas N° 7/8 y 8/8

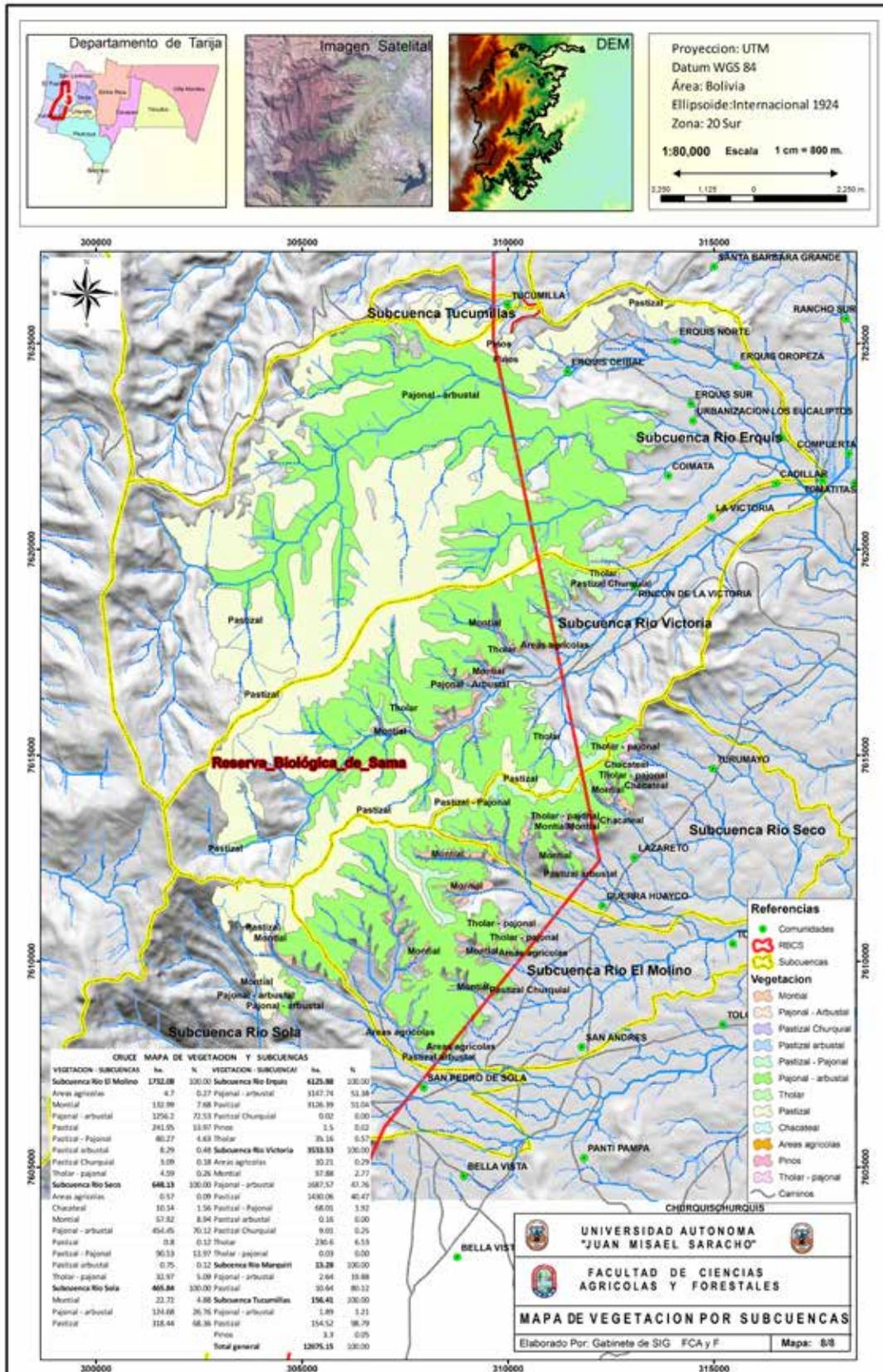
Cuadro N° 7: Leyenda del mapa de pendientes y tipos de vegetación por subcuencas

| Sub cuenca | Rango | Cultivos | Chacateal | Montial | Pajonal arbustal | Pastizal | Pastizal Pajonal | Pastizal arbustal | Pastizal Churquial | Pinos | Tholar | Tholar pajonal | Total general |
|--|---------|----------|-----------|---------|------------------|----------|------------------|-------------------|--------------------|-------|--------|----------------|---------------|
| Río Jurima | 0 - 5 | | | | 0.0 | | | | | | | | 0.0 |
| | 5 - 15 | | | | 0.0 | 1.6 | | | | | | | 1.7 |
| | 15 - 30 | | | | 0.6 | 2.9 | | | | | | | 3.5 |
| | 30 - 60 | | | | 1.6 | 6.4 | | | | | | | 8.0 |
| | > 60 | | | | | 0.0 | | | | | | | 0.0 |
| Total Sub cuenca Río Jurima | | | | | 2.2 | 10.9 | | | | | | | 13.1 |
| Tucumillas | 0 - 5 | | | | 0.6 | 0.5 | | | | | | | 1.2 |
| | 5 - 15 | | | | 2.4 | 13.4 | | | | 0.2 | | | 16.0 |
| | 15 - 30 | | | | 3.3 | 75.8 | | | | 1.5 | | | 80.7 |
| | 30 - 60 | | | | 1.6 | 120.1 | | | | 1.8 | | | 123.5 |
| | > 60 | | | | | 0.0 | | | | | | | 0.0 |
| Total Sub cuenca Tucumillas | | | | | 7.9 | 209.8 | | | | 3.5 | | | 221.3 |
| Río Erquis | 0 - 5 | | | | 27.1 | 3.9 | | | | | | | 31.0 |
| | 5 - 15 | | | | 81.2 | 47.8 | | | | 0.0 | | | 129.0 |
| | 15 - 30 | | | | 432.3 | 415.7 | | | 0.0 | 1.6 | 1.5 | | 851.2 |
| | 30 - 60 | | | | 1474.8 | 1886.0 | | | | | 26.7 | | 3387.5 |
| | > 60 | | | | 919.7 | 749.0 | | | | | 6.9 | | 1675.6 |
| Total Sub cuenca Río Erquis | | | | | 2935.2 | 3102.4 | | | 0.0 | 1.6 | 35.2 | | 6074.3 |
| Río La Vitoria | 0 - 5 | | | 0.1 | 0.3 | 1.3 | 0.5 | | | | 0.0 | | 2.3 |
| | 5 - 15 | 0.6 | | 0.6 | 2.1 | 8.1 | 2.7 | | 0.9 | | 1.1 | | 16.1 |
| | 15 - 30 | 4.7 | | 6.8 | 71.2 | 77.0 | 7.7 | 0.2 | 5.1 | | 43.3 | 0.0 | 216.0 |
| | 30 - 60 | 4.9 | | 56.6 | 920.7 | 802.3 | 50.8 | | 3.0 | | 135.8 | 0.0 | 1974.2 |
| | > 60 | | | 33.8 | 693.2 | 541.4 | 6.2 | | | | 50.4 | | 1325.0 |
| Total Sub cuenca Río La Vitoria | | 10.2 | | 97.9 | 1687.6 | 1430.1 | 68.0 | 0.2 | 9.0 | | 230.6 | 0.0 | 3533.5 |
| Río Seco | 0 - 5 | | | | 0.1 | | 0.1 | | | | | | 0.2 |
| | 5 - 15 | | 0.2 | | 0.3 | | 1.5 | 0.1 | | | | | 2.1 |
| | 15 - 30 | | 1.1 | 1.4 | 4.6 | | 1.8 | 0.4 | | | | | 9.3 |
| | 30 - 60 | 0.6 | 7.8 | 44.1 | 242.1 | 0.6 | 48.3 | 0.3 | | | | 20.96 | 364.7 |
| | > 60 | | 1.0 | 12.4 | 207.4 | 0.2 | 38.8 | | | | | 12.00 | 271.8 |
| Total Subcuenca Río Seco | | 0.6 | 10.1 | 57.9 | 454.4 | 0.8 | 90.5 | 0.8 | | | 32.96 | | 648.1 |
| Río El Molino | 0 - 5 | 0.4 | | | 0.4 | 0.4 | | 0.2 | | | | | 1.3 |
| | 5 - 15 | 0.6 | | 2.5 | 5.4 | 4.1 | 0.3 | 2.6 | 0.1 | | | | 15.4 |
| | 15 - 30 | 1.3 | | 8.6 | 76.8 | 7.3 | 1.4 | 3.5 | 1.2 | | | 0.5 | 100.5 |
| | 30 - 60 | 0.1 | | 75.8 | 773.6 | 118.8 | 40.9 | 2.1 | 1.8 | | | 4.1 | 1017.1 |
| | > 60 | | | 46.1 | 402.4 | 111.5 | 37.7 | | | | | | 597.7 |
| Total Subcuenca Río El Molino | | 2.4 | | 133.0 | 1258.5 | 242.0 | 80.3 | 8.3 | 3.1 | | | 4.6 | 1732.1 |
| Río Sola | 0 - 5 | | | | 0.1 | 0.1 | | | | | | | 0.2 |
| | 5 - 15 | | | | 0.8 | 5.3 | | | | | | | 6.0 |
| | 15 - 30 | | | 0.1 | 2.9 | 42.4 | | | | | | | 45.4 |
| | 30 - 60 | | | 11.1 | 45.6 | 107.7 | | | | | | | 164.4 |
| | > 60 | | | 11.5 | 75.3 | 163.0 | | | | | | | 249.8 |
| Total Subcuenca Río Sola | | | | 22.7 | 124.7 | 318.4 | | | | | | | 465.9 |
| Total general | | 13.1 | 10.1 | 311.5 | 6468.4 | 5298.5 | 238.8 | 9.2 | 12.1 | 5.1 | 265.8 | 37.6 | 12675.2 |

Mapa 718: Pendientes por subcuenca



Mapa 8/8: Pendientes de Vegetación y Subcuencas



Sub cuenca de Jurima

En el sector norte del área afectada por el incendio se tiene la microcuenca de la quebrada de Tucumilla afluente del río Jurima mismo que hecha sus aguas al río Calama. Casi todo el margen derecho de la microcuenca de la quebrada de Tucumilla ha sido afectado por el fuego, esto es la vegetación natural de pastizal y pajonal arbustal que cubría el paisaje de laderas moderadamente escarpadas y fuertemente escarpadas donde es posible realizar algunas prácticas de conservación o de retención de sedimentos para la protección de las pequeñas represas construidas sobre la quebrada de Tucumilla, de donde se provee de agua potable para las familias de la comunidad.

En la comunidad de Tucumilla se tienen aproximadamente 4,8 ha de plantaciones de pinos (*Pinus radiata*; D. Don), de las cuales en el sector sur, sobre el margen derecho del camino viejo a Iscayachi, se encuentra una de unos 27 años de edad ocupando 3.5 ha, de las cuales 1.8 ha se ubican dentro de la RBCS y 1.7 ha se ubican fuera de la RBCS. Sobre el margen izquierdo del camino antiguo de Tucumilla a Iscayachi se tiene una plantación de pino de 1.6 ha, de 4 a 7 años, establecida sobre el área de drenaje de una pequeña represa, misma que ha sido afectada casi en su totalidad por el fuego (Ver Figuras 1 y 2), por lo que es necesario realizar acciones de reposición y manejo para la recuperación de la misma. Este sector corresponde al área de drenaje de la subcuenca del río Erquis, por lo que esta descripción ya no será considerada en el área de drenaje de la mencionada subcuenca.



Figura 1: Imágenes de la comunidad de tucumilla donde el fuego afectó casi el 100% de las plantaciones forestales realizadas por el PERTT con especies introducidas como el pino radiata (*Pinus Radiata*; D. Don) de 4, 7 y 27 años de edad respectivamente

Figura 2: Un aspecto de la vista del Dr. DongKyun Park experto de Corea del Sur con el objeto de conocer de manera directa el área afectada por el incendio forestal



Finalmente, en el área de drenaje de la micro-cuenca de la quebrada de Tucumilla y fuera de la RBCS se tiene tierras con cultivos agrícolas y plantaciones forestales con pino y eucalipto que no han sido afectadas por el incendio.

Sub cuenca del río Erquis

Una característica del territorio de esta sub cuenca es su relieve de laderas con pendientes complejas escarpadas a muy escarpadas (pendiente mayor a 30%) con una superficie aproximada de 6.000 ha prácticamente inaccesibles para realizar acciones de restauración de la vegetación natural compuesta por los tipos pajonal-arbustal, pastizal y tholar, estando su restauración sujeta a los procesos naturales de sucesión.

El sector de laderas donde los tipos de vegetación pajonal-arbustal, pastizal, tholar, pastizal churquial y plantación de pinos totalizan 866 ha que fueron afectadas por el fuego dentro y fuera de la RBCS está localizado en paisaje de laderas con pendientes moderadamente escarpadas (15 a 30%), por lo que puede ser posible realizar algunas acciones de restauración de la vegetación natural, conservación y protección del suelo.

Otro sector de 138 ha aproximadamente con vegetación de pajonal-arbustal y pastizal que fue afectado por el incendio, ubicado en laderas convexas y en la parte inferior de laderas cerca del pie de monte, con pendientes inclinadas a fuertemente inclinadas (menores a 15 %) es accesible, siendo factible realizar acciones para el control o prevención de procesos erosivos, mientras se recuperan naturalmente los pajonales y pastizales.

Por otro lado, los tipos de vegetación pajonal-arbustal, pastizal suman aproximadamente 31 ha y se localizan en paisajes de ladera con pendientes menores a 5%, esta inclinación facilita la planificación y ejecución de acciones de restauración

de la vegetación natural, protección del suelo de laderas como también acciones de apoyo a la sucesión natural de la vegetación.

Sub cuenca del río La Vitoria.

El rincón o cabeceras de la sub cuenca del río La Vitoria tiene calidad de protección estricta por ser fuente de agua potable para la ciudad de Tarija, por otro lado, esta parte de la mencionada subcuenca es prácticamente inaccesible por las características del paisaje fisiográfico en cuanto a la inclinación y forma de la pendiente del relieve, aspectos que hacen prohibitivas acciones de recuperación o restauración de la vegetación natural compuesta por bosques, arbustales, tholares, pajonales y pastizales que han sido afectados por el fuego, por lo que se recomienda su restauración a través de los procesos de sucesión natural.

Sub cuenca del río Seco

Por las características del relieve escarpado a fuertemente escarpado (pendientes mayores a 30 % de inclinación) de 637 ha cubiertas de pequeños bosques naturales, chacateales, arbustales, pajonales y pastizales es poco factible realizar acciones de conservación del suelo y restauración de la indicada vegetación natural.

Sin embargo, existen 11 ha con pendientes menores a 30%, donde si es posible realizar acciones de recuperación, conservación y protección de la vegetación natural compuesta por chacateales, pequeños bosques naturales, pajonales-arbustales y pastizales.

Sub cuenca del río El Molino

Debido a las características del paisaje fisiográfico con relieve escarpado a fuertemente escarpado (pendientes mayores a 30 % de inclinación) del sector de esta subcuenca que forma parte del área afectada por el incendio, 1.615 ha de diferen-

tes tipos de vegetación como pequeños bosques naturales, arbustal-pajonal, pajonales y pastizales no es factible realizar acciones de restauración de la indicada vegetación natural y del suelo.

Por otro lado, en alrededor de 100 ha de vegetación compuesta por pequeños bosques naturales, pajonales-arbustales, pastizal-arbustal y pastizales que fueron afectados por el incendio por su relieve con pendientes menores a 30%, es posible realizar acciones de conservación del suelo evitando procesos erosivos así como para la restauración de la vegetación herbácea y arbustiva que forma parte del bosque natural.

Sub cuenca del río Sola

En el territorio de la sub cuenca del río Sola se diferencian claramente dos sectores en base a las características del paisaje fisiográfico. El primer sector de paisaje de abanicos fluvio-glaciales (parte proximal) cuyo relieve se caracteriza por sus

pendientes moderadamente escarpadas menores a 30% que conforma un cañadón cubierto de un pequeño bosque residual natural con predominio de pino del cerro (*Podocarpus parlatoreri*; Pilger) seguido de un arbustal-pajonal y pastizal que fueron afectados por el incendio forestal, por su accesibilidad, características fisiográficas y florísticas es factible realizar acciones para la recuperación de la vegetación afectada por el fuego.

El segundo sector comprende un paisaje de laderas escarpadas a muy escarpadas, con pendientes mayores al 30%, complejas, cubiertas de bosques de pino del cerro y aliso, arbustal-pajonal y pastizal, por la poca accesibilidad determinada por el relieve accidentado, dificulta realizar acciones de restauración de la vegetación y del suelo afectado por el fuego.

Las figuras 3, 4 y 5 ilustran las características del incendio según las particularidades del terreno y de la vegetación.



Figura N° 3. Se puede apreciar que el fuego ha afectado entre uno a dos cm. superficiales del suelo, debido principalmente al tipo de cobertura vegetal (poco combustible) en algunos casos, alta velocidad del viento y pendiente escarpada y fuego tipo superficial.



Figura N° 4: Se aprecia con claridad que la incidencia del fuego ha sido total en el estrato herbáceo en algunos casos, el estrato arbustivo ha sido quemado en diferente grado, dejando al suelo sin cobertura herbácea.



Figura N° 5: Se observa la regeneración natural de las gramíneas y arbustos en otros sectores a los 23 días después del incendio, aspecto de la resiliencia del ecosistema en la zona del incendio.

Limitaciones del mapa vegetación y pendiente por sub cuencas.

La principal limitación es la escala del mapa para representar adecuadamente las unidades definidas por la integración de la vegetación con la pendiente del paisaje, está en proceso la verificación y levantamiento de datos de campo.

CONCLUSIONES

Pérdida de vidas humanas

El mayor daño ocasionado por el incendio forestal fue la pérdida irreversible e irrecuperable de tres vidas humanas, con el consiguiente impacto y dolor para sus familias.

Superficie afectada

La superficie total afectada por el incendio forestal fue de 12.675,00 ha de las cuales 10.392,00 ha corresponden a la Reserva Biológica Cordillera de Sama, que significa el 10% de la superficie total de esta Reserva que comprende 108.500,00 ha.

Administrativamente el área afectada correspon-

de a los municipios de San Lorenzo y de Cercado; a San Lorenzo le corresponde 9.829,00 ha que representa el 77% del área quemada y a Cercado 2.855,00 ha que es el 23% restante.

Comunidades afectadas

Fueron afectadas en diferente grado 12 comunidades rurales por la pérdida de forraje y plantas de diferente uso (leña, medicina, leña), ellas son: Tucumilla, Erquis Norte, Erquis Ceibal, Erquis Sur, Erquis Oropeza, Coimata y Rincón de La Victoria del municipio de San Lorenzo, y las comunidades de Turumayo, Lazareto, Guerra Huayco, Zona Guadalquivir de la comunidad de San Andrés y un sector de la comunidad de San Pedro de Sola del municipio de Cercado. La población de la ciudad de Tarija también fue afectada por la incidencia de la ceniza, carbón y contaminación del aire, aspecto favorecido por el viento.

Accesibilidad

El 33% (4.121,00 ha) del paisaje afectado por el incendio son laderas extremadamente escarpadas (pendiente > 60%), disectadas, complejas e inac-

cesibles; el 55% (7.030,00 ha) son laderas fuertemente escarpadas (pendiente 30 a 60%), con pendientes cercanas al 60%, disectadas, rocosas y pedregosas son poco accesibles; el 11% (1.524,00 ha) son paisajes accesibles.

Paisaje fisiográfico

Del punto de vista del paisaje fisiográfico, el 90% del área afectada por el incendio son laderas de montaña y serranía estructural denudativa, solo el 10% es paisaje de valle (pie de monte coluvial)

Vegetación afectada por el incendio.

El efecto y los daños ocasionados por el incendio han sido considerables, principalmente a la vegetación en sus diferentes estratos. La vegetación más afectada han sido los pajonales y pastizales que por su naturaleza se quemaron totalmente, los arbustos como la thola, chacatea, churqui y otros han sido afectados en diferente grado hasta un máximo del 90%, sin embargo, algunos arbustos como la paja y los pastos en menos de tres semanas han empezado a rebrotar, mostrando así la resiliencia del ecosistema de la cordillera de Sama. Si bien algunos árboles no han sido totalmente quemados, son los más afectados debido a que tardan muchos años en establecerse.

Considerando las superficies y su vegetación protectora, han sido afectadas 311,00 ha de bosques naturales, 313,00 ha de matorrales y pastizales, 6.490,00 ha de vegetación herbácea con arbustos, 5.441 ha de vegetación herbácea, 15,50 ha de cultivos agrícolas y 4,40 ha de plantaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Alzèrreca, H.; Ruiz, J. 1998. Geomorfología, suelos y clima. En: Estudio de los campos naturales de pastoreo (CANAPAS) en el valle central de Tarija. Vol. III. Tarija, Bolivia.

Coro, M., 1983. Regiones fitogeográficas de las

serranías subandinas cubiertas de vegetación y chaco del departamento de Tarija. Revista de ciencia y técnica. Vol. IV (5). UAJMS. Tarija, Bolivia.

Ellemborg, H. 1981. Mapa simplificado de las ecorregiones de Bolivia. Desarrollar sin destruir T. E.

Espinoza, L. y D. Paredes, 1995. Estudio semi-detallado de suelos y de la calidad del sitio, para el estudio del control de sedimentos en la cuenca del río Tolomosa. CODETAR. Tarija, Bolivia.

Espinoza, L.; Ruiz, J.; Beltrán, R. 2001. Mapas temáticos para la zona 1 común entre las cuencas de los ríos Tolomosa y la Vitoria, adyacentes a la Reserva Biológica Cordillera de Sama Zona 2. Pp. 106 PROMETA. Tarija, Bolivia.

Espinoza, L.; Ruiz, J.; Beltrán, R. 2001. Mapas temáticos para la parte baja de las cuencas de los ríos Tolomosa y la Vitoria, con la Reserva Biológica Cordillera de Sama Zona 2. Pp. 106 PROMETA. Tarija, Bolivia.

Espinoza; L. 2002. Estimación del riesgo a la erosión en la cuenca del río Tolomosa. Trabajo de investigación de posgrado universidad UAJMS, Universidad de Sevilla. Tarija, Bolivia.

FAO-UNESCO. 1973. Leyenda de la vegetación adaptada a las condiciones biofísicas del territorio nacional. La Paz, Bolivia.

GEOBOL [SERGEOMIN], 1978. Mapa geológico de Bolivia. Servicio geológico de Bolivia. Memoria explicativa, La Paz, Bolivia.

INIBREH, UAJMS. 2011. Atlas ecotemático de la cuenca del río Tolomosa. Segunda edición, aumentada y corregida. Tarija, Bolivia.

ZONISIG. 2001. Zonificación Agroecológica y Socioeconómica del Departamento de Tarija.

COMPORTAMIENTO DE LA INFILTRACIÓN DEL AGUA EN LOS SUELOS DE YESERA CENTRO, EN FUNCIÓN AL TIEMPO BASE

Benítez Ordoñez Wilfredo ¹, Castillo Cardozo Omar ², Montaña Zambrana Pablo ²

¹Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho"

²Técnico del laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

Correo electrónico: beorwi@gmail.com

RESUMEN

Se estudia el comportamiento de la infiltración del agua a través de la ecuación de Kostiakov, con el objetivo de analizar el comportamiento de la infiltración básica haciendo uso de dos tiempos base, el primero propuesto por el USDA y el segundo propuesto por Fernández *et al*; el trabajo fue desarrollado en la comunidad de Yesera Centro, perteneciente al municipio de Cercado del departamento de Tarija.

La metodología utilizada incluyó extracción de muestras y pruebas de campo en cinco zonas, haciendo uso de los cilindros infiltrómetros por un tiempo de 125 minutos en cada punto de observación.

Los resultados obtenidos, tabulados y analizados, haciendo uso de pruebas de laboratorio y software Excel, indican que la textura promedio de los suelos corresponde a franco arcillosa con una densidad aparente de 1,42 gr/cc., valor que se encuentra dentro del rango determinado por el USDA (1,4 a 1,5 gr/cc). Los resultados obtenidos ratifican que, todas las pruebas de infiltración fueron bien ejecutadas, debido al exponente (b) que se encuentra en el rango determinado por Kostiakov $-1 < b < 0$.

Los cálculos de la infiltración básica, en función al tiempo propuesto por el USDA y Fernández (1971), con la posterior interpretación, confirman que los valores obtenidos de infiltración básica con $t_b = -10b$, son muy altos (infiltración clase

moderada); en comparación al $t_b = -100b$ (infiltración clase moderadamente lenta), con este último t_b , la recta tangente tiene menor grado de inclinación con respecto a la asíntota y proporciona un resultado casi constante con respecto al tiempo y más relacionado a la textura franco arcillosa del suelo.

PALABRAS CLAVE

Infiltración instantánea, tiempo base, infiltración básica, recta asíntótica, recta tangente

INTRODUCCIÓN

La infiltración es el proceso mediante el cual el agua penetra al suelo y llega hasta sus capas inferiores. La velocidad con la cual el agua penetra se conoce con el nombre de velocidad de infiltración. Muchos investigadores han tratado de modelizar el fenómeno de infiltración, a través de fórmulas matemáticas usando algunos supuestos y simplificaciones entre los que se puede mencionar a Horton (1933 - 1939), Green y Ampt (1911), Kostiakov (1932), citados por Baver et al. (1973). Entre las fórmulas propuestas por estos investigadores, se destaca la ecuación de Kostiakov, la misma que expresa la velocidad instantánea de infiltración, cuya expresión es la siguiente:

$$I = at^b$$

I = velocidad de infiltración instantánea (cm/min)

t = es el tiempo de infiltración (min)

a = coeficiente que representa la velocidad de infiltración en un tiempo "t = 1"

b = es un exponente adimensional, siempre es negativo que varía entre $-1 < b < 0$.

Si se realiza la integración de la infiltración instantánea propuesta por Kostiakov con respecto al tiempo, se obtendrá la ecuación de la infiltración acumulada, igual a:

$$\int I = \int_{t=1}^n at^b dt \rightarrow I_{cum} = \frac{at^{b+1}}{b+1}$$

Dividiendo la infiltración acumulada (I_{cum}) entre un tiempo « t » se obtiene la infiltración promedio « I_p »

$$I_p = \frac{at^{b+1}}{(b+1)t} \rightarrow I_p = \frac{at^b}{(b+1)}$$

Ahora bien, la infiltración básica (I_b) es el parámetro más importante que merece ser calculado. De acuerdo al Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, la velocidad de infiltración básica es el valor instantáneo cuando la velocidad de cambio de la infiltración para un periodo standard es el 10% o menos de su valor (-1/10).

El tiempo para el cual, la Infiltración básica es igual a la infiltración instantánea ($I_b = I$), se encuentra igualando la primera derivada de la ecuación de Kostiakov con menos una décima de la misma ecuación

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{1}{10}I \rightarrow \frac{d}{dt} at^b = -\frac{1}{10} at^b \rightarrow abt^{b-1} = -\frac{1}{10} at^b$$

Eso quiere decir, que solo se cumplirá esa igualdad, cuando el tiempo « t » sea igual al tiempo base.

$$t_b = -10 b$$

En la expresión del tiempo base (t_b), sus unidades están expresadas en minutos. Este proceso relativamente estabilizado de la infiltración, normalmente ocurrirá, cuando los valores de infiltración para periodos de tiempo estándares, son aproximadamente constantes.

Cuando se realizan los cálculos correspondientes, los valores de infiltración con $t_b = -10b$ son altos, debido a esta situación, algunos investigadores

(Fernández et al, 1971) consideran más conveniente trabajar con un valor de tiempo base igual a:

$$t_b = -100 b$$

Por otra parte, la velocidad de infiltración depende de algunas características que presenta el suelo, como resultado de su manejo durante determinado tiempo, como ejemplo: Sellamiento superficial, compactación, contenido de sales y agua, presencia de sedimentos en el agua de riego, contenido de materia orgánica, rotación de cultivos, pendiente, textura etc. La infiltración es una característica muy importante que tiene el suelo y su conocimiento preciso permite elegir el sistema de riego más adecuado, con la finalidad de tener mayor eficiencia de riego y evitar pérdidas de suelo por erosión, pérdida de nutrientes por lavado y ahorro en la cantidad de agua.

Desde el punto de vista hidrológico, no podemos olvidar, que la infiltración del agua posee un rol fundamental en los procesos de escorrentía como respuesta a una precipitación en la cuenca, dependiendo de su magnitud; lluvias de iguales intensidades pueden producir caudales diferentes, esto es de gran importancia práctica, dado que su velocidad determina generalmente la cantidad de agua de escurrimiento superficial y con ello el peligro de “erosión hídrica”.

El objetivo de este trabajo, fue evaluar el comportamiento de la Infiltración en los suelos de Yesera Centro, aplicando los dos valores propuestos para el tiempo base, USDA ($t_b = -10b$) y Fernández et al ($t_b = -100b$), con la finalidad de demostrar gráfica y analíticamente, cuál de ellos se aproxima mejor a la definición del concepto de infiltración básica (velocidad de infiltración casi constante).

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio:

El presente estudio fue realizado en la zona de Yesera Centro, ubicada en el municipio de Cercado, entre los paralelos de latitud sur 21° 22'47" y 21° 24'55" y los meridianos 64° 34'25" y 64° 33'24" de longitud oeste, a una altura aproximada de 2200 m.s.n.m. El suelo predominante en la zona pertenece al orden de los Aridisoles y al suborden Calcargids, con presencia de cutanes de arcilla y concentración elevada de carbonatos de calcio, identificados en pruebas de campo por reacción al ácido clorhídrico al 30%, y de texturas franco arcillosa a arcillosa. El clima de la zona, presenta una precipitación media anual de 449,5 mm, mayormente concentrada en los meses de diciembre, enero y febrero. La temperatura media anual es de 16,5 °C.

Pruebas de Infiltración:

Las pruebas de infiltración, se realizaron empleando anillos infiltrómetros, son dos anillos concéntricos, el interior de 25,5 cm de diámetro para determinar la velocidad de infiltración, mientras que el exterior de 49,5 cm se inunda a las mismas profundidades para disminuir los efectos de frontera en el anillo interior. Los anillos se insertan en el suelo entre 5 y 7 centímetros de profundidad. En función al mapa de suelos fueron seleccionadas 5 zonas para el estudio; las lecturas se tomaron por un periodo de 125 minutos para cada prueba. El tiempo de medición fue seleccionado teniendo en cuenta que se trata de la época seca, donde las condiciones de humedad del suelo son relativamente homogéneas y el contenido de agua en el suelo era inferior al punto de marchitez permanente, para los cinco puntos de muestreo. Es importante mencionar que, los meses de junio y julio se caracterizan por ser meses con ausencia de lluvias en la zona. Adicionalmente, antes de iniciar cada prueba

de infiltración, se tomaron muestras de suelos a una profundidad de 20 cm para determinar los contenidos de arena, limo y arcilla por el método de Bouyoucos, así como la densidad aparente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CUADRO N°1: Propiedades físicas de los suelos

| PROPIEDAD | UNIDAD DE MEDIDA | RANGO DE VALORES | MEDIA |
|---------------------|------------------|------------------|-------|
| • Densidad Aparente | gr/cc | 1,38 – 1,42 | 1,41 |
| • Arena | % | 18,50 – 41,00 | 32,25 |
| • Limo | % | 17,63 – 47,62 | 32,63 |
| • Arcilla | % | 31,37 – 41,37 | 35,12 |

Con los valores promedio de arena, limo y arcilla obtenidos con el hidrómetro de bouyoucos, haciendo uso del triángulo de texturas, se afirma que la textura de los suelos en la zona de estudio corresponde a franco arcilloso con una densidad aparente promedio de 1,42 gr/cc, valor que se encuentra dentro del rango propuesto por el Soil Survey Staff del USDA, que para suelos franco arcillosos, otorga densidades aparentes en un rango de 1,4 a 1,5 gr/cc.



Fotografía que muestra el inicio de una prueba de infiltración

A partir de la información obtenida en campo con los cilindros infiltrómetros y el uso del software Excel, se calcularon las curvas de infiltración instantánea, la ecuación de ajuste al modelo potencial, coeficiente de determinación y otros parámetros necesarios de las cinco zonas analizadas; los resultados se muestran a continuación.

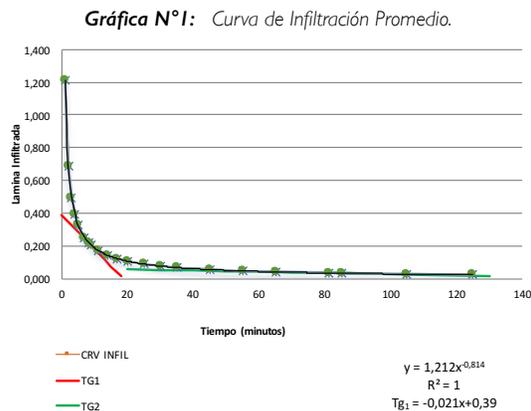
CUADRO N° 2: Resumen de parámetros calculados

| MODELO | parámetro | ZONA 1 | ZONA 2 | ZONA 3 | ZONA 4 | ZONA 5 | promedio |
|--|------------------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| $I = at^b$ | a | 0,8604 | 2,8088 | 0,7336 | 1,2542 | 0,4032 | 1.2120 |
| | b | -0,629 | -0,985 | -0,982 | -0,995 | -0,478 | -0.8138 |
| | R ² | 0,9217 | 0,9269 | 0,8556 | 0,6413 | 0,8385 | 0.8368 |
| | t _b (-10b) | 6,29 | 9,85 | 9,82 | 9,95 | 4,78 | 8.14 |
| | t _b (-100b) | 62,9 | 98,5 | 98,2 | 99,5 | 47,8 | 81.38 |
| | ls(0.1) cm/min | 0,3 | 0,3 | 0,12 | 0,38 | 0,07 | 0.23 |
| $\alpha = \text{ángulo de inclinación de la recta tangente en } lb, \text{ con la asíntota horizontal en el cuarto cuadrante}$ | ls(0.01) cm/min | 0,1 | 0,03 | 0,02 | 0,09 | 0,01 | 0.05 |
| | α lb(0.1) | -1° 43' 6" | -1° 54' 33" | -0° 29' 4" | -0° 48' 47" | -1° 11' 52" | -1° 13' 28" |
| | α lb(0.01) | -0° 2' 26" | -0° 1' 9" | -0° 0' 19" | -0° 0' 30" | -0° 2' 24" | -0° 1' 16" |

Analizando el cuadro anterior se observa, que los valores del exponente (b) en las cinco zonas, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la ecuación de kostiakov (-1 < b < 0), resultado importante y afirmativo, es decir, que los datos de campo fueron bien tomados.

El coeficiente de determinación (R²), tiene valores muy próximos a 1 (0,8556 a 0,9269), con un valor promedio de 0,8368, esto implica que existe un buen ajuste del modelo potencial a la nube de puntos analizada, con excepción de la zona 4, que presente un valor más bajo en R² = 0,6413, pero es un valor también aceptable, equivalente al coeficiente de correlación R = 0,8.

Con los resultados mostrados en el cuadro N° 2, se obtuvo la curva de infiltración promedio para la zona de Yesera Centro, como se muestra a continuación.



CUADRO N° 3: Ecuaciones de las tangentes a la curva de infiltración promedio.

| Coordenadas del punto P(t _b , lb) | Pendiente $\frac{dI}{dt} at^b = abt^{b-1} = m$ | Ecuación de la recta tangente que pasa por el punto (p) con pendiente (m) $y - y_1 = m(x - x_1)$ |
|--|--|---|
| P ₁ (t _b (0.1), lb(0.1)) | m ₁ = - 0.021 | I ₁ = -0.021 (t) + 0.39 |
| P ₂ (t _b (0.01), lb(0.01)) | m ₂ = - 0.00033 | I ₂ = -0.00033 (t) + 0.061 |

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que para un tiempo base igual a t_b = -10b, la infiltración básica se presenta en los primeros minutos del ensayo, con un tiempo mínimo de 4,78 minutos hasta los 9,95 minutos como máximo y un valor promedio de 8,14 minutos, aspecto contradictorio con la información bibliográfica y la definición de infiltración básica. Si recordamos la definición de infiltración básica del suelo, es aquel momento en el cual la infiltración tiene valores casi constantes con respecto al tiempo, tomando en cuenta el ángulo formado por la recta tangente y la horizontal en sentido contrario a las manecillas del reloj, para el tiempo base (t_b = -10b) promedio, tenemos un ángulo de 178°46'32". Si este valor angular lo comparamos con los resultados obtenidos con una centésima, o un cambio de velocidad de 1% o menos (t_b = -100b), el tiempo base se presenta a los 47,8 minutos como mínimo y 99,5 minutos como tiempo máximo, con un promedio t_b = 81.38 minutos; la recta tangente a la curva de infiltración que pasa en el punto definido por el tiempo base, forma un ángulo "α" muy pequeño (0° 1' 16"), es casi horizontal; en sentido contrario a las manecillas del reloj, tenemos un ángulo de 179° 58' 44", valor más próximo a 180° ángulo que forma la recta asíntótica con el eje del tiempo, esto quiere decir, que los valores de infiltración son casi constantes, situación similar a los valores obtenidos por Fernández et al (1971) en experiencias realizadas en Bahía Blanca (179° 25' 0").

Es necesario aclarar que los valores del ángulo "α" negativos, que se muestran en el cuadro N° 2, se presentan de esa manera, porque el signo de la

tangente en el cuarto cuadrante, siempre da valores negativos como se demuestra a continuación.

$$\tan \alpha = \frac{\text{cateto adyacente (+)}}{\text{cateto opuesto (-)}} = \tan \alpha = \frac{+}{-} = \tan \alpha = -(\text{negativo})$$

CONCLUSIONES

En conclusión, las dos rectas tangentes definidas por las ecuaciones:

$$tg_1 = -0,0021(x) + 0,39 \text{ y } tg_2 = -0,00033(x) + 0,061$$

para los valores del tiempo base ($t_b = -10b$ y $t_b = -100b$), de color rojo y verde respectivamente, demuestran con precisión, que cuando el tiempo base es igual $t_b = -100b$, el valor de infiltración básica se encuentra más próximo a un valor constante y la recta tangente que pasa por este punto, tiene menor ángulo de inclinación con respecto a la horizontal asintótica, tomando en cuenta el valor angular en sentido de las manecillas del reloj, ó de lo contrario se tiene un valor angular más próximo a 180° ($179^\circ 58' 44''$) en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Interpretando los resultados de la infiltración básica en función al Servicio de Conservación de Recursos Naturales del USDA, tenemos que para un $t_b = -10b$, la infiltración básica corresponde a la clase de infiltración **moderada**, y para un $t_b = -100b$, la infiltración es clase **moderadamente lenta**, el valor moderadamente lenta de infiltración, tiene buena relación con la textura promedio del suelo (franco arcillosa) para la zona de Yesera, este aspecto confirma lo mencionado anteriormente por Fernández et al : **Los valores obtenidos de infiltración básica con un tiempo base igual a $t_b = -10b$ son muy altos**, es más recomendable utilizar un tiempo base $t_b = -100b$.

BIBLIOGRAFÍA

Baver, et al. 1973 Importancia de las relaciones entre el suelo y las plantas.

FORERO, J.A. 2000. Parámetros hidrodinámicos para riego. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Unidad de Publicaciones. 31p.

Junta de Andalucía, 2010. Manual de riego para agricultura (modulo 1: Fundamentos del Riego). 102p.

Holzapfel, y Matta, 2005. Infiltración de agua en el suelo. Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería Agrícola. Departamento de Recursos Hídricos. 30p.

Fernández et al. 1971. Análisis de la infiltración y su aplicación para diseño de riego en el valle inferior del río Colorado. Investigaciones Agropecuarias INTA

Martínez de Azagra et al, 2006. Aproximación al conocimiento de la infiltración a través del Análisis Dimensional. Pág. 471.

Sánchez, S. R. 1975. "La velocidad de infiltración de los suelos y su determinación". Revista Voluntad Hidráulica No 33. Pág. 29-35.

USDA, 1951 Soil Survey Manual - Soil Survey Staff. En: El RIEGO. Ed. Mundi prensa. Madrid. 299 pp..

USDA, 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Pág 55-56.

EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN FUNGICIDA DEL PROPÓLEO EN EL CONTROL IN VITRO DE *Alternaria*, *Botrytis* y *Fusarium*

Zenteno López Víctor Enrique¹

¹Laboratorio de fitopatología y cultivo in vitro, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Correo electrónico: vezl15@hotmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar la capacidad antifúngica del propóleo de *Apis mellifera*, proveniente del Centro Experimental de Chocloca. Se evaluó la actividad antimicrobiana in vitro frente a los hongos *Alternaria sp.*, *Botrytis sp.* y *Fusarium sp.*, los extractos presentaron alta actividad antifúngica en un amplio rango de concentraciones. Podemos observar de que mayor crecimiento del micelio se presentó con el hongo *Botrytis sp.*, con respecto a los otros hongos y tratamientos. Los tratamientos presentaron diferencias significativas en las dosis, la mayor eficiencia en la actividad antifúngica en los tres hongos, correspondió a la dosis más alta con una concentración de 3% de propóleo.

PALABRAS CLAVE

Propóleo, in vitro, antifúngica, *Alternaria sp.*, *Botrytis sp.*, *Fusarium sp.*

INTRODUCCIÓN

En Bolivia, los fungicidas sintéticos son ampliamente utilizados para el control de hongos fitopatógenos, lo que ha originado diversos problemas como intoxicaciones a productores y consumidores, además de daños al medio ambiente. Esta situación genera la búsqueda de alternativas al uso de los plaguicidas, por lo que la mirada de los investigadores se dirige hacia productos naturales.

Se buscan productos que se inserten en el desarrollo de agroecosistemas, basados en un manejo integrado del cultivo sin alterar el equilibrio del sistema. Una de estas alternativas es el uso de productos naturales derivados de las plantas como son los propóleos, que actúan como pesticidas o como inhibidores del crecimiento micelial y desarrollo de los patógenos.

El propóleo es una sustancia resinosa que elaboran las abejas al mezclar resinas de árboles y arbustos con cera y secreciones salivares, con el fin de taponar herméticamente la colmena e impedir que proliferen dentro de ella cualquier tipo de infección. Es una sustancia compleja, constituida por gran variedad de compuestos químicos; su composición es inestable y varía según la procedencia.

Esta sustancia, es conocida por el hombre desde tiempos remotos. Así, la utilizaban los sacerdotes del antiguo Egipto y, más tarde, los griegos, a quienes les debemos el nombre «propóleos»: pro, que significa «delante de», y polis, que quiere decir «ciudad». Aristóteles ya habla de ella en su Historia de animales, y la considera como «remedio para las infecciones de la piel, llagas y supuraciones.

Se lo puede utilizar como tratamiento ecológico que actúa como fungicida y bactericida natural controlando microorganismos patógenos en una acción obstaculizante que evita que se reproduzcan al tiempo que induce a la planta al aumento

de sus defensas naturales contra la adversidad.

Tarija es considerado departamento piloto por sus vocaciones productivas y diferentes pisos ecológicos, virtudes que la hacen favorable para el cultivo orgánico de diferentes productos que están considerados para la seguridad y soberanía alimentaria de los bolivianos.

Este trabajo de investigación busca investigar la actividad antifúngica in vitro del propóleo en la fase de laboratorio, sobre diferentes cepas de hongos, causantes de las principales enfermedades de las plantas en el departamento de Tarija. Información que nos permitirá recomendar específicamente la capacidad del propóleo para el control de enfermedades y las dosis recomendadas a emplear.

El objetivo general planteado para este trabajo de investigación fue el de evaluar la acción fungicida in vitro del propóleo en el control de *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, hongos que afectan a los distintos cultivos de Tarija.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de fitopatología y cultivo in vitro de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” ubicado en el departamento de Tarija, provincia Cercado, zona El Tejar.

El material vegetal que se utilizó para el presente trabajo de investigación fueron cepas de *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, y *Botrytis sp.* que fueron aisladas, purificadas e identificadas en el laboratorio. Se recolectaron en el campo muestras de tejidos que presentaron síntomas y signos de las diferentes cepas de hongos a estudiar. Los tejidos infestados, se dejaron en incubación

en cámaras húmedas a temperatura ambiente, hasta el desarrollo del hongo, para su posterior aislamiento. Para establecer una serie de hongos puros, fue necesario realizar el aislamiento, que garantice la autenticidad y pureza de los mismos.

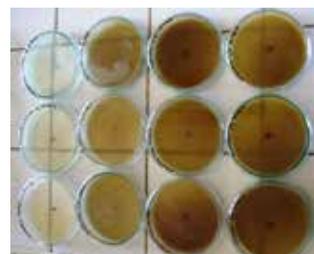
Se preparó siguiendo métodos estándares de laboratorio el medio de cultivo Agar Papa Dextrosa (APD), que se utilizó como medio para el aislamiento de los cultivos puros. Se implantaron en medio de cultivo APD explantos de 0.5 cm de diámetro, previo protocolo de desinfección del tejido infestado con las diferentes cepas a estudiar, hasta la obtención de cultivos puros.

Figura N° 1: Cultivos puros en medio APD



Para la siembra de los bioensayos, se obtuvieron con un sacabocado pequeños discos (3 mm de diámetro) del cultivo puro de cada cepa y se trasladaron a los nuevos platos Petri que contenían los diferentes tratamientos (medio de cultivo más dosis de extracto de propóleo), se dejó en incubación a un promedio de 25 °C, a partir de los dos días, se procedió a la evaluación de los tratamientos.

Figura N° 2: Siembra de discos de *Alternaria sp.* en medio APD, con diferentes dosis



La aplicación de las dosis de propóleo se realizó, conjuntamente con la preparación de los medios de cultivo. Las dosis a usar están en base a concentraciones preestablecidas en ensayos

realizados, éstas son: 0% 0,5%, 1%, 3%.

La evaluación estadística se la realizó a través de un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial, considerando como factores principales tres cepas de hongos (*Fusarium sp*, *Alternaria sp* y *Botrytis sp*), y cuatro dosis de propóleo en medios de cultivo APD con concentraciones de 0,0% (testigo), 0,5%, 1,0% y 3,0% respectivamente, haciendo un total de doce tratamientos con tres repeticiones, donde las unidades experimentales estaban conformadas por tres cajas de Petri.

Las variables respuesta analizadas fueron el diámetro del crecimiento del micelio y el crecimiento radial del micelio, se evaluó hasta el momento en el que el testigo alcanzó el diámetro total de la caja de Petri, el porcentaje de inhibición de crecimiento se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Inhibición} = \frac{\text{Diámetro micelio Testigo} - \text{Diámetro micelio Tratamiento}}{\text{Diámetro Testigo}}$$

RESULTADOS

Evaluación del crecimiento del micelio.

Los resultados obtenidos, a los 7 días, del diámetro de crecimiento del micelio fueron mayores en el hongo *Botrytis sp* seguido por el micelio del hongo de *Fusarium sp* y posteriormente se presentó el micelio de *Alternaria sp*.

Cuadro N° 1: Diámetro de crecimiento del micelio en cm a los 7 días

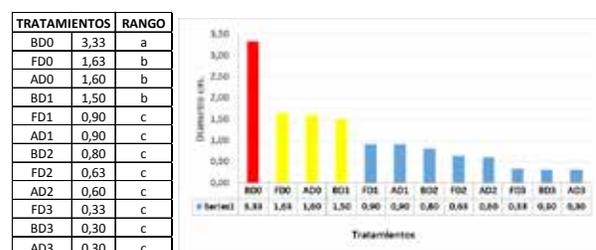
| TRATAMIENTOS | REPLICAS | | | Σ | x | |
|--------------|----------|-----|-----|-----|-----|------|
| | I | II | III | | | |
| Fusarium | FD0 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 4,9 | 1,63 |
| | FD1 | 0,9 | 1 | 0,8 | 2,7 | 0,90 |
| | FD2 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 1,9 | 0,63 |
| | FD3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 1 | 0,33 |
| Botrytis | BD0 | 3,5 | 3,2 | 3,3 | 10 | 3,33 |
| | BD1 | 1,5 | 1,6 | 1,4 | 4,5 | 1,50 |
| | BD2 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 2,4 | 0,80 |
| | BD3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,9 | 0,30 |
| Alternaria | AD0 | 1,5 | 1,7 | 1,6 | 4,8 | 1,60 |
| | AD1 | 0,8 | 0,9 | 1 | 2,7 | 0,90 |
| | AD2 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 1,8 | 0,60 |
| | AD3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,9 | 0,30 |

Cuadro N° 2: Análisis de varianza crecimiento del micelio a los 7 días

| Fuente de Varianza | gl | SC | CM | F _C | F _T 5% | F _T 1% |
|--------------------|----|------|-----|----------------|-------------------|-------------------|
| TOTAL | 35 | 24,8 | | | 1,96 | 2,62 |
| TRATA | 11 | 24,5 | 2,2 | 223,6 | 2,27 | 3,19 |
| ERROR | 22 | 0,2 | 0,0 | | | |
| Fact.hongos | 3 | 3,1 | 1,0 | 103,2 | 3,05 | 4,82 |
| Fact.dosis | 3 | 3,1 | 1,0 | 103,2 | 3,05 | 4,82 |
| hongos/dosis | 9 | 18,4 | 2,0 | 204,4 | 2,34 | 3,35 |

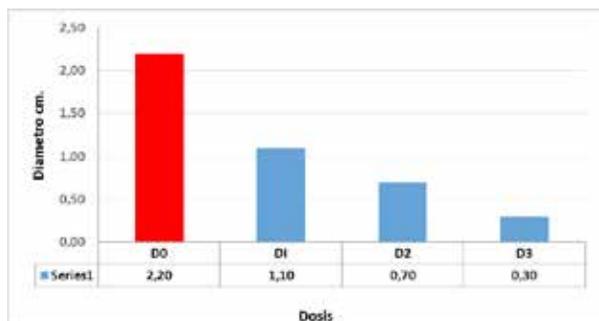
De acuerdo al cuadro N°2, al establecer el análisis de varianza para el crecimiento del micelio, se observa que presentan diferencias altamente significativas entre los tratamientos, el factor hongos, dosis y la interacción entre ambos factores, por lo tanto se procedió a realizar la prueba de DMS,

Gráfica N° 1: Prueba DMS, diámetro de crecimiento del micelio a los 7 días



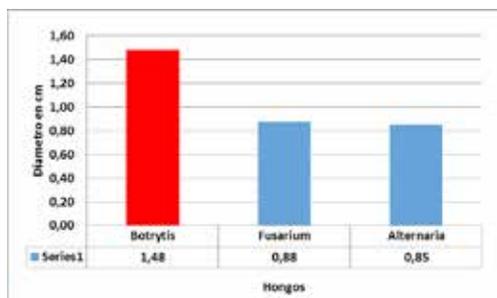
En la gráfica N° 1, podemos observar de que mayor crecimiento del micelio a los 7 días se presentó con el hongo *Botrytis sp* y la dosis 0 (testigo) con 3.33 cm. de diámetro, que estadísticamente presenta diferencias significativas del resto de los tratamientos, seguido de *Fusarium sp* con la dosis 0, *Alternaria sp* con la dosis 0 y *Botrytis sp* dosis 1, los tres tratamientos no presentan estadísticamente diferencias entre sí, pero son diferentes del primero y del resto de los tratamientos.

Gráfica N° 2: Efecto de las dosis en el crecimiento micelial



En la gráfica N° 2 observamos que el mayor desarrollo micelial se presentó, como se esperaba, en la dosis 0, sin aplicación y es estadísticamente diferente a las otras dosis, el menor desarrollo lo presentó la dosis 3 con un promedio de 0,3 cm de diámetro de crecimiento del micelio.

Gráfica N° 3: Crecimiento micelial de los hongos



En la gráfica N° 3, observamos que el mayor crecimiento micelial lo presenta el hongo *Botrytis sp* estadísticamente diferente a las otras dos cepas, seguido del micelio de *Fusarium sp* y posteriormente la cepa de *Alternaria sp* no presentando diferencias entre sí.

Porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio

El porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio, se evaluó a los 7, 14 y 21 días, los datos que se tomaron en cuenta son el diámetro del crecimiento del micelio del testigo y el diámetro del crecimiento del tratamiento, a continuación se presentan los resultados de las tres dosis empleadas y las tres cepas de hongos tratados.

Cuadro N° 3: Porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio a los 7 días

| TRATAMIENTOS | REPLICAS | | | Σ | X | |
|--------------|----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | I | II | III | | | |
| Fusarium | FD0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | |
| | FD1 | 40 | 37,5 | 55,56 | 133,06 | 44,35 |
| | FD2 | 53,33 | 62,5 | 66,67 | 182,5 | 60,83 |
| | FD3 | 80 | 75 | 83,33 | 238,33 | 79,44 |
| Botrytis | BD0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | |
| | BD1 | 57,14 | 50 | 57,58 | 164,72 | 54,91 |
| | BD2 | 80 | 75 | 72,73 | 227,73 | 75,91 |
| | BD3 | 91,43 | 90,63 | 90,91 | 272,97 | 90,99 |
| Alternaria | AD0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | |
| | AD1 | 46,67 | 47,06 | 37,5 | 131,23 | 43,74 |
| | AD2 | 60 | 70,59 | 56,25 | 186,84 | 62,28 |
| | AD3 | 80 | 82,35 | 81,25 | 243,6 | 81,20 |

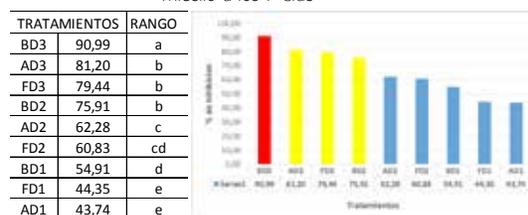
El cuadro N° 3, nos muestra los resultados del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, el mayor porcentaje se presenta en el tratamiento BD3, (*Botrytis sp* dosis 3), con 90,99 cm.

Cuadro N° 4: Análisis de varianza crecimiento porcentaje de inhibición.

| Fuente de Varianza | GL | SC | CM | FC | FT 5% | FT 1% |
|--------------------|----|---------|---------|-------|-------|-------|
| TOTAL | 35 | 7341,92 | | | 1,96 | 2,62 |
| BLOQUES | 2 | 11,22 | 5,61 | 0,23 | | |
| TRATA | 11 | 6785,97 | 616,91 | 24,92 | 2,27 | 3,19 |
| ERROR | 22 | 544,72 | 24,76 | | | |
| Fact.hongos | 3 | 861,61 | 287,20 | 11,60 | 3,05 | 4,82 |
| Fact.dosis | 3 | 5902,18 | 1967,39 | 79,46 | 3,05 | 4,82 |
| hongos/dosis | 9 | 22,18 | 2,46 | 0,10 | 2,34 | 3,35 |

De acuerdo al cuadro N°4, al establecer el análisis de varianza para el crecimiento del micelio, se observa que presentan diferencias altamente significativas entre los tratamientos, el factor hongos, dosis y la interacción entre ambos factores, por lo tanto se procedió a realizar la prueba de DMS.

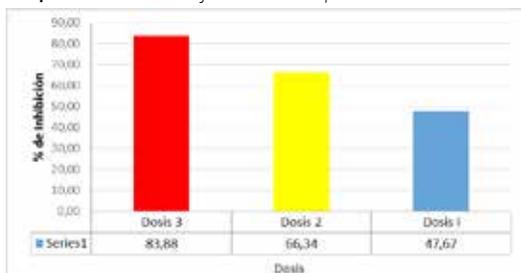
Gráfica N° 4: Prueba DMS, porcentaje de inhibición del micelio a los 7 días



En la gráfica N° 4, podemos observar que el mayor porcentaje de inhibición del micelio a los 7 días se presenta en la dosis 3 con el hongo *Botrytis sp* con un 90,99 %, que estadísticamente

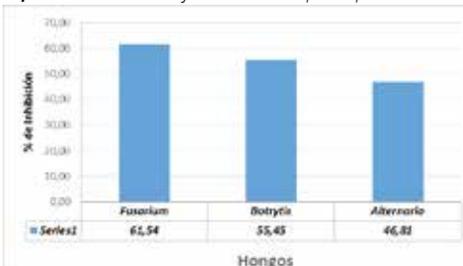
presenta diferencias significativas del resto de los tratamientos, seguido de la dosis 3 con el hongo *Alternaria sp* con un 81,20 %, dosis 3 de *Fusarium sp* con 79,44% y la dosis 2 de *Botrytis sp* con 75,91%, las tres dosis estadísticamente no presentan diferencias entre sí, pero son diferentes del primero y del resto de los tratamientos.

Gráfica N° 5: Porcentaje de inhibición por dosis a los 7 días.



En la gráfica N° 5, observamos .que el mayor porcentaje de inhibición micelial se presentó en la dosis 3, con una concentración 3% de propóleo, con un 83%, estadísticamente diferente a las otras, el menor porcentaje de inhibición lo presentó la dosis 1 con un 47,67%.

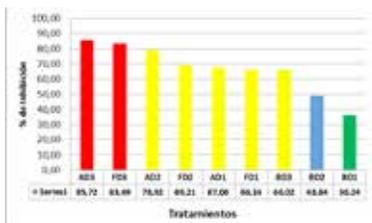
Gráfica N° 6: Porcentaje de inhibición por cepa a los 7 días



En la gráfica N° 6, observamos que el mayor porcentaje de inhibición del crecimiento micelial lo presenta el hongo *Fusarium sp* con un 61,54%, seguido del micelio de *Botrytis sp* y posteriormente la cepa de *Alternaria sp* con un 46,81%, estadísticamente no presentan diferencias.

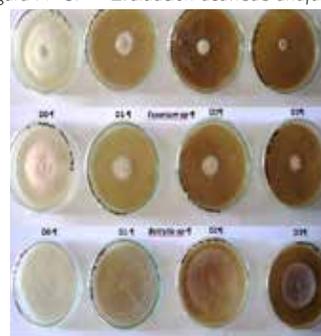
Gráfica N° 7: Prueba DMS, porcentaje de inhibición del micelio a los 14 días

| TRATAMIENTOS | VALORES | RANGO |
|--------------|---------|-------|
| AD3 | 85,72 | a |
| FD3 | 83,49 | a |
| AD2 | 78,92 | b |
| FD2 | 69,21 | b |
| AD1 | 67,06 | b |
| FD1 | 66,14 | b |
| BD3 | 66,02 | b |
| BD2 | 48,84 | c |
| BD1 | 36,24 | d |



En el Gráfica N° 7 Se observa que el mayor porcentaje de inhibición del micelio a los 14 días se presenta en la dosis 3 con el hongo *Botrytis sp* y el hongo *Fusarium sp*, con un 85,72 % y 83,49% respectivamente, estadísticamente no presentan diferencias significativas pero sí con el resto de los tratamientos, seguido de la dosis 2 y dosis 1 de los hongos *Alternaria sp* y *Fusarium sp*; el menor porcentaje de inhibición lo presentan las dosis 2 y dosis 1 del hongo *Botrytis sp* con 48,84%, y 36,24%.

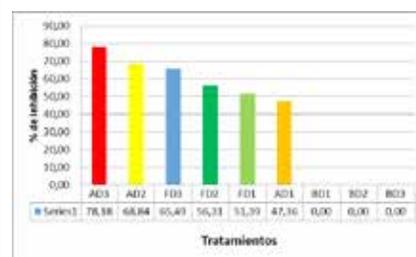
Figura N° 3: Evaluación actividad antifúngica



Nótese la actividad antifúngica, la dosis 0 llega a su máximo crecimiento, se presentan los tres hongos con las cuatro dosis de concentración de propóleo (D0-testigo; D1-0,5%; D2-1% y D3-3%).

Gráfica N° 8: Prueba DMS, porcentaje de inhibición del micelio a los 21 días

| TRATAMIENTOS | RANGO |
|--------------|---------|
| AD3 | 78,18 a |
| AD2 | 68,84 b |
| FD3 | 65,49 c |
| FD2 | 56,31 d |
| FD1 | 51,39 e |
| AD1 | 47,36 f |
| BD1 | 0,00 g |
| BD2 | 0,00 g |
| BD3 | 0,00 g |



En la gráfica N° 8 podemos observar que a los 21 días, el crecimiento del micelio ha completado las cajas de Petri, en las dosis 1, 2 y 3 con el hongo *Botrytis sp* El porcentaje de inhibición de micelio en hongo *Alternaria sp* se mantiene en la dosis 3, con un 78,18% y estadísticamente presenta

diferencias con los demás tratamientos. Seguindo de la dosis 2, también de *Alternaria sp* con un 68,84% posteriormente la dosis 3 del hongo *Fusarium sp* con un 65,49, la dosis 2 y la dosis 1 del mismo hongo con un 56,31%, y 51,39% respectivamente, estadísticamente presentan diferencias significativas todos los tratamientos. Finalmente tenemos a la dosis 1 de *Alternaria sp* con un 47,36% de porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio.

CONCLUSIONES.

- Después de culminado el ensayo se evidenció la propiedad antifúngica, que presenta el propóleo sobre el crecimiento micelial de los hongos *Alternaria sp*, *Botrytis sp* y *Fusarium sp*.
- El tratamiento que presenta mayor eficiencia en la actividad antifúngica correspondió a la dosis más alta (dosis 3, concentración de 3% de propóleo).
- El mayor porcentaje de inhibición al crecimiento micelial se obtiene a los siete días en la cepa del hongo *Fusarium sp*, a los 14 y 21 días en *Alternaria sp*.
- La actividad antifúngica del propóleo se mantiene con porcentajes altos hasta los 14 días, para *Alternaria sp* y *Fusarium sp* bajando drásticamente para *Botrytis sp*.
- Los propóleos representan una alternativa promisoriosa para el control de hongos fitopatógenos, la síntesis de los constituyentes de la resina apícola podrían ser el activo de una nueva generación de productos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. N. 2007. Fitopatología. LIMUSA Wiley, México. pp 540-541
2. Altieri, Miguel y Nicholls, Clara. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura

sustentable. México D.F. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2000. 257p.

3. Barnett, H. & Hunter B. 2006. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. The American Phytopathological Society St. Paul, Minesota
4. Cazorla, F., Torés, J., Olalla, I., Perez-García, A., Farré, J., De Vicente, A. 1998. Bacterial apical necrosis of mango in Southern Spain: a disease caused by *Pseudomonas syringae* p.v. *syringae*. *Phytopathology* 88, 614 – 620.
5. COAG. 2006. De la producción agraria convencional a la ecológica. Madrid, España. Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos – COAG. 64p.
6. FAO, 2010. Gestión de plaguicidas obsoletos. Producción y protección vegetal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Santiago, Chile. 178 p.
7. Fiallos, H. (2012). Inhibición de *Botrytis cinerea* en rosas a base de extractos alcohólicos y acuosos de hierba mora (*Solanum nigrum*). Tesis pregrado. <http://hdl.handle.net/123456789/1828>
8. French, E., Hebert, T. 1982. Métodos de investigación en fitopatología. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura San José, Costa Rica: IICA.
9. Reglamento de La Ley # 3225/06. Norma técnica nacional para la producción ecológica. La Paz, Bolivia. 2006.

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LA CAÑA BRAVA (*Chusquea sp*) PROVENIENTE DE LA CORDILLERA DE SAMA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

Chavez Calla Cristhian¹, Chavez Calla Oscar Marcelo², Castillo Gareca Ariel³
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Carrera Ingeniería Forestal. UAJMS.

¹Ing. Civil – Investigador – Facultad de Ciencias y Tecnología, ²Ing. Civil – Docente departamento de topografía y vías de comunicación – Facultad de Ciencias y Tecnología, ³Ing. Forestal – Docente encargado de laboratorio de tecnología de la madera – Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

Correo electrónico: cristhianchavez1988@gmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo se dan a conocer los resultados del estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la caña brava "*Chusquea sp*"; las mismas que se refieren a contenido de humedad, peso específico, resistencia a flexión, resistencia paralela a las fibras sin nudo, resistencia paralela a las fibras con nudo, resistencia a tracción paralela a las fibras y extracción de clavos; en base a las normas COPANT Maderas y un análisis estadístico de las muestras en función a la distribución t de Student que determinó la confiabilidad de las muestras.

La identificación de la especie fue realizada en el Herbario de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de la Madera con la prensa universal de ensayo de resistencia de materiales que tiene una resistencia máxima de 400 KN y una precisión de 0,1KN; ambos espacios se encuentran en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

Para cada uno de los ensayos se utilizaron 20 probetas libres de defectos y en estado seco al aire, obtenidas y extraídas de los chusqueales que se encuentran en la cordillera de Sama.

Los valores de esfuerzo admisible se encuentran entre el rango de madera tipo A y tipo B,

pertenecientes a maderas duras y medianamente duras. Además, los resultados obtenidos indican que es un buen material para realizar estructuras reticulares por lo que, como una aplicación práctica, se realizó el diseño de una de estas estructuras.

PALABRAS CLAVE

Chusquea sp, propiedades físicas y mecánicas, culmo, normas COPANT.

INTRODUCCIÓN

El nombre bambú fue introducido por Carl von Linne en 1778 a partir de la palabra india bambú o mambú. Los bambúes son plantas útiles y baratas que crecen en regiones tropicales y templadas de Asia y América; por lo cual se han desarrollado estrategias para la conservación, propagación y explotación de las partes vegetales comerciales de la misma, la parte aérea se llama culmo o caña.

El uso de los diferentes tipos de bambúes, como material de construcción tiene una tradición muy grande especialmente en los países asiáticos, los culmos secos se emplean principalmente en la construcción de casas, cubiertas, puentes y balsas; mientras que los culmos verdes se utilizan sobre todo en la elaboración de canastos, esteras, o para realzar la belleza de las aldeas; los brotes de los renuevos se utilizan para elaborar deliciosas preparaciones gastronómicas.

En diversos países como ser: Japón, China, Malasia, Indonesia, Costa Rica, Puerto Rico, Venezuela, Ecuador, Colombia, Brasil, Argentina, entre otros existen aproximadamente 1400 especies de cañas de bambú (INBAR, 1999) constituyendo un recurso natural de uso múltiple. En términos de ingeniería, se observa con interés la posibilidad de utilizar la caña brava "*Chusquea sp*" como material de construcción aunque en nuestro país, poco se conoce todavía, acerca del potencial de esta planta.

Actualmente en Latinoamérica se utilizan los diferentes tipos de bambú, como material de construcción en elementos de armaduras y pórticos para estructuras de cubiertas, puentes y edificaciones, lamentablemente aún no existe una norma de diseño que contemple a la *Chusquea sp*, como material estructural. De aquí nace el interés de este estudio, para analizar el comportamiento de la caña brava (*Chusquea sp*), procedente de los bosques de la cordillera de Sama, del departamento de Tarija, cuando se somete a diferentes esfuerzos estructurales.

Se considera a la chusquea un pasto gigante y no un árbol como se acostumbra pensar. Pero a pesar de no ser un árbol posee también tallo, ramas, hojas y flores, entonces, lo que le diferencia de éste, es el tiempo que les toma alcanzar su madurez maderable. La chusquea alcanza su madurez entre los 4 a 6 años, mientras que las maderas que provienen de árboles tardan de 20 a 25 años para poder ser utilizadas.

Son plantas perennes, rizomatosas, con cañas leñosas o herbáceas que van desde pocos centímetros hasta 45 m. de altura, erectas o péndulas, a veces apoyantes o decumbentes, a menudo llevan vainas con láminas reducidas. En general la chusquea es cilíndrica y maciza, con entrenudos que en la base son cortos y a medida

que crece se van alargando.

Son plantas útiles y baratas que crecen en regiones tropicales y templadas; viven tanto en las selvas tropicales lluviosas, como en los "cerrados" y en los bosques andino-patagónicos, viven bajo la sombra densa en regiones húmedas y calurosas. Por lo cual otros países han desarrollado estrategias para la conservación, propagación y explotación de las partes vegetales comerciales de la misma. Esta gramínea ha sido utilizada tradicionalmente como material de construcción para viviendas y otras estructuras de bajo costo en zonas rurales, porque además de una buena resistencia, conjuga armónicamente con el entorno.

Ésta es una gramínea nativa, de amplia distribución en América, donde ha cumplido un importante papel ambiental, sociocultural y económico, se encuentra ocupando áreas aledañas a ríos y quebradas, y en los valles entre montañas formando asociaciones llamadas Chusqueales".

Figura 1: Chusqueal



En el departamento de Tarija se encuentra ampliamente distribuida, conformando rodales (chusqueales) casi puros que cumplen indiscutible efecto protector sobre el suelo, las aguas y las rondas de los ríos, contribuyendo a su recuperación y conservación.

Se llama chusquín a los brotes en forma de ramillas que salen de la planta madre cuando ha sido cortada, estas pequeñas plántulas están

unidas mediante raíces al rizoma madre por convergencia a una profundidad aproximada de 15 cm. Los tallos del chusquín son delgados con alturas entre 10 y 40 cm.

También, se dice que un chusquín es una degradación del cultivo, lo cierto es que estas pequeñas plántulas las encontramos en cultivos de bosques húmedos, donde la planta madre dará origen a un pequeño hijo, o en la mayoría de los casos, por efecto de la humedad y altas temperaturas, las yemas se activan y dan origen a un gran número de plántulas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El material que se utilizó para los ensayos fue extraído de la cordillera de Sama, de la localidad de San Pedro de Sola, municipio de Cercado, departamento de Tarija.

Esta cordillera está ubicada a una altitud que va desde los 1800 m.s.n.m. hasta altitudes mayores a los 3000 m.s.n.m., con una temperatura media anual que va desde los 8 a 14 °C, el clima de la región es frío a templado, según la variación altitudinal, con una precipitación que se encuentra en un rango aproximado de 715 a 1250 mm anuales (INIBREH 2011)

Identificación de la Especie

La caña brava posee un amplio rango de distribución geográfica, crece con temperaturas muy variables que van desde los 16°C hasta los 36°C. No es muy exigente en el tipo de suelo, es cilíndrica maciza con diámetros cercanos a 4cm, con entrenudos que en la base son cortos y a medida que va creciendo se van alargando, la altura que llega alcanzar en su crecimiento supera los 4 metros sin tener una deformación aparente.

La identificación de la caña brava fue realizada en el Herbario de la Universidad Juan Misael Saracho, en la ciudad de Tarija, las muestras no contaban con flores debido a la época de recolección por lo que sólo se llegó al nivel de género:

| Clasificación Científica | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Tracheophytae |
| Subdivisión | Anthophyta |
| Clase | Angiospermae |
| Subclase | Monocotiledoneae |
| Orden | Poales |
| Familia | Poaceae |
| Subfamilia | Bambusoideae |
| Supertribu | Bambusodae |
| Tribu | Bambuseae |
| Subtribu | Chusqueinae |
| Género | Chusquea |
| Variedad | Bicolor |
| Forma | Castilla, Cebolla, Cotuda, Rayada |
| Nombre Científico | Chusquea Sp |

Londoño (2006)

Selección de la Muestra

Los culmos de chusquea fueron seleccionados antes de realizar el corte previo examen del lugar e identificación del chusqueal considerando los siguientes parámetros:

- Selección de los diámetros mayores.
- Altura total de la chusquea.
- Estado sano y libres de cualquier defecto.
- Rectitud de la caña, que no presente inclinaciones o torcimiento espiral.
- Distribución de nudo a nudo.

Corte de la chusquea

Previamente a la realización del corte, se obtuvo la autorización del SERNAP y se siguieron las siguientes especificaciones:

- Cortar sólo los culmos previamente seleccionados.
- El corte con machete debe ser por encima del primer o segundo nudo ubicado a unos 30 centímetros sobre el suelo, con el fin de facilitar la regeneración.
- Una de las cañas extraídas será utilizada para la determinación de su especie, la misma inmediatamente después del corte debe colocarse lo más vertical posible, con sus ramas y hojas.
- El resto serán cortadas para facilitar su transporte, se trasladarán al lugar de trabajo procediéndose a su marcación.

Secado y Almacenamiento

Para evitar deformaciones después de la cosecha de la chusquea extraída, los culmos se almacenaron ligeramente inclinados, libres de contacto con el suelo, sobre plataformas de secado en un lugar con sombra y protegido de la lluvia por un periodo de 3 a 5 semanas hasta alcanzar un contenido de humedad estable.

La duración de secado al aire libre depende de factores climáticos (temperatura, humedad relativa y velocidad del aire) y de las características propias de las chusqueas, (diámetro, espesor de pared, contenido de humedad, edad, posición del tramo con respecto a la longitud y sitio), por lo que no se puede establecer un proceso normalizado.

Determinación de las propiedades físicas de la chusquea

Los ensayos de las propiedades físicas se los realizaron en el estado seco al aire y son los siguientes:

- Peso Específico
- Contenido de Humedad

Contenido de Humedad

La determinación del contenido de humedad, se practicó según la norma COPANT 460 "Método por pesadas o secado en estufa", para cada una de las probetas, para la aplicación de este método se utilizó una balanza eléctrica de 0,01 gr de precisión y una estufa eléctrica prevista de termostato para el control de temperaturas entre "30°C; 70°C; 101°C" $\pm 2^\circ\text{C}$, (Figura 2). De acuerdo a la normativa utilizada las muestras deberán ir secando de manera paulatina hasta que alcancen la humedad del 12%.

Figura 2: Determinación del contenido de humedad



Luego de haber materializado la ruptura de la probeta en todos los ensayos de propiedades mecánicas practicados, de la parte más cercana a la falla o ruptura, se extrajo una galleta de 3 cm de ancho para verificar el contenido de humedad.

Peso específico aparente

Según las Normas COPANT 461 el peso específico aparente, es el cociente entre el peso y el volumen, ambos a un delimitado contenido de humedad. Se determinó el peso en gramos por la lectura de la balanza y el volumen por el método de medición indirecta por inmersión en agua (Figura 3). Con este ensayo lo que se obtiene es la densidad, que es una importante característica física de un material.

Figura 3: Determinación del peso específico aparente.



Determinación de las propiedades mecánicas de la chusquea

Flexión estática

El presente ensayo fue determinado según las normas COPANT 455 para lo cual las probetas se encontraban en estado seco al aire, antes del ensayo se tomaron las medidas de cada probeta, es decir se midió el diámetro de cada probeta, como así también cada una de ellas tiene una longitud de 70 cm.

Posteriormente se procedió a ubicar una a una las probetas en la prensa de ensayos, dicha probeta fue colocada entre 2 apoyos cilíndricos con una luz de 35 cm, dejando un sobrante a cada lado de 17,5 cm para lograr un área de mayor contacto, se aplicó en la parte central de la probeta una carga externa en dirección perpendicular a las fibras (Figura 4) con una velocidad constante de 2,5 mm/min. Se midieron las cargas aplicadas y las hasta el límite de ruptura y su deflexión correspondiente.

Figura 4: Flexión estática



Compresión paralela a las fibras sin nudo

Se realizó de acuerdo a las normas COPANT 464, según esta norma las probetas tienen las dimensiones de 5 * 5 cm de sección transversal y 15 cm de longitud. En el caso de la Chusquea, al ser de diámetros variables las probetas para la realización del presente ensayo se prepararon en función al diámetro con una longitud equivalente al triple del mismo, se utilizaron probetas libres de nudos.

Se acondicionó la máquina universal de ensayos con la base fija en la parte inferior y el plato móvil en la parte superior, para compensar posibles fallas de la horizontalidad del corte de la probeta y se aplicó, sobre la sección transversal de la probeta, una carga externa continua con una velocidad constante de 0,5 mm/min; a través del deflectómetro se midió la deformación producida hasta el punto de ruptura

Figura 5: Compresión paralela a las fibras sin nudo



Compresión paralela a las fibras con nudo

Este ensayo se realizó con la Norma COPANT 464, con los mismos criterios del ensayo de compresión paralela a las fibras sin nudo, siendo la diferencia en este ensayo que se trabajó con probetas que contienen nudos (Figura 6).

Figura 6: Compresión paralela a las fibras con nudo



Tracción paralela a las fibras

Se efectuó de acuerdo a la norma COPANT 742, según esta norma las probetas tienen las dimensiones de 5 * 5 cm de sección transversal y 50 cm de longitud. Debido a que las mordazas para este ensayo no sujetaban bien las probetas de sección circular, éstas tuvieron que aserrarse hasta obtener una sección rectangular para lograr efectividad. Se aplicó sobre cada una de las probetas una fuerza externa continúa de tal manera que vaya estirando nuestra caña sometiéndola al esfuerzo de tracción, con una velocidad constante de 0,5 mm/min; a través del deflectómetro se midió la deformación producida por la probeta y se registró la carga que fue aplicada hasta producir la ruptura de la probeta (Figura 7).

Figura 7: Tracción paralela a las fibras



Análisis Estadístico

Para este proyecto se adoptó como modelo estadístico la distribución t de Student.

RESULTADOS

El análisis estadístico mediante la t de Student nos permitió asegurar la confiabilidad de nuestras probetas en un 95%, lo que avala la validez de los resultados obtenidos.

Los culmos seleccionados permitieron obtener probetas con diámetros entre los 3,7 cm a 3 cm en la parte basal, 2,9 cm a 2,6 cm en la parte media y 2,5 cm a 1,8 cm en la parte apical.

Propiedades Físicas

Tabla N° 1: Contenido de humedad

| Ensayo | Promedio X(%) | Desv. Est. S | Moda Mo | Característica C |
|--------------------------------------|---------------|--------------|---------|------------------|
| Flexión estática | 12,0972 | 0,1203 | 12,0430 | 0,0179 |
| Comp. paralela a las fibras sin nudo | 12,1084 | 0,1323 | 12,0488 | 0,0197 |
| Comp. paralela a las fibras con nudo | 12,1219 | 0,2208 | 12,0225 | 0,0329 |
| Tracción paralela a las fibras | 12,1127 | 0,0853 | 12,0742 | 0,0127 |
| Extracción de clavos | 12,1041 | 0,0872 | 12,0648 | 0,0129 |

De acuerdo a la norma COPANT 460, las probetas para realizar los ensayos deben encontrarse con un contenido de humedad cercano al 12 %, de acuerdo a los resultados obtenidos en las probetas para los distintos ensayos, podemos observar que se ha cumplido este parámetro.

Peso específico aparente

Este ensayo nos permite obtener los valores de densidad del material en estudio.

Tabla N° 2 : Peso específico

| Ensayo | Promedio X (gr/cm3) | Desv. Estánd S | Moda Mo | Característica C |
|--------------------------|---------------------|----------------|---------|------------------|
| Peso específico aparente | 0,689 | 0,0581 | 0,663 | 0,157 |

Podemos apreciar que este material sería considerado como madera blanda, puede ser

muy bien utilizado en carpintería y mueblería decorativa entre otros usos.

Propiedades Mecánicas

Flexión Estática

Se obtuvieron los siguientes resultados considerando probetas de las diferentes partes del culmo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, observamos que la parte basal de la chusquea *sp* ofrece la mayor resistencia a la tracción por tratarse de diámetros mayores, aunque es importante mencionar que la parte media alcanza resistencias bastante similares a la parte basal.

Tabla N° 3: Flexión estática

| Ensayo | Estado "Seco al aire" | |
|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Flexión estática "Parte Basal" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 59,10 N/mm ² | 602,82 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 67,64 N/mm ² | 689,99 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 6503,953 N/mm ² | 66340,328 kg/cm ² |
| Flexión estática "Parte Media" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 55,18 N/mm ² | 562,836 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 63,51 N/mm ² | 647,802 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 6466.154 N/mm ² | 65954,771 kg/cm ² |
| Flexión estática "Parte Alta" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 40,90 N/mm ² | 417,18 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 52,29 N/mm ² | 533,36 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 5185,622 N/mm ² | 52893,345 kg/cm ² |

Compresión Paralela a las Fibras

Se han considerado dos tipos de probetas de acuerdo a la presencia o ausencia de nudos, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla N° 4: Compresión paralela a las fibras sin nudo.

| Ensayo | Estado "Seco al aire" | |
|--|---------------------------|-----------------------------|
| Compresión paralela a las fibras sin nudo "Parte Basal" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 26,22 N/mm ² | 267,44 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 31,66 N/mm ² | 322,98 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 5061,77 N/mm ² | 51630,11 kg/cm ² |
| Compresión paralela a las fibras sin nudo "Parte Media" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 24,85 N/mm ² | 253,47 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 27,34 N/mm ² | 278,86 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 4240,61 N/mm ² | 43254,26 kg/cm ² |
| Compresión paralela a las fibras sin nudo "Parte Alta" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 20,70 N/mm ² | 211,14 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 25,76 N/mm ² | 262,75 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 3812,15 N/mm ² | 38883,98 kg/cm ² |

Tabla N°5: Compresión paralela a las fibras con nudo.

| Ensayo | Estado "Seco al aire" | |
|--|---------------------------|-----------------------------|
| Compresión paralela a las fibras con nudo "Parte Basal" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 28,00 N/mm ² | 285,60 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 32,32 N/mm ² | 329,72 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 6086,95 N/mm ² | 62086,95 kg/cm ² |
| Compresión paralela a las fibras con nudo "Parte Media" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 26,30 N/mm ² | 268,26 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 29,04 N/mm ² | 296,21 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 6018,31 N/mm ² | 61386,73 kg/cm ² |
| Compresión paralela a las fibras con nudo "Parte Alta" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 23,85 N/mm ² | 243,27 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 28,61 N/mm ² | 291,82 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 5470,18 N/mm ² | 55795,87 kg/cm ² |

De las tablas 4 y 5 podemos deducir que la parte basal de la chusquea, tiene mayor resistencia a la compresión paralela a las fibras siendo ésta una buena resistencia. Es interesante notar que las probetas con un nudo presentan más resistencia.

Tracción Paralela a las fibras

Tabla N° 6: Tracción Paralela a la Fibra.

| Ensayo | Estado "Seco al aire" | |
|---|---------------------------|-----------------------------|
| Tracción paralela a las fibras "Parte Basal" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 52,15 N/mm ² | 531,93 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 67,04 N/mm ² | 683,81 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 6518,75 N/mm ² | 66491,25 kg/cm ² |
| Tracción paralela a las fibras "Parte Media" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 48,60 N/mm ² | 495,72 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 54,46 N/mm ² | 555,49 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 5522,73 N/mm ² | 56331,82 kg/cm ² |
| Tracción paralela a las fibras "Parte Alta" | | |
| Esfuerzo al límite proporcional (ELP) | 28,35 N/mm ² | 289,17 kg/cm ² |
| Esfuerzo máximo (MOR) | 36,45 N/mm ² | 371,79 kg/cm ² |
| Módulo de elasticidad (MOE) | 4962,19 N/mm ² | 50614,37 kg/cm ² |

Extracción de Clavos

Tabla N° 7: Extracción de clavos.

| Ensayo | Promedio X | Desv. Están. S | Moda Mo | Característica C |
|------------------------------------|------------|----------------|---------|------------------|
| Extracción de Clavos Perpendicular | 244,095 | 11,387 | 238,971 | 0,086 |
| Extracción de Clavos Longitudinal | 240,200 | 13,262 | 234,232 | 0,102 |

Este ensayo nos permite apreciar el comportamiento de la chusquea para realizar uniones.

De acuerdo a los resultados obtenidos observamos que la extracción de clavos de forma perpendicular a las fibras, presenta mayor resistencia que de forma longitudinal, aunque en ambos casos la resistencia es media, por lo que se recomienda buscar otro de uniones.

CONCLUSIONES

Este estudio nos permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- La determinación de las propiedades físico-mecánicas de la especie de bambú *Chusquea sp.*, es la primera investigación en su género realizada en nuestro país empleando las normativas Copant aplicada a productos no maderables.
- De los ensayos realizados; flexión estática, compresión paralela a las fibras sin nudo, compresión paralela a las fibras con nudo, tracción paralela a las fibras, por su resistencia al módulo de ruptura de cada uno de ellos, tanto de la parte basal, media, y alta respectivamente, y comparándola con la clasificación de productos maderables y no maderables según sus propiedades (Antonio Arostegui 1975), se la clasifica como producto no maderable de resistencia media.
- Por las características obtenidas en el presente estudio, se puede mencionar que dicha caña obtuvo valores de esfuerzo admisible que se encuentran entre el rango de una madera tipo A y tipo B los cuales pertenecen a maderas duras y medianamente duras.
- Empleando los valores obtenidos en este estudio, sobre las propiedades físico-mecánicas de la *Chusquea sp.*, se recomienda su uso en estructuras reticulares, elementos torneados (barandas y pasamanos), marcos de puertas, ventanas, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- AACHEN, R. Mechanical properties of bamboo (2002).
- BAMBÚ-GUAZÚEI bambú guadua: El bambú en el mundo, Argentina (s/f), Bambú-Guazú.
- CRUZ DIONICIO Tecnología de la madera Tarija 2004
- HUTCHISON, J Oro verde de Asia (2002)
- LINDHOLM, M. Y PALM, S. Guadua Chacoensis in Bolivia -an investigation of mechanical properties of a bamboo species (2007).
- INIBREH, Atlas ecotemático de la cuenca del río Tolomosa (2011)
- LONDOÑO, X. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo, Santa Fe de Bogotá (2002), Universidad Nacional de Colombia.
- NORMATIVA COPANT Ensayos de propiedades físicas y mecánicas de productos “Maderables y no maderables” Catálogo de Normas Copant, La Paz Bolivia, (1974)
- OBERMANM, T. Y LAUDE, R. Bambú: recurso sostenible para estructuras espaciales, Universidad Nacional de Colombia (2004).
- PADT-REFORT Manual de diseño para maderas del grupo andino (4 Edición), Colombia (1984), Junta del acuerdo de Cartagena.
- URIOSTE, G Tacuabol, Santa Cruz, Bolivia (2005)
- VELA GALVEZ, L “Los bambús”, México 1986
- VELEZ, G. El humilde bambú “Acero vegetal”, segundo congreso virtual de arquitectura, Caracas, Venezuela (2001).

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS DE REVISIÓN

EXPERIENCIA DE AUTOEVALUACIÓN EN LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Ramos Mejía, Sebastián¹

¹Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”

Correo electrónico: sebasrm@uajms.edu.bo

RESUMEN

Cuando se habla de formación profesional en las universidades, se relaciona de manera casi natural, la calidad de la educación con un seguimiento pormenorizado de las actividades en el proceso enseñanza aprendizaje y de la logística material y normativa que garantice el logro del perfil profesional. En este sentido, la carrera de Ingeniería Forestal de Tarija, encara los procesos de autoevaluación y acreditación para adoptar medidas de mejora en los procesos de enseñanza aprendizaje, investigación e interacción social. Sin embargo, es importante remarcar que la calidad en la educación no solo se garantiza cuando se obtiene una acreditación, sino que va desde la identificación de las demandas educativas del contexto hasta las estrategias de mejora para formar profesionales capaces de tener un desempeño idóneo en la sociedad, aun sin el certificado de acreditación. Con esta intención, se presenta el proceso de autoevaluación de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho resaltando la importancia de este proceso como instrumento para detectar fortalezas y debilidades que se deben superar, adicionalmente se pretende también enfatizar los compromisos que se adquieren a través del plan de mejoras para enmendar las debilidades del proceso formativo.

PALABRAS CLAVE

Autoevaluación, acreditación, calidad de la educación, ingeniería forestal.

INTRODUCCIÓN

Este artículo pretende responder a la necesidad de asegurar que los estudiantes graduados de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de Tarija, Bolivia, estén debidamente preparados para insertarse al mercado laboral sin dificultad. Aunque, cabe hacer notar que la formación forestal ha estado opacada, hasta cuestionada por algunos actores de la sociedad, desde aspectos académicos hasta ambientales, entre ellos resalta la difícil tarea de incorporar a su campo laboral la dimensión ecológica de las actividades de aprovechamiento forestal y su impacto negativo al bosque.

Con esta preocupación, la carrera inicia en la gestión 2016, una vez más, un proceso de autoevaluación con fines de acreditación, con el compromiso de autoridades, docentes y estudiantes de impulsar el fortalecimiento académico y la mejora continua de la calidad. Durante este proceso, se fueron identificando fortalezas y debilidades, que se constituyeron en insumos importantes para preparar el plan de mejoras.

METODOLOGÍA

Conceptualizamos la autoevaluación como el proceso de recoger e interpretar, de manera formal y sistemática, la información pertinente sobre la situación actual de la carrera, para luego, emitir juicios de valor a partir de esa información, que a la vez servirán para tomar decisiones conducentes a mantener los aspectos positivos y superar las debilidades. Dicho de otro modo, la autoevaluación permite analizar la situación actual de la carrera de manera integral, distinguiendo con claridad cuáles son sus fortalezas y debilidades y cuáles son las áreas que requieren mejora prioritaria.

Esquema metodológico del proceso de autoevaluación de la carrera de Ingeniería Forestal – UA/MS



El modelo utilizado estuvo constituido por 10 áreas (ámbitos) y 53 indicadores.

1. Normas jurídicas e institucionales.
2. Misión y objetivos.
3. Planes de estudio.
4. Administración y gestión académica.

5. Docentes.
6. Estudiantes.
7. Investigación e interacción social.
8. Recursos educativos.
9. Administración financiera.
10. Infraestructura

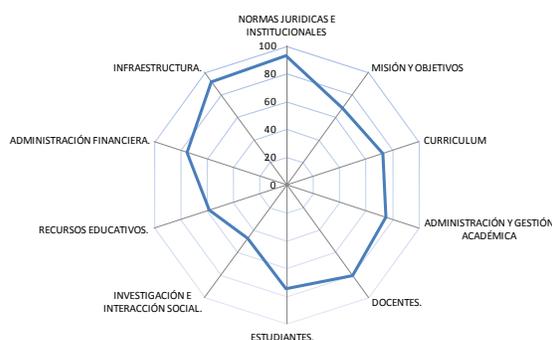
Para recabar la información se han considerado como fuentes de información directas la opiniones de autoridades, docentes, estudiantes, titulados y personal de apoyo administrativo, recogidos a través de encuestas y entrevistas, también se contó con fuentes de información documentales, como ser: Informe anterior de autoevaluación, estatuto orgánico de la universidad, plan de desarrollo institucional, plan de desarrollo facultativo, plan de estudios, planes globales por asignatura, reglamentos, manuales de organización y otros. Finalmente se recabó la información física por observación directa de la infraestructura, de laboratorios, gabinetes, talleres, bibliotecas, salas de computación, incluido su correspondiente equipamiento, centros experimentales, etc. Los criterios de análisis de cada área y sus indicadores respectivos, fueron: existencia, pertinencia, eficiencia y eficacia.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Autoevaluación 2011

La autoevaluación efectuada en la gestión 2011, detectó deficiencias en políticas y lineamientos de investigación e interacción, deficiente equipamiento de laboratorios, insuficiente asignación presupuestaria a la carrera, considerando que la formación profesional requiere una fuerte capacitación práctica además de otras debilidades, cuyos resultados se resumen en la siguiente gráfica:

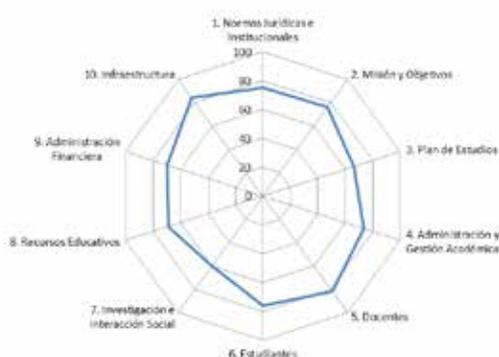
Roseta de promedios del proceso de autoevaluación gestión 2011



Autoevaluación 2016

Conscientes de haber mejorado en varios aspectos académicos desde la primera evaluación, la carrera efectúa nuevamente su autoevaluación, en los términos y procedimientos definidos por el Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana (CEUB), para Carreras y Programas de Formación Profesional a nivel Licenciatura en Bolivia.

Roseta de Promedios del proceso de autoevaluación gestión 2016



Aunque hubo mejoras en la infraestructura y en la dotación de equipos audiovisuales a los docentes para el desarrollo de sus clases usando las NTIC, estos resultados reflejan que la carrera presenta debilidades, que en su mayoría son de carácter institucional; como la insuficiente asignación de recursos económicos para atender las necesidades y prioridades académicas y de investigación, un equipamiento deficiente de los laboratorios que repercute en la calidad

de la formación profesional. Por otra parte, se evidencia la ausencia de aliados estratégicos del sector productivo que participen en la formación profesional, falta de convenios para acceder a bibliotecas virtuales y centros informáticos que faciliten el acceso a información técnica y especializada, tampoco existen estrategias para la generación de recursos propios, finalmente existe la necesidad de encarar el proceso de rediseño curricular para responder con pertinencia al avance de la ciencia y a los requerimientos de la sociedad.

CONCLUSIONES.

La carrera tiene muchas fortalezas, pero también tiene debilidades que repercuten en la calidad de la formación profesional, que deben ser atendidas y subsanadas como se indica en el plan de mejoras. No obstante esta situación, la valoración sobre las condiciones actuales de funcionamiento y tomando en cuenta el promedio ponderado general del proceso de autoevaluación, se concluye que el proceso formativo en la carrera de Ingeniería Forestal de la UAJMS, se califica como funcionamiento en condiciones buenas.

BIBLIOGRAFÍA.

- CEUB. 2006. Evaluación y acreditación de programas de ingeniería. La Paz, Bolivia
- Daza R. y Roca V. 2011. Estudio de la educación superior en Bolivia. Centro Universitarios de Desarrollo.
- Tapia M. y Ramírez A. 2017. La Universidad pública en Bolivia frente a los desafíos de su reforma. CIDES – UMSA. La Paz Bolivia
- UAJMS. 2016. Informe de autoevaluación de la carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Tarija, Bolivia

IMPLEMENTACIÓN DE UNA GACETA AMBIENTAL EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA COMO HERRAMIENTA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA INFORMACIÓN

Sanchez Mancilla Estela Ines

Correo electrónico: emis180@hotmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se ha compilado y sintetizado el derecho al acceso a la información ambiental como un requisito indispensable para la participación ciudadana en la gestión ambiental.

Se ha descrito sobre las normas internacionales que generaron, en torno a ellas, disposiciones que regulan y fomentan la participación de la ciudadanía en asuntos públicos especialmente ambientales, lo que exige la disponibilidad de la información, la misma que se sugiere sea brindada a través de una plataforma virtual aplicada desde el departamento de Tarija, para toda persona interesada en adquirir información de calidad y sistematizada sobre proyectos y acciones que de una u otra forma tienen impacto sobre el medio ambiente y por ende en la salud.

PALABRAS CLAVE

Información ambiental, gestión ambiental, gaceta ambiental, participación ciudadana.

INTRODUCCIÓN

El acceso a la información pública es un derecho establecido en la Constitución Política del Estado y en los principales instrumentos internacionales de medio ambiente donde se reconoce la importancia del acceso a la información pública ambiental como uno de los pilares del derecho de cada persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su salud y su bienestar. Los avances

tecnológicos y el acceso a la internet permiten digitalizar la información a través de plataformas virtuales accesibles a todo usuario.

El objetivo de la presente investigación es la implementación de una gaceta virtual ambiental en el departamento de Tarija que permitirá a la población ejercer su derecho a la información y participación en la gestión ambiental y la protección del medio ambiente y además a las autoridades ambientales competentes demostrar mediante la información transparencia en la gestión pública ambiental.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la presente investigación fue la de revisión bibliográfica y el análisis de contenidos de documentos tanto nacionales como internacionales, lo que permitió generar la siguiente propuesta.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Gestión Ambiental

Según la definición tomada del portal virtual de la universidad autónoma de Madrid, la gestión ambiental es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales (Madrid, 2017).

En Bolivia, el Reglamento General de Gestión Ambiental en su artículo 2 define a la gestión

ambiental como el “conjunto de decisiones y actividades concomitantes orientadas a los fines del desarrollo sostenible”

Desarrollo Sostenible

En 1987 con el informe ‘Nuestro futuro común’, más conocido como Informe Brundtland, se populariza el concepto de desarrollo sostenible como “el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Segura), sin embargo en la denominada Cumbre de Río (1992) que tuvo mayor apoyo político por los líderes mundiales, éstos asumieron la definición del desarrollo sostenible como aquél “desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”.

En el país, el concepto del desarrollo sostenible, como modelo de desarrollo a alcanzar, la planificación y gestión ambiental han sido incorporados a través de la Ley del Medio Ambiente, está descrito en el artículo 2 de la referida norma como: “... el proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras”

Derecho a la Información

En toda sociedad en avance, se considera el derecho a la información como un pilar fundamental de un Estado de derecho; condición sin la cual no podría existir, ya que éste a su vez garantiza la libertad de pensamiento. En consecuencia, sin derecho a la información tampoco podría ejercerse el control ciudadano de la gestión pública en todos sus ámbitos (Pan).

Ahora bien, el derecho de acceso a la información

ambiental es la prerrogativa de toda persona sin distinción de condición a solicitar información pública sobre las políticas, normas, medidas, obras y actividades que pudieran afectar, directa o indirectamente el ambiente (Perú, 2005) para su conocimiento y ejercicio de sus derechos, entre ellos, el derecho a un medio ambiente sano y a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones.

En Bolivia, la Constitución Política del Estado vigente garantiza y consagra el derecho de la información y bajo ese marco normativo se han aprobado normas sustantivas que reflejan este derecho.

Asimismo lo hace la Ley de Participación y Control Social que en su cuerpo establece como derechos de la sociedad civil organizada el acceso a la información desde los órganos del estado y las entidades privadas que administran recursos fiscales y/o recursos naturales (Asamblea Legislativa Plurinacional de Bolivia, 2013) con el objeto de garantizar y promover la participación ciudadana en el apropiado manejo de los recursos públicos del estado.

Participación Ciudadana

Jurídicamente la “participación” está definida como la acción y efecto de participar, de tener una parte en una cosa o tocarle algo de ella. (Ossorio, 2008) La participación se encuentra estrechamente ligada a la información, en el caso de la presente investigación está en relación al derecho de acceso a la información ambiental para lograr una participación responsable y eficaz.

La participación ciudadana es la intervención de los ciudadanos, en forma individual u organizada, en actividades públicas dirigidas a contribuir a la eficiencia de la gestión pública, la transparencia

de la información y gestión pública, la rendición de cuentas de los servidores públicos y a incidir e influir en la toma de decisiones para el logro del bien común. Es un derecho y a la vez un deber que tienen todos los ciudadanos al formar parte de la vida social y política de su comunidad y de su país (Adultos, 2005).

En materia ambiental, la participación ciudadana se encuentra normada en la Constitución Política del Estado de Bolivia en su art. 343, el art. 92 de la Ley N° 1333 estableciéndose como un derecho que le faculta a ejercitar acciones legales en defensa del derecho al medio ambiente.

Transparencia

El acceso a la información y su difusión favorecen a la transparencia, que está íntimamente ligada con los conceptos de ética, claridad, moral pública, honestidad, exposición, e información entre otros, más aún cuando el responsable directo es el funcionario público.

La Ley N° 341, define a la transparencia como un principio esencial y en su art. 4 como “el manejo honesto y adecuado de los recursos públicos, así como la facilitación de información pública desde los órganos del estado y las entidades privadas que administran recursos fiscales y/o recursos naturales, de forma veraz, oportuna, comprensible y confiable”.

Para lograr transparencia en la gestión ambiental se debe lograr un acercamiento e involucramiento de la sociedad civil, con el acceso a la información ambiental, para que los administradores del gobierno cuiden sus acciones respecto a desastres ambientales fortaleciendo la gestión a través de los pilares básicos que integran convenios internacionales sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, de la información, la participación y el acceso a la justicia.

Plataforma Virtual

La plataforma virtual ambiental es una herramienta que permite el acceso fácil y visualización de la temática ambiental, entre ellas legislación o normatividad nacional e internacional, guías ambientales, información científica y técnica, publicaciones periódicas y demás herramientas de la gestión ambiental, para lograr una participación de la sociedad civil.

Información ambiental en Bolivia

La información ambiental en Bolivia ha sido muy restringida porque no se encontraba disponible para cualquiera que la requiriese, si bien existen varias organizaciones ambientalistas que cuentan con una página web en la que publican artículos de temática ambiental, no brindan información sobre trámites, monitoreos, ni auditorías. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través del Viceministerio de Medio Ambiente, dispuso la creación del Centro de Documentación en Calidad Ambiental (CEDOCA) que está abierto al público en su página web, este portal permite consultar sólo a una referencia del proyecto y su estado.

A nivel departamental existen varias organizaciones e instituciones que desarrollan trabajos en materia ambiental, las mismas cuentan con sus respectivas páginas web e incluso revistas ambientales que relatan sobre problemas ambientales y logros, así como la información generada desde sus actividades desarrolladas en el departamento, pero no se cuenta con un portal virtual que proporcione la información ambiental completa clara y precisa de los trámites y requisitos que se llevan a cabo en materia ambiental.

La participación social en la Gestión Ambiental

A partir de la cumbre de Rio (1992) la participación ciudadana en la gestión ambiental fue impulsada por el principio 10, entendiéndose como gestión ambiental en su sentido amplio “la formulación de políticas, regulaciones y acciones de manejo de los recursos naturales, incluye el ámbito estatal, pero incorpora también el ámbito de las iniciativas particulares y comunitarias” (Aguirre, 2001).

En este contexto, la participación ciudadana informada y formada en el manejo de los recursos naturales renovables para su conservación es de relevante importancia, así como en el monitoreo, la vigilancia y el control sobre las actividades que provocan impactos que deterioran la calidad ambiental, pues de nada sirve la participación social si no se producen cambios en aquellas prácticas productivas que son responsables de la contaminación del aire, del agua o del suelo y que causan graves daños a la salud de la población urbana y rural.

La información ambiental para el desarrollo sostenible

La Agenda 2030 adoptada por la ONU para el desarrollo sostenible, conlleva la necesidad ineludible de contar con más y mejor información, para poder alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible hay que disponer de información confiable, oportuna y accesible, permite avanzar en cuanto a disponibilidad y calidad de información para el desarrollo sostenible, en particular, el acceso y el uso de datos masivos y abiertos así como la aplicación de métodos experimentales para diseñar y evaluar políticas públicas. (Argentina, 2017).

Con la información a disposición de todos, la participación social activa como indican Guillen,

A., M.H. Badii, M. Blanco & K. Sáenz “el ciudadano que cree que puede comprender y aprender el funcionamiento del sistema es quien va a buscar la información y, como consecuencia, será muy probablemente también el ciudadano políticamente involucrado”.

Del acceso a la información virtual

De acuerdo con los resultados obtenidos por la Agencia de Gobierno Electrónico y Tecnologías de Información y Comunicación (AGETIC) dependiente del Ministerio de la Presidencia de la Encuesta Nacional de Opinión sobre Tecnologías de Información y Comunicación, el 67.5% de la población boliviana, de 14 años o más, es internauta (<https://agetec.gob.bo>, 2017), lo que demuestra que en Bolivia la población tiene acceso a la internet y a través de ella a la información publicada mediante portales; muchos de los ciudadanos sin embargo, dependen directamente de la información objetiva que se tenga para emitir un juicio crítico o no y de que se encuentren en posibilidades de tomar decisiones, generar ciudadanía y por último, involucrarse en el desarrollo de la democracia y por ende en el caso del Medio Ambiente su protección y conservación.

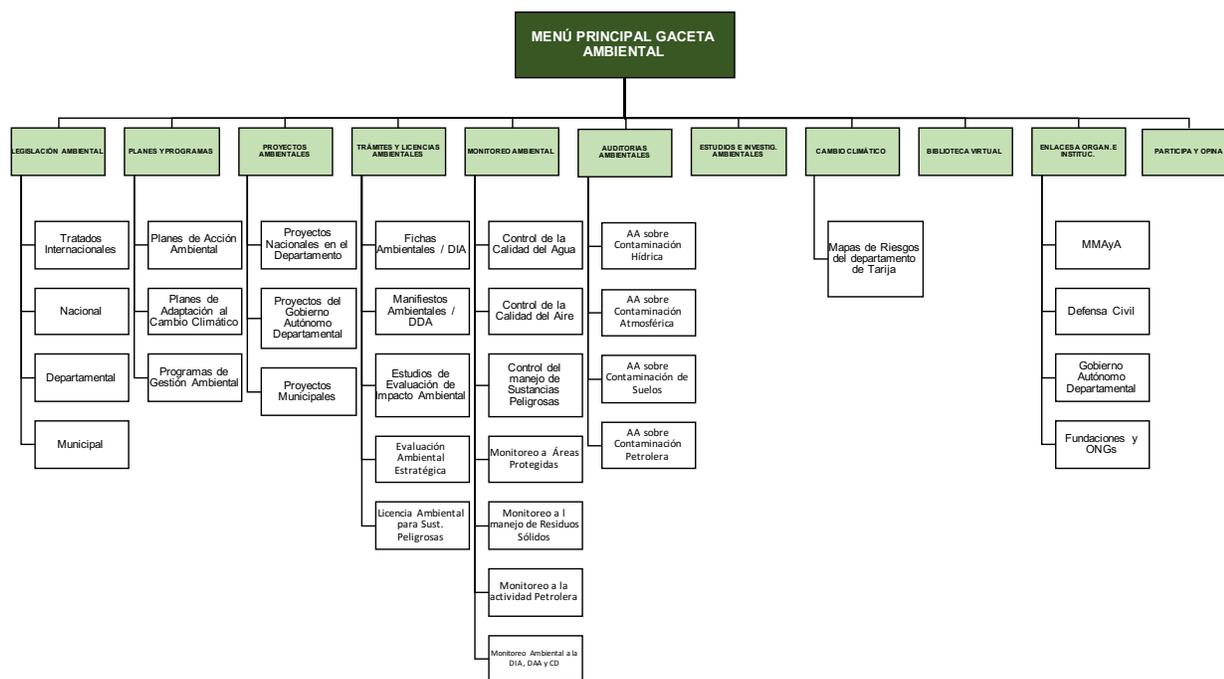
Para promover la participación ciudadana la red de internet es una herramienta importante, la labor de la población es investigar, contar con información de calidad para lograr una participación efectiva, activa y que sus preocupaciones y aspiraciones se reflejen en la toma de decisiones de las autoridades.

Propuesta de contenido de la plataforma virtual ambiental

La propuesta contiene once menús relacionados entre sí que agrupan un conjunto de temas articulados de tal manera que el usuario que

accede a la información pueda seleccionar en primera instancia un tema genérico, luego continúe seleccionando uno más específico y finalmente encuentre la información buscada en un listado que se filtre de acuerdo a los criterios de selección.

En la siguiente figura se resume el contenido del menú principal de la plataforma virtual hasta el nivel de acceso al tema específico para encontrar la información del documento buscado.



Menú I. Legislación ambiental

Opera como un compendio de la legislación ambiental en Bolivia donde se puede acceder a las distintas disposiciones legales ambientales emitidas por los diferentes niveles de gobierno, incluye lo internacional donde el país compromete su concurso.

Los Tratados Internacionales, son acuerdos escritos entre estados y otros sujetos de derecho internacional, donde cada uno se compromete a su implementación y al cumplimiento obligatorio de una temática específica validando internamente a través de una ley o decreto que reconoce la plena validez en el país suscribiente. Entre estos, se insertarán los tratados, protocolos, convenios internacionales, acuerdos o declaraciones que

mayor repercusión tengan en el territorio nacional.

En cuanto a la Legislación Nacional se registrará desde la Constitución Política del Estado hasta la reglamentación específica de leyes y decretos referidos a los distintos temas del Medio Ambiente y relacionados a él, la Ley 1333 sus reglamentos específicos y la normativa conexas. En el submenú de Legislación departamental, en vista de que los niveles subnacionales tienen potestad legislativa, las disposiciones que estén referidas o relacionadas a la temática ambiental, serán insertadas cronológicamente. La Legislación Municipal, de forma similar al anterior nivel, se registrarán en el portal todas las disposiciones en materia o en relación con el medio ambiente, recursos naturales, cambio climático o gestión de

riesgos que sean emitidas por los once gobiernos autónomos municipales del departamento.

Menú 2. Planes y programas

Los Planes y Programas con contenido ambiental ya formulados o a emitirse, serán registrados en este sector de la plataforma, han sido organizados de esta manera: Planes de Acción Ambiental, se pretende un registro de aquellos planes diseñados en los niveles central, departamental y/o municipal que deban ser conocidos por la población usuaria de la plataforma. El énfasis será en aquellos formulados para los municipios de Tarija o para el departamento entero. Los Planes de Adaptación al Cambio Climático, donde las instituciones públicas o privadas generan propuestas para paliar sus efectos en algunas regiones del departamento; es de interés registrarlos para difundir experiencias y replicarlas en otras regiones. Los Programas de Gestión Ambiental, aun siendo una necesidad formularlos en el espacio municipal, no se conoce de la existencia de uno de ellos, salvo a nivel de tesis de grado cuyas propuestas son rescatables y amerita registrarlos una vez que el municipio considerado se apropie y decida su implementación.

Menú 3. Proyectos ambientales

Se pretende hacer un registro de aquellos que, por su cobertura, se ubiquen en el espacio nacional con repercusión departamental donde quede bien identificado el problema ambiental y la solución propuesta. Los proyectos ambientales formulados desde la gobernación de Tarija serán registrados en el portal cronológicamente. De la misma manera, los proyectos formulados en el espacio municipal con contenido ambiental se registrarán en la base de datos en el sector que le corresponde. Es de interés efectuarlo por cuanto se dará a conocer a la población las

iniciativas formuladas y el avance de estos en su implementación.

Menú 4. Trámites

Este es un espacio donde se pretende socializar el contenido y el estado de los trámites generados en el departamento, emergentes de las actividades, obras o proyectos formulados que iniciaron gestiones para obtener la licencia ambiental que posibilite su implementación posterior o su continuidad. El inicio de nuevas iniciativas está dado por las FA y de las que se encuentran en marcha por el MA, dependiendo de la categorización a la que la autoridad ambiental le asigne, elaborará el EEIA ya sea analítico integral o analítico específico cuyo contenido será el establecido en el RPCA. Los usuarios del sistema podrán constatar la información introducida en el estudio más las propuestas de acción descritas en los PPM y PASA de cada AOP. De contar con planes o programas, se deberá registrar el documento que contenga la EAE. Adjunto a cada nivel de análisis, se encontrarán las respectivas licencias otorgadas a los solicitantes (DIA, DAA, CD), tratamiento diferencial se da a las LASP que ameritan un acceso separado para su abordaje.

Menú 5. Monitoreo ambiental

El seguimiento continuo realizado por la autoridad ambiental competente, amerita ser publicado para que la población además de tomar conocimiento pueda contribuir con información desde el punto de vista del usuario final de un servicio, o desde el afectado de algún daño a la salud humana o al medio ambiente. El monitoreo está clasificado por factor ambiental, de tal manera que se pueda registrar e informar sobre la calidad del agua, del aire y del uso de sustancias peligrosas para que la misma población participe en la búsqueda de soluciones. Asimismo, urge brindar información sobre el monitoreo a las áreas

protegidas en cuanto al estado de los bosques, suelos y amenazas naturales o antrópicas. Es tema de interés el monitoreo al recojo, manejo, clasificación y disposición final de los desechos sólidos y el impacto que éstos ocasionan al medio ambiente como consecuencia de las técnicas de mitigación utilizadas en los botaderos de los centros poblados que se disponen en un lugar determinado.

Tarija como departamento productor de hidrocarburos, merece información sobre el monitoreo a la actividad petrolera en sus etapas de exploración y explotación. Urge verificar el cumplimiento de la normativa a las empresas que operan. Las medidas de mitigación y/o prevención de daños que afectan a diversos factores ambientales, requieren un permanente monitoreo cuyos informes generados por las instancias de control deberán ser puestos a disposición a través de este portal.

Menú 6. Auditoría ambiental (AA)

Según la Contraloría General del Estado, la AA es el examen metodológico y objetivo de evidencia, que se realiza con el propósito de emitir una opinión independiente sobre la gestión ambiental. Los tipos de auditoría ambiental son 3: auditoría del sistema de gestión ambiental, auditoría de desempeño ambiental y auditoría de resultados de la gestión ambiental. La primera tiene el propósito de determinar la eficacia de un sistema para asegurar el logro de los fines de la gestión ambiental. La segunda, tiene como propósito evaluar la manera en que una entidad ha implementado, realizado o ejecutado la gestión ambiental que se considere y, la tercera se aplica para a) evaluar lo logrado por una entidad en un tema específico de la gestión ambiental, b) evaluar la variación en el estado ambiental de un determinado ambiente, ecosistema o recurso

natural para comprobar si los cambios responden a lo establecido en las políticas, planes o normas que correspondan.

Las AA practicadas por la CGE son publicadas en su web cronológicamente. Esta sección del portal pretende clasificar por tipo de factor afectado para facilitar la profundización del análisis y provocar la reacción positiva para mitigar, prevenir o reparar los daños. La clasificación propuesta apunta a exámenes realizados sobre contaminaciones hídrica, atmosférica, de suelos y petrolera, aspectos que son inherentes a la dinámica social, económica y ambiental en el departamento de Tarija.

Menú 7. Estudios e investigaciones ambientales

Espacio destinado a publicar la producción intelectual tarijeña en materia de medio ambiente y recursos naturales. Permitirá hacer un inventario del material investigado por instituciones públicas, privadas y particulares que, resguardando los derechos de autor, podrán ser difundidos. Se tomarán en cuenta, artículos científicos, revistas especializadas de alcance nacional cuyo contenido refiera aspectos de la problemática ambiental del departamento. Se pretende constituir un repositorio de investigaciones científicas que estén al alcance de la población donde las entidades aportarán y dispondrán de un material de primera mano para el autoaprendizaje y más aún para sustanciar propuestas de políticas públicas.

Menú 8. Cambio climático

Se difundirán los mapas de riesgos actualizados elaborados por instancias departamentales (COE's) y/o nacionales (defensa civil) para exhibir zonas vulnerables o de afectación continua de riesgos climáticos. El material sirve

de alerta para tomar previsiones de las amenazas más frecuentes que ameritan atención en el plano de la prevención. Los principales riesgos son heladas y sequías en la zona alta, riadas y granizadas en el valle central, incendios forestales en la cordillera y la región del chaco que ameritan acciones de prevención.

Menú 9. Biblioteca virtual

Este menú ofrecerá material bibliográfico que podrá ponerse a disposición de la población. Existe material que constantemente va saliendo y no necesariamente es accesible a través de medios duros; sin embargo, en formato digital es posible acopiar diversa bibliografía y mediante una clasificación de acuerdo con normas de registro bibliotecario, se pretende construir una referencia bibliográfica importante para usuarios en general, estudiantes universitarios, profesionales o investigadores. En la organización temática se espera contar con el apoyo técnico y asesoramiento de profesionales de las carreras universitarias relacionadas a medio ambiente y recursos naturales de tal manera que se pueda construir una biblioteca virtual especializada.

Menú 10. Enlaces a organizaciones e instituciones

Las instituciones públicas y privadas que manejan la temática ambiental tienen sus portales donde ofrecen amplia información sobre su quehacer institucional, brindan servicios de descarga de documentos. El menú permitirá acceder a estas instituciones que contienen información relacionada al contenido de la gaceta. Entre estos, el ministerio de medio ambiente y agua como órgano rector, dispone de un portal unido de información en los sistemas que ha diseñado (SIAM, SNIA, SIAB, SISGP Y GEOSIRH). Otro enlace considerado de importancia es el del Viceministerio de Defensa Civil VIDECI

dependiente del ministerio de defensa que informa sobre los eventos adversos que se presentan en el país.

Se sugieren enlaces a la gobernación del departamento de Tarija en la secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente que brinda servicios e información desde las direcciones de: Gestión Ambiental, Manejo de Cuencas y Aguas, Biodiversidad y Gestión de Riesgos y Cambio Climático. La lista de fundaciones y ONGs especializadas en Medio Ambiente y Recursos Naturales de la misma manera ofrecen información rica en contenido, publican noticias, investigaciones que realizan y artículos científicos.

Menú 11. Participa y opina

Espacio dedicado a los usuarios para “Escuchar” la voz del pueblo, conocer sus inquietudes o su percepción sobre los diferentes tópicos de la problemática ambiental en el departamento o su municipio. Toda opinión deberá ser considerada como un insumo de análisis o como una fuente de sugerencias de la ciudadanía, mismas que deberán ser procesadas por las autoridades o las instituciones aludidas dando respuestas técnicas viables a dichas inquietudes.

CONCLUSIONES

El acceso público a la información ambiental, a los instrumentos de planificación o normativos, así como la producción intelectual, se ven limitados por la carencia de un mecanismo que permita disponer de información ágil y oportuna.

La sociedad civil no participa activamente en la gestión ambiental y en el desarrollo sostenible principalmente por falta de información para hacerlo.

La implementación de una gaceta virtual de acceso a la información ambiental en el departamento

de Tarija involucrará más a la sociedad en la problemática ambiental lo cual generará un compromiso de mayor participación en la gestión ambiental y en el desarrollo sostenible.

La participación ciudadana informada permite emitir criterios y proponer soluciones generando opinión e iniciativas ciudadanas mediante el portal para la formulación de políticas públicas ambientales.

El departamento de Tarija merece disponer de un mecanismo virtual de acceso irrestricto a la información ambiental mediante internet, tanto a la legislación ambiental, a planes, programas y proyectos ambientales, al seguimiento a los trámites de licencias ambientales, al monitoreo y auditorías ambientales, a estudios e investigaciones sobre medio ambiente, recursos naturales y cambio climático con una organización en los niveles nacional, departamental y municipal.

Con la Gaceta Ambiental implementada, queda garantizado el derecho de acceso a la información, tarea que debe ser fomentada y fortalecida por el Estado en sus niveles subnacionales.

El Gobierno Autónomo Departamental de Tarija mediante sus instancias de medio ambiente y TICs, es el llamado a implementar la Gaceta Ambiental del departamento.

BIBLIOGRAFÍA

- Adultos, A. A. (2005). Educación ciudadana para la participación y el control social. La Paz.
- Agua, M. d. (2010). Manual de Procedimientos y Reglamento específico de sistema de organización administrativa. La Paz.
- Aguirre, M. C. (2001). Participación ciudadana en la gestión ambiental. Ecuador: Red Cántaro.
- Argentina, P. (05 de mayo de 2017). Informe Nacional sobre Desarrollo Humano 2017. Argentina. Obtenido de http://www.ar.undp.org/content/argentina/es/home/library/human_development/INDH2017.html.
- Asamblea Constituyente. (2008). Nueva Constitución Política del Estado. La Paz: Ministerio de la Presidencia.
- Asamblea Legislativa Plurinacional de Bolivia. (2013). Ley 341 de participación y control social. La Paz.
- Bogotá, O. A. (septiembre de 2017). <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/preguntas-frecuentes/que-es-gestion-ambiental>.
- Desarrollo, C. d. (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro.
- Guillen, A. M. (2008). La participación ciudadana en el contexto de desarrollo. México.
- AGETIC (17 de mayo de 2017). <https://blog.getic.gob.bo/2017/05/el-67-de-la-poblacion-en-bolivia-es-internauta/>.
- Madrid, U. A. (octubre de 2017). <https://www.uam.es/servicios/ecocampus/especifica/gestion.htm>.
- Ministros, C. d. (2005). DECRETO SUPREMO N° 28168 Acceso a la Información. La Paz: Gaceta Oficial de Bolivia.
- OEA. (2001). Estrategia Interamericana para la promoción de la participación pública en la toma de decisiones sobre desarrollo sostenible y medio ambiente. Washington, D.C.

CARACTERIZACIÓN DEL EMPLEO DE BIOMASA DENDROENERGÉTICA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA Y SU VÍNCULO CON LA SOSTENIBILIDAD SOCIOAMBIENTAL

Erazo Campos Orlando¹

¹Instituto de Investigación en Ecología y Medio Ambiente, IIEMA. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

Correo electrónico: erazorlando@hotmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo se planteó como objetivo general “Caracterizar el empleo de biocombustibles dendroenergéticos en el departamento de Tarija” específicamente desglosado en tres objetivos menores: a) Evaluar el marco normativo que regula la actividad de producción y comercialización, b) Determinar los principales aspectos relacionados con la comercialización y c) establecer vínculos de esta práctica con la sostenibilidad social y ambiental.

Metodológicamente se trabajó en el análisis de la información de fuentes secundarias de carácter local, nacional e internacional. La bibliografía es escasa y la mayor parte de la información sobre la materia ha sido generada hace décadas por organismos internacionales que trabajaron en contraparte con el gobierno nacional y local, este hecho no invalida la importancia de analizar el tema pues si la bibliografía es escasa los problemas asociados al consumo de leña y carbón son abundantes.

El marco legal normativo es débil o ausente, se considera la actividad de extracción de leña y la de elaboración y comercialización del carbón como de poca importancia por el poco volumen financiero que moviliza, esta situación es inversa con el significado que tienen estas actividades en la sostenibilidad ambiental de la región.

En la ciudad de Tarija se comercializa carbón y

leña en diferentes lugares entre los que destacan el mercado Campesino, la salida al norte, el mercado del Sur y otros puntos de la carretera panamericana que atraviesa la ciudad. No fue posible tener acceso a registros de los comercializadores.

La sostenibilidad social y la sostenibilidad ambiental no son posibles en las condiciones actuales de uso de la tierra y sus recursos en el departamento de Tarija. Hemos olvidado que estamos viviendo en un valle azotado por la erosión y en franco proceso de desertificación donde el indicador más importante es la disminución de los caudales de muchos cursos de agua y el secamiento de otros.

PALABRAS CLAVE

Dendroenergético, carbón, leña

INTRODUCCIÓN

El tema que se analiza está vinculado con la dendroenergía, siendo ésta la energía obtenida a partir del empleo de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos primarios y/o secundarios derivados de árboles y otra vegetación proveniente de bosques y tierras forestales; por tanto la dendroenergía es la energía producida por la quema de combustibles de madera como leña, carbón vegetal, pellets, briquetas, etc.

En los países en vías de desarrollo, como Bolivia, la leña y el carbón constituyen una importante fuente de energía para el desarrollo de actividades domésticas e industriales.

En Tarija se han incrementado considerablemente los puntos de comercialización de leña y carbón, situación que se correlaciona positivamente con el incremento del volumen que se comercializa.

El consumo de leña y carbón, como fuentes de energía para distintas actividades domésticas e industriales, es una práctica común en todos los departamentos de Bolivia.

Ruiz, (Citado por FAO, 2001), señala que el perfil energético de los combustibles forestales en Bolivia está conformado principalmente por la producción de leña y la elaboración de carbón para el consumo doméstico. En el sector domiciliario, la leña sigue siendo el energético más importante principalmente en las zonas rurales y aun ampliamente utilizado en las ciudades del oriente del país principalmente donde no han llegado las redes de distribución de gas domiciliario.

En el departamento de Tarija, en el ámbito urbano, el consumo de carbón y leña es también significativo como insumo importante en la gastronomía para la cocción de carnes: carbón para las parrilladas y leña para el chanco y otras carnes a la cruz. Gran parte del volumen de carbón comercializado proviene de la región del chaco, mientras que toda la leña (de auto consumo y comercializada) proviene de especies leñosas nativas cortadas de las tierras forestales y áreas silvestres de los alrededores de la ciudad o de las comunidades campesinas.

La elaboración de carbón y la corta de vegetación arbustiva y arbórea para su empleo como leña están estrechamente vinculadas con la conservación de la vegetación nativa en los diferentes paisajes naturales de toda la región y con los procesos de deforestación y erosión, puesto que la totalidad de la materia prima empleada para estos dendroenergéticos ha sido extraída sin la aplicación de planes de manejo

o medidas silviculturales que garanticen la sostenibilidad de las áreas explotadas.

La importancia de este análisis radica en que la erosión es uno de los principales problemas de carácter ambiental que afecta a todo el país y al valle central de Tarija de manera particular; esta situación está muy vinculada y condicionada por el estado de conservación de la cobertura vegetal y de la severidad de los agentes movilizadores de partículas de suelo como las precipitaciones y el viento. La erosión disminuye la potencialidad productiva al igual que la disponibilidad hídrica dentro de la cuenca afectada, esto influye en la calidad de vida de las comunidades locales y en la sostenibilidad en general de todo el ecosistema.

Como objetivo se plantea “Caracterizar el empleo de biocombustibles dendroenergéticos en el departamento de Tarija” con énfasis en el marco normativo que regula la actividad de producción y comercialización y los vínculos de esta práctica con la sostenibilidad social y ambiental.

METODOLOGÍA

La realización del presente trabajo se basó en el análisis de información secundaria y consulta con personas de instituciones locales vinculadas con la regulación de esta actividad, también se conversó con consumidores y expendedores de carbón y leña.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Los dendroenergéticos, origen y clasificación

Dendroenergía o energía forestal es toda forma de energía obtenida a partir de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos primarios y secundarios derivados de los bosques, árboles y otra vegetación de terrenos forestales; la dendroenergía es producida por la quema de

combustibles de madera como leña, carbón vegetal, pellets, briquetas, etc.

Desde el punto de vista conceptual, biomasa, dendroenergéticos, dendrocombustibles etc. pueden tener diferentes acepciones dependiendo del autor, a efectos de la presente monografía trabajaremos con el marco conceptual teórico desarrollado por la FAO (2004) en su documento “Terminología Unificada Sobre Bioenergía TUB: Terminología de los dendrocombustibles sólidos”

Tres conceptos son fundamentales para entender la cadena de los dendroenergéticos desde su origen hasta su punto de consumo, estos conceptos son:

Fuentes de suministro:

las fuentes de suministro son la silvicultura (áreas forestales y no forestales), la agricultura, las industrias de elaboración de la biomasa (industria de la madera y agroindustria) y los productos de utilización final por la sociedad, así como las actividades de preparación de biocombustibles (por ejemplo, la producción de carbón vegetal);

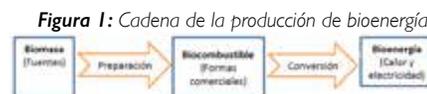
Consumo:

(vertiente de los usuarios): principales sectores de la demanda (residencial, comercial, industrial para la producción de calor y de energía), así como la distinción entre las zonas urbanas y rurales;

Comercio:

Se refiere a las importaciones y exportaciones de biocombustibles, a la movilización desde los centros de producción o recuperación hasta los usuarios finales.

Un esquema simple de la cadena de producción de bioenergía se muestra en la figura N°1.



Fuente: Adaptado de FAO (2004)

La clasificación de los biocombustibles abarca tres conceptos principales: los dendrocombustibles, los agro combustibles y los subproductos de origen municipal (se entiende como subproductos los residuos derivados de la elaboración de la biomasa). Los dendrocombustibles según sus fuentes de origen se pueden clasificar como se indica en el cuadro N°1.

Cuadro N°1: Clasificación de las fuentes de biocombustibles por sus características

| Fuentes de biocombustible | Clasificación | Dendrocombustibles (Biomasa leñosa) |
|---------------------------|-----------------|---|
| Cultivos energéticos | Directos | Árboles de bosques energéticos |
| | | Árboles de plantaciones energéticas |
| Subproductos | Indirectos | Subproductos de aclareo |
| | | Subproductos de extracción |
| | De recuperación | Subproductos de la industria de la madera |
| | | Madera usada |

Fuente: Adaptado de FAO, 2004.

Otro modelo de clasificación de los biocombustibles que brinda un mayor detalle en cuanto a los productos demandados por los usuarios se puede observar cuadro N°2.

Cuadro 2: Modelo de clasificación de biocombustibles

| Vertiente de la oferta en la producción | Categoría general | Ejemplos de demanda en la vertiente de los usuarios |
|---|--------------------|--|
| Dendrocombustibles directos | Dendrocombustibles | Sólidos: leña (madera bruta, astillas, aserrín, pellets) carbón vegetal. |
| Dendrocombustibles indirectos | | |
| Dendrocombustibles de recuperación | | Líquidos: licor negro, metanol, aceite pirolítico. |
| Combustibles derivados de la madera | | Gaseosos: productos derivados de la gasificación de gases pirolíticos. |

Fuente: Adaptado de FAO, 2004.

Desde el punto de vista de su origen la FAO (2001), indica que los dendrocombustibles pueden clasificarse en tres grupos cuyas categorías y definiciones son las siguientes:

- **Combustibles de madera directos:** cons-

tituidos por madera extraída directamente de los bosques naturales, tierras forestales y plantaciones con fines energéticos. Los combustibles de madera directos se queman directamente o se transforman en otro combustible, como carbón vegetal, gases de pirólisis, pellets, etanol, metanol, etc.

- **Combustibles de madera indirectos:** generalmente, son subproductos industriales derivados de industrias primarias de la madera como aserraderos, fábricas de tableros de partículas, plantas de fabricación de pasta de papel y secundarias como carpintería, residuos de aserrío, costeros, restos del canteado y el escuadrado, aserrín, virutas, astillas, etc. Los combustibles de madera indirectos se queman directamente o también se pueden transformar en otro tipo de combustible como el caso de los directos.
- **Combustibles de madera recuperados:** están constituidos por la biomasa leñosa derivada de otras actividades económicas y sociales ajenas al sector forestal teniendo como fuentes los desechos de la construcción, demolición de edificios, bandejas de carga, los contenedores y cajas de madera, etc. que se queman tal cual están.

La FAO (2001) recomienda que para fines estadísticos en cuanto a los productos que se han de considerar al contabilizar la dendroenergía, los combustibles de madera se pueden dividir en cuatro tipos de productos: leña, carbón vegetal, licor negro y otros, definidos según se indica continuación:

- **Leña:** incluye la “madera en bruto” en piezas pequeñas (leña), astillas, pellets y/o polvo derivados de los bosques y árboles aislados, así

como los subproductos de la industria de la madera y los productos leñosos recuperados. Conservan la estructura original básica de la madera y se pueden utilizar directamente o después de haber sido transformados en otro combustible de madera como el carbón vegetal. Cuando es necesario, la leña se puede preparar en productos más adecuados, como astillas y pellets, sin necesidad de realizar transformaciones físico-químicas importantes.

- **Astillas:** madera en bruto que se ha reducido deliberadamente a piezas de tamaño reducido, o residuos adecuados para fines energéticos.
- **Pellets de madera:** pueden ser considerados como un combustible derivado de la autoaglomeración de material leñoso como resultado de una aplicación combinada de calor y alta presión en una máquina de extrusión.
- **Carbón vegetal:** residuo sólido derivado de la carbonización, destilación, pirólisis y torrefacción de la madera (de troncos y ramas de árboles) y subproductos de la madera, utilizando sistemas continuos o discontinuos (hornos de pozo, ladrillo y metal). Incluye las briquetas de carbón vegetal.
- **Briquetas de carbón vegetal:** producidas con carbón vegetal que, una vez triturado y secado, se moldea (generalmente a alta presión) con la adición de aglutinantes para formar piezas uniformes.
- **Licor negro:** licor alcalino obtenido de los digestores empleados para producir pasta al sulfato o a la soda durante el proceso de producción de papel, en el que el contenido de energía deriva principalmente del contenido de lignina extraído de la madera en el proceso

de elaboración de la pasta.

- **Otros combustibles de madera:** esta categoría incluye una amplia gama de combustibles líquidos y gaseosos derivados de la leña y el carbón vegetal en general, mediante procesos pirolíticos o enzimáticos, como gases de pirólisis, etanol, metanol, productos de interés creciente pero que por el momento no tienen la misma importancia como productos energéticos.

Consumo de dendroenergéticos en Bolivia

En Bolivia, así como en otros países de Latinoamérica, el consumo de dendroenergéticos es muy importante, en la tabla N°1 se puede apreciar la importancia de este energético en función del tipo de productos y de sus fuentes.

Tabla N°1: Importancia de los combustibles de madera

| Productos dendroenergéticos | Oferta (Fuentes) | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| | Combustibles de madera directos | Combustibles de madera indirectos | Combustibles de madera recuperados |
| Leña | 1 | 1 | 1 |
| Carbón | 1 | 2 | 3 |
| Licor negro | - | 1 | - |
| Otros | 3 | 3 | 3 |

Grado de importancia por consumo: 1 Muy importante, 2 Importante, 3 Poco importante.

Fuente: Adaptado de FAO, 2001.

A pesar de que el perfil energético de Bolivia cuenta por una parte con un sub-sector que depende de la producción de derivados del petróleo, de la generación de electricidad y de algunas industrias de procesamiento térmico; todavía existe un amplísimo sub-sector tradicional, que incluye a la mayoría de los domicilios, las pequeñas industrias y establecimientos agropecuarios, donde las necesidades de energía térmica se cubren con leña, carbón, residuos de madera y otros biocombustibles (FAO, 2001).

El año 2006, la FAO, calculó que la energía de la biomasa combustible tradicional empleada ascendía a casi la décima parte del total actual de la demanda humana de energía (más que la energía hidráulica y nuclear juntas para ese entonces); de

esta biomasa combustible, los combustibles leñosos constituían unos dos tercios del consumo en los hogares.

Un boletín de Energy Press (2011), informa que según Franklin Molina (Viceministro de Desarrollo Energético de Bolivia) en Bolivia la biomasa es fuente del 17% de la energía total consumida a nivel nacional y que ésta es una alternativa de abastecimiento de energía viable para los habitantes de comunidades rurales remotas. El porcentaje indicado es asumido por la autoridad como un consumo de biomasa relativamente bajo que está compuesta por leña consumida en gran proporción en domicilios de zonas rurales.

Molina también aclaró que el índice de consumo de biomasa en el país habría mostrado un descenso de 3% durante los últimos años, pasando de representar el 20% del total de energía consumida en el año 2005 a un 17% el año 2010. Del total consumido el 2010 indicó que un 30% está compuesto por fuentes combustibles como el estiércol animal y otros, siendo la leña el restante 70% y el mayor componente de la biomasa que se quema en las comunidades rurales.

También sostuvo que el uso de dendrocombustibles como la leña, es consecuencia de la geografía y la dispersión poblacional que tiene el país y que dificulta la llegada de servicios básicos como la electricidad y el GLP, convirtiéndose ésta en la única alternativa de abastecimiento energético.

De acuerdo a información publicada en el Plan de Desarrollo Energético (PDE) 2008-2027, la biomasa en Bolivia, incluyendo leña, carbón, desperdicios forestales, vegetales y animales, es una fuente importante de energía en el área rural y en el sector industrial de baja escala.

Según un estudio del Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), del Banco

Mundial (documento base para la elaboración del PDE) el consumo en los sectores rurales de Bolivia es de aproximadamente medio millón de toneladas de leña por año. El documento también manifiesta que “la biomasa ofrece el beneficio de proporcionar combustible a industrias rurales, así como a la generación de electricidad en lugares remotos donde no existe infraestructura convencional de energía”.

A pesar de su importancia, el sector dendroenergético en Bolivia ha tenido una prioridad baja dentro de las políticas de desarrollo forestal, por este motivo, aún no se cuenta con información completa y sistemática, ni estadísticas que permitan hacer una evaluación detallada y precisa sobre la situación dendroenergética del país. Asimismo, han sido muy pocas las acciones efectivas desarrolladas hasta la fecha para intervenir la deforestación y extracción selectiva ocasionada por la producción dendroenergética intensiva, buscando optimizar, racionalizar y promover la sustentabilidad del recurso.

En la actividad industrial en Bolivia, el uso de combustibles forestales en Bolivia como la leña y carbón es todavía importante debido al bajo nivel de inversión y a la escala de trabajo de la mayoría de las industrias.

Las actividades industriales que más utilizan como combustible la leña en sus procesos de producción son los que se detallan en el cuadro N°3.

Cuadro N° 3: Descripción de las principales industrias que utilizan combustibles forestales.

| Tipo | Descripción |
|---------------------------------|--|
| Minería y metalurgia. | Pequeñas empresas metalúrgicas dedicadas a la fundición de metales, se concentran principalmente entre los departamentos de Oruro y Potosí. |
| Producción de Cal | Las fábricas caleras de aspecto y procesamiento rústico son comunes en el altiplano potosino, en los valles cochabambinos y entre las ciudades de Tarija y Yacuiba. Estas fábricas utilizan gran cantidad de leña en sus procesos. |
| Construcción | Una actividad común especialmente en los centros urbanos, es la fabricación de ladrillos para la construcción. |
| Producción de alimentos | Muchos de los panaderos, inclusive en las ciudades más pobladas del país siguen utilizando leña. Otro producto importante en el consumo de leña y carbón de consumo familiar, es por las brasas para la venta de pollo o carne de res. |
| Energéticos industriales | Actualmente algunas fábricas destiladoras de azúcar y oleaginosas utilizan sus residuos orgánicos como energéticos en algunos de sus procesos. |

Fuente: Ruiz, citado por FAO, 2001.

Foley en 1985 estimó que el consumo de leña en Latinoamérica era aproximadamente entre 750 a 900 kg por persona por año. (Citado por FAO, 2001).

La disponibilidad de recursos dendroenergéticos en Bolivia está en función de la región del país, un criterio empleado por Ruiz (Citado por FAO, 2001) para establecer esta disponibilidad es estratificar al país en dos zonas una alta y otra baja cuyas características se presentan en el cuadro N°4.

Cuadro N°4: Características de las zonas de Bolivia en función de los dendroenergéticos.

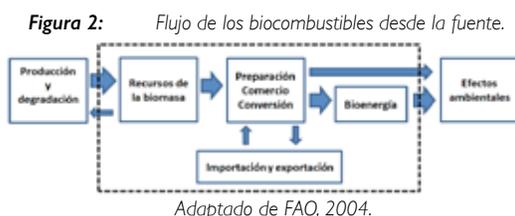
| Zona | Características |
|--------------------|---|
| Zonas altas | Sobre los 1000 msnm |
| | Ecosistemas de pampa andina de climas fríos |
| | Poca biodiversidad |
| | Escasez de dendrocombustibles |
| | Los recursos energéticos como leña y carbón tienen un costo alto y son productos escasos y de difícil acceso para comunidades alejadas. |
| Zonas bajas | Por debajo de los 1000 msnm |
| | Ecosistemas de bosques húmedos tropicales |
| | Gran cantidad de biodiversidad |
| | Abundancia de recursos forestales |
| | Los recursos energéticos como leña y carbón son económicos y de fácil acceso. |

Fuente: Ruiz (Citado por FAO, 2001).

Vínculos entre consumo de dendroenergéticos y medio ambiente

Aunque es evidente el vínculo entre el consumo de dendrocombustibles (como carbón y leña) y sus efectos e impactos ambientales, en Tarija estos conceptos son minimizados o concebidos como actividades anecdóticas, recreativas o parte de la tradición, fundamentalmente aquellas vinculadas con la gastronomía citadina.

Un documento especializado de la FAO (2004), publica un diagrama que esboza el proceso del flujo de los biocombustibles que se inicia con la producción y degradación de la biomasa leñosa y concluye con los efectos ambientales, en este diagrama se incluyen todos los eslabones de esta importante cadena como se puede apreciar en la figura N°2.



Sin lugar a dudas uno de los aspectos importantes es la determinación de la información estadística sobre los volúmenes producidos y comercializados de leña y carbón pues la magnitud de éstos estará en directa proporción con el impacto ambiental que generan.

Al realizar el análisis de la conversión de leña en carbón se debe considerar la densidad de la madera, el contenido de humedad y el medio de producción del carbón vegetal. La FAO (2004) maneja un factor de conversión de 165 kg de carbón vegetal producidos a partir de un metro cubico de leña.

En otras palabras se necesitan aproximadamente 6 kg de leña para la producción de 1 kg de carbón

la cual estará también en dependencia directa del tipo horno empleado para su producción como se muestra en la tabla N°2.

Tabla N°2: Leña necesaria para producir carbón vegetal (m³ de leña /Ton de carbón)

| TIPO DE HORNO | Humedad de la leña (%) | | | | | |
|-------------------|------------------------|-----|----|----|----|-----|
| | 15 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Horno parva | 10 | 13 | 16 | 21 | 24 | 27 |
| Horno de acero | 6 | 7 | 9 | 13 | 15 | 16 |
| Horno de ladrillo | 6 | 6 | 7 | 10 | 11 | 12 |
| Retorta | 4,5 | 4,5 | 5 | 7 | 8 | 9 |

Fuente: FAO, 1983, citado por FAO 2004.

Por otra parte el libro “Los bosques y la salud humana”, publicado por FAO (2006) en su serie Unasylva, asevera que la combustión incompleta de leña produce un humo dañino para la salud humana.

En los hogares pobres de los países en desarrollo la leña, el carbón vegetal y otros combustibles sólidos se queman en fogones abiertos o estufas de mal funcionamiento; la combustión incompleta libera pequeñas partículas de otros componentes cuya nocividad para la salud humana en el ambiente del hogar ha sido demostrada. Sin embargo es muy poco lo que se sabe para poder distinguir las diferencias en los efectos sobre la salud, del humo de las diversas clases de biomasa o dendroenergéticos.

Un consumo limpio de leña y carbón darían lugar a la formación de dióxido de carbono y agua. La leña que no arde debidamente convirtiéndose en dióxido de carbono, da lugar a productos de combustión incompleta como monóxido de carbono, benceno, butadieno, formaldehído, hidrocarburos poli aromáticos y muchos otros compuestos peligrosos para la salud.

Se piensa que el mejor indicador de peligro para la salud causado por el humo de combustión son las pequeñas partículas que contienen muchas sustancias químicas.

Campero (2007), autor boliviano, indica los

siguientes problemas vinculados al consumo de leña en condiciones de uso y empleo de nuestros pueblos y comunidades:

- Alta contaminación ambiental local y la protección de la salud, sobre todo de la mujer y los niños al momento de cocinar los alimentos a causa de los gases tóxicos que emanan de la quema de estiércol seco y leña; así como la contaminación por la falta de estrategias para el manejo de residuos.
- Deterioro del medio ambiente por el uso irracional de los recursos naturales (fundamentalmente de leña, tola u otros energéticos de la zona) con el consecuente peligro de deforestación y por ende la pérdida de la biodiversidad de la zona.
- Incremento de la extrema pobreza y sus factores colindantes, la calidad de vida y la presión del medio ambiente por la degradación y contaminación.
- Elevada contaminación del medio ambiente global por la emisión de gases de efecto invernadero como el metano.

A juicio del viceministro Molina¹ “....el consumo de leña y biomasa en general podría tener un impacto reducido sobre el medioambiente siempre y cuando su uso se realice a través de maquinaria eficiente y exista reforestación en las áreas de uso”, pero estas condiciones son difíciles de obtener por tanto lo de impacto reducido es solo una hipótesis.

También se afirmó que el consumo de leña entre los habitantes de poblaciones ubicadas en zonas remotas, representa un mínimo grado de deforestación e impacto ambiental en comparación a la repercusión que tiene la deforestación de miles de hectáreas nuevas cada año dedicadas a la actividad agrícola. Este concepto no se puede sos-

tener por la ausencia de estadísticas y del estudio de vínculos reales entre el consumo de leña y la deforestación.

Es común pensar que el consumo de leña es mínimo comparado con la depredación que sufren los suelos donde se desarrolla cultivo extensivo y se tienen que desmontar unas 3.000 ó 5.000 hectáreas para sembrar soya, se piensa que es más dañino al medio ambiente, podría decirse que mil veces más que lo que consumen las familias para proveerse de energía.

El consumo de dendrocombustibles esta vinculado con la calidad del aire, con el cambio del uso del suelo, con la salud de la población y con la calidad de vida. La erosión de los suelos produce serias alteraciones del ciclo hidrológico de las cuencas afectadas.

La Prefectura de Tarija (2005), en el estudio contratado para el control de la contaminación atmosférica en el departamento de Tarija, indica que el dióxido de carbono tiene un ciclo natural dentro de la atmósfera el mismo que se rompe mediante la tala de bosques y la corta de la vegetación en general lo que disminuye la capacidad de la naturaleza de asimilar el dióxido de carbono. También este ciclo natural se altera por la quema de combustibles fósiles y biomasa (leña y carbón) empleada como fuente de energía, lo cual aumenta en forma considerable la cantidad de este gas en la atmósfera.

El monóxido de carbono es un contaminante muy abundante en la tropósfera atmosférica, las emisiones realizadas por las actividades del hombre superan en cantidad a la suma del resto de los contaminantes. La principal fuente de emisión de monóxido de carbono son los vehículos, como efecto de la combustión incompleta de los carburantes y también la quema de biomasa como leña y carbón.

Vínculos entre consumo de dendroenergéticos y problemas sociales

El uso de leña es muy importante para mucha gente que vive en áreas rurales en Latinoamérica y en Bolivia en particular no solo por el uso mismo de ella en cada hogar sino también porque representa una importante fuente de “ingresos monetarios” para muchas familias que venden la leña recolectada en los mercados locales y a intermediarios que transportan este productos a centros más poblados.

La idea de que la leña es recolectada en forma “gratis” y que para la venta se considera solamente el costo del tiempo empleado por el recolector, tiene impactos importantes en la ecología del lugar ya que generalmente el campesino no está obligado a reforestar el área utilizada. Esta sobreexplotación del recurso está asociada a la notable deforestación de que han sido víctimas países latinoamericanos como Honduras, Guatemala, Perú y Bolivia entre otros.

El uso de leña y la deforestación producida durante su recolección es un problema que se hace más notorio en las áreas más áridas o semiáridas como las regiones costeras de los Andes de Chile y Perú, el altiplano boliviano, el sureste de Brasil y parte de América Central y las Antillas. (FAO, 2001); en la región andina de Bolivia, después de que especies como la Queñua (*Polylepis* sp) y la Quishuara (*Buddleia* sp) fueron extraídas hasta casi la extinción comercial, arbustos como la Tola (*Lepidophyllum* sp) sufrieron el mismo destino hasta finalmente agotar inclusive especies como la Yareta (*Distichia muscoide*).

Tarija es una típica muestra y muy didáctica para ilustrar la situación indicada por sus características ecológicas áridas y sociales dispersas de poco desarrollo; la fuerte presión por material leñoso para su uso principalmente como leña está po-

niendo en peligro a especies como el Churqui, el Algarrobo, la Tusca, el Molle entre los más importantes.

El consumo de carbón y leña se relaciona directamente con problemas ligados a la disponibilidad de agua y a la contaminación atmosférica que inciden directamente con cuestiones de salud y calidad de vida.

En cuanto a la contaminación atmosférica las fuentes de emisión de contaminantes se han diversificado bastante contribuyendo el uso de plaguicidas en la agricultura, el humo y las cenizas producidas por la quema de combustibles fósiles y de la vegetación nativa para habilitar tierras para la agricultura o para su uso como energético.

Los efectos de la contaminación atmosférica que más deben preocuparnos son aquellos que conciernen a la salud pública; la quema de biomasa libera gases de diferente naturaleza y material particulado, causando problemas en el sistema respiratorio.

Esta es una situación que nos afecta a todos porque estamos expuestos a la absorción de gases y partículas suspendidas que vienen del intenso tráfico vehicular, de la quema de energéticos y de la erosión eólica natural e inducida que a su vez disminuye la productividad de los suelos y ocasiona poca disponibilidad y acceso a recursos hídricos, todo ello conlleva a la pobreza.

Otra de las fuentes de emisión resulta de la quema tanto de los residuos agrícolas en campo como en áreas silvopastoriles u otras actividades que producen material particulado producto de la combustión y más que todo causan opacidad por los humos (monóxido de carbono), óxido nitroso y óxidos de nitrógeno; cuando la biomasa arde en llamas, estas partículas luego se dispersan en el aire y permanecen por mucho tiempo.

Cuando se producen quemas o incendios forestales o se emplea leña y carbón, todos los residuos que quedan de este proceso son movilizados por la actividad de los vientos, en muchos centros poblados se puede observar que la visibilidad ha disminuido, aumentando el riesgo de infecciones respiratorias en la población, afectando inclusive las operaciones aéreas.

La formación y el nivel de información en el área rural acerca de temas ambientales son muy limitados y demuestran que no existe espíritu para prevenir y controlar la contaminación del aire.

Marco normativo y ruta crítica de la cadena del carbón y la leña en Tarija.

No existe una norma específica que regule el transporte y comercialización de carbón y leña. Las personas que transportan y comercializan carbón se registran como Empresas de Servicio bajo los parámetros que establece la Directriz Técnica ITE 002/99 de la ABT.

Existe un procedimiento para realizar solicitudes de aprovechamiento de leña para uso propio en base a biomasa muerta, para este propósito se debe recabar y llenar un formulario que proporciona la ABT.

La directriz ABT 002/2012 NORMAS DE ACCESO A LOS RECURSOS FORESTALES Y ARTICULACIÓN CON PEQUEÑOS PRODUCTORES cuyo objetivo textualmente transcrito es *“Establecer lineamientos y procedimientos técnicos legales para el acceso simplificado a los recursos del bosque y tierra por parte de las comunidades en general y de empresas de transformación secundaria, que les permita aprovechar de manera sustentable y con rendimientos adecuados los recursos con la finalidad de impulsar el bienestar del conjunto*

de los usuarios y el abastecimiento de productos forestales al mercado local”

La norma mencionada indica entre los productos regulados por sus lineamientos a los Productos Forestales en Cantidades Menores definiendo a los mismos de la siguiente manera: “Productos Forestales en Cantidades Menores: Referido al conjunto de elementos actual o potencialmente útiles de los bosques, convencionalmente denominados productos forestales maderables y no maderables que pueden encontrarse en diferentes estados de transformación primaria o secundaria constituyéndose en productos semielaborados y/o acabados”

Dentro del concepto de productos forestales no maderables se incluye a la leña y carbón; pero la norma desarrolla procedimientos técnicos principalmente para el procesamiento y comercialización de madera aserrada dejando en un segundo plano a todos los productos forestales no maderables que son abundantes.

Por estas razones no se puede establecer una ruta crítica de la cadena del carbón y la leña.

Análisis

La leña sigue siendo el dendrocombustible más importante en el mundo de las energías renovables como lo afirma Energy Press (2011), quien indica además que la FAO resalta la importancia de la madera como combustible renovable en el mundo siendo considerada la primera fuente de energía de la humanidad y afirma que “actualmente, sigue siendo la fuente de energía renovable más importante que, por sí sola, proporciona más del 9% del suministro total de energía primaria a nivel mundial”.

También aclara que la dendroenergía es tan importante como todas las otras fuentes de energía renovable juntas (hidroeléctrica, geotérmica,

residuos, biogás, solar y biocombustibles líquidos), a tal punto que “más de 2.000 millones de personas dependen de la dendroenergía para cocinar y/o calentarse, especialmente en los hogares de los países en desarrollo; el empleo de combustibles de madera por los hogares para la cocción de alimentos y la calefacción es responsable de un tercio del consumo mundial de energía renovable, lo que hace de la madera la energía más descentralizada o democrática del mundo”

Energy Press (2011), también señala que en el año 2010 se registró un incremento del consumo de carbón vegetal a nivel global, crecimiento que fue calificado como el más rápido de los últimos 9 años según un reporte de la empresa Brithis Petroleum (BP). Por otro lado remarca que el Informe Estadístico

Mundial de Energía editado por la BP, reporta que el consumo mundial de carbón creció el año 2010 hasta los 3.555,00 millones de barriles de petróleo equivalente, cantidad que según el documento significa el 29.6% de la totalidad de energía utilizada a nivel mundial durante esa gestión, asimismo, añade que este incremento implica un ritmo de crecimiento de consumo de ese energético a nivel mundial de 7.6% en el año 2010, el más rápido desde el 2003.

La comercialización en la ciudad de Tarija y en el departamento en general está poco normada, es hasta medio caótica, se carece de información básica como para plantear un análisis y discusiones que nos lleven a conclusiones más determinativas.

Si bien existe una autoridad encargada de regular esta actividad, la misma no lo hace con la intensidad y la dedicación que se necesita porque este rubro es considerado marginal.

CONCLUSIONES

Conclusiones sobre el marco normativo

El marco legal normativo es débil o ausente, se considera la actividad de extracción de leña y de elaboración y comercialización del carbón como de poca importancia por el poco volumen financiero que moviliza, esta situación es inversa con el significado que tienen estas actividades en la sostenibilidad ambiental de la región.

La ABT mantiene registros parciales de algunos comercializadores de carbón que lo transportan desde la zona del chaco. Sobre el consumo de leña no tiene registro ni procedimiento alguno que genere estadísticas para un adecuado análisis.

La alcaldía municipal de la provincia Cercado no participa de ningún proceso de control o verificación de los orígenes de la leña y el carbón que se comercializa en la ciudad. Se pudo observar la existencia de grandes cantidades de leña acopiadas en domicilios particulares.

Revisado el catálogo de normas del IBNORCA de la gestión 2016 se pudo constatar que no existen normas técnicas en materia de biocombustibles sólidos como ocurre con otros países. Todas las normas vinculadas con el sector forestal están relacionadas con el manejo de terminología y procedimiento para el uso de madera maciza no con fines energéticos.

Conclusiones sobre la comercialización en Tarija

En la ciudad de Tarija se comercializa carbón y leña en diferentes lugares entre los que destacan el mercado Campesino, la salida al norte, el mercado del Sur y otros puntos de la carretera panamericana que atraviesa la ciudad. No fue posible tener acceso a registros de los comercializadores.

En una primera aproximación se contabilizaron alrededor de 55 puestos de venta de leña y carbón que también disponen de paja utilizada en la construcción, por conversación con algunos vendedores se tomó conocimiento de que existe una asociación de vendedores de carbón, habiendo también comercializadores que actúan de forma libre.

Las unidades que manejan para la venta son “bolsas” en el caso del carbón y “carga” en el caso de la leña. Las bolsas son de diferente tamaño y diferente precio, en el caso de las cargas de leña las mismas no aparentan ser del mismo peso o volumen, son muy variables.

El carbón es comercializado también en carnicerías de la ciudad de Tarija en empaques de papel, ninguno de estos puntos de comercialización tiene registros sobre sus ventas de carbón.

Palacios (2014) afirma que para cocinar 1kg de carne se requiere 2 kg de carbón y que para cocinar a la llama por cada kilogramo de carne se requiere 3 kg de leña, de esta última manera se cocinan en Tarija los demandados chanchos a la cruz. Si relacionamos el cálculo desarrollado por la FAO (2004), que señala que en promedio se necesitan aproximadamente 6 kg de leña para la producción de 1 kg de carbón; entonces por cada kilogramos de carne cocinada con carbón a la parrilla estaríamos consumiendo aproximadamente 12 kg de leña.

Conclusiones sobre la sostenibilidad ambiental y social

La sostenibilidad social y la sostenibilidad ambiental no son posibles en las condiciones actuales de uso de la tierra y sus recursos en el departamento de Tarija. Hemos olvidado que estamos viviendo en un valle azotado por la

erosión y en franco proceso de desertificación donde el indicador más importante es la disminución de los caudales de muchos cursos de agua y el secamiento de otros.

Según datos publicados por el Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT) en el año 2001 el 89,4% de la superficie departamental estaba ya afecta por la erosión en distintos grados, en la tabla N°3 se puede apreciar un detalle pormenorizado sobre este problema.

Tabla 3: Grados de erosión en Tarija

| Grado de erosión | Superficie afectada en Km2 | Porcentaje |
|------------------|----------------------------|------------|
| Nula | 3.972,00 | 10,60 |
| Ligera | 3.396,00 | 9,00 |
| Moderada | 6.481,00 | 17,20 |
| Fuerte | 6.354,00 | 16,90 |
| Muy fuerte | 14.056,00 | 37,40 |
| Grave | 2.530,00 | 6,70 |
| Muy grave | 834,00 | 2,20 |
| Totales | 37.623,00 | 100,00 |

Fuente: PERTT, 2001.

Los modos de acceso y uso de los recursos naturales no han cambiado en todo el departamento lo que hace prever que es posible que esta situación continúe de esta manera o que haya empeorado con el incremento de superficies en las categorías de erosión más graves o severas.

La erosión es un fenómeno natural que se incrementa por las actividades antrópicas, en el valle central de Tarija que comprende las cuencas del Alto Guadalquivir, Tolomosa, Santa Ana y Camacho los suelos con erosión se han incrementado en un periodo de 13 años como se puede apreciar en la tabla N°4.

Tabla 4: Avance de la erosión de 1988 a 2001 (13 años)

| Condición de la superficie | Superficie en ha | | Diferencia (en ha) | Porcentaje respecto de 1988 |
|----------------------------|------------------|------------|--------------------|-----------------------------|
| | Año 1988 | Año 2001 | | |
| Erosionada | 121.411,00 | 147.166,00 | 25.755,00 | 21,21 |
| No erosionada | 223.116,00 | 196.080,00 | (-27.032,00) | 12,12 |
| Total | 344.527,00 | 342.246,00 | (-2.281,00) | 0,66 |

Erazo, O. 2002. En base a datos del PERTT

Es muy limitada la información publicada sobre el estado de los recursos naturales en Tarija, los datos que analizaremos a continuación corresponden a varias décadas atrás pero se pueden asumir como actuales dado que la situación de intervención no ha cambiado, más bien se ha incrementado la presión.

La pérdida de suelos o degradación específica para el año 1988 era de 2400 Ton/km²/año para las áreas de mayor pendiente y de 440 Ton/km²/año para las áreas de menor pendiente según datos de la consultora COMSER (1988), la cual afectaba principalmente a la Cuenca del Guadalquivir donde se presentaba y presenta la máxima expresión de la erosión de origen hídrico.

La producción media de biomasa (leñosa y herbácea) por hectárea en el valle de Tarija descendió a 380 kg de materia seca debido a la fuerte degradación de los suelos, al pastoreo excesivo y a la extracción para su uso como leña. En áreas piloto con forestaciones de protección y uso silvopastoril se ha medido la producción de biomasa en 1,9 toneladas. (PERTT-GTZ, 1988)

La población rural principalmente y ahora también la ciudadina usa leña en forma excesiva y en cantidades superiores al incremento forestal natural. Ehrich-Grafe (1988) indicó que para el año 1988 el consumo de material leñoso era 2,5 veces más que la producción natural de la zona agravándose de esta manera la destrucción de la vegetación y el avance de la erosión.

A lo ya citado se puede sumar que un balance forrajero desarrollado en la sub cuenca del río Camacho, afluente del Guadalquivir, determinó que se necesitan 21,5 hectáreas para alimentar correctamente una cabeza de ganado mayor. La oferta total de forrajes naturales cubre tan solo un 46,3% de la demanda. (PERTT-GTZ, 1988). Solamente en la cuenca del río Camacho por

cada persona existen 5 animales (1,8 ovejas; 1,6 cabras y 1,5 vacas) y anualmente se incrementan 1,35 animales por persona (0,47 de oveja; 0,62 de cabra y 0,26 de vaca) esto no incluye los asnos y caballos usados para carga y transporte. (PDM-Uriondo, 2000)

El consumo de leña y carbón, fundamentalmente en la práctica gastronómica doméstica y recreativa, no se considera como significativo en el proceso de sostenibilidad ambiental. La leña que llega a Tarija proviene de varios sitios que forman parte de la cuenca del valle de Tarija. La extracción de leña de sitios de vegetación nativa conlleva un cambio en la cobertura vegetal y un cambio en el uso de los suelos como sucedió en la parte baja de la cuenca del río Camacho que se muestra en la tabla N°5.

Tabla N°5: Cambio producido en la cobertura del suelo en el periodo 1998-2015

| Tipo de cobertura vegetal | Superficie (ha) | | Diferencia | |
|--|-----------------|----------|------------|----------|
| | Año 1998 | Año 2015 | ha | % |
| Bosque ralo mayormente siempre verde semidecídulo. | 5779,88 | 2340,79 | 3439,08 | (-59,50) |
| Matorral mayormente caducifolio semidecídulo. | 27394,27 | 24024,46 | 3369,81 | (-12,30) |
| Vegetación herbácea graminoide con matas y cojines | 6115,95 | 11794,37 | 5678,41 | 92,82 |
| Áreas antrópicas | 3686,74 | 4822,02 | 1135,28 | 30,79 |

Adaptado de Ramos & Mamani (2016)

En la tabla anterior se puede observar que las superficies con vegetación de Bosque ralo y Matorral mayormente caducifolio semidecídulo se redujeron en un 59,5 y 12,3% respectivamente; o sea que perdieron su elemento leñoso (árboles y arbustos) para convertirse en suelos con Vegetación herbácea y áreas antrópicas quienes incrementaron su superficie en 92,82 y 30,79% respectivamente.

Este proceso supone un cambio de uso del suelo negativo para el ecosistema por el desbalance que ocasiona sobre todo en lo que respecta al régimen hidrológico. Se puede inferir por las características de la vegetación del Bosque ralo

y del Matorral mayormente caducifolio que la pérdida de sus elementos leñosos (árboles y arbustos) ha sido como consecuencia de la extracción de este material para su uso como leña ya que los mismos no presentan dimensiones ni condiciones de forma adecuada para su uso como material de construcción o de otro tipo. Es también conocido que el material leñoso que se desarrolla en el valle de Tarija brinda excelente condiciones para su uso como leña debido al alto poder calorífico que presenta al ser una madera densa por el largo tiempo que necesita para su crecimiento.

Las causas de la erosión en Tarija son de orden eminentemente socioeconómico y no de ausencia de medios y condiciones tecnológicas. El sobre pastoreo, el corte de la vegetación natural para usarla como leña, cercos muertos, construcciones, la falta de prácticas conservacionistas en el uso del suelo con fines agrícolas, la carencia de previsiones en la construcción de infraestructuras que desatan procesos erosivos, etc.

Es importante reglamentar de manera concertada la cría de ganado, el aprovechamiento de especies nativas forestales con fines energéticos y de otra índole en áreas comunitarias y privadas, el aprovechamiento de los suelos con fines agrícolas y otros, subsanar los problemas que generan el latifundio, el minifundio, la inseguridad de la tenencia de la tierra, etc. en busca de sostenibilidad ambiental y social.

BIBLIOGRAFÍA

- Campero, O. (2007). Biogas en Bolivia: Programa Viviendas Autoenergéticas. . Energía y Desarrollo, 56.
- COMSER Consultora. (1988). Erosion en el valle central de Tarija. Informe de Consultoría.
- Energy Press. (2 de Noviembre de 2011). Biomasa, abastece el 17% de la demanda total de energía en Bolivia. Energías Renovables y Desarrollo Sostenible en Bolivia, págs. Disponible en <http://eerr-bolivia.blogspot.com/2011/11/biomasa-abastece-el-17-de-la-demanda.html>.
- Erazo, O. (2002). Erosion en el departamento de Tarija. Seminario Suelos I, 15.
- FAO. (Diciembre de 2001). Estado de la información forestal en Bolivia. (O. R. FAO, Ed.) Monografía de países., 2, 306.
- FAO. (2006). Los bosques y la salud humana (Vols. Unasylva N°224 Vol 57, 2006/2). Roma, Italia.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2004). Terminología Unificada sobre Bionergia TUB: Terminología de los dendrocombustibles sólidos. Roma, Italia: Departamento Forestal de la FAO. Dendroenergía.
- PERTT. (2001). Diagnostico Institucional. Informe Institucional.
- PERTT-GTZ. (1988). Restauracion Hidrológica de la Cuenca del río Camacho. Informe de Cooperación.
- Prefectura del Departamento de Tarija. (2005). ESTUDIO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA. Tarija, Bolivia.
- Ramos Sebastian, Mamani Oscar. (Diciembre de 2016). Determinación del cambio de cobertura y uso actual de la tierra en la parte baja de la cuenca del río Camacho. provincia Avilez, Tarija. (IIEMA, Ed.) AgroCiencias, 8.



AGRO*Ciencias*
Revista de Ciencias Rurales