



AGROciencias

Revista de Ciencias Rurales





Universidad Autónoma
Juan Misael Saracho



Facultad de Ciencias
Agrícolas y Forestales

AGRO*Ciencias*

Revista de Ciencias Rurales

Vol. 4 N° 7 Septiembre 2019

ISSN 2519- 75 68

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE
SARACHO**

Lucha contra el incendio forestal
en la comunidad de Turumayo, Septiembre de 2017



AGRO*Ciencias*

Revista de Ciencias Rurales

CONSEJO EDITORIAL

Benitez Ordoñez Wilfredo

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

Fernandez 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 Victor Enrique

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

Erazo Campos Orlando
EDITOR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

REVISTA "AGROCIENCIAS"

Revista Facultativa de Divulgación Científica
Septiembre 2019

M. Sc. Ing. Freddy Gonzalo Gandarillas Martínez

RECTOR

M. Sc. Lic. Luis Ricardo Colpari Díaz

VICERRECTOR

M. Sc. Ing. Henry Valdez Huanca

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

M. Sc. Ing. Juan Hiza Zuñiga

VICEDECANO 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

Diseño y Diagramación

Teófilo Copa F.

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.

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

Un nuevo número de AgroCiencias está a vuestra disposición, presentando varios artículos sobre la problemática rural, el aprovechamiento y uso de los recursos naturales. Sin duda se constituye en un invaluable esfuerzo institucional en lo que respecta a la edición e impresión de este importante medio de divulgación científica como así también de los autores quienes extreman esfuerzos y recursos para hacer fértil el duro campo de la producción científica local.

Se abordan en el presente número temas que son parte de una añeja problemática local de orden climático vinculado con los sistemas productivos, acentuados en los últimos tiempos por los nuevos escenarios que nos plantean la modificación de los patrones de ocurrencia y distribución de precipitaciones y valores extremos de temperaturas a través de lo que conocemos como cambio climático, un fenómeno de escala global que requiere de acciones locales para mitigar sus efectos y consecuencias.

La erosión de los suelos, problema ancestral en el departamento de Tarija, se aborda a través del análisis de indicadores climáticos que nos permiten un acercamiento a la predicción de este fenómeno para considerar su prevención y tratamiento evitando de ese modo la pérdida de la productividad de nuestros suelos. La disponibilidad de agua y la calidad de ésta en ríos y lagos se evalúan en tres artículos con diferentes enfoques, métodos y herramientas, los mismos que permiten apreciar el estado de evolución e intervención que tienen las cuencas hidrológicas y otros sistemas para afrontar su manejo sostenible.

La Quirusilla, un producto forestal no maderable, extraído de áreas naturales del valle central de Tarija y estribaciones de zonas de transición del subandino, es valorada desde un punto de vista botánico; esta especie constituye un recurso natural muy apetecido por la población; cuyo estudio ecológico podría darnos pautas importantes sobre el estado de conservación de las fuentes de agua donde se desarrolla. Se suma a esta planta típica de la región el estudio del cultivo de la Ajipa donde se analiza y experimenta sobre algunas técnicas culturales simples para un manejo óptimo y más productivo de esta raíz que se constituye en un alimento ancestral

Orlando Erazo Campos
**Editor Revista
AgroCiencias**

CONTENIDO

ARTÍCULO ORIGINALES

ÍNDICES DE AGRESIVIDAD CLIMÁTICA COMO ESTIMADORES DEL FACTOR DE RIESGO DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

Caba Olguín Javier **1**

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RECARGA HÍDRICA EN LA MICRO CUENCA RINCÓN DE LA VITORIA PROVINCIA MÉNDEZ - TARIJA

Hiza Sánchez Edwin Fernando **11**

ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE PLANTAS MICROSCÓPICAS (Fitoplancton) DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO EMBALSE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE TARIJA

Baldiviezo Mamani Marcia Lorena, Fernández Deimar **27**

EVALUACIÓN DEL BOSQUE DE RIBERA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO SAN PEDRO DE SOLA - TARIJA

Sea Ugarte Jorge Rodrigo **33**

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA QUIRUSILLA (*Gunnera SP*) EN LA RESERVA BIOLÓGICA DE LA CORDILLERA DE SAMA

Condori Rueda Lisbeth Sonia **42**

INFLUENCIA DE LA PODA FLORAL EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA RAÍZ, EN EL CULTIVO DE LA AJIPA (*PACHYRHIZUS AHIPA L. R. PARODI.*) EN LA COMUNIDAD DE PAMPA GRANDE

Ríos Guerrero Wilma **48**

ÍNDICES DE AGRESIVIDAD CLIMÁTICA COMO ESTIMADORES DEL FACTOR DE RIESGO DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

Caba Olguín Javier
cabajav@gmail.com

RESUMEN

El cambio en los usos y ocupación del suelo en el departamento de Tarija, debido principalmente al aumento demográfico, ha determinado un incremento de la erosión en la región atribuido a la acción de las precipitaciones. En el presente trabajo se analiza la aridez de los suelos y el patrón de distribución de las precipitaciones en el departamento de Tarija y su agresividad climática.

Los índices seleccionados para la determinación de la agresividad climática, son: el índice de aridez, el índice de agresividad de las precipitaciones IFM, el índice de concentración de la precipitación ICP y finalmente una interacción de estos índices como es el índice de erosividad total de la precipitación. También se usaron métodos geoes-tadísticos para la obtención de la regionalización de los índices y, a partir de éstos, se analizaron las diferencias de su distribución espacial.

De acuerdo al índice de aridez, se establece que más del 67% del territorio tarijeño tiene condición hídrica seca con suelos que van desde sub húmedos secos a hiperáridos. La agresividad de la lluvia tiene una mayor distribución de moderada a muy alta; el índice de concentración muestra que las lluvias son estacionales, es decir que se concentran en pocos meses del año. El índice de erosividad total de las lluvias tiene un valor alto en la zona sub andina donde se tiene una vegetación de tipo bosque húmedo, un área considerable del valle central y de la región del chaco presenta una erosividad pluvial moderada, que representa un factor de riesgo de erosión hídrica.

PALABRAS CLAVE

Agresividad pluvial, Aridez, Erosión hídrica, Índices climáticos, Riesgo.

INTRODUCCIÓN

En muchas regiones del mundo existe un desbalance entre recursos naturales, población y necesidades básicas. Este desbalance es más marcado y notorio en regiones áridas, semiáridas y subhúmedas. Las regiones áridas y semiáridas comprenden gran parte del territorio del departamento de Tarija y están caracterizadas por un balance hídrico negativo casi todo el año, es decir que las pérdidas son mayores que los aportes de humedad.

En estas regiones la degradación de suelos es un serio problema, causada generalmente por una interacción descontrolada entre los factores biofísicos y socioeconómicos. Por otra parte, la acción natural de las precipitaciones que en suelos desnudos o con poca cobertura vegetal erosionan de manera sistemática el suelo debido a que la precipitación en esas regiones tiene bajos promedios y una alta variabilidad espacial y temporal, además de carácter torrencial.

La erosividad de la lluvia constituye un factor fundamental para comprender el funcionamiento de los procesos erosivos que tienen lugar en un territorio. Para su cálculo se han diseñado numerosos índices que se han utilizado en modelos de predicción del riesgo de erosión, siendo el más conocido el factor R (Wischmeier, 1959) que se incorpora en la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978). Este factor evalúa la importancia que tiene sobre la erosión del suelo la energía cinética de cada evento tormentoso y su intensidad máxima.

El cálculo del valor de erosividad de la lluvia es difícil de realizar en territorios como el tarijeño, ya que es necesario disponer de información detallada de las precipitaciones con un registro continuo de las variaciones de intensidad de la lluvia durante las tormentas. Por el contrario, en Tarija la red de pluviógrafos es escasa y desactualizada, la poca información con que se cuenta data de décadas pasadas.

Por estos motivos se han elaborado índices de erosividad que se obtienen exclusivamente con volúmenes de precipitación. Entre éstos los más conocidos son el índice de agresividad climática de Fournier (1960), en su formulación original o en la versión modificada (MFI) por Arnoldus (1980). También como complemento o sustituto de los anteriores se ha utilizado el Índice de Concentración de las Precipitaciones (PCI en su acrónimo en inglés) de Oliver (1980).

En el presente trabajo, se delimitan y ubican las zonas secas para determinar las condiciones climáticas del territorio tarijeño mediante el Índice de Aridez (Unesco, 2010). Para determinar la agresividad climática se utilizaron los índices IFM de Arnoldus e ICP de Oliver a partir de información pluviométrica mensual de una red de 42 estaciones meteorológicas distribuidas en el territorio tarijeño. Finalmente se combinaron los índices IFM e IPC para obtener el Índice de Erosividad Total (Febles, 2008), obteniéndose una mejor información de la agresividad pluvial y de la variabilidad espacial de los mismos; con

el software ARGIS se elaboraron mapas de cada uno de los índices.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y características principales del área de estudio

El departamento de Tarija ubicado al sur de Bolivia, se encuentra entre los paralelos 20°50' a 22°50' de latitud sur y los meridianos 62°15' a 65°20' de longitud oeste.

Tiene una extensión territorial de 37.623 km² que representa el 3,4% del territorio nacional.

El Departamento, se divide en tres provincias fisiográficas: la cordillera Oriental al oeste que cubre el 30% de la superficie departamental; el Subandino en la parte central ocupa el 30% del departamento y al este la Llanura Chaco-Beniana que comprende el 37% del territorio departamental. Aproximadamente el 63% de la superficie total del departamento corresponde a montañas, serranías y colinas, y el 37% conforma planicies, piedemontes y llanuras (Zonisig, 2001).

La cobertura vegetal en el departamento de Tarija presenta diferencias importantes en las tres provincias fisiográficas. La diferencia altitudinal de casi 4.450 m y la variabilidad de las condiciones climáticas, fisiográficas y edáficas determinan un mosaico de tipos de vegetación natural, como bosques, matorrales, praderas, sábanas y pastizales, puros o en diferente grado de combinación (Zonisig, 2001)

Los suelos presentan una gran variabilidad de características morfológicas y son predominantemente superficiales en las montañas y serranías, moderadamente profundos en las colinas y profundos a muy profundos en los valles, llanuras, planicies y piedemontes

El clima en el departamento tiene gran variación, acentuada por la influencia de los vientos y frentes fríos del sudoeste, así, en la Cordillera Oriental presenta temperaturas medias anuales entre 9 a 18°C, con precipitaciones anuales que van desde

los 300 a 1200 mm. En el Subandino presenta temperaturas medias anuales entre 17 a 23°C y precipitaciones anuales entre 500 a 2200 mm: en tanto que la Llanura Chaco-Beniana presenta temperaturas medias anuales de 23°C y precipitación entre 350 a 1200 mm anuales.

METODOLOGÍA

La información meteorológica utilizada corresponde a 42 estaciones climatológicas que cuentan con datos climáticos de al menos 20 años de registros. Para el procesamiento de datos se utilizó un programa de cómputo llamado CIRH (Cálculo de los índices del Régimen Hídrico; (CAZALAC 2006) desarrollado como parte de la iniciativa del CAZALAC (Centro del agua para zonas áridas y semiáridas de América latina y el Caribe), para obtener una metodología estandarizada y consolidada para la delimitación y mapeo de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América Latina y el Caribe. Está diseñado y desarrollado de tal forma que con la información meteorológica histórica de las diferentes variables, se estiman los diversos parámetros, que en su conjunto, dan una visión del comportamiento natural de la lluvia y su relación con el riesgo de erosión hídrica de los suelos.

ÍNDICE DE ARIDEZ

Se adoptó un índice que permite definir los lapsos de deficiencia y excedencia climática de agua en un período específico, el cual está relacionado básicamente con la precipitación y la evapotranspiración de referencia en el sistema considerado; se utilizó la relación propuesta en el Atlas Mundial de Desertificación (UNESCO, 2010):

$$IA = \frac{p_m}{ET_o}$$

Donde:

p_m = precipitación media del período (mm)

ET_o = evapotranspiración de referencia del período

Expresa la relación entre la precipitación anual promedio y la evapotranspiración

potencial en un área determinada, divide las tierras en húmedas y secas. Las tierras secas o zonas áridas a su vez son clasificadas en hiperáridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas.

Tabla 1: Clasificación del índice de aridez IA

IA	CLASIFICACIÓN
<0.05	Hiperárida
0.05 a < 0.20	Árida
0.20 a < 0.50	Semiárida
0.50 a < 0.65	Subhúmeda seca
0.65 a 1.0	Subhúmeda húmeda
>1	Húmeda

AGRESIVIDAD CLIMÁTICA

Las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas son frágiles y sensibles a la desertificación (degradación de la vegetación y especialmente de los suelos), siendo la erosión hídrica uno de los principales indicadores asociados, razón por la cual es importante determinar la agresividad de las lluvias a través de los índices.

Índice de Fournier Modificado

Arnoldus (1980), propuso una corrección del Índice de Fournier (IF) en que se consideran no sólo la precipitación mensual del mes más húmedo, sino también la del resto de los meses.

Este índice modificado de Fournier (IFM) caracteriza la agresividad de la precipitación y se calcula de la siguiente forma:

$$IFM = \sum_{i=1}^{12} \frac{p_i^2}{P}$$

Donde:

p_i = precipitación mensual (mm)

P = precipitación anual (mm)

El cálculo de IFM se hace para cada año y luego se calcula el promedio, se clasifica según la tabla 2, (PHI, 2006)

Tabla 2. Clasificación del Índice de Fournier Modificado (IFM)

IFM	Clasificación
0 – 60	Muy bajo
60 – 90	Bajo
90 – 120	Moderado
120 – 160	Alto
> 160	Muy alto

Índice de concentración de la precipitación (ICP).

Con el propósito de estimar la agresividad de las lluvias, a partir de la variabilidad temporal de las precipitaciones mensuales, Oliver (1980), propuso un índice de concentración o estacionalidad de las precipitaciones (ICP), que se obtiene mediante la expresión.

$$ICP = 100 \frac{t}{P}$$

Donde:

ICP: Índice de concentración de la precipitación, en %
P: precipitación mensual (mm)

P: precipitación media anual (mm)

Los mayores valores del ICP indican alta estacionalidad, es decir grandes diferencias entre las temporadas secas y lluviosas. Valores pequeños, indican poca diferencia entre los meses lluviosos y los meses secos.

El valor de ICP reviste un gran interés, por la incidencia de la precipitación sobre la erosión del suelo, que genera una dinámica más activa cuanto mayor es la concentración en la temporada de lluvias. El rango convencional de variación va desde 8.3 hasta 100% (Cuadro 3). El cálculo del ICP se hace para cada año y luego se calcula el promedio (PHI, 2006).

Tabla 3. Clasificación del Índice de Concentración de la Precipitación (ICP)

IPC	CLASIFICACIÓN
8.3 – 10	Uniforme
10 – 15	moderadamente estacional
15 – 20	estacional
20 – 50	altamente estacional
50 – 100	Irregular

Índice de Erosividad Total (IET).

El índice de Fournier Modificado (IFM) evalúa de manera directa la agresividad de las precipitaciones, pero su efecto es diferente dependiendo de la forma en que la actividad pluvial se distribuye a lo largo del año, información que aporta el ICP, la combinación de ambos genera el índice de Erosividad Total (IET), mismo que se clasifica según la tabla 4, está expresado de acuerdo a la ecuación siguiente: (Vega y Febles, 2008).

$$IET = IFM * ICP$$

Tabla 4. Clasificación del Índice de Erosividad Total (IET)

IET	CLASIFICACIÓN
< 1500	Baja
1501 – 2500	Moderada
2501 – 5000	Alta
> 5000	Muy Alta

RESULTADOS

El departamento de Tarija posee diferentes pisos altitudinales y se distinguen 3 provincias fisiográficas: al este la Cordillera Oriental con alturas que van desde los 900 a 4.600 msnm, en la región central el Subandino con alturas entre los 360 a 2.300 msnm y al oeste la llanura Chaco-Beniana (Zonisig, 2001).

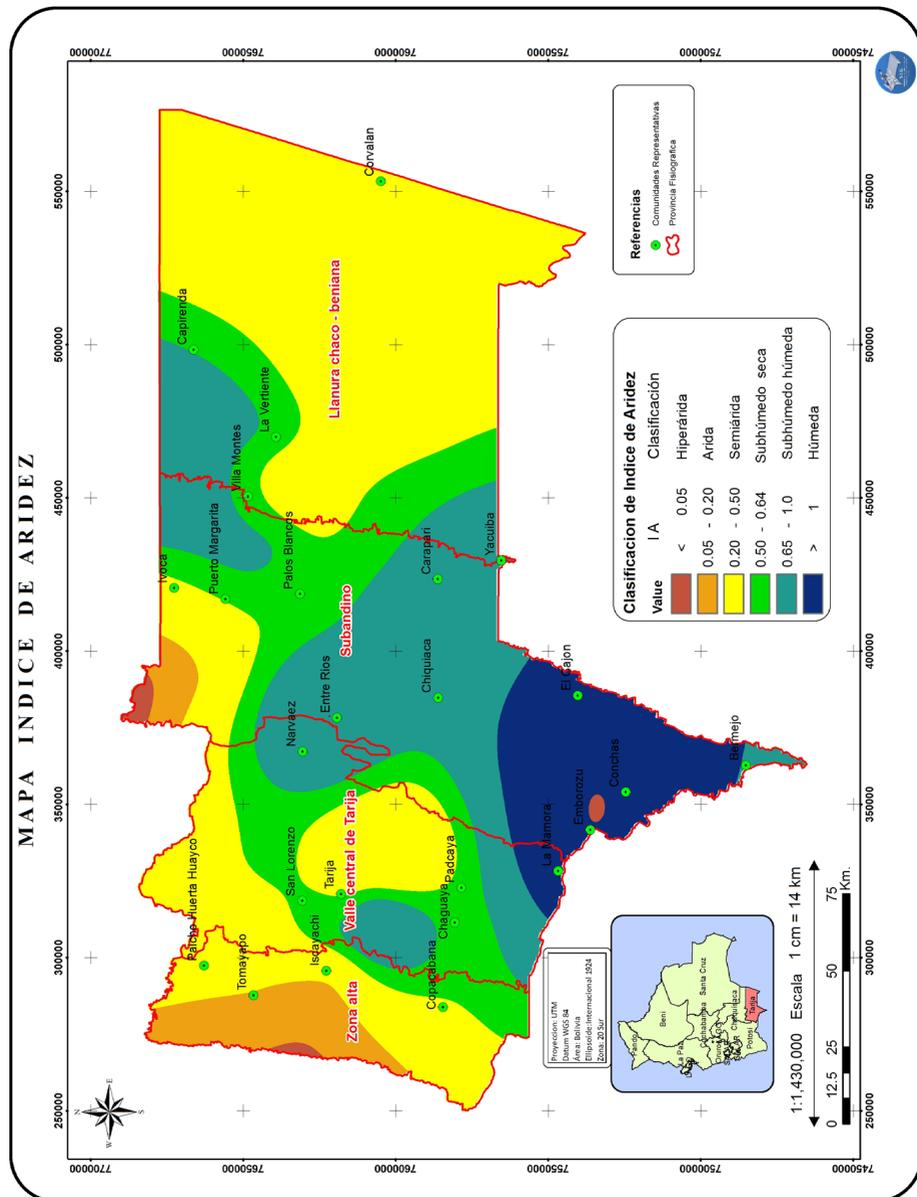
Índice de Aridez.

El índice de aridez relaciona la precipitación con la evapotranspiración de referencia, con valores menores a 0,05 para zonas hiperáridas y mayores a la unidad para zonas húmedas.

En la figura 1, se observa que el departamento de Tarija presenta todas las clasificaciones, pero la mayor parte corresponde a la clasificación semiárida que representa el 44% (16.273 Km²) de la superficie total. La zona hiperárida ocupa el 0,5% (183 km²) de la superficie. Tabla 5

La zona árida corresponde a la zona noroeste del departamento, en las riberas del río San Juan del Oro, la comunidad de El Puente.

Figura 1: Índice de Aridez



El semiárido y subhúmedo seco predominan al este del departamento en la región del chaco, así mismo en gran parte del valle central y en la zona alta, incluyendo los cañones de Tomayapo y Paicho.

El sub andino tiene características de subhúmedo y húmedo, coincidiendo con la mayor pluviosidad anual.

Tabla 5. Superficie del índice de Aridez

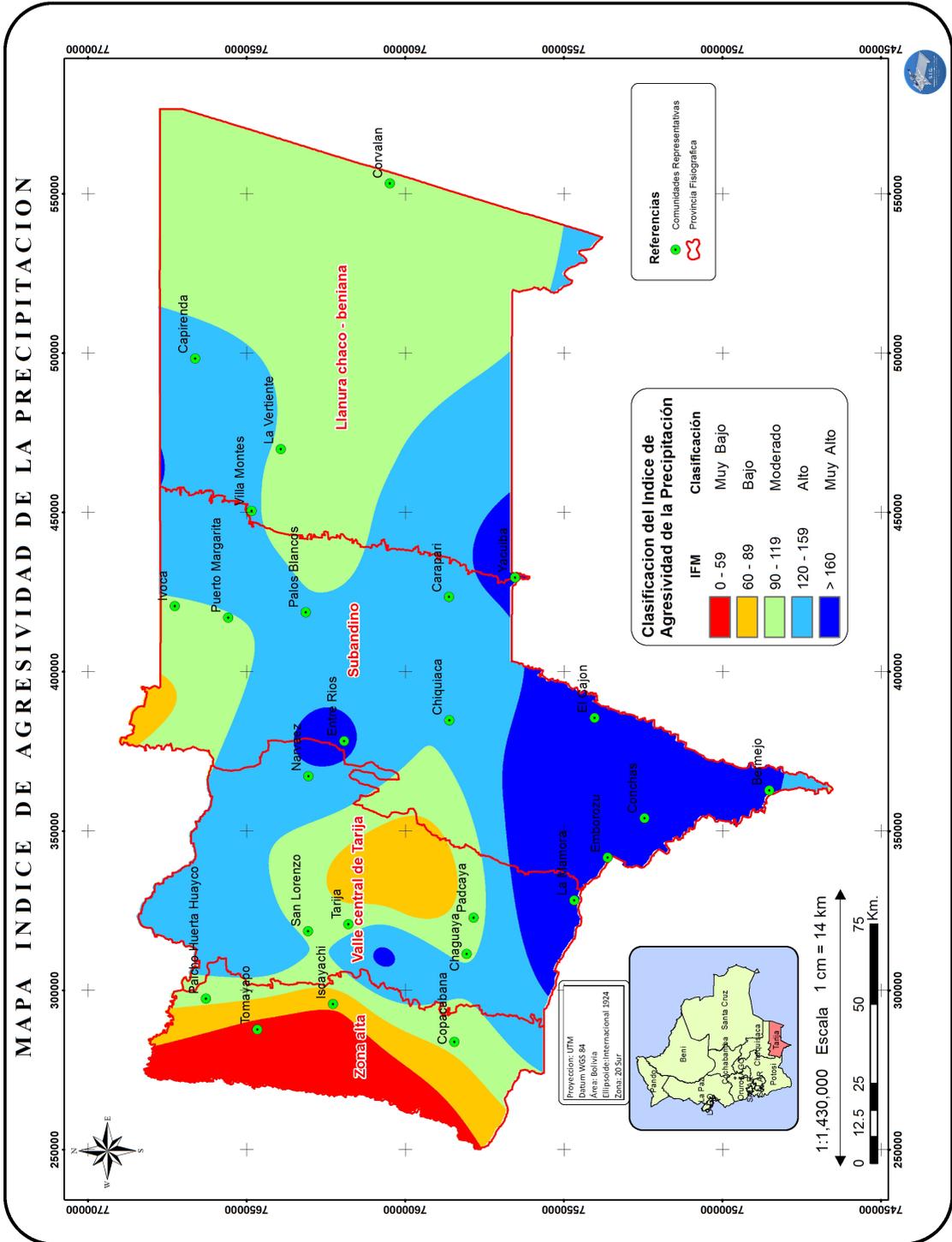
Índice de Aridez	Clasificación	Superficie	
		Km ²	%
< 0.05	Hiperárida	183	0.5
0.05 - 0.20	Árida	1,643	4
0.20 - 0.50	Semiárida	16,217	
0.50 - 0.65	Subhúmeda seca	6,999	19
0.65 - 1	Subhúmeda húmeda	8,638	23
> 1	Húmeda	3,325	9

Figura 2. Índice de Fournier Modificado

Índice de Fournier Modificado
 Agresividad de las lluvias a través del índice.

De la figura 2, se tiene que la agresividad de la precipitación varía de muy baja a baja en la zona alta del departamento que incluye Yunchará, Iscayachi, El Puento y los cañones de Paicho y Tomayapo.

La agresividad es baja a moderada en la parte central del valle central y gran parte del Chaco, siendo la precipitación muy agresiva en el Subandino especialmente en las regiones de Emborozú y Bermejo.



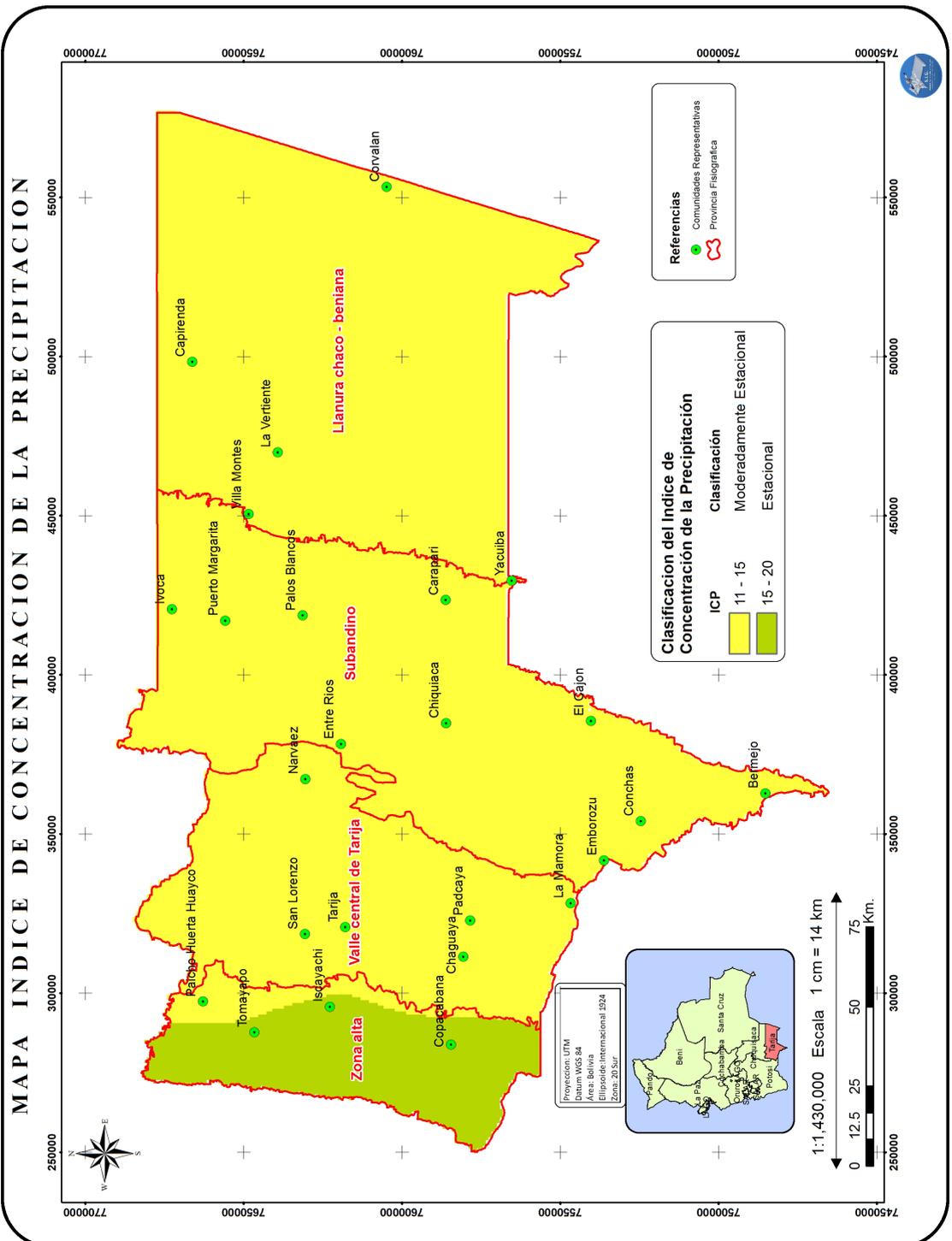


Figura 3. Índice de Concentración de la precipitación

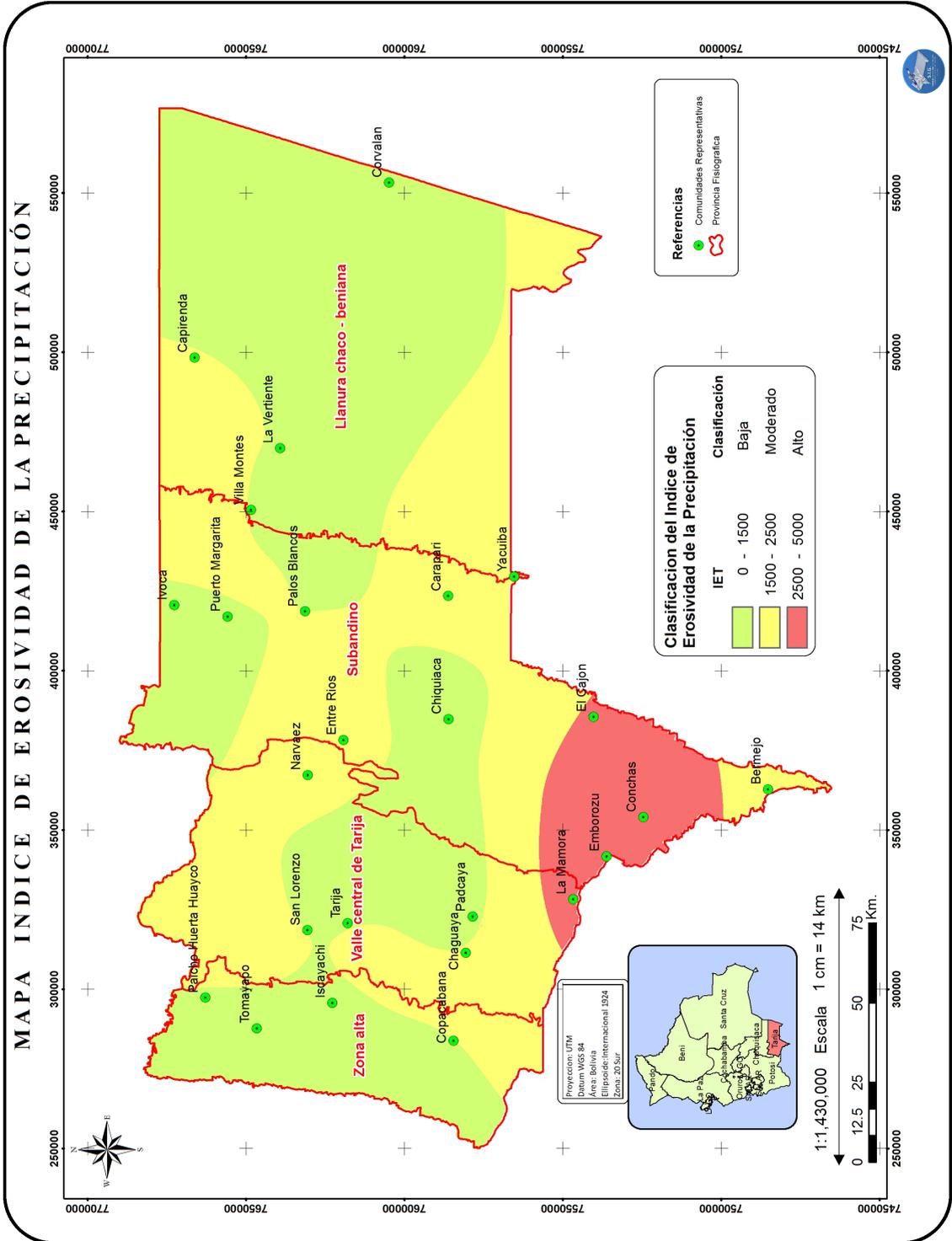
La figura 3, muestra que en el departamento de Tarija la lluvia es moderadamente estacional en el valle central, Subandino y en el Chaco, es decir que se presentan 2 épocas bien diferenciadas, una época seca y otra con lluvias, que van de octubre a marzo normalmente.

La zona alta tiene una mayor concentración de las lluvias, es decir que el período de lluvias se distribuye en pocos meses del año, de noviembre a febrero.

Figura 4. Índice de Erosividad de la precipitación

Índice de Erosividad Total (IET).

La figura 4 resume el potencial erosivo de la precipitación, se puede observar que la erosividad es baja en la zona alta, gran parte del valle central y la llanura chaco-beniense; moderada en parte del Subandino y parte del valle central y el chaco. En la región sur del Subandino la erosividad de la lluvia es alta, en esta región se encuentra la reserva nacional de flora y fauna Tariquia.



Si bien la vegetación en la zona alta es del tipo pastizales, arbustos altoandinos y matorrales xerofíticos, es decir es vegetación rala, poco densa que dejan al descubierto gran parte de los suelos, la erosividad de la precipitación es baja, sin embargo es necesario realizar medidas de protección de suelos y repoblación de especies vegetales dado el riesgo por la erosividad de las precipitaciones.

La llanura chaqueña presenta un índice de erosividad bajo a moderado, en esta región domina un bosque extremadamente xerofítico, mayormente espinoso, ralo y bajo; con árboles emergentes en forma rala o en manchas.

La región del Subandino presenta un índice de erosividad en su mayor parte entre bajo y medio, en estas zonas la vegetación dominante corresponde por una parte al bosque del chaco serrano generalmente ralo, bajo y caducifolio, con un estrato arbustivo denso a ralo, y por otra parte presenta un bosque de subhúmedo de transición conformando una masa boscosa discontinua.

Al sur del Subandino la erosividad de la lluvia es alta, coincidiendo con que la mayor cantidad de lluvia acumulada anual en el departamento de Tarija se da en esta región, en promedio llueve 2 metros al año en Emborozú. La vegetación corresponde a bosque húmedo de la selva Tucumano-boliviana, los bosques generalmente son densos, mayormente siempre verdes, medio a altos de estructura compleja con dos a tres estratos.

CONCLUSIONES

- Los índices de agresividad climática pueden ser una buena alternativa para determinar zonas de riesgo de erosión dada la simplicidad de sus cálculos.
- En el departamento de Tarija se presentan todas las categorías de Aridez, pero la mayor parte corresponde a Se-

miárida que representa el 44% (16.273 Km²) de la superficie total. La zona hiperárida ocupa el 0,5% (183 km²) de la superficie total del departamento.

- La agresividad de la precipitación va de muy baja a baja en la zona alta; es baja a moderada en la parte central del valle central y gran parte del Chaco, siendo la precipitación muy agresiva en el Subandino especialmente en las regiones de Emborozú y Bermejo.
- La lluvia es moderadamente estacional en el valle central, Subandino y en el Chaco, es decir que se presentan 2 épocas bien diferenciadas, una época seca y otra con lluvias, que va de octubre a marzo normalmente.
- La erosividad de la precipitación es baja en la zona alta, gran parte del valle central y la llanura chaqueña; moderada en parte del Subandino y parte del valle central y el chaco. En la región sur del Subandino la erosividad de la lluvia es alta, en esta región se encuentra la reserva nacional de flora y fauna Tariquíá.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cepeda García M, 2015. Estimación del Índice de Agresividad Climática Bajo Escenarios de Cambio Climático y su Implicación en la Perdida de Suelo en la Cuenca Ubaté – Suárez, Tesis de Ingeniera Ambiental, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.
2. Hämmerly R; Cristanchi M; Cristina, Ignacio M.; Basán N, 2018. Escenarios Hidrológicos Fluctuantes en una Región Húmeda y su Relación con la Disponibilidad de Agua. Buenos Aires: Aqua-LAC - Vol. 10 - N° 1 - Mar.

3. PHI. 2006. Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas de América Latina y El Caribe . Programa Hidrológico Internacional, UNESCO. Documento Técnico No. 3. La Serena, Chile.
4. UNESCO (2010): Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe.- Proyecto Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe, CAZALAC, Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°25.
5. Vega, M. B. y J. M. Flebes, 2008. La agresividad de la lluvia en áreas rurales de la provincia de La Habana como factor de presión en la sostenibilidad agroambiental. España: II Seminario Internacional de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos, Sostenibilidad e Indicadores.
6. Velasco I, Cortés G, 2009. Índices de Fournier modificado y de concentración de la precipitación, como estimadores del factor de riesgo de la erosión, en Sinaloa, México

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RECARGA HÍDRICA EN LA MICRO CUENCA RINCÓN DE LA VITORIA PROVINCIA MÉNDEZ - TARIJA

Hiza Sánchez Edwin Fernando

Laboratorio de SIG "Sistemas de Información Geográfica" Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

edwinhiza@hotmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de identificar las zonas de recarga hídrica potencial de la sub cuenca del río La Vitoria, La metodología aplicada en el área de estudio permitió obtener resultados en corto tiempo y a bajo costo, definiendo rápidamente las áreas con potencial de recarga hídrica. A través de las variables propuestas por la ecuación de Mathus Silva (2009), entre ellas la pendiente del terreno, tipo de suelo, tipo de roca, uso de la tierra y cobertura vegetal, se realizó el análisis de los resultados para definir las zonas potenciales de recarga hídrica en la sub cuenca. Como resultado de un análisis de campo y el cruce de cada variable evaluada se obtuvo un mapa cartográfico que detalla las zonas de recarga hídrica según su potencial; en el mismo se ubican áreas con un potencial alto, moderado o bajo.

A partir de la metodología aplicada se obtuvieron datos de potencial alto y moderado de recarga hídrica en la mayor parte del territorio en la microcuenca del Rincón de La Vitoria.

PALABRAS CLAVE

Recarga hídrica potencial, Factores biofísicos, Infiltración, Geomática

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el INAB (2005) las zonas de recarga hídrica son territorios con capacidad de infiltrar de forma natural el agua procedente de la precipitación o escorrentía superficial, y con ello, permiten alimentar a los acuíferos donde los flujos subterráneos se desplazan horizontalmente hacia los diferentes cuerpos de agua como lagos, ríos, manantiales y océanos.

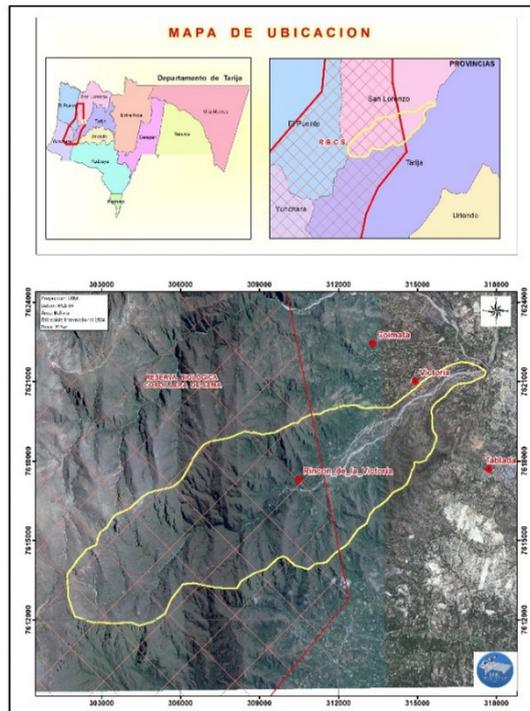
Existen diferentes factores biofísicos que se interrelacionan para determinar la zona de recarga hídrica como el clima, zona de vida, estratos geológicos, usos de la tie-

rra, tipo de roca, la presencia de cobertura forestal, topografía, etc. Por lo tanto, esto se reflejará en el volumen de agua que posea el acuífero y el estado de los cuerpos de agua circundantes a estas zonas.

La importancia de zonas de recarga recae en que son fuentes principales para obtener agua dulce alrededor del mundo y juegan un papel transcendental dentro del ciclo del agua. Asimismo, realizar su identificación, protección y conservación asegurará el bienestar de todo ser vivo y del desarrollo económico en la ciudad de Tarija.

Existen diferentes metodologías para realizar la identificación de zonas de recarga hídrica que se basan en elementos cuantitativos y cualitativos. Para el presente estudio se utiliza la metodología participativa del CATIE con la finalidad de generar información certera del área de estudio que permita identificar las zonas de recarga hídrica potencial de la sub cuenca del río La Vitoria utilizando variables biofísicas espaciales.

Descripción del área de estudio.



La sub cuenca del río La Vitoria está ubicada 10 km al Oeste de la ciudad de Tarija, ocupa una superficie de 60.7 km², el río La Vitoria se considera un afluente del río Guadalquivir.

Según datos de COSAALT, 2007 el Rincón de La Vitoria tiene un caudal máximo de 334 l/s, mínimo de 90 l/s y promedio de 230 l/s; dos obras de captación a 12 km al oeste de la ciudad a una altura de 2200 msnm, presa de derivación: Rincón de La Victoria del año 1989.

La parte alta de la sub cuenca La Vitoria está sujeta a protección estricta, no permitiéndose actividades agrícolas o ganaderas aguas arriba de las tomas de agua siendo éstas parte de la Reserva Biológica Cordillera de Sama.

Su pendiente es escarpada 50 – 60 % de forma irregular, la pedregosidad superficial es mucha de 40%, el drenaje

superficial es rápido, la erosión hídrica es de grado ligero (Molina J., Herbas C., Mendoza J., 2002).

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó la base conceptual de la metodología participativa para la identificación de zonas de recarga del CATIE (2010). El estudio se basa en la ecuación propuesta por Mathus Silva (2009) que considera cinco elementos con diferentes ponderaciones asignadas:

$$ZR = 0.27(Pend) \pm 0.23(TS) \pm 0.12(TR) \pm 0.25(Cve) \pm 0.13(US)$$

- Pend: Pendiente y microrrelieve
- TS: Tipo de suelo
- TR: Tipo de roca
- Cve: Cobertura vegetal permanente
- US: Usos del suelo

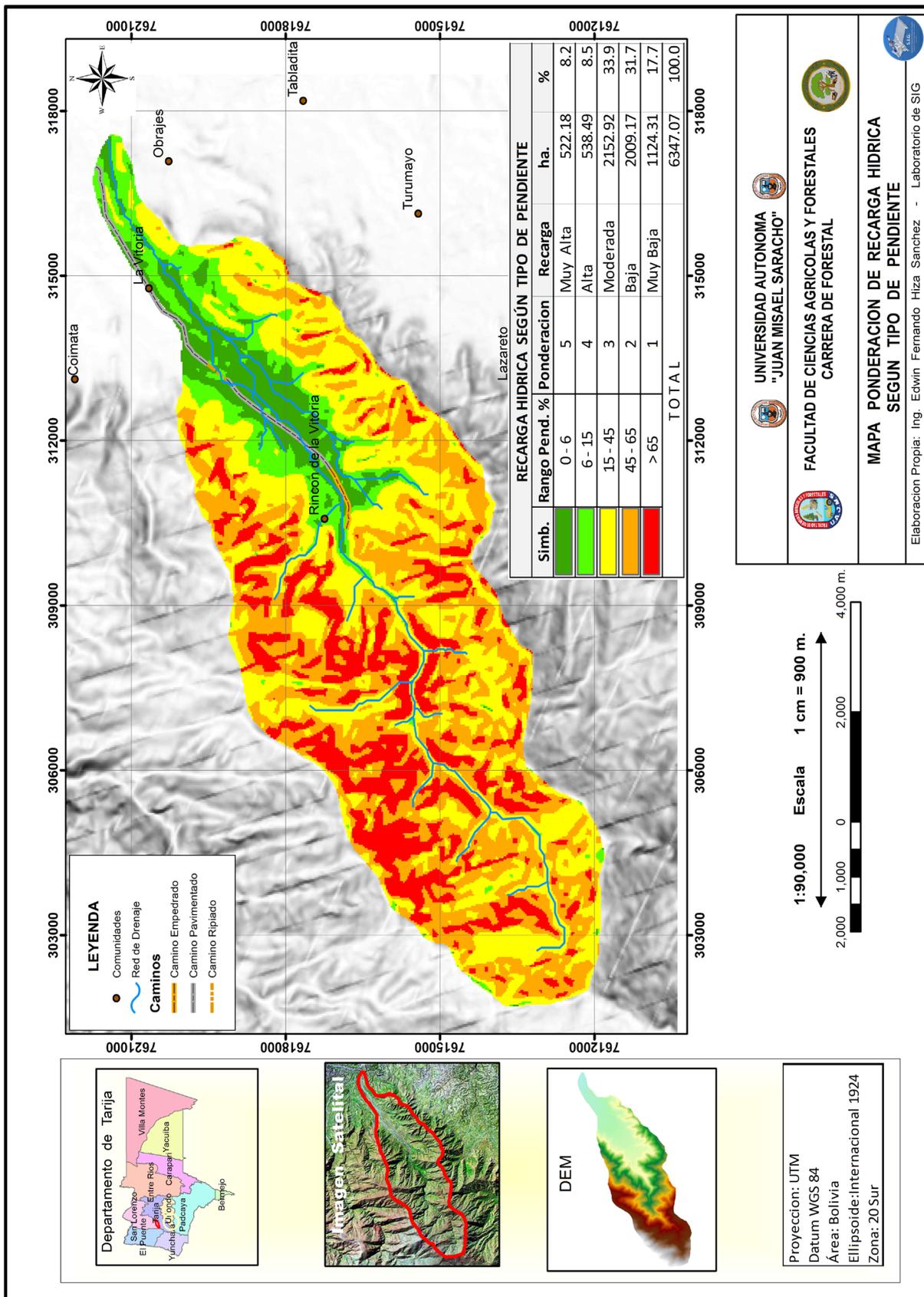
RELIEVE	Pendiente (%)	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelo plano a casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5
Suelo moderadamente ondulado/cóncavo	6 - 15	Alta	4
Suelo ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3
Suelo escarpado	45 - 65	Baja	2
Suelo fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1

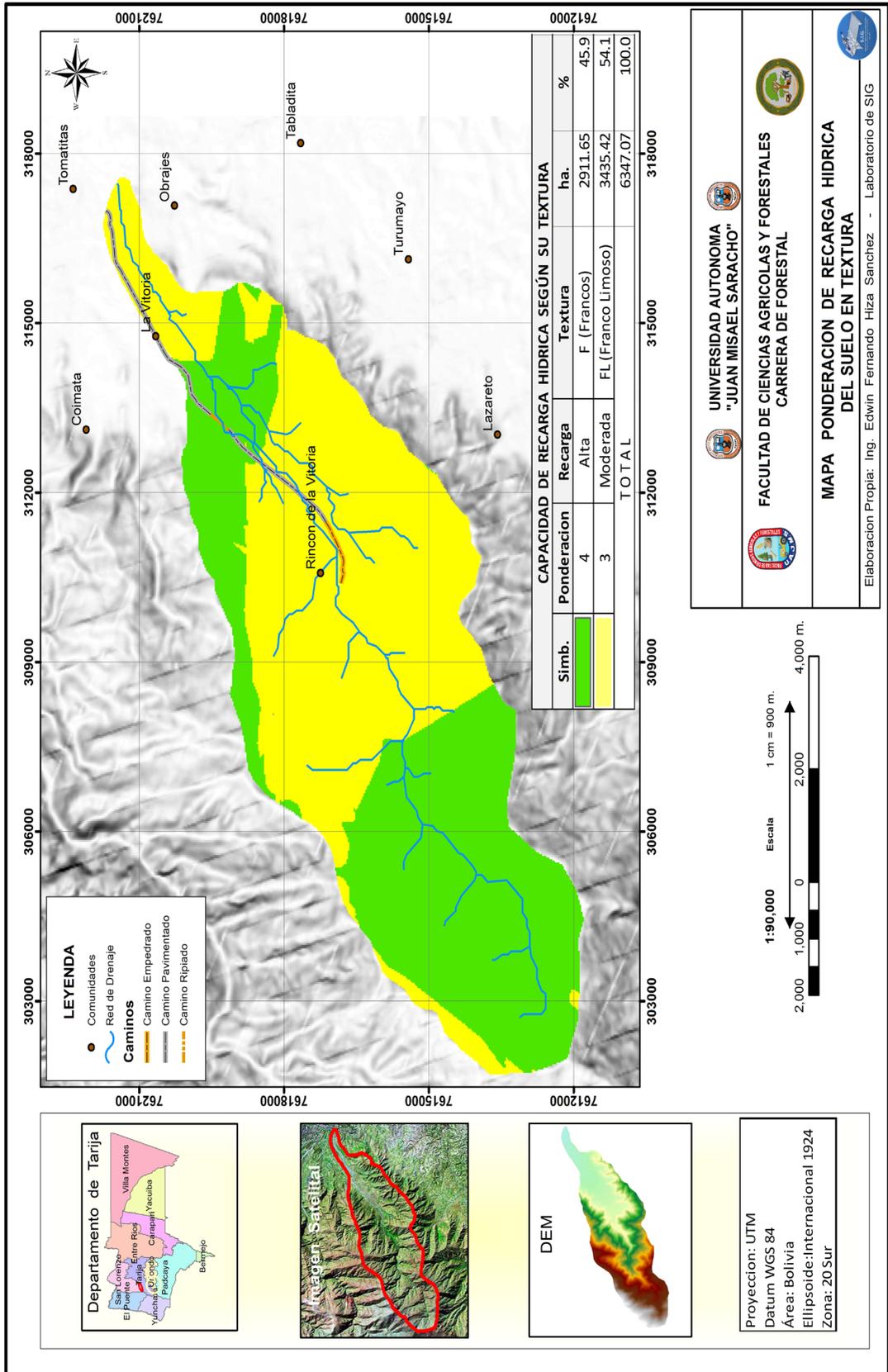
TEXTURA	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelo franco arenoso, con partículas de gruesas a medias y muy rápida capacidad de infiltración.	Muy alta	5
Suelo franco, con partes iguales de arena, limo y arcilla y rápida capacidad de infiltración.	Alta	4
Suelo franco limoso, con partículas de tamaño medio a fino y moderada a moderadamente rápida capacidad de infiltración.	Moderada	3
Suelo franco arcilloso, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados, con muestras de compactación y lenta a moderada capacidad de infiltración.	Baja	2
Suelo arcilloso, muy pesado con partículas muy finas, compactadas, con muy lenta capacidad de infiltración.	Muy baja	1

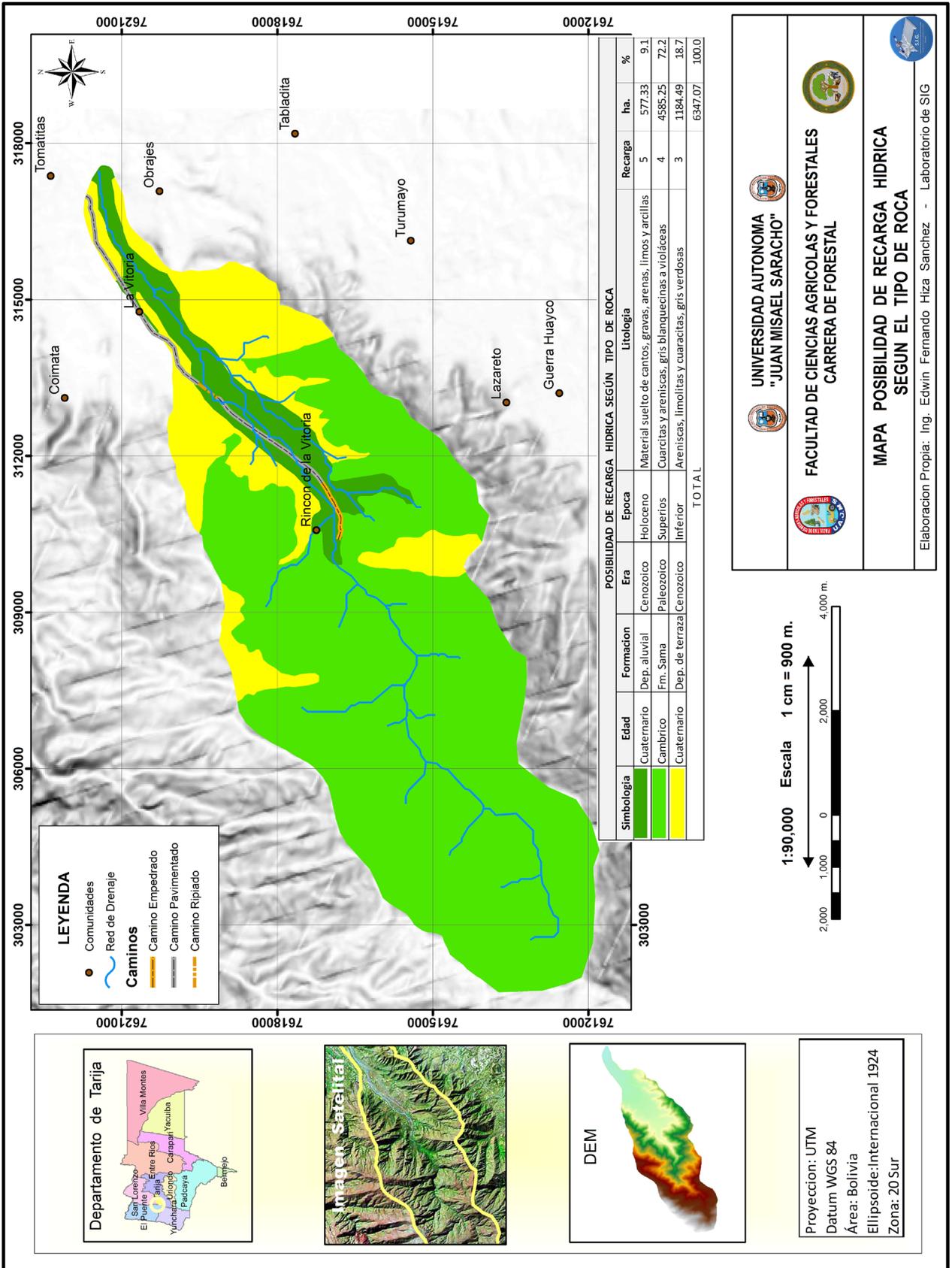
ROCAS	Posibilidad de recarga	Ponderación
Rocas muy permeables, muy suaves, agregados gruesos, con macroporos interconectados (arena gruesa, piedra pómez, grava)	Muy alta	5
Rocas permeables, suaves, agregados medianos, con poros interconectados, con poca cementación (arena fina, arenisca)	Alta	4
Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular interconexión de poros	Moderada	3
Rocas poco permeables, algo duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, (grava combinada con arcilla)	Baja	2
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	Muy Baja	1

COBERTURA PERMANENTE	Posibilidad de recarga	Ponderación
>80 %	Muy alta	5
70-80%	Alta	4
50-70%	Moderada	3
30-50%	Baja	2
<30%	Muy baja	1

USO DE LA TIERRA	Posibilidad de recarga	Ponderación
Bosque que presenta los tres estratos: árboles, arbustos y hierbas	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	Alta	4
Terrenos cultivados, obras de conservación de suelo	Regular	3
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1



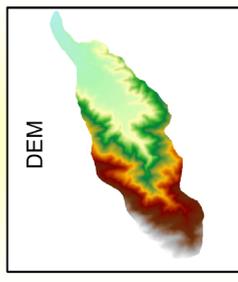




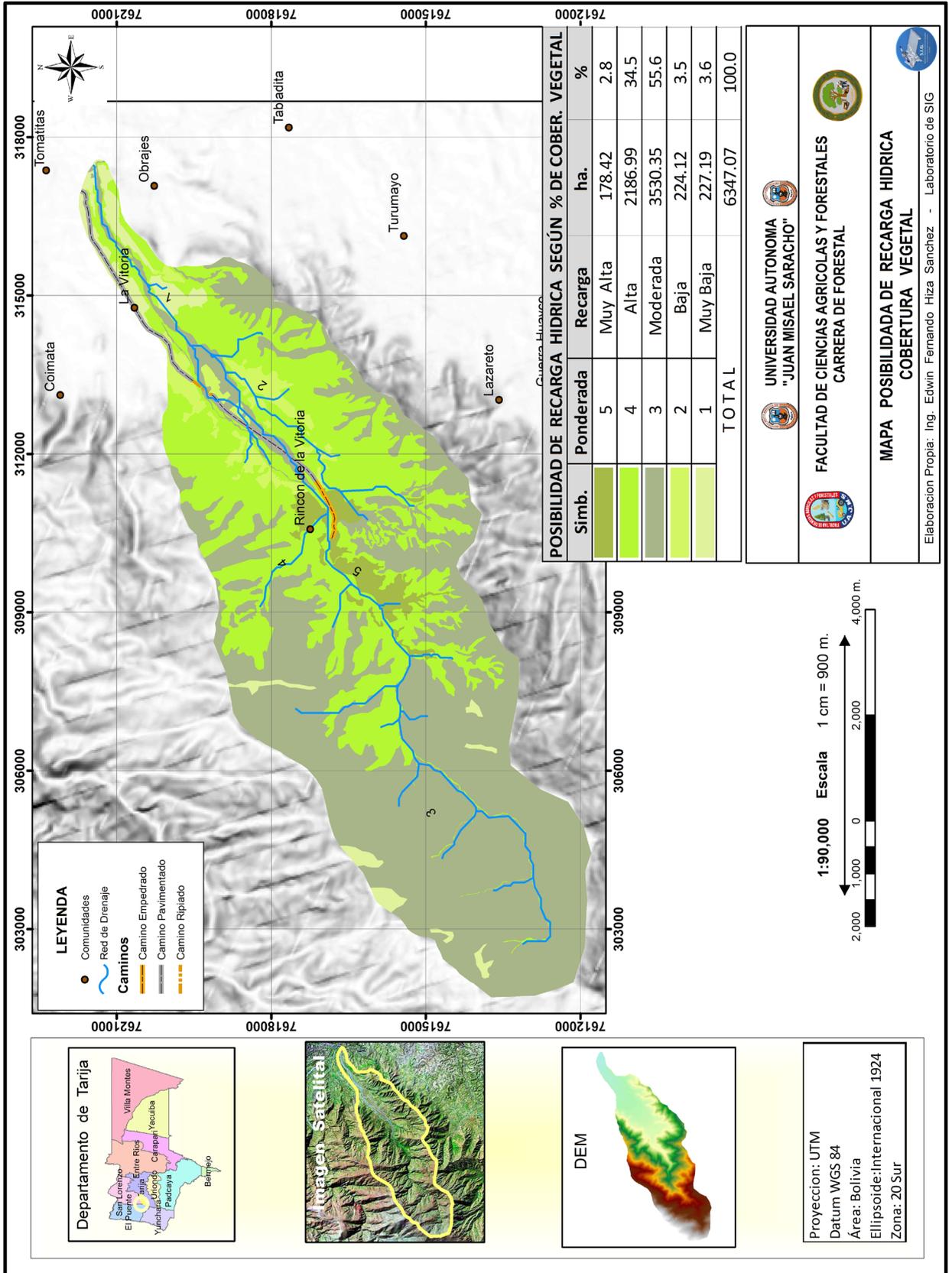
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE FORESTAL

MAPA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGUN EL TIPO DE ROCA

Elaboracion Propia: Ing. Edwin Fernando Hiza Sanchez - Laboratorio de SIG

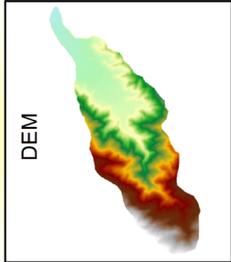
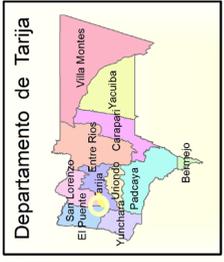


Proyeccion: UTM
 Datum WGS 84
 Área: Bolivia
 Elipsoide: internacional 1924
 Zon: 20 Sur

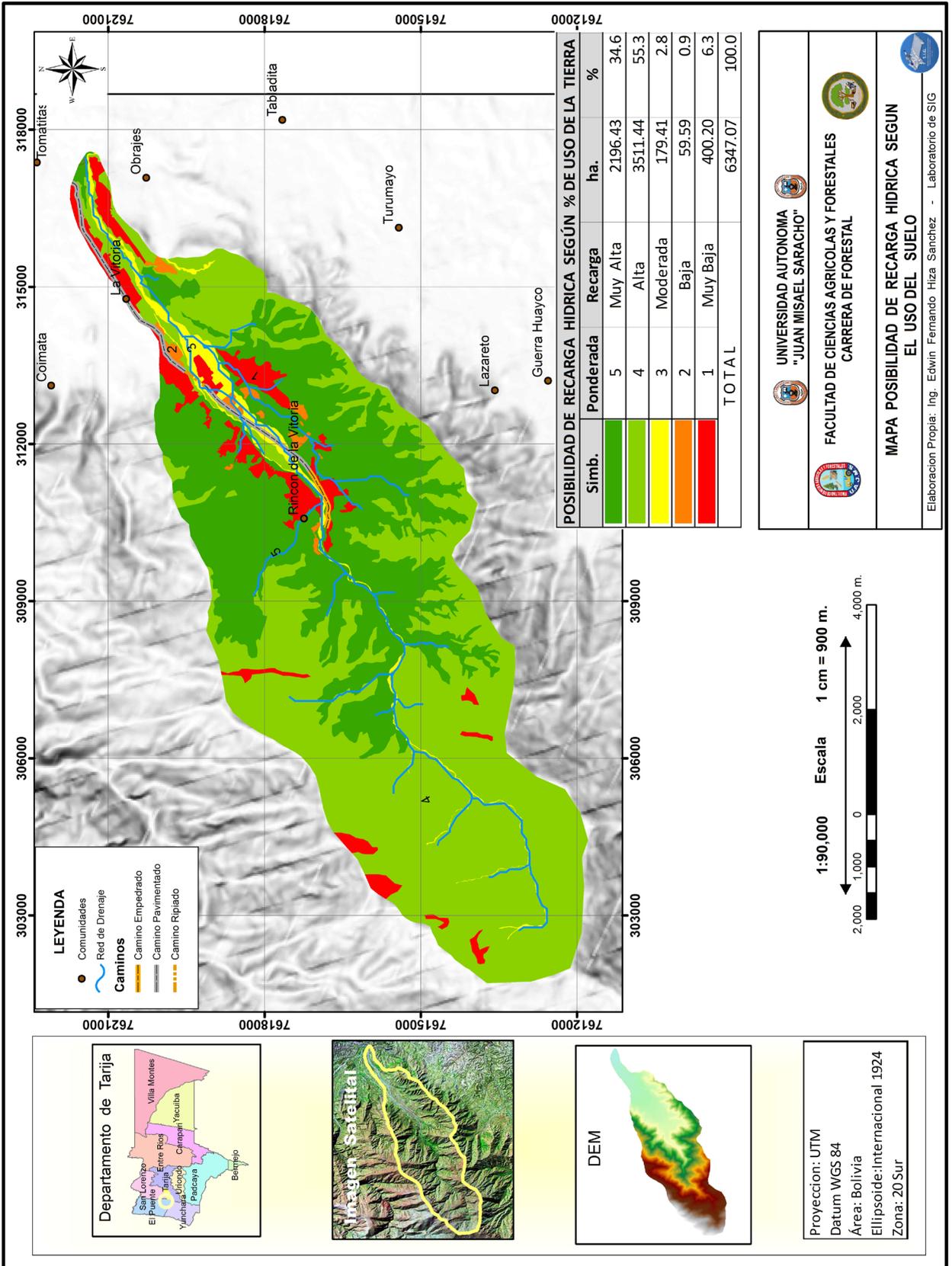


LEYENDA

- Comunicaciones
- Red de Drenaje
- Caminos**
- Camino Empedrado
- Camino Pavimentado
- Camino Ripiado

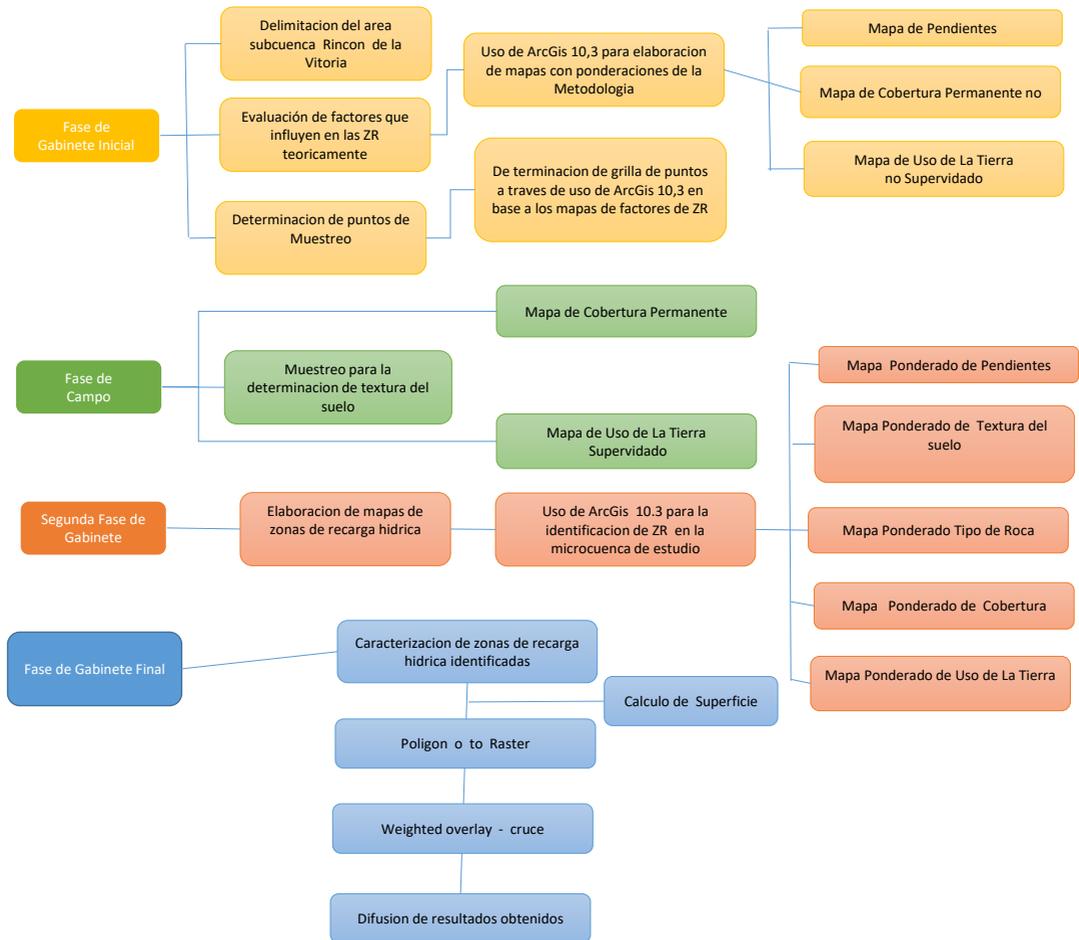


Proyección: UTM
 Datum WGS 84
 Área: Bolivia
 Elipsoide: Internacional 1924
 Zona: 20 Sur



Para la puesta en práctica de la metodología aplicada se llevaron a cabo las cuatro (4) fases que se observan en la figura 1.

Figura 1. Esquema Metodológico propuesto a seguir para la identificación y caracterización de la Zona de Recarga Hídrica (Matus, 2007).



RESULTADOS

Aplicada la metodología, se obtuvieron los siguientes resultados:

Zonas potenciales de recarga hídrica

Como resultado de un análisis de campo, teórico y el cruce de cada variable evaluada se obtuvo un mapa cartográfico que detalla las zonas de recarga hídrica según su potencial.

Se observó en el área de estudio condiciones favorables en vegetación y uso como así también tipo de roca y textura para la recarga hídrica.

En el Cuadro N°1 se establece, en porcentaje, la distribución de los diferentes potenciales de recarga hídrica, entre ellos se puede mencionar que las zonas clasificadas con un potencial “Alto” abarcan únicamente el 10,7%, se encuentra en

ellas materiales sueltos de cantos gravas, areniscas, limos y arcillas. Con diversos factores que influyen en la recarga hídrica se asume que un 69,5% corresponde al potencial de recarga “Moderado” siendo el de mayor extensión.

Sin embargo, el 19,8 % del área total posee un potencial de recarga “Bajo” y se debe principalmente a las fuertes pendientes que se presentan en la parte alta con inclinaciones de escarpadas a muy escarpadas.

Cuadro 1 Distribución porcentual del potencial de recarga hídrica

Recarga Hídrica	Ponderación	ha	%
Alta	4	677.97	10.7
Moderada	3	4412.18	69.5
Baja	2	1256.92	19.8
TOTAL		6347.07	100.0

POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA EN LA PARTE BAJA DE LA CUENCA



En la parte Baja de la cuenca se encuentran los tres tipos de recarga hídrica identificados.

Un potencial de **recarga Alto** con un porcentaje de 10,6% y una superficie de 675,89 ha correspondiente a Depósitos de Terraza y Depósitos Aluviales, localizados en la Llanura Aluvial – Fluvio Lacustre conformada por terrazas recientes ligeramente disectadas, planas a ligeramente onduladas y una pequeña porción de llanuras de pie de monte con material suelto de cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. Estas características definen un potencial de recarga hídrica Alto, por tener suelos muy blandos, una granulometría media y una moderada permeabilidad con textura franca a franco-limosa.

La cobertura vegetal está compuesta por el matorral ralo mayormente caducifolio, estacional o de transición conjuntamente con la vegetación herbácea densa, graminoide intermedia y con agricultura intensiva de cultivos anuales y permanentes; la pendiente plana a ligeramente ondulada es la que pone un gran peso a la protección y reducción de erosión por escorrentía.



La zona con potencial de **recarga Moderado** en la parte baja es de 30,7 % con una superficie de 1948,19 ha relacionada al

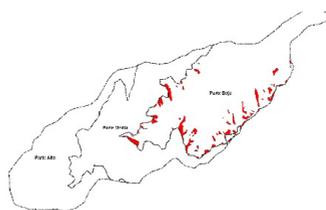
paisaje predominantemente montañoso de serranías bajas a medianas, moderadamente disectadas, con pendientes que van desde 15 a 60, compuestas por llanuras aluviales y llanuras fluvio-lacustres ligeramente disectadas y moderadamente planas, de textura franco limosa y franca en las partes más bajas.

Por su geología se encuentra en la formación Sama y una pequeña porción de la formación Iscayachi, con presencia de limolitas, cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas y gris verdosas.

Todo este paisaje se encuentra cubierto de bosque semi denso mayormente siempreverde estacional o de transición, matorral ralo mayormente caducifolio y vegetación herbácea densa, graminoide intermedia con sinusia arbustiva.

Existe un mayor desgaste de la cubierta vegetal debido al uso ganadero extensivo y cultivos no irrigados que disminuyen la protección de la vegetación.

RECARGA / PARTES DE LA CUENCA		
Etiquetas de fila	suma de ha.	%
1 PARTE BAJA	2780.62	43.8
Alta	675.89	10.6
Baja	156.54	2.5
Moderada	1948.19	30.7
2 PARTE MEDIA	1979.91	31.2
Alta	2.08	0.0
Baja	646.15	10.2
Moderada	1331.68	21.0
3 PARTE ALTA	1586.54	25.0
Alta	0.00	0.0
Baja	454.23	7.2
Moderada	1132.31	17.8
TOTAL GENERAL	6347.07	100.0



El potencial de **recarga Bajo** está en una zona con paisaje similar al de recarga moderada es predominantemente

montañoso de serranías bajas, medianas moderadamente disectadas, moderadamente escarpadas con pendientes que van desde 15 a 60%, formadas por llanuras aluviales de textura franco limosa. Su geología se encuentra en la formación Sama compuesta por cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas. Todo este paisaje se encuentra cubierto de vegetación herbácea densa, graminoide intermedia con sinusia arbustiva a vege-

tación herbácea rala y graminoide baja. Existe un mayor desgaste de la cubierta vegetal debido al uso ganadero extensivo con bovinos por el pisoteo del gana-

do que ocasiona una impermeabilización compactando los poros y reduciendo la infiltración.

POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA EN LA PARTE MEDIA DE CUENCA

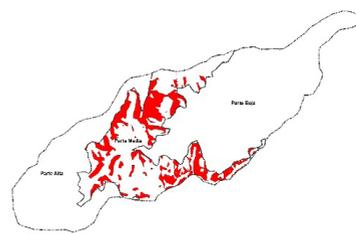


En la parte media de la cuenca, el área de recarga moderada ocupa la mayor dimensión, 21,0 % del total

con una superficie de 1331.68 ha, presenta paisajes montañosos de serranías altas, medias y bajas de fuerte a moderadamente disectadas y extremada a moderadamente escarpadas, también se encuentran pies de monte y valles estrechos propiciando surcos de reducidas dimensiones y erosión laminar moderada a severa, acompañada de pendientes que superan el 30 y 60%.

Al igual que en la parte alta pertenece a las formaciones Sama e Iscayachi en menor proporción mostrando limolitas, cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas.

Existe la presencia de vegetación herbácea rala, gramínea baja sin sinusia. El uso también es limitado por estar dentro de la Reserva Biológica Cordillera de Sama reduciendo así la presencia de agentes erosivos, como ganado y malas prácticas de cultivo.



La **Recarga Baja** está localizada en la parte centro sud de la cuenca, en su mayoría con exposición

este, abarca un 10,2 % de la superficie total en la parte media de la cuenca.

De acuerdo al mapa geológico está ubicada en la formación Sama, conformada por cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas. Fisiográficamente es terreno montañoso con serranías altas fuertemente disectadas, extremadamente escarpadas, con pendientes mayores a 60 % y es donde se aprecian surcos en mayor número y cantidad.

La vegetación predominante está conformada por un bosque semi denso mayormente siempre verde estacional o de transición constituido en algunas agrupaciones de aliso y ligustro, localizadas en cañadones y quebradas. También se observa vegetación herbácea densa, graminoide intermedia con sinusia arbustiva.

Aun con altas pendientes la zona no muestra grandes rastros de erosión por contar con una buena cobertura vegetal, aunque por la disección que exhibe, presenta poca infiltración.

POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA



La unidad con **recarga Moderada** se encuentra en la formación Sama y una pequeña porción de la formación

Iscayachi con presencia de limolitas, cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas y gris verdosas. Se aprecia un

paisaje montañoso de serranías altas moderadamente disectadas muy escarpadas. Este tipo de formación aporta una relativa estabilidad para evitar la presencia de movimientos en masa, por el contrario el paisaje y las pendientes mayores a 30 % provocan pequeños surcos en algunas laderas; juega un papel muy importante, en este caso, el uso que es extremadamente limitado por estar ubicada dentro de la Reserva Biológica de la Cordillera

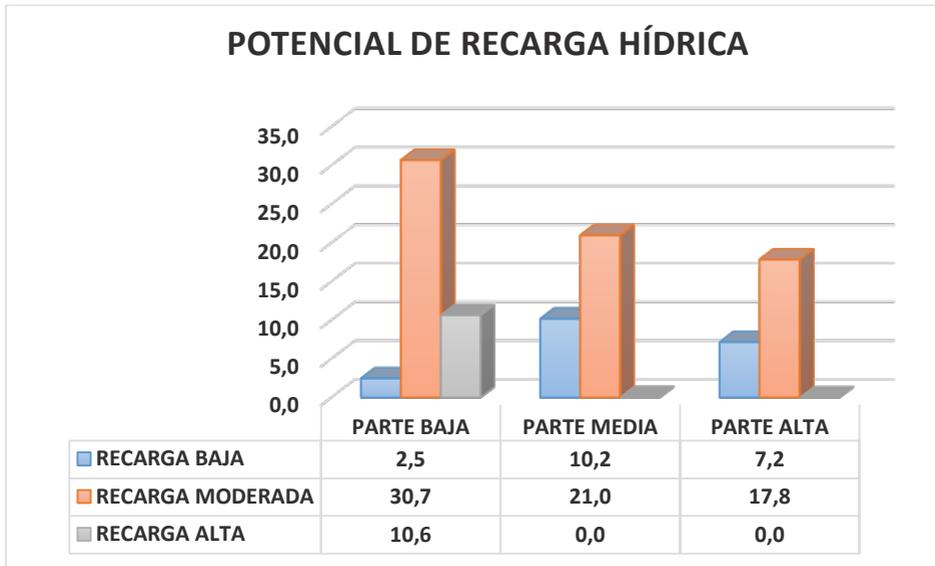
de Sama siendo un espacio monitoreado y resguardado por COSSALT y SERNAP, de esta manera aunque existan suelos poco profundos se percibe vegetación herbácea rala, graminoide baja, sin sinusia que evita la aparición de grandes surcos y una erosión laminar severa. En este caso si se sigue manteniendo el resguardo se puede mantener estable con el tiempo.

El área de **Recarga Baja** está, geográficamente posicionada en las periferias de la parte alta con exposición este, ocupa el 7,2 % de la parte alta.



Se podría decir que al pertenecer a la formación Sama en su totalidad, su alta dureza le brinda la estabilidad necesaria, pero por encontrarse en una estructura montañosa de serranías altas fuertemente disectadas y extremadamente escarpadas, de pendientes superiores a 60% se le atribuye una recarga baja produciendo más escurrimiento que infiltración, cuenta con una vegetación herbácea rala, graminoide baja, sin sinusia e incluso suelos sin ninguna estructura vegetal.

Figura 2 Distribución porcentual del potencial de recarga hidrica en las diferentes partes de la cuenca



CONCLUSIONES

- La cuenca del río Vitoria posee, en su mayoría, un porcentaje moderado de recarga hídrica con el (69,5%), concentrándose en las tres partes de la cuenca alta, media y baja. Por consiguiente, se puede determinar que la sub cuenca, a pesar de encontrarse en áreas con una cobertura vegetal moderada dentro de la cuenca, no posee mayor potencial de recarga hídrica debido a la presencia de infraestructura urbanística y agricultura en las partes bajas, por otro lado, en las partes media y alta hay fuertes pendientes bien escarpadas, que ocasionan más escurrimiento superficial que infiltración.
- Es importante tomar en cuenta que las partes alta y media de la cuenca se encuentran en la RBCS y presentan una zona con recurrencia en los incendios forestales, mismos que afectan a los bosques semi densos, mayormente siempre-verdes, estacional o de transición constituidos en algunas agrupaciones de aliso y ligustre, localizados en cañadones y quebradas; así como a la vegetación herbácea densa, graminoide intermedia con sinusia arbustiva, desprotegiendo a los suelos de cobertura vegetal, favoreciendo el escurrimiento superficial y afectando la recarga hídrica.
- Las zonas potenciales de recarga hídrica de la sub cuenca del río Vitoria presentan un buen potencial de recarga hídrica que puede asegurar el recurso líquido vital en calidad y cantidad especialmente en conjunto con otras cuencas colindantes que pertenecen a la cordillera de Sama. Por consiguiente, la identificación de las zonas de recarga hídrica, proporciona información pertinente para resguardar los recursos naturales asociados a estas zonas de vital importancia para el mejoramiento de la gestión ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- CATIE. (14 de Julio de 2006). Hidrología. Hidrología y Gestión de Cuencas Curso Internacional. Turrialba, Cartago, Costa Rica.
- CATIE . (Septiembre de 2010). Metodología para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas. Validación en la subcuenca del Río Jucuapa, Nicaragua. Nicaragua.
- FAO. (Abril de 2008). La microcuenca como ámbito de planificación de los recursos naturales. (C. N. Córdova, Ed.) San Salvador, El Salvador.
- INAB. (Abril de 2005). Programa de Investigación de Hidrología Forestal.
- Guatemala.
- MAGA. (2003). Mapa de Cobertura Vegetal y Usos del suelo de Guatemala.
- Manchame, L. (2011). Identificación de las zonas potenciales para la recarga hídrica, en la microcuenca del Río Agua Caliente, Municipio de Camotan, Chiquimula.
- Matus, O. (2009). Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica. Turrialba, Costa Rica.
- Monzón, F. (2012). Biología y geología interactiva. Obtenido de http://biologiaygeologia.org/unidadbio/a_ctma/hidrosfera/hidrosfera2.html
- Molina J.; Herbas C.; Mendoza J. 2002, Valoración Hidrológica de las cuencas de los ríos Tolomosa y la Vitoria, con el apoyo de: PROMETA, TNC y USAID, La Paz – Bolivia.
- Saavedra, C. (Octubre de 2009). El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales. La Paz, Bolivia.

- Sistema de Información Municipal. (2010). Modelo de elevación digital. Municipalidad de Guatemala, Dirección de Catastro Municipal. Guatemala: Sistema de Información Municipal.
- Solís, J. (2006). Manual de Laboratorio de Edafología. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE PLANTAS MICROSCÓPICAS (*Fitoplancton*) DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO EMBALSE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE TARIJA

Baldiviezo Mamani Marcia Lorena¹, Fernández Deimar²

Campus Universitario, Zona El tejtar. Tarija, Bolivia.
ferdei2000@yahoo.es; marciabaldiviezo@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo estudió la composición, diversidad y abundancia de la comunidad fitoplanctónica en el ecosistema acuático del lago San Jacinto, entre los meses de abril a octubre de 2018; enfocando especialmente en la identificación de las especies y su abundancia, tomando en cuenta los periodos seco y lluvioso. Además, se hizo el reconocimiento de las especies y la importancia de su apareamiento en ciertas épocas del año.

*El análisis cuantitativo de las muestras, se realizó en el laboratorio de COSAALT Ltda., mientras que la identificación de las especies, fue realizada en el laboratorio de Biología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, observándose ciertas especies de fitoplancton, el género *Ceratium* es de mayor abundancia en el periodo lluvioso que en la época seca en el lago San Jacinto.*

PALABRAS CLAVE

Fitoplancton, Composición, Abundancia.

INTRODUCCIÓN

El embalse de San Jacinto fue construido en el año 1988 en el lugar denominado El Angosto de San Jacinto, próximo a la confluencia de los ríos Tolomosa y El Molino, ambos afluentes del río Guadalquivir, cuenca del Bermejo. (Laviolette, 2006).

El espejo de agua de 700 hectáreas fue construido con el fin de dotar de energía eléctrica y riego a las comunidades del valle central de Tarija. Con una capacidad de almacenamiento de alrededor de 56 millones de metros cúbicos hoy enfrenta amenazas de gran magnitud, notándose los efectos negativos en la productividad, sostenibilidad y vida útil del embalse.

Combatir la contaminación de las fuentes de agua es de vital importancia, no sólo para la protección del medio ambiente,

sino de la fauna y de la vegetación que vive en ellos. (Martinez F., 2014).).

Laviolette, F., (2005), manifiesta que las actividades humanas contribuyen a incrementar la carga de nutrientes de los sistemas acuáticos provocando la alteración de sus propiedades físico-químico-biológicas.

Después del informe de la UNAM (2006), se realizaron estudios esporádicos muy cortos. No obstante, se destaca el estudio realizado por Gutiérrez, Medrano & Universidad Católica Boliviana, (2015), donde concluyen que las aguas del Lago San Jacinto corresponden a la «Clase B», por el contenido de Coliformes Fecales y los valores de DBO.

Las plantas acuáticas presentan un papel muy importante en la estructura y funcionamiento de los lagos (Meerhoff, & Mazzeo, 2004).

El fitoplancton, conocidas como plantas microscópicas, se encuentra en la base de la cadena alimentaria de los ecosistemas acuáticos, ya que sirve de alimento a organismos mayores; es decir realiza la parte principal de la producción primaria en los ambientes acuáticos, por ello el presente trabajo tiene como objetivo determinar la composición, diversidad y abundancia de la comunidad fitoplanctónica en el ecosistema acuático del embalse del Lago San Jacinto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Figura 1 muestra la localización de la estación de muestreo estudiada y la Tabla 1 muestra algunas de las características morfométricas del embalse San Jacinto, área de estudio.

Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo

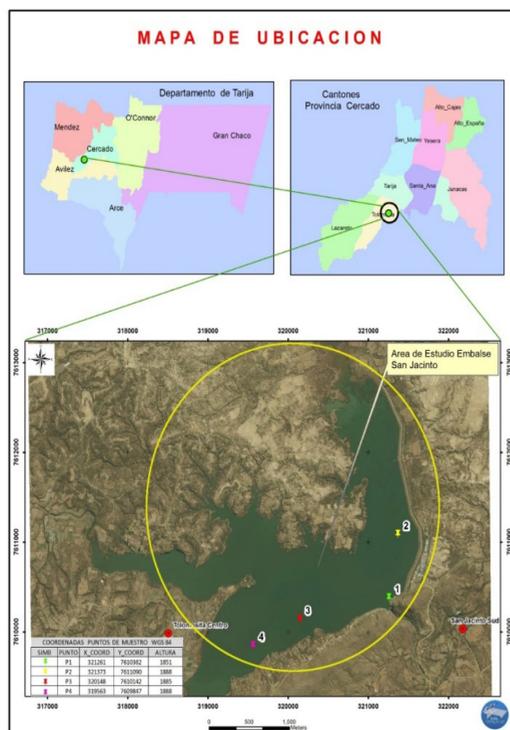


Tabla 1. Características morfométricas del embalse San Jacinto

Año de construcción	1988
Espejo de agua al nivel mínimo (Ha)	218
Espejo de agua al nivel Medio (Ha)	560
Espejo de agua al nivel máximo (Ha)	820
Prof. máxima (m)	23
Prof. media (m)	8,9
Vol. muerto (Hm ³)	13,5
Vol. útil (Hm im ³)	41

Este trabajo se realizó durante el periodo seco y periodo lluvioso (abril a octubre 2018) con toma de muestras en cuatro diferentes puntos o estaciones distribuidas en el embalse: E1 (Parte Dique), E2 (Tablada Grande), E3 (Parte Central), E4 (Río Grande) para contar con valores de todas las condiciones tróficas.

Para la obtención de muestras se utilizó una malla tipo cónica de fitoplancton. Una vez obtenida la muestra, ésta se transfirió a un recipiente de plástico. Las muestras de 50 ml de agua para el conteo algal se fijaron con formol al 40 %. El material colectado fue cubierto para evitar los efectos de la luz, los frascos con las muestras fueron refrigerados y transportados hasta el laboratorio.

Para la observación en laboratorio, las muestras fueron agitadas suavemente y luego con la ayuda de una pipeta se depositó un ml de muestra en la cámara de Sedgwick-Rafter; para la observación de las muestras se empleó un microscopio invertido *Olympus*, provisto de una reglilla ocular utilizando una cámara de conteo de capacidad conocida. Las observaciones al microscopio se efectuaron por medio de un conteo tomando en cuenta los campos con una magnificación total de 10X, para ello se contó todo el recorrido de la cámara.

Escala de clasificación de especies

Para estimar la abundancia de las diferentes especies, se utilizó la metodología propuesta por Avaria, 1965.

Tabla 2. Valores de ponderación en la estimación de la abundancia relativa

Rango	Ponderación
>3000	Muy abundante
1000-3000	Abundante
500-999	Moderado
1-499	Escaso
0	Ausente

Fuente: Avaria, 1965.

RESULTADOS Y DISCUSION

En forma general los valores de fitoplancton en los periodos de época seca y lluviosa, presentaron ciertas particularidades entre los puntos y época de muestreo (tabla 3)

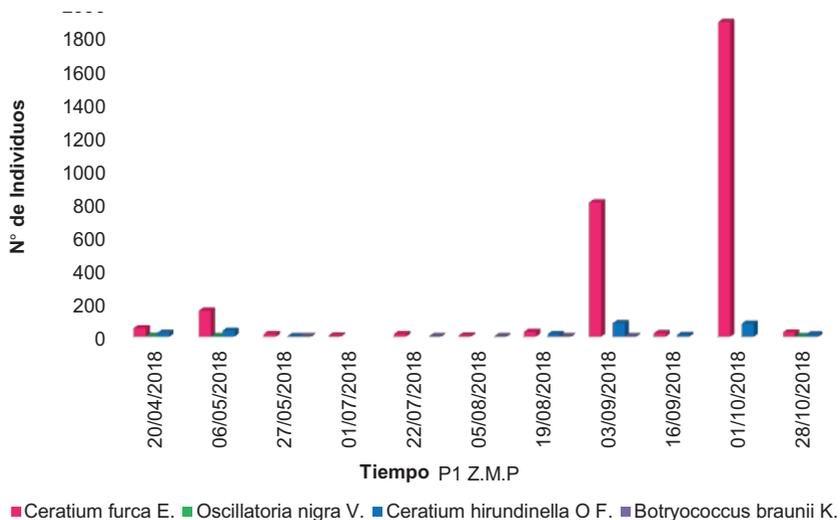
Tabla 3. Número de Individuos de especies de fitoplancton.

Punto de muestreo	<i>Ceratium furca E.</i>	<i>Oscillatoria nigra V.</i>	<i>Ceratium hirundinella O.F.</i>	<i>Favella sp.</i>	<i>Trachelomonas volvocina E.</i>	<i>Nitzschia elongata H.</i>	<i>Botryococcus braunii K.</i>
P1 Zona profunda	3.003,00	6,00	247,00	0,00	0,00	0,00	6,00
P2 Parte Este	21.726,00	7,00	421,00	0,00	1,00	0,00	8,00
P3 Zona central	3.365,00	9,00	254,00	0,00	0,00	1,00	7,00
P4 Parte Oeste	9.219,00	4,00	342,00	1,00	0,00	0,00	4,00

Los valores acumulativos de las especies observadas en el periodo de la investigación varían de un punto de muestreo a otro. Valores máximos se observaron en el P2, de 21.726 individuos de la especie *Ceratium furca F.* a diferencia de un valor

mínimo en el punto 1, zona profunda con un valor de 3.003 individuos. La variación, está influenciada por la transparencia del agua, siendo mayor la población de fitoplancton en la zona profunda, (Fernández, 2008).

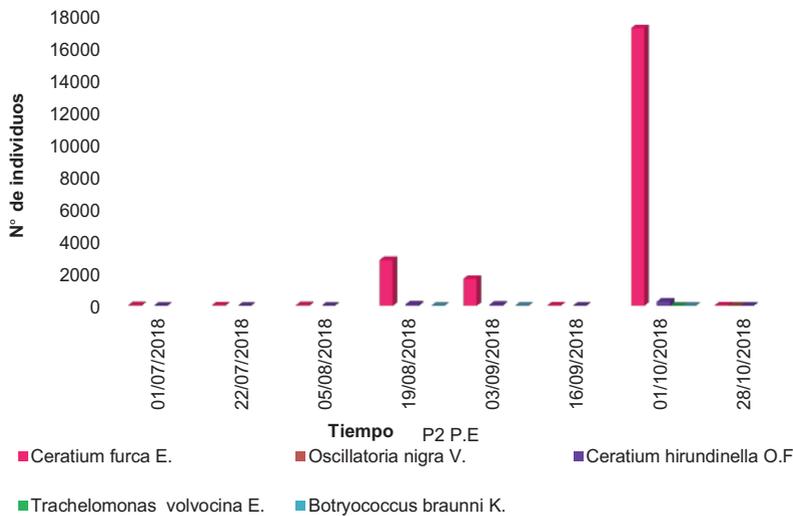
Figura 2. Estimación de la composición y abundancia de las especies encontradas en el Punto 1. (Zona profunda).



La dominancia de la especie *Ceratium furca* E. está influenciada por el periodo lluvioso, alcanzando el valor máximo en fecha 1/10/2018 de 1884 ind./ml y un valor mínimo en el periodo seco de 6 ind./ml. Según Laviolette, 2005, los organismos dinoflagelados tienen la aptitud de moverse verticalmente en la columna de agua gracias a su flagelo y, por lo tanto, en caso de alta turbidez, se encontrará preferencialmente en los primeros cm de agua, donde llega la luz solar.

Según, Vargas-Monter, M. & Freer, E., 2004, el género *Ceratium*, está compuesto por dinoflagelados tecados cuyas placas son altamente reticuladas y están cubiertas de espinas y protuberancias con poros, sus bordes levantados sobresalen de la pared y son diferentes en las diversas especies del género. Se caracterizan por poseer de dos a tres cuernos de los cuales uno es apical y los otros dos son antiapicales (Balech 1988).

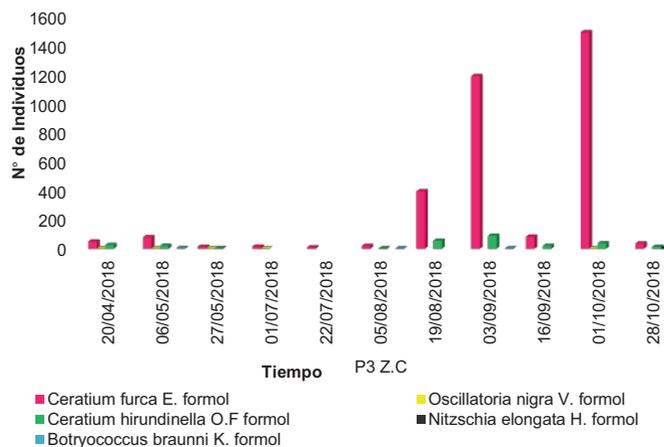
Figura 3. Estimación de la composición y abundancia de las especies encontradas en el Punto 2. (Parte Este).



La especie *Ceratium hirundinella* O.F. presenta un valor de 17.098 Ind./ml en la época lluviosa, siendo superior en relación al dinoflagelado *Ceratium furca* E. y muestra un valor de 254 Inds/ml en el periodo seco. El manifiesto de variación se debe principalmente a la época de muestreo.

Según el estudio realizado por Gutiérrez, Medrano & Universidad Católica Boliviana, (2015), se concluye que las aguas del Lago San Jacinto corresponden a la "Clase B", por el contenido de Coliformes Fecales y los valores de DBO, siendo un factor que favorece el desarrollo del género *Ceratium*.

Figura 4. Estimación de la composición y abundancia de las especies encontradas en el Punto 3. (Zona central).



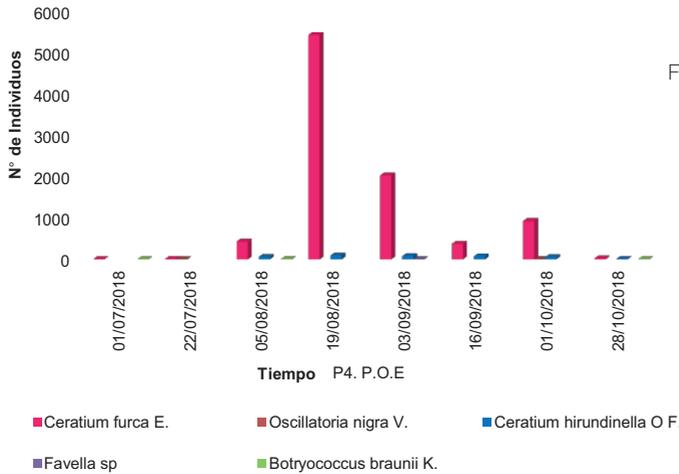


Figura 5. Estimación de la composición y abundancia de las especies encontradas en el Punto 4. (Parte Oeste).

La especie *Ceratium furca E.*, se manifiesta con valores superiores de 1.488 Ind./ml en fecha 1/10/2018 y en época seca presenta un valor mínimo de 8 Ind./ml.

Según García 2010, se pone en manifiesto que los dinoflagelados presentan una mayor presencia a lo largo del año, debido a su adaptación y modo de sobrevivencia.

Los valores de abundancia y composición de las especies de fitoplancton, se manifiestan con valores de 5.432 Ind./ml de la especie *Ceratium furca E.* en periodo seco a mediados de agosto, seguido por *Ceratium hirundinella O.F.* (89 Ind./ml), *Oscillatoria nigra V.* (3 Ind./ml), *Botryococcus braunii K.* (2 Ind./ml) y *Favella sp* 1 Ind./ml.

La elevada precipitación, genera arrastre de materiales y sedimentos que al igual que las grandes áreas agrícolas que utilizan cantidades considerables de pesticidas, llegan en forma disuelta al lago (Challenger y Dirzo et al., 2009). Esto de alguna manera influye en las cargas de nutrientes y en la potencial eutrofización del sistema, modificando la estructura de la comunidad del fitoplancton.

Ceratium furca, es un dinoflagelado mixotrófico pues es fotosintético y también se alimenta de material particulado (Tomas 1997).

CONCLUSIONES

El género *Ceratium* es uno de los dinoflagelados que presenta mayor abundancia en el periodo lluvioso que en la época seca en el lago San Jacinto.

Los valores elevados del genero *Ceratium* están ciertamente relacionados con la característica que presenta el lago San Jacinto, al clasificarse como Estado Trófico, según el trabajo realizado por Laviolette 2005 y por Gutiérrez, Medrano & Universidad Católica Boliviana, (2015).

BIBLIOGRAFÍA

- Carlson, R. (1977). A trophic index for lakes. *Limnology and Oceanography*, Vol. 3, N° 22, pp 361-369.
- Descy & Sarmiento, (2006). Synthèse des connaissances actuelles sur le lac San Jacinto et son bassin et perspectives de mise sur pied d'un projet. Mission financée par la FUCID – Belgium. Pp 4-12.
- Fernández D. (2008). Suivi du zooplankton dans le lac eutrophe de pré-barrage de Falemprise et mise en relation avec les blooms de cyanobactéries. (Tesis de Master). Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix (Namur) et Liège - Belgique.
- Gutiérrez, V. y Medrano N. (2017). Análisis de la Calidad del Agua y Factores de

Contaminación en el Lago San Jacinto de Tarija. *Ventana Científica*, Vol. 8, N° 13. Mayo, pp 13 – 19.

Laviolette F. (2005). Rapport annuel: Investigaciones limnológicas y pesqueras en el embalse San Jacinto Tarija-Bolivia.

Margalef R. (1983). *Limnología*, Edictorial Omega. Barcelona, España.

Medina, I., Smolders, A., Lebrato, Coronel, F., Orozco, M., (2007). Contaminación de la represa de San Jacinto (Tarija, Bolivia), Interpretación del informe técnico de la UNAM. Grupo TAR I+D. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho – Universidad de Sevilla. pp 2-12.

San Martin, I. (2007). *Limnologie, Phytoplancton et Production Primaire du Lac San Jacinto, Bolivie*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de licencié en Sciences biologiques. Facultes Universitaires Notre-Dame de La Paix – Belgique.

Wetzel, R.G. (1975). *Limnología*. Editorial Omega. Barcelona, España.

EVALUACIÓN DEL BOSQUE DE RIBERA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO SAN PEDRO DE SOLA – TARIJA

Sea Ugarte Jorge Rodrigo

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

goritosea@gmail.com

RESUMEN

Cuando se estudian los ríos o sistemas fluviales se tiene que tener en cuenta cualquier estrés ambiental, natural o antrópico que imposibilite la formación de un potencial bosque de ribera. Es por eso que se desea evaluar la calidad del bosque de ribera en la micro cuenca del río San Pedro de Sola en el municipio de Cercado mediante la aplicación del índice QBR (Calidad del Bosque de Ribera) para conocer la calidad ecológica del bosque de ribera y sus variaciones en función de diferentes parámetros fitosociológicos y ambientales. Este índice se aplicó en 6 tramos de 150 m., se basa en el registro in situ de diferentes atributos y componentes del área ribereña. Los resultados indican que toda el área en promedio tiene una alteración fuerte y la calidad del ecosistema es mala (QBR 30-50).

PALABRAS CLAVE

Estrés ambiental, Ribera, Calidad ecológica, Vegetación.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las riberas de los ríos están siendo fuertemente degradadas por la acción antrópica, un ejemplo de esto es la pérdida de cubierta vegetal ribereña que influye negativamente en la calidad de un río saludable y de sus condiciones prístinas, afectando sustancialmente las funciones ecosistémicas del cuerpo de agua, particularmente si estas modificaciones involucran un incremento en la entrada de nutrientes al sistema (Bunn et al 1999).

Dentro de las funciones de los sistemas ribereños, una de las más importantes tiene relación con su carácter de barrera bioló-

gica que minimiza la entrada al río de contaminación difusa proveniente de terrenos urbanos y agrícolas adyacentes, por otra parte, mantienen una elevada biodiversidad y productividad, proporcionando refugio y alimento a un gran número de organismos, también controlan el régimen de temperaturas y crecidas de las aguas del cauce evitando un incremento de la escorrentía superficial lo que contribuye a mantener un buen nivel de nutrientes en el suelo (Pimentel & Kounang 1998).

Las variadas funciones ecológicas que exhibe la vegetación ribereña se manifiestan como un excelente indicador en

la gestión y planificación territorial, permitiendo su inclusión como elemento clave para la calificación del estado ecológico de los ríos, por lo que conocer su estado es uno de los primeros pasos en la cuantificación de las desviaciones desde una condición natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Equipo de orientación en campo

- Brújula
- Navegador GPS (Global Positioning System)

Equipo de recolección de muestras y medición

- Planilla de campo
- Machete
- Huincha

- Flexómetro
- Cámara fotográfica

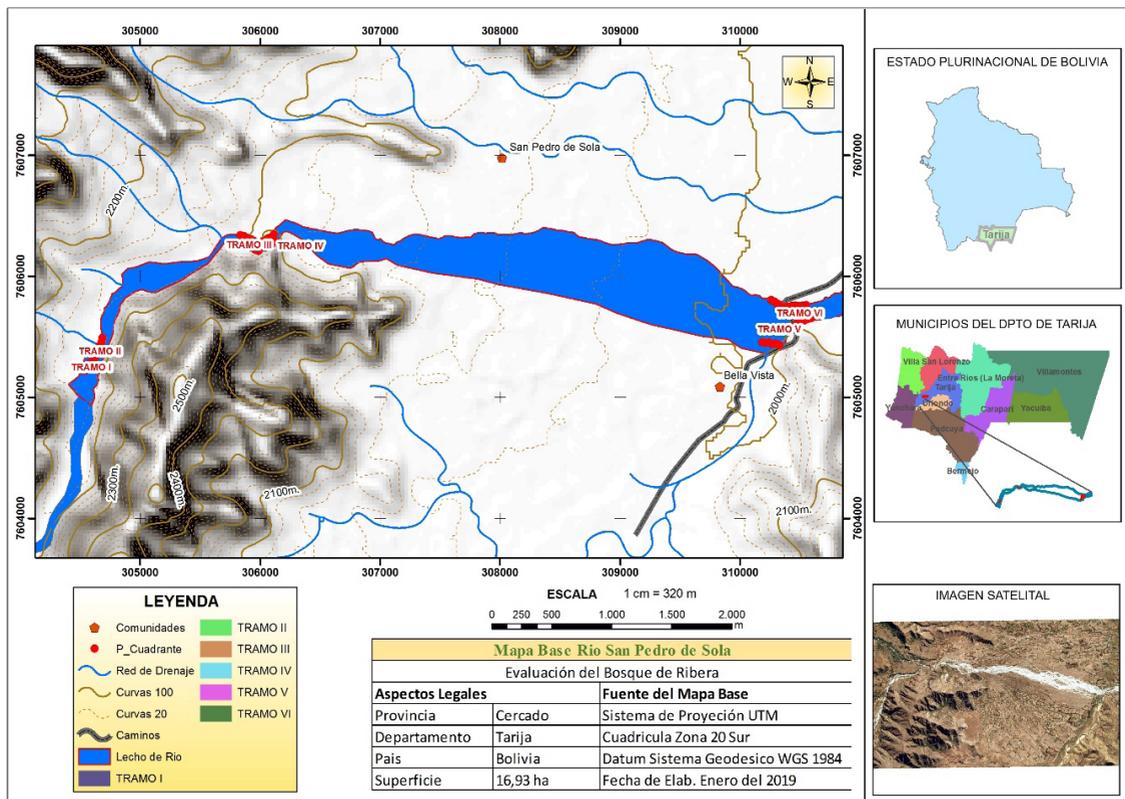
Equipo de Gabinete

- Imágenes satelitales CBERS, Google Earth.
- Equipo de computación
- Impresora.
- S.I.G. (Sistema de Información Geográfica)

METODOLOGÍA

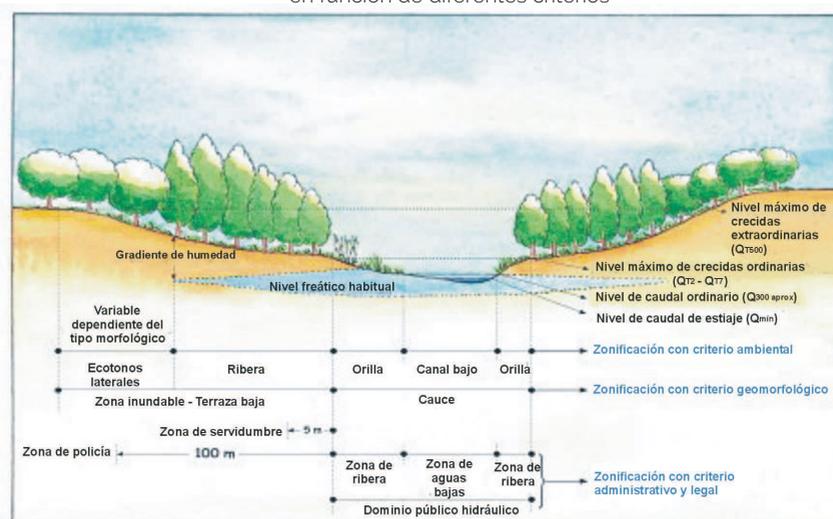
Se procedió a delimitar áreas de 150m. (transectos) de acuerdo a lo que indica el protocolo QBR, en las que se realizó la recopilación de información de: Cobertura vegetal, estructura de la cobertura, calidad de la cobertura y el grado de naturalidad del canal fluvial.

Figura N° 1. Area de estudio



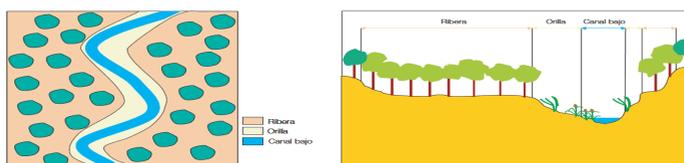
Área de aplicación del índice QBR

Figura N° 2. Zonificación del ámbito de influencia fluvial en función de diferentes criterios



Fuente: Protocolo HIDRI 2006.

Figura N° 3. Zona de aplicación del QBR: Canal bajo; Orilla; Ribera



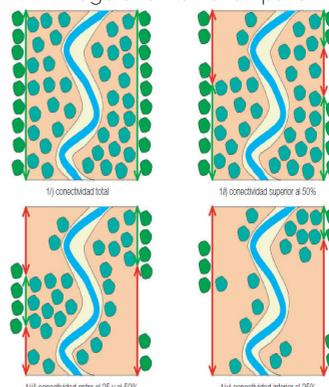
Fuente: Protocolo HIDRI 2006.

Grado de Cobertura Riparia o de Ribera

Se medirá el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se tienen en cuenta árboles, arbustos y herbáceas. Se consideran ambos lados del río conjuntamente, se evaluará el grado de cobertura tan sólo de las riberas, excluyendo las orillas y el canal bajo.

Hay que tener en cuenta, además, la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente a la hora de sumar o restar puntos.

Figura N° 4. Rangos porcentuales de cobertura vegetal en la zona riparia



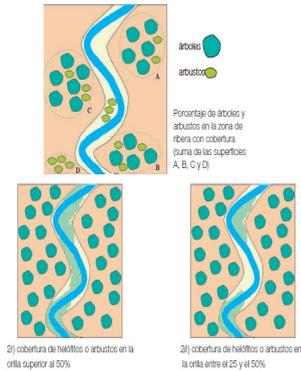
Fuente: Protocolo HIDRI 2006.

Estructura de la Vegetación

Se puntuará según el porcentaje de cobertura de árboles y arbustos, valorando solamente las zonas donde existe cobertura de vegetación, no sobre la totalidad

de las riberas. En tramos de alta montaña la presencia de sotobosque en las orillas es considerada favorablemente en la puntuación.

Figura N° 5. Composición de la estructura de la cobertura vegetal en la zona riparia



Fuente: Protocolo HIDRI 2006.

Calidad de la Cobertura

Una vez seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contaremos el número de especies arbóreas y arbustivas nativas presentes en la orilla y la ribera, las especies no hidrófilas y las especies de los ecosistemas forestales adyacentes a la zona riparia que suelen encontrarse en las riberas de los ríos temporales y de los tramos de cabecera se contabilizan igualmente en la valoración de la calidad de la cubierta, aquellas especies introducidas en la zona y naturalizadas penalizan en este bloque del índice.

La existencia de estructuras o construcciones de origen antrópico y los vertidos de basuras disminuyen la calidad y por lo tanto también la puntuación.

Figura N° 6. Calidad de la cobertura vegetal en la zona riparia



Fuente: Protocolo HIDRI 2006.

Figura N° 8. Estados del lecho del río en el área de estudio



Grado de Naturalidad del Canal Fluvial

La modificación de las terrazas adyacentes al río implica que el canal de éste se reduzca, las márgenes se hacen más derechas y el río más recto. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto.

Cuando además existen estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación más baja.

Cada apartado tiene la misma importancia en la cuantificación final del estado de la zona ribereña, y se califica de manera independiente, con un mínimo de 0 puntos y un máximo de 25. El resultado final del índice se obtiene de la suma de las puntuaciones de cada apartado. Por lo tanto, el QBR da a la zona de ribera una puntuación que varía desde 0 (cero) (mínima calidad) a 100 (máxima calidad). Para calcular el QBR, en un determinado

punto de muestreo, debe observarse la totalidad de la zona de ribera (la orilla y la ribera propiamente dicha) en una longitud de 100 metros aproximadamente con distintas especies arbóreas; donde incluso pueden existir islas fluviales.

La ORILLA es la zona de avenidas ordinarias, con tiempo de recurrencia de dos o tres años y puede que no haya vegetación arbórea. Un bosque extenso.

La RIBERA es la zona sometida a avenidas de recurrencia superior, e incluye terrazas fluviales, cuando existen. Por esto, antes de medir este apartado se debe determinar el tipo geomorfológico:

Así, el TIPO 1 corresponde a riberas cerradas, generalmente de cabecera y con baja potencialidad para desarrollar un extenso bosque de ribera.

El TIPO 2 se encuentra a menudo en las partes medias del río, son riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada.

El TIPO 3 corresponde a riberas extensas de los tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer niveles o rangos de calidad de ribera.

La puntuación final permite establecer el grado de calidad del sistema de ribera comparándola con los niveles que se definen a continuación. Muné et al (1998) distinguen cinco (5) niveles de calidad representados por diferentes colores, que permiten indicar en el mapa los rangos de calidad de forma estándar y en el futuro compararlo con otros lugares o constatar la evolución de un mismo punto frente a perturbaciones naturales (riadas) o antrópicas:

Cuadro N° 1: RANGOS DE CALIDAD DEL ECOSISTEMA DE RIBERA

PUNTUACIÓN	CALIDAD	COLOR
≥ 95	Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural.	Azul
75 – 90	Bosque ligeramente perturbado, calidad buena.	Verde
55 – 70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	Amarillo
30 – 50	Alteración fuerte, mala calidad.	Naranja
≤ 25	Degradación extrema, calidad pésima.	Rojo

Fuente: Protocolo QBR.

Grado de Alteración del Canal Fluvial:

El canal fluvial está en íntima relación con el bosque de ribera y puede ser alterado por distintas actuaciones del hombre. Se distinguen tres situaciones básicas:

1. La modificación de las terrazas adyacentes al lecho del río, con reducción del cauce, pero sin infraestructuras.
2. La presencia de infraestructuras rígidas discontinuas y paralelas al lecho del río que modifican el canal.
3. La canalización total del tramo modificando las orillas o toda la ribera. El canal fluvial también puede alterarse por la presencia de estructuras sólidas en el lecho del río o transversales a éste.

Cuadro N° 2. Definición de Variables del QBR

Grado de cubierta de la zona de ribera Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+ 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente está entre el 25 y 50%
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

Cuadro N° 3: Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)
Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	Recubrimiento de árboles superior al 75 %
10	Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%
5	recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos está entre 25 y 50 %
+ 5	si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque
- 5	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque > 50 %
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
- 10	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque < 50 %

Cuadro N° 4: Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera*) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	número de especies diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3
5	número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1 - 2
0	sin árboles autóctonos			
+10	si existe una continuidad de la comunidad a lo largo del río, uniforme y ocupando más del 75% de la ribera (en toda su anchura)			
+ 5	si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río (entre 50 – 75% de la ribera)			
+ 5	si existe una disposición en galería de diferentes comunidades o			
+ 5	si el número diferente de especies de arbustos es:	> 2	>3	>4
- 5	si existen estructuras construidas por el hombre			
- 5	si existe alguna sp. de árbol introducida (alóctona)** aislada			
- 10	si existen sp. de árboles alóctonas** formando comunidades			
- 10	si existen vertidos de basuras			

Cuadro N° 5: Grado de naturalidad del canal fluvial Puntuación

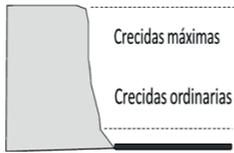
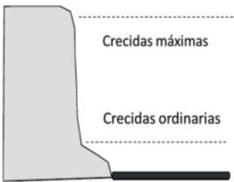
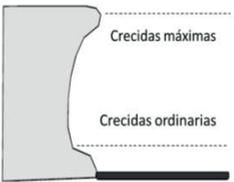
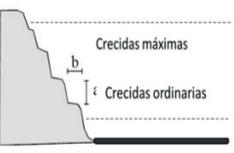
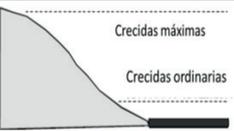
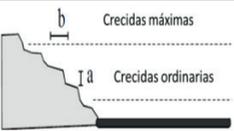
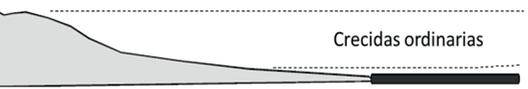
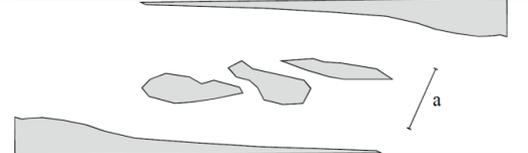
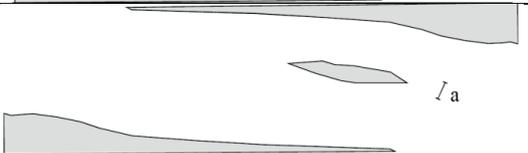
Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río

Puntuación final (suma de les anteriores puntuaciones) QBR total.

Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cubierta)

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda de la ribera, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Cuadro N° 6: Variables para la evaluación de riberas

Tipos de desnivel de la zona riparia		Puntuación		
		Izquierda	Derecha	
Vertical / Cóncavo (pendiente >75%), con una altura no superada por las máximas crecidas.			6	6
Igual pero con un pequeño talud u orilla inundable (Crecidas ordinarias)			5	5
Pendiente entre 45 y 75°, escalado o no. La pendiente se cuenta entre la horizontal y la recta entre la orilla el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$			3	3
Pendiente entre 20 y 45°, escalado o no. $\Sigma a < \Sigma b$			2	2
Pendiente < 20°, ribera uniforme o llana.			1	1
Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río o				
Anchura conjunta "a" > 5 m			-2	
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m			-1	
Potencialidad de soportar una masa vegetal de ribera. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente				
> 80 %			No se puede evaluar	
60 – 80 %			+6	
30 – 60 %			+4	
20 – 30 %			+2	

Cuadro N° 7 Tipo geomorfológico según la puntuación

> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un extenso bosque de ribera
5 - 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso

Fuente: Protocolo HIDRI 2006

RESULTADOS

Luego de realizada la pericia de campo, recopilada la información in-situ y efectuada la aplicación del protocolo se obtuvo el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR).

La presente investigación se realizó dividiendo la zona de estudio en 6 tramos partiendo de la zona alta con el tramo 1 direccionándose aguas abajo hasta el tramo 6, el siguiente cuadro da a conocer los resultados obtenidos en cada tramo de estudio.

Cuadro N° 8 Índice de calidad del bosque de ribera en el río San Pedro de Sola

Descripción de tramos	Valor índice QBR	Nivel de calidad	Indicador
N° de tramo 1	40	deficiente	alteración fuerte
N° de tramo 2	55	moderado	inicio de alteración importante
N° de tramo 3	45	deficiente	alteración fuerte
N° de tramo 4	15	malo	degradación extrema
N° de tramo 5	30	deficiente	alteración fuerte
N° de tramo 6	15	malo	degradación extrema
Total	33	deficiente	alteración fuerte

Como podemos observar en el Cuadro N° 3 los 6 tramos presentan algún tipo de alteración.

Los tramos 6 y 4 presentan una degradación extrema en las 4 partes de este protocolo, siendo directamente consecuencia de las actividades antrópicas que suceden en esta zona, existe el cerramiento de una parte de la ribera para su uso agrícola en el tramo 4 que lo deja prácticamente sin ribera, se evidencia la construcción de un muro de contención por donde pasan las cañerías de agua para consumo humano y una acequia para el riego de los terrenos agrícolas, además de la construcción de un badén donde la fuerza del caudal del río se desvía poco a poco llegando a afectar cada vez más el margen derecho rodeado por terrenos agrícolas.

En el tramo 6 donde el margen derecho está afectado por el sobre pastoreo, viéndose claramente también en su margen izquierdo la nula vegetación existente, debido a la construcción en el lecho del río de gaviones y otras obras civiles para proteger los terrenos agrícolas que llegan a colindar con este mismo, encontrándose en una zona riesgosa por la ubicación de una curva del río, el cual arremete fuertemente con el margen izquierdo ocasionando daños en terrenos y propiedades comunales.

Los tramos 5, 3 y 1 presentan una alteración fuerte, vinculadas nuevamente a las actividades antrópicas y la visita constante de personas que buscan un espacio de relajación y contacto con la naturaleza por la belleza del paisaje, pero siendo inconscientes en la conservación del mismo ya que en esos tramos se encontraron grandes cantidades de vertidos de basura, daños en la vegetación ribereña por el sobre pastoreo de animales de la zona y la extracción de materiales del bosque ribereño para combustible o el cerramiento de sus tierras, entre otros.

El tramo 2 es el menos afectado de todos, pero aun así tiene un inicio de alteración importante, esto se debe principalmente a que su bosque ribereño es un poco más denso, no habiendo lugares que sean de interés de la gente foránea siendo únicamente afectado por el pastoreo y la extracción de materiales.

Analizando la totalidad del área de estudio, tiene un valor promedio de 33 puntos, lo cual está en el rango de “deficiente” con una alteración fuerte, esto es claramente notable a simple vista por la excesiva frecuencia de personas ajenas al lugar, pero principalmente por la expansión agrícola que no ve límites y cada vez encajonan más al lecho del río, viéndose después afectados a consecuencia de ello.

CONCLUSIONES

Las actividades realizadas en el área por comunarios y personas aledañas a la zona, ocasionan perturbaciones de importancia para la calidad del río, aunque el tramo 2 es el que posee mayor valor y por lo tanto el menos perturbado, no es suficiente como para considerarlo el punto de partida y observar una clara degradación de estos espacios, dándonos a conocer la realidad preocupante de estas áreas tan importantes para el curso de agua.

La valoración obtenida nos indica que toda el área de estudio se encuentra con una alteración fuerte presentando una mala calidad debido a la alteración severa de su estado natural.

BIBLIOGRAFÍA

Bunn, S.E., P.M. Davies & T.D. Mosisch. 1999. Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. *Freshwater Biology* 41: 333-345.

CICERONE, D. S.; CZERNICZNIEC, M. A.; D’HIRIART, J.; HIDALGO, M.; FERNANDEZ, D.; GIORGIEFF, S.; PUCHULU, M. y M., SIROMBRA. 2003. Proyecto de Capacitación para el manejo integrado de los humedales de la cuenca del Río Salí. En revista electrónica de la UNSAM.

GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. 2002. Las riberas, elemento clave del paisaje y en la gestión del agua. Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. 14 p.

González, LM. 2005. Evaluación de la Calidad Ecológica del Habitad Ripario En Tramos del Rio Muerto. Tesis Lic. Tucumán, Argentina, UNT. 89 p.

Georgia Adopt-A-Stream . (2004). Muestreo Visual de Arroyos. Atlanta, Georgia: Department of Natural Resources. 71 p.

Munné, A. Sola, C. N. Prat. 1998-2003a QBR: Un Índice Rápido para la Evaluación de la Calidad de los Ecosistemas de Rivera. Artículo Técnico. Departamento de Ecología. Facultad de Biología, Universidad de Barcelona España. En: Tecnología del Agua. 20-37 p.

Pimentel, D. & N. Kounang. 1998. Ecology of soil erosion in ecosystems. *Ecosystems* 1: 416-426.

PROTOCOLO HIDRI. 2006. Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos. Agencia Catalana del Agua. 130 p.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA QUIRUSILLA (*Gunnera sp.*) EN LA RESERVA BIOLÓGICA DE LA CORDILLERA DE SAMA

Condori Rueda Lisbeth Sonia

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Carrera de Ingeniería Agronómica
UAJMS

lis19condori@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el propósito de aportar información ya que no existen estudios de caracterización morfológica ni anatómica de la quirusilla. La especie en estudio se ha recolectado en la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama en parcelas ubicadas en la propia cuesta de Sama, entre noviembre de 2018 a marzo de 2019.

Las variables consideradas fueron morfología de la lámina foliar y peciolo, información de especies de quirusilla, mediciones de hoja/peciolo, abundancia de peciolo y análisis químico bromatológico, aplicándose el análisis estadístico de variación.

*Los resultados determinaron que la especie de quirusilla que fue estudiada pertenece a *Gunnera apiculata* Schindl. La anatomía histológica del peciolo y lámina foliar fueron claramente observadas. Los pisos altitudinales en los que se realizó el estudio muestran diferencias significativas en cuanto a la abundancia y tamaño de los peciolos de quirusilla.*

De acuerdo a los resultados del análisis bromatológico, la quirusilla no aporta nutrientes, pero por el bajo contenido de azúcar es un potencial alternativo para personas con problemas de diabetes, problemas renales y otros.

PALABRAS CLAVE

Morfología, Anatomía, Identificación, Abundancia/altura de peciolos, R.B.C.S, Quirusilla.

INTRODUCCIÓN

La quirusilla, nalca o pangué (*Gunnera sp.*), es nativa de zonas templadas de Chile, Bolivia, Perú y Argentina. Es una planta herbácea perenne, con una altura por encima del metro, con raíces adventicias abortadas o ficorrizas, con tallos semisubterráneos carnosos y gruesos llamados «depe», las hojas son peltadas, alternas y lobuladas, los peciolos son la

parte comestible, tienen sabor agridulce.

En el departamento de Tarija, los peciolos de la planta de quirusilla son aprovechados en el valle central, bajo diversas formas; la más tradicional es que después de liberada la corteza, se corta en pequeños trozos que son macerados o guardados en abundante azúcar durante unas horas,

se consume como refresco; otra es licuar directamente los trozos y luego adicionar azúcar al gusto; finalmente hay quien al jugo proveniente del licuado agrega alcohol potable, singani u otro aguardiente, así lo utilizan por la zona de Iscayachi, donde tradicionalmente le llaman “Trago de la cuesta de Sama”. También se consume en fresco por la abundante agua que contiene. La recolección se realiza entre los meses de octubre a enero, (Villarreal, 2007).

Las zonas de extracción se ubican en el Rincón de la Victoria, la zona de transición de la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama, la zona de Canaletas por el camino a la provincia O’ Connor, (Villarreal, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama, perteneciente al municipio de El Puente, provincia Méndez del departamento de Tarija. Ubicada geográficamente entre las coordenadas de latitud 30° 26' 65" y longitud 76° 23' 24", a una altura de 3480 m.s.n.m. La temperatura promedio en esta zona de transición es de 10,1 °C y una precipitación promedio de 750 mm/año (SE-NAMHI, 2018).

Materiales

- Muestras de peciolo y
- hoja de quirusilla
- Microscopio
- Porta objetos
- Cobre objetos
- Agujas histológicas
- Hojas de afeitar
- Guantes
- Mandil
- Lupa

- GPS
- Tablero
- Lapiceros
- Cámara fotográfica
- Cintas métricas
- Libros de importancia botánica
- Libros de claves taxonómicas
- Computadora
- Planillero
- Lápiz y lapiceras

METODOLOGÍA

Descripción Botánica de la Especie

Se recolectaron seis muestras fértiles de la especie, para su descripción y caracterización, utilizando bibliografía especializada, las mismas fueron llevadas al Herbario Universitario dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, para su estudio (Acosta,2018).

Corte del Peciolo

Se tomó el peciolo de la hoja con el pulgar y el índice, para luego realizar un corte transversal lo más delgado posible con hoja de afeitar. Los cortes se ubicaron en un portaobjeto limpio y seco, sobre una gota de agua destilada, posteriormente se llevó al microscopio para su observación con el objetivo 10X (Acosta, 2018).

Corte Transversal de Lámina Foliar

Se colocó la lámina foliar entre dos portaobjetos, el inferior sobresalido, con la nervadura central al medio, sobre algo firme, se realizaron varios cortes con la hoja de afeitar nueva, recorriendo el portaobjeto superior, luego con la ayuda de una aguja histológica se dejó caer el corte más delgado en un portaobjeto tratando de que la muestra formara una letra (S), se agregó una gota de agua destilada, posteriormente se llevó al microscopio para su observación con el objetivo 10X

(Acosta, 2018).

Determinación de especies

Se colectó la muestra vegetal fértil (con hoja, flor y/o fruto). Se utilizaron claves botánicas a nivel de familia, tomando en cuenta los caracteres morfológicos, de aceptación o rechazo hasta encontrar el taxón correspondiente. Y también se utilizó bibliografía relacionada con la especie estudiada (Acosta, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la especie

Revisando claves taxonómicas e información sobre el tema como flora de la república de Argentina (Mora-Osejo, Luis E, 2011) y el plan de manejo de la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama se determinó que la especie que se encuentra en la zona de estudio corresponde a *Gunnera apiculata* Schindl.

Descripción morfológica de la quirusilla, (*Gunnera apiculata* Schindl.)

Hierba perenne con un sistema radicular alorrizo, con raíces adventicias, fasciculadas, acuáticas, perennes y semileñosas. Tallo cilíndrico, perenne, semileñoso, subterráneo, rizoma simple cubierto de brácteas o escamas (catáfilos), estoloníferos, con brotes en la parte terminal, con 7-10 peciolos por rizoma. Hojas simples, alternas, lámina cordada o sagitada, acuminada en el ápice, auriculada en la base, borde doble aserrado, con pubescencia en ambas caras (haz y envés), de 10-44 cm de largo y de 19-78 cm de ancho, con lóbulos de 10 a 15 por hoja, con nervaduras palmada – reticulada; pecioladas, con peciolos de 18 - 92 cm de largo, cubiertos con espículas. Inflorescencia simple, racimosa, panícula o panoja simple, ramificada. Flores perfectas rojas, con los estilos pubescentes vistosos, con ausencia de 2 estambres, es decir son flores emíferas (epígena). Fruto drupa simple, naranjados, glabros de 1-2mm de largo por 2mm

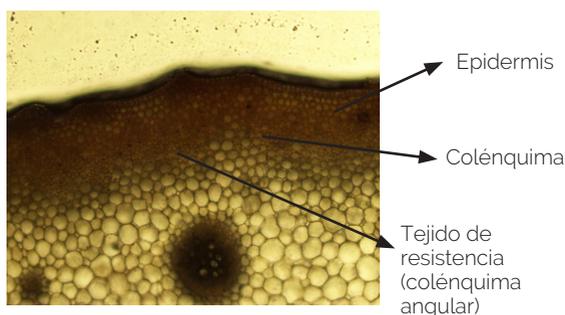
de diámetro, carnoso, indehiscente. Semillas de color blanco, glabra de 1mm de longitud, (Figura 1).

Figura 1. *Gunnera apiculata* Schindl.



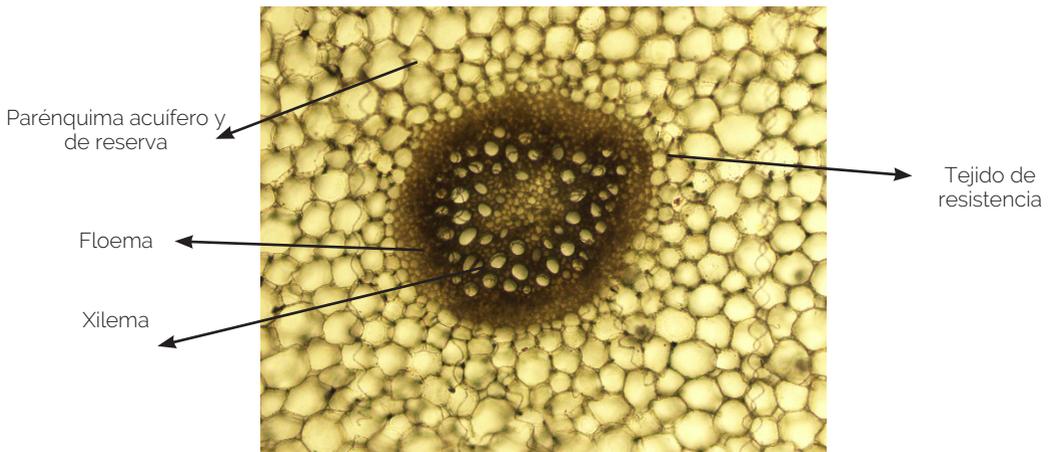
Descripción anatómica del peciolo

Figura N° 2: Epidermis del peciolo



Resultados que coinciden con (Acosta, 2014) y (Ramírez y Goyes, 2004). Ambos indican que la epidermis es la capa fundamental que protege o recubre el cuerpo de la planta, especialmente hojas, tallos y raíces jóvenes, en este caso el peciolo de la quirusilla (*Gunnera apiculata* Schindl.), consta de una epidermis superior pubescente, luego se encuentra el colénquima que es el que da resistencia al peciolo y posterior a ello se encuentra el colénquima angular o tejido de resistencia.

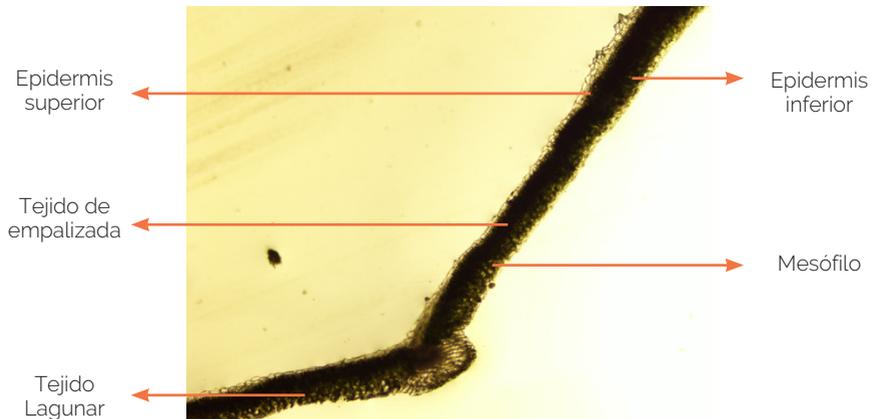
Figura N° 3: Parénquima acuífero y de reserva; haces vasculares



Resultados que coinciden con (Acosta, 2014) y (Ramirez y Goyes, 2004). Siendo el parénquima la masa principal de la planta; el xilema y floema garantizan el transporte rápido de agua y sustancias energéticas de un órgano a otro. Se puede observar que el peciolo de quirusilla está

conformado por parénquima acuífero y de reserva en su totalidad y que los haces vasculares del peciolo son concéntricos anfibasales, ya que primero se encuentra el floema, luego el xilema y alrededor de cada haz vascular se encuentra un tejido de resistencia.

Figura N° 4: Anatomía de la lámina foliar



La anatomía foliar consta de dos epidermis una superior y otra inferior que son las que cubren la parte externa de la hoja tanto en el haz como en el envés. El tejido de empalizada o parénquima se encuentra por debajo de la epidermis superior (haz). Posteriormente se encuentra el mesófilo y el tejido lagunar o parénquima lagunar, que se encuentra antes de la epidermis inferior (envés).

Análisis Cuantitativo de los Órganos Foliar (Gunnera apiculata Schindl.)

Cuadro N° 1: Comparación de medias entre ambos pisos altitudinales

Piso altudinal m.s.n.m	Especie	t _c	t _T	Significancia al 95 %
3480	<i>Gunnera apiculata</i> Schindl	2,2	2,07	S
3393	<i>Gunnera apiculata</i> Schindl			

Por lo tanto, en estos dos pisos altudinales existen diferencias estadísticamente significativas, en el piso altudinal de 3480 m.s.n.m, hay mayor rendimiento de peciolo que en el piso altudinal de 3393 m.s.n.m. Esto se debe a la forma de habitat que tiene cada piso ya que los dos no son iguales, en cuanto a vegetación.

Cuadro N° 2: Comparación de medias de la altura de peciolo entre pisos altudinales

Piso altudinal m.s.n.m	Especie	t _C	t _T	Significancia al 95 %
3480	<i>Gunnera apiculata</i> Schindl	4	2,15	S
3393	<i>Gunnera apiculata</i> Schindl			

De igual manera existe diferencias significativas en cuanto a la altura de peciolo, en el piso altudinal de 3480 m.s.n.m, los peciolo son más pequeños, el crecimiento alcanza hasta 67 cm de alto y en el piso altudinal de 3393 m.s.n.m, los peciolo son más grandes, pudiendo alcanzar hasta 1 m o más de alto.

Análisis químico del jugo de quirusilla (*Gunnera apiculata* Schindl.)

Cuadro N° 3: Informe de ensayo, resultados

Parámetro	Técnica y/o método de ensayo	Unidad	Resultado	Límites permisibles		Referencia de los límites
				Mín.	Max.	
Humedad (% de agua)	SM 4500-H-B		96,42	Sin referencia		Sin referencia
PH (20°)	SM 4500-H-B		3,26	Sin referencia		Sin referencia
Sólidos solubles	NB 383:80	°Brix	3,70	Sin referencia		Sin referencia
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	0,95	Sin referencia		Sin referencia

NB: Norma Boliviana ISO: Organización Internacional de Normalización
 SM: Standard Methods %: Porcentaje

Fuente: CEANID

Resultados que coinciden con (CODEX ALIMENTARIUS, 1993) y (OMS, 2014). Donde indican que el ph para el consumo de jugos debe ser menor a 4,6 y el % de ° Brix debe ser menor a 5% de consumo diario de azúcar.

Por lo tanto, el PH y ° Brix del jugo de quirusilla se encuentran en los parámetros de consumo que a nivel mundial establece la organización mundial de salud.

CONCLUSIONES

Se concluye que una de las especies de *Gunnera* que se encuentra en la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama corresponde a *Gunnera apiculata* Schindl.

Con el estudio realizado de comparación de pisos altudinales y comparación de medias de la altura de peciolo de la quirusilla (*Gunnera apiculata* Schindl.), se ha podido verificar que las variaciones altitudinales son factores determinantes en el crecimiento de esta especie.

Según resultados del análisis químico se concluye que *Gunnera apiculata* Schindl no es una especie que pueda aportar alto contenido de nutrientes, pero al tener alto contenido de agua más del 90 % y bajo contenido de azúcares, constituye una potencial alternativa de alimentación para personas con problemas de diabetes, problemas renales y otros.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, 2014. Manual de morfología vegetal. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales – Carrera de Ing. Agronómica. U.A.J.M.S. Tarija - Bolivia.

CODEX ALIMENTARIUS (1993)-<http://www.ph.de.consumo.mundial/ alimentos.com>.

Plan de manejo, 2017. Reserva Biológica de la Cordillera de Sama. SERNAP. Tarija – Bolivia.

Ramírez, B. Goyes, I., 2004. Botánica generalidades, Morfología y anatomía de plantas superiores. 1ra Ed. Colombia. Ed. Universidad de Cauca.

SENAMHI, 2018. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Tarija – Bolivia.

Villarroel, 2007. Apuntes de Industrialización de Productos Agropecuarios. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales – Carrera de Ing. Agronómica. U.A.J.M.S. Tarija - Bolivia.

INFLUENCIA DE LA PODA FLORAL EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA RAÍZ, EN EL CULTIVO DE LA AJIPA (*Pachyrhizus ahipa* L. R. PARODI.) EN LA COMUNIDAD DE PAMPA GRANDE

Ríos Guerrero Wilma

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Carrera de Ingeniería Agronómica
UAJMS

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Pampa Grande, municipio de San Lorenzo, provincia Méndez del departamento de Tarija, con el objeto de obtener mejores parámetros sobre el largo y diámetro de la raíz e incrementar el rendimiento del cultivo, ya que, por la falta de información y el mal manejo, los rendimientos actuales en el cultivo de la ajipa en la comunidad, se encuentran por debajo de 30 t/ha.

Para tal efecto se utilizó el diseño de bloques azar, donde se aplicaron siete tratamientos, Tratamiento N°1 que corresponde a dejar una inflorescencia por planta, Tratamiento N°2 dos inflorescencias por planta, Tratamiento N°3 tres inflorescencias por planta, Tratamiento N°4 una flor por planta, Tratamiento N°5 dos flores por planta, Tratamiento N°6 tres flores por planta y el Testigo sin poda floral, es decir no se eliminó ninguna flor.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el mejor tratamiento resultó ser el tratamiento N°4 que corresponde a una flor por planta, con un tamaño promedio de la raíz, de 14,8 cm de largo por 8,3 cm de diámetro y un rendimiento promedio de 33,5 t/ha.

PALABRAS CLAVE

Poda floral, Flores, Inflorescencias, Cultivo de la ajipa.

INTRODUCCIÓN

La ajipa (*Pachyrhizus ahipa* L.R. Parodi) es una planta herbácea que pertenece a la familia leguminosae, subfamilia papilionoideae y al género neotropical *Pachyrhizus* (del griego pachys=grueso y rhiza=raíz), es decir planta de raíz gruesa.

Nativa de América del Sur y cultivada en pequeña escala en los Andes bolivianos, el sur de Perú y el noroeste de Argentina (provincias de Jujuy y Salta).

El ciclo de crecimiento de la ajipa es de 6-8 meses, pero presenta algunas dificultades

biológico-agronómicas ya que una producción eficiente requiere un manejo cuidadoso del cultivo que incluye la poda sistemática de flores y frutos jóvenes durante el ciclo.

Actualmente, se la cultiva desde México hasta la Argentina, entre los 200 a 3.300 m s.n.m. Es considerada como uno de los cultivos que está en proceso de extinción ya que su plantación ha ido disminuyendo, provocando su desaparición en muchos lugares o su limitación, quedando

sólo vestigios de ella en pequeñas parcelas de valles aislados, donde es sembrada ya sea en monocultivo o en asocio con el maíz.

En Bolivia se cultiva solo en algunas comunidades pequeñas y aisladas en los valles subtropicales de los Andes occidentales. Hace 15 años las dos principales áreas de producción de *P. ahípa* se encontraban en las regiones del valle de Luribay (departamento de La Paz, provincia Loayza) y el valle de Pilaya (departamento de Chuquisaca, provincia Sud Cinti). Sin embargo, por el momento su cultivo a una escala más grande se mantiene en la comunidad Caraparí ubicada en el valle de Pilaya, en el departamento de Chuquisaca.

Actualmente en la comunidad de Pampa Grande su cultivo ha tomado importancia debido a los ingresos que genera, el manejo del cultivo se realiza tradicionalmente a base de conocimientos empíricos, realizan la poda en vaina es decir cuando el fruto se ha formado completamente, dejando una, dos y hasta tres vainas por planta, lo que hace que los rendimientos y la calidad de la raíz no sean del todo sa-

tisfactorios, por lo que se vió la necesidad de incorporar un nuevo sistema de poda consistente en la poda floral dejando una, dos y tres inflorescencias por planta y una, dos y tres flores por planta, como una alternativa de su manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La comunidad de Pampa Grande se encuentra ubicada a orillas del río Pilaya, límite con la provincia Sud Cinti del Departamento de Chuquisaca.

Geográficamente se encuentra en las siguientes coordenadas: latitud sur 21°08'33" y longitud oeste 64°56'67" a una altitud promedio de 1254 m s.n.m.

MATERIALES

El material vegetal que se utilizó fue la semilla de ajípa de la anterior cosecha, se utilizaron 525 semillas, esto equivale a 210g (cada semilla pesa 0,4g).

METODOLOGÍA

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, mono factorial, con seis tratamientos y un testigo, con tres réplicas (Ver cuadro 1).

Cuadro N° 1: Diseño de la investigación

Factor en Estudio	Niveles	N° de Tratamientos	N° de replicas	N° de unidades experimentales	Variables respuesta a estudiar
Poda floral	1Inflorescencia/planta	T1	3	21	Rendimiento. Largo de la raíz. Diámetro de la raíz.
	2Inflorescencias/planta	T2			
	3Inflorescencias/planta	T3			
	1flor/ planta.	T4			
	2flores/ planta.	T5			
	3flores/ planta.	T6			
	Testigo	T7			

Realización de la Poda Floral

La poda floral se la realizó el 4 de enero de 2019, cuando el cultivo se encontraba al inicio del desarrollo de la vaina, a los tres meses después de la siembra.

Después de la poda floral quedó diferente número de inflorescencias por planta, en un tratamiento se dejó una inflorescencia por planta, en otro se dejaron dos inflorescencias por planta y en el otro tratamiento tres inflorescencias por planta; se consideraron las inflorescencias más desarrolladas de la parte media de la planta. Cada inflorescencia tenía de 2 a 6 flores y llegaron a producir de 2 a 4 vainas por inflorescencia.

En los tratamientos que consideran número de flores por planta se trabajó dejando en un tratamiento una flor por planta, en otro se dejaron dos flores por planta y en el otro, tres flores por planta. Se dejaron las flores solitarias en las que ya se estaba desarrollando el fruto y que se encontraban en la parte media de la planta.

En el testigo no se realizó la poda.

Después de la cosecha se procedió a evaluar: el diámetro y largo de la raíz de 12 plantas por tratamiento y el rendimiento en cada réplica.

RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos en las tablas 1,2,3, y 4

Tabla N° 1: Valores medios del largo de la raíz en cm

Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III
T ₁ 1I*P	14,9	13,9	13,7
T ₂ 2I*P	15,1	14,1	13,6
T ₃ 3I*P	12,1	10,6	11,1
T ₄ 1F*P	14,1	14,9	15,3
T ₅ 2F*P	12,3	12,2	12,5
T ₆ 3F*P	11,2	11,4	11,3
T ₇ Testigo	9,1	9,2	8,7

Se observa que el tratamiento N° 4 que corresponde a una flor por planta, tuvo el

valor más alto de 14,8 cm de largo, mientras que el testigo tuvo el valor más bajo de 9 cm de largo.

Las raíces pueden tener una longitud de 15 cm o más y pueden pesar usualmente de 400 a 500 g, normalmente tienen forma alargada o irregular, pueden ser incluso casi esféricas, suculentas y dulces, ricas en almidón y azúcares con aporte de minerales, vitaminas y proteínas (León, 2015).

Tabla N° 2: Valores medios del diámetro de la raíz en cm

Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III
T ₁ 1I*P	7,3	7,2	7,6
T ₂ 2I*P	5,8	5,8	5,9
T ₃ 3I*P	5,6	5,6	5,6
T ₄ 1F*P	8,7	7,8	8,4
T ₅ 2F*P	7,5	7,5	7,3
T ₆ 3F*P	5,9	5,9	6,2
T ₇ Testigo	4,1	4,1	3,8

El tratamiento N° 4 que corresponde a una flor por planta, tuvo el valor más alto de 8,3 cm de diámetro, mientras que el testigo tuvo el valor más bajo, de solo 4 cm.

Para poder reducir el desarrollo vegetativo, incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de las raíces, debe realizarse la poda de las flores y frutos; debido a que las distintas partes de la planta compiten entre sí por los carbohidratos que se sintetizan en las hojas, producto de la fotosíntesis y esto limita un adecuado desarrollo de la raíz (Masari, 2013).

Tabla N° 3: Valores medios de rendimiento en t/ha.

Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Réplica III
T ₁ 1I*P	26	28	22,7
T ₂ 2I*P	20	20	18,1
T ₃ 3I*P	16,7	18	16
T ₄ 1F*P	34	34,8	31,8
T ₅ 2F*P	22	21,7	21,7
T ₆ 3F*P	21,7	18	16
T ₇ Testigo	8,3	8	10

En la tabla N° 3 y la gráfica N° 1, se observa que el tratamiento N° 4 que corresponde a una flor por planta, tuvo el valor más alto de 33,5 t/ha, mientras que el testigo tuvo el valor más bajo de 8,8 t/ha.

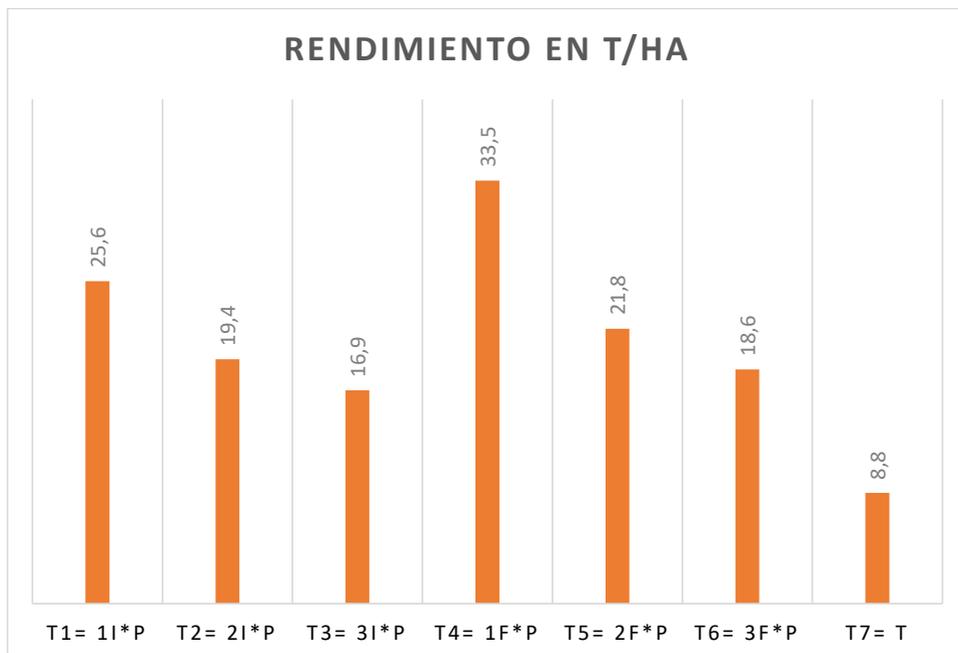
La eliminación de las flores y frutos jóvenes debe ser una práctica obligada para reducir el desarrollo vegetativo e incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de las raíces. Se ha determinado que la desfloración (poda de flores) incrementa entre 30% y 55 % los rendimientos de la producción de raíces (Contreras, 2012).

Tabla N° 4: ANVA para rendimiento del cultivo en t/ha.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	20	1100,95				
Tratamientos	6	1058,22	176,37	74,73**	3	4,82
Bloques	2	14,41	7,21	3,05ns	3,88	6,9
Error	12	28,32	2,36			

Según las pruebas aplicadas se puede apreciar que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Gráfica N°1: Valores medios del rendimiento en t/ha.



Al observar la gráfica, se concluye que el mejor tratamiento es el N°4, que corresponde a una flor por planta, porque es el que tiene un valor más elevado, con 33,5 t/ha, en comparación con el testigo que presenta un valor promedio de 8,8 t/ha.

Comparación de los Tratamientos.

En la figura 1 se puede observar gráficamente las diferencias obtenidas según el tratamiento realizado durante el ensayo.

Figura 1: Comparación gráfica de los tratamientos ensayados

Tratamiento 1



Tratamiento 2



Tratamiento 3



Tratamiento 4



Tratamiento 5



Tratamiento 6



Tratamiento 7



CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y el análisis de resultados realizados en la presente investigación se establecen las siguientes conclusiones:

- En la poda floral existen diferencias altamente significativas entre el número de flores por planta y el número de inflorescencias por planta, en cuanto al rendimiento de cultivo, al largo y al diámetro de la raíz.
- Dejando una sola flor por planta en la poda floral, se obtienen raíces más uniformes y de mayor tamaño, con un valor de 8,3 cm de diámetro y de 14,8 cm de largo, por lo tanto se obtiene un mayor rendimiento, con un valor de 33,5 t/ha.
- Comparando el costo de producción y los ingresos, en la hoja de costos, se concluye que es un cultivo rentable, llegando a obtenerse un saldo de

ganancia por hectárea de 36762 bs.

BIBLIOGRAFÍA

Amaya, J. y Julca, J. 2006. "AJIPA" *Pachyrhizus ahipa* (Wedd.) Parodi. Área Temática: Biodiversidad y Conservación de los Recursos Filogenéticos Andinos. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Conservación del Medio Ambiente, Trujillo – Perú.

Contreras, E. 2012. Caracterización y Manejo Productivo de la Ajipa (*Pachyrhizus ahipa*) en la Comunidad de Anquiona, Municipio de Luribay – La Paz. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.

Doporto, M. 2014. Aprovechamiento Integral de Raíces de Ahipa (*Pachyrhizus ahipa*) y sus Productos Derivados con fines Alimentarios. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas. La Plata – Argentina.

Grau, A. 1997. Ahipa *Pachyrhizus ahipa* W. La leguminosa tuberosa de los andes. Laboratorio de Investigaciones Ecológico de las Yungas, UNT. Revista Ciencia Hoy.

León, I. 2015. Caracterización del Sistema de Producción del Cultivo de la Ahipa (*Pachyrhizus ahipa* Wedd.) Parodi en las Comunidades de Lloja y Hornuni de los Municipios de Cairoma e Irupana. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia