

DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO MACHARETÍ

Angulo A. Pedro Daniel, Aguilar S. José Miguel, Zenteno C. Franz Gabriel, Torrico D. Luis Carlos, Clavijo S. Marcelo, Soliz C. Katia, Mauro G. Rene, Justiniano C. Patricia.



Instituto de Investigaciones

UNIBOL Guaraní y Pueblos de Tierras Bajas
"Apiaguaiki Tüpa"
Ivo Chuquisaca Bolivia

instituto.investigacion@unibolguarani.edu.bo

RESUMEN

Muchos son los recursos atribuibles a este municipio de Macharetí, pero muchos son también los problemas que enfrenta para ordenar y dar un uso sostenible de estos recursos, como muchos pueblos en el chaco boliviano, sufre por no contar con sistemas de almacenamiento, conducción y distribución del agua, elemento clave para la generación de propuestas de desarrollo productivo y bienestar de su población.

En este marco, y en consecuencia con las políticas de interacción comunitaria e investigación, la UNIBOL Guaraní y Pueblos de Tierras Bajas "Apiaguaiki Tüpa", planteo la realización del "Diagnóstico y evaluación a la microcuenca del río Macharetí", con el objetivo de contar con información actualizada de la situación actual y el potencial existente para la construcción de un plan integral de manejo de los recursos naturales.

Un equipo conformado por docentes investigadores y estudiantes universitarios se plantearon caracterizar la microcuenca para su manejo integral y establecer una línea de base.

El trabajo se realizó entre los meses de enero a mayo de 2018, la metodología fue desarrollada por un equipo multidisciplinario en base a las normas estándar y el marco legal vigente.

La metodología utilizada en el estudio se planteó cuatro etapas: exploración, recolección de datos, análisis y socialización de los resultados. De esta manera permitir la caracterización morfométrica de la microcuenca, caracterización del recurso agua, caracterización de la flora y fauna, caracterización del suelo y caracterización socioeconómica, información recolectada con los rigores técnicos estándar y metodologías específicas.

Las actividades de campo contaron con el recojo de muestras para laboratorio, transectos, calicatas, registros fotográficos y censos de flora y fauna.

Los resultados han sido organizados por categorías y temáticas relevantes para la formulación de Planes de Manejo de los Recursos Naturales y aporten al Plan de Desarrollo Municipal de Machareti, concluyendo con el levantamiento de una Línea de Base.

Con los datos recolectados se han elaborado mapas, planos y cuadros que exponen la situación actual de los recursos con que cuenta la microcuenca, interacción de los subsistemas identificados y su particular caracterización. En las conclusiones esta investigación propone desde una línea base, elementos para la formulación de un Plan Director de Cuencas o un Plan de manejo de los recursos naturales, proyectados y en el marco del "Plan Nacional de Cuencas y algunos pilares de la Agenda Patriótica 2025".

PALABRAS CLAVE: CUENCA, AGUA, DIAGNÓSTICO, FAUNA, FLORA, SOCIOECONOMÍA, SUELOS, MACHARETÍ, PUEBLO GUARANÍ.

ABSTRACT

There are many attributable resources to this town hall of Machareti, but there are also many problems, which faces to order and give a sustainable use of these resources. Like many towns in Bolivian Chaco, it suffers because of not having storages, conduction and distribution systems of water, it is a key element for the elaboration of productive development and well-being population's proposal. In this way, the result of research and community interactive politics, UNIBOL Guarani and Pueblos de Tierras Bajas "Apiaguaiki Tüpa" wich planned the realization of "diagnosis and evaluation to the Machareti river's micro-basin", with the objective to have an update information of the current situation and the existing potential for elaboration to a comprehensive natural resource management plan.

A team made up of researcher professors and university students considered describe the micro-basin for comprehensive management and establishing a baseline. The work has carried out between Januarys to May months in 2018; the methodology has developed by a multidisciplinary team based on the standard norms and current legal framework.

The methodology used in the study was proposed in four steps: exploration, data collection, analysis and results' socialization. In this way, to allow micro-basin's morphometric description, water resource's characterization, flora and fauna's characterization, the soil's characterization and socioeconomics' characterization, this information was collected with the standard technical rigors and specific methodologies. Field research included the collection of samples for laboratory, transects, test pits, photographic records, and flora and fauna's census. The results have been organized by categories and relevant themes for the formulation of Natural Resources Management Plans and contributes to the Municipal Development Plan of Machareti, closing with the collecting baseline. With the collected data, maps, plans and charts have been prepared that expose the current situation of the micro-basin's resources available, the interaction with identified subsystems and their particular characterization. In the conclusions, this research proposes, from a baseline, elements for the formulation of a Watershed Master Plan or a Plan of natural resources' management, projected within the "National Watershed Plan and some Patriotic Agenda 2025 pillars" framework.

KEYWORDS: BASIN, WATER, DIAGNOSIS, FAUNA, FLORA, SOCIOECONOMICS, SOILS, MACHARETÍ, GUARANI PEOPLE.



1. INTRODUCCIÓN

Macharetí es una zona geográficamente potencial en cuanto a RRNN, presenta problemas de ordenamiento y uso sostenible, siendo el principal el almacenamiento, conducción y distribución del agua para la población y actividades productivas. La UNIBOL Guaraní “Apiaguaiki Tüpa” caracterizó la microcuenca para su manejo integral.

El Objetivo de la investigación es Diagnóstico de los RRNN y socioeconómico en la microcuenca del río Machareti para establecer una línea de base del PDC.

Para organizar el trabajo se decidió en 5 componentes cada uno con su propia metodología: Morfometría; Análisis de cuencas en nivel 4 y 5-levantamiento topográfico por secciones; Agua; Muestreo de macro invertebrados nitratos, nitritos y Coliformes-Aforo; Suelos; Muestreo compuesto: laboratorio-calcatas; Fauna; Inventario-transectos-identificación por trampas; Flora; Muestreo por centro de parcela equidistantes y por estratos; Socioeconomía; Encuestas-entrevistas

El Área de influencia de la microcuenca es de 48.340,72 Ha, forma alargada con pendientes del 10 %, sistemas hidrológicos complejos generando grandes descargas, su caudal promedio es de 2 m³/seg

Las características Físico-química del agua: niveles de nitritos y nitratos nulos, pH ligeramente alcalino, presencia de Coliformes fecales.

Su Fauna es propia de bosque Tucumano Boliviano y chaqueño, poblaciones conservadas pero vulnerables, registro de 139 especies de aves, 35 de reptiles y anfibios, 22 de mamíferos, 5 de peces.

Presenta una flora conservada, regeneración abundante pero vulnerable, identificación de 9 especies arbóreas maderables (3042 individuos) no maderables (52 individuos), clases diamétricas de distribución uniforme (J invertida), indicadores de producción 24,31 arb/ha, 5.36 m³/ha y 0.17 m³/arb.

Los suelos identifican grandes paisajes: Serranías; colinas; valles; pie de monte y llanura aluvial, predominan suelos arcillosos, drenajes buenos a moderados, alta capacidad productiva.

Respecto al aspecto Socioeconómico; Bajo acceso a educación, salud, comunicación; conservan conocimientos propios y bajo manejo del idioma originario.

La microcuenca tiene abundantes RRNN, pero varias zonas presentan vulnerabilidades. Posee diferentes flujos de agua anualmente para la cuenca alta y media; la cuenca baja se convierte en una llanura aluvial donde el flujo se percola, dejando como resultado bañados. Debemos potenciar el ecoturismo; implementar programas de educación ambiental; ejecutar estudios de ecología para las 4 especies paraguas; crear el corredor biológico entre el PNMI Serranías del Agüaragüe y el AMNI Ìvi Maraei; Restauración hidrológica forestal con obras mecánico-estructurales transversales-biológicas; ganadería sostenible ordenada por mangas, zonificación de sitios de especies altamente palatables y producción de ensilaje; Implementar meliponicultura y la crianza de los peces nativos; aprovechamiento de áridos y agregados evitando colmatación; gestión de residuos sólidos; Conformar del Comité de Gestión y Administración.

1.1 Referencias de la normativa legal y administrativa vigentes

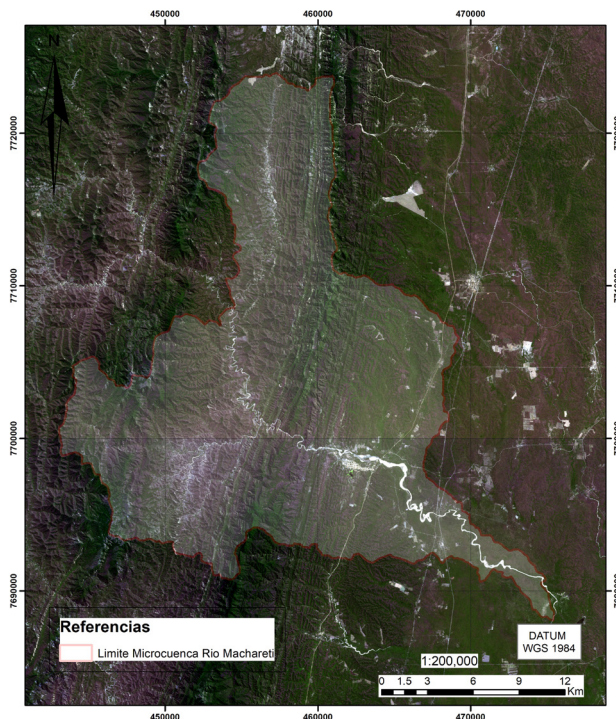
“La Constitución Política del Estado Plurinacional determina el acceso al agua como derecho humano fundamentalísimo para la vida, (Art. 16, 20 y 373); designa al agua y a otros recursos naturales como recursos estratégicos y de dominio del Estado (Art. 348), que no podrán ser sujetos al régimen de propiedad privada (Art. 373). Su administración es competencia exclusiva del nivel central del Estado (Art. 298), quien promoverá su uso y acceso con criterio de equidad, sostenibilidad y participación social, respetando los usos y costumbres (Art. 373). Para tal fin, el Estado debe desarrollar planes de uso, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las cuencas hidrográficas, en base a una evaluación técnica de las aguas

superficiales y sub-superficiales, y de las necesidades para el uso poblacional con fines de producción y para la seguridad alimentaria (Art. 375), considerando, además, su función ecológica (Art.380 y subsiguientes). El Estado resguardará las aguas fronterizas y transfronterizas, para la conservación de la riqueza hídrica que contribuya a la integración de los pueblos (Art. 377)”. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2014)

2. METODOLOGÍA

Esta investigación se caracteriza por ser inédita, en la misma se realizó una investigación de carácter exploratoria descriptiva longitudinal. Cada subcomponente tuvo su particularidad en la metodología utilizada para la recolección de datos es así que se pudo caracterizar cada uno de ellos.

Figura 1. Imagen satelital del área de la cuenca del río Macharetí



Fuente: Elaboración propia en base a Sentinel 2A.

Se realizó inicialmente las características morfológicas de la cuenca para comportamiento y sistema hidrológico.

En lo que respecta a la caracterización del recurso agua se realizaron diferentes levantamientos. El estudio de calidad de agua en la Microcuenca de Macharetí, se ha realizado a partir de 4 puntos de muestreos, mismos que fueron tomados de puntos de consumo de los comunarios (P2), ojo del agua (P1), de donde emanan antes de pasar por todo el tramo del río Macharetí (P3) y agua de color y olor que no era sui generis (P4).

Se han tomado las muestras en frasco ámbar de 1 litro de capacidad, cerrados y refrigerados a 20°C, para luego ser transportados al laboratorio de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNIBOL Guaraní, para realizar el respectivo análisis microbiológico del agua en los que principalmente se han visto la presencia de *E. Coli*, Coliformes totales y otras presencias de bacterias que pueden afectar a la salud pública.

De 4 puntos distintos, según amerite la necesidad del lugar ya sea por consumo de los vivientes o por consumo animal, se ha recolectado 1 litro de agua en frasco Ámbar, con todas las medidas de conservación que amerita el análisis, se ha remitido al laboratorio con bastante hielo, al cabo de 5 horas han llegado las muestras al laboratorio en donde se procedió con agar.

Mediante el Test y Agar (Easigel coliscan), se colectó 5ml de la muestra con la ayuda de una micro pipeta, se ha homogenizado con el agar, se lo vertió en placas Petri y dejado en reposo por el lapso de 1 hora, para que se convierta en gel nuestro agar, pasado ese tiempo, se ha colocado la muestra en la estufa a 27°C,

durante 36 horas, para poder proceder con la lectura correspondiente.

En relación a la fauna íctica, la campaña de recolección de ejemplares de peces se llevó a cabo entre finales del mes de abril y mediados de mayo del 2018. En la microcuenca Macharetí y sus afluentes distribuidos a lo largo del Aguara Güe del Chaco Chuquisaqueño, con un total de 18 pescas. De estas 25 pescas 12 fueron realizadas en el río Macharetí y 6 en sus afluentes.

Para la caracterización de la Flora en el Bosque de la microcuenca, el tamaño de la muestra fue de 137 parcelas levantadas sobre 23 líneas, la metodología básicamente consistió en distribuir 137 unidades de muestreo (UM) de 20m x500 m. (1 ha) sobre 23 líneas orientadas de este a oeste en toda el área de estudio, con un distanciamiento de 814 m, entre línea y línea y un espaciamiento de 820 m entre centro y centro de parcelas, según la superficie del área de estudio se estableció una intensidad de 0,36 % y una intensidad efectiva de 0,28 % con lo cual se logra estar cómodamente dentro de los parámetros establecidos por la norma técnica 248/98.

Para la caracterización de la fauna, el área de la cuenca según (Ibisch, 2003) pertenece a la eco región de Chaco Serrano e influenciada al norte oeste por el bosque tucumano boliviano y al este fuertemente influenciado bioma del Gran Chaco que coincide con la cuenca baja. Los sitios de muestreo se distribuyeron a lo largo del río Macharetí y sus alrededores como ser quebradas, afluentes, vegetación circundante, para abarcar los niveles de la cuenca y las formaciones vegetales.

Los muestreos se realizaron entre los meses de abril a mayo, empleados en la zona y con puntos de muestreo en la cuenca alta y media-baja.

El muestreo se realizó a lo largo de transectos, buscando avistamientos y en búsqueda activa mediante remoción de hojarasca, y en sitios donde a los reptiles les gustaría forrajear, como los bañados y cuerpos de agua. Para observar y registrar la avifauna se establecieron transectos, que se recorrían en primeras horas de la mañana y al atardecer, utilizando binoculares, redes de niebla, grabación de cantos y playback.

El principal propósito del levantamiento de suelos en comunidades colindantes al cauce del río Macharetí fue de posibilitar la realización de predicciones más precisas, numerosos y útiles sobre usos específicos del suelo y su potencialidad, los cuales podrán brindar información valiosa para la planificación de los diferentes recursos naturales. Es en este sentido que se hizo la identificación y evaluación de las características físicas de suelos productivos y en desuso, en las comunidades de estudio del municipio de Macharetí; para así desarrollar inquietud sobre la fertilidad del suelo, dando lugar a propuestas sobre un estudio integrado en las diferentes comunidades que componen el municipio, la cual será un apoyo importante para realizar proyectos a nivel municipal.

Para el levantamiento y muestreo de suelos del estudio se establecieron puntos estratégicos en los tres niveles de estratos de la microcuenca en distintos terrenos productivos y en desuso de las diferentes comunidades colindantes; se utilizó la metodología Zonisig, basada en el procedimiento de la USDA, identificación de paisaje según la FAO y clasificación de suelos según las Cartas de color Munsell.

Para realizar la clasificación y descripción de los tipos de suelos clasificamos a la microcuenca en tres

estratos altitudinales: Zona alta, media y baja. Posterior a ello se realizó el muestreo en terrenos productivos y en desuso en puntos representativos a lo largo de la microcuenca.

La caracterización socioeconómica se realizó a través de un levantamiento de información de acuerdo a la segmentación por familias de acuerdo a la toma de una muestra homogénea representativa y significativa teniendo en cuenta las comunidades que están dentro del área de influencia de la microcuenca y de las familias que habitan en ella.

Para definir el número de familias a ser encuestadas, se utilizó la fórmula para poblaciones finitas como es la de Larry Murray.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Las variables estudiadas fueron:

Demografía, Características de las familias, Población por grupos etarios, base cultural de la población, calendario festivo productivo, migración, emigración, inmigración,

Características de la vivienda y acceso a servicios básicos, viviendas, agua para consumo humano.

En los servicios universales están; recolección de basura, comunicación, energía eléctrica, transporte, educación, salud, tamaño y uso de los suelos.

También se consultó sobre el aprovechamiento de recursos naturales, plantas medicinales, uso de las plantas para combustible, uso de plantas para la artesanía, plantas forrajeras, animales del monte, estructura económica productiva, tenencia de la tierra, producción agrícola,

disponibilidad del recurso agua para la producción, rendimientos y destino de la producción, producción pecuaria, comercialización y provisión de insumos.

3. RESULTADOS

El área de la microcuenca es de 483,407283 km².

El perímetro de la microcuenca es de 147,414464 km.

La longitud axial de la cuenca es de 36,121868 km.

La longitud del cauce principal es de 73,04579 km.

La longitud de los cauces secundarios es 602,344 km.

Según Horton el Ff no es ni alargada ni ensanchada. El Cc de Miller indica medianamente circular por su forma de bumerán, el Kc Gravelius nos dice que es una cuenca alargada.

Por otro lado, de acuerdo al Rb nos muestra un terreno llano, los suelos no son muy erosionables, sin embargo, la microcuenca es muy afectada por la falta de cobertura vegetal y los fuertes vientos con lenta respuesta a la precipitación. La Dd en este caso es de 1.2460 asociado a regiones con materiales de suelo erosionables, baja cubierta de vegetación y pendientes planas. La pendiente media de esta cuenca fue de 3,154748297%, esto indica que es un terreno suave.

La pendiente hidráulica medida en esta cuenca fue de 1,57791464%, que es un terreno llano.

De acuerdo al levantamiento topográfico e hidráulico realizado se tiene un caudal de máxima avenida de 994.5237999 m³/seg.

En lo que se refiere al recurso agua e ictiofauna se tiene:

Tabla 1. Estudio físico químico del agua de la microcuenca Macharetí

Fecha	Hora	NH ₃	NH ₂	GH (°d)	KH (°d)	pH	CL ₂ (mg/l)	OD (mg/l)	T (°C)
27/04/2018	07:35	0	0	16	20	8	0,8	6,1	20
28/04/2018	09:24	0	0	16	20	7,5	0,8	5,9	20,5
29/04/2018	12:38	0	0	16	15	8	0,8	11,6	22
08/05/2018	08:51	10	1	4	20	8,4	0,8	7,6	26

Fuente: Elaboración propia, 2018

El estudio de los parámetros físico químicos del agua, nos indica que los niveles de nitritos y nitratos son nulos, lo cual tiene mucha significancia por la hora en que se tomaron las muestras y la temperatura del agua que son templadas entre los cerros, no siendo de la misma forma a campo abierto, cuando la temperatura del agua puede aumentar hasta los 30°C.

Por otro lado, los niveles de pH, nos indican que el agua de las faldas del Agüaragüe son ligeramente alcalinas, puede deberse a la composición química de sus rocas, al tipo de suelo que transita el agua o a factores de sustancias que emergen de los subsuelos; en todo caso no llega a ser nocivo por esta causa para las personas. Sin embargo, se recomendaría realizar otros estudios al agua, principalmente

de carácter arqueológico y geológico por el contexto que tiene el Aguarañe. Sin embargo, los niveles aceptables para su consumo están entre 6,5 y 9,5.

Kh, dureza carbonatada o dureza temporal, que es lo mismo decir la capacidad de buffer del agua, es eliminado fácilmente, con un simple hervor del agua, se soluciona el problema sobre todo para el consumo humano.

Gh, nos da a conocer la cantidad de sales de magnesio y cal que están disueltas

en el agua. Una baja dureza en el agua de consumo, es siempre lo ideal. Siendo la cantidad máxima recomendada de 140mg/l =14°f a mayor dureza =menor pureza.

A juzgar por los resultados son aguas ligeramente duras, mineralizada por estar en un rango entre 14 a 24 °f, que es lo mismo decir entre 140 a 240ppm.



Tabla 2. Ictiofauna presente en la microcuenca

Nº	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre vulgar	Nº de Ejemplares
1	Siluriformes* (Fernandez & Osinaga, 2006)	Trichomycteridae	<i>Trichomicterus</i>	<i>Trichomicterus aguarague</i>	Chori	578
2	Characiformes (Valenciennes, 1850)	Parodontidae	<i>Parodon</i>	<i>Parodon magdalenensis</i>	Sardina Rayada	30
3	Characiformes (Valenciennes, 1850)	Parodontidae	<i>Parodon</i>	<i>Parodon sp.</i>	Bogueta	77
4	Characiformes (Géry, Planquette & Le Bail, 1991)	Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>Astyanax validus</i>	Sardina dorada	5
5	Characiformes (Fowler, 1940)	Characidae	<i>Oligosarcus</i>	<i>Oligosarcus bolivianus</i>	Doradito	4

* Se ha constatado que existen ejemplares de este orden, en toda la microcuenca del río Machareti.

Fuente: Elaboración propia, 2018

De la flora se observa un buen estado en general del bosque con baja deforestación, pero con vulnerabilidades en la regeneración por el tipo de ganadería, se identificaron 9 especies arbóreas maderables con 3042 individuos registrados y no maderables con 52 individuos registrados con clasificación

diamétrica que nos muestra una distribución uniforme representado gráficamente por una J invertida lo cual es característico de un bosque disetaneó, con 24,31 arb/ha, riqueza 5.36 m³/ha y el volumen promedio por árbol es de 0.17 m³/arb

Tabla 3. Indicadores del bosque productor

Especie	Abundancia N/ha	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
Soto	0,22	0,34	1,01
Tajibo	0,37	0,30	0,89
Curupau	0,28	0,36	0,10
Cuchi	1,23	0,37	1,03
Cuta	0,05	0,15	0,45
Momoqui	0,09	0,13	0,40
Sirari	0,17	0,18	0,54
Roble	0,12	0,17	0,51
Roble morado	0,19	0,20	0,60

Fuente: Elaboración propia, 2018

La fauna encontrada es propia de bosque Chaqueño y Boliviano Tucumano, encontrándose poblaciones significativas y en buen estado en general, pero con varias vulnerabilidades, se registró 139 especies de aves, 35 de reptiles y anfibios, 22 de mamíferos.

Figura 2. Presencia del tucán (*Ramphastus toco*) en la zona de transición de la microcuenca



Al recorrer los bosques de la cuenca se observa que el bosque de encontrarse silencio de pronto se empieza a escuchar variedad de cantos y muchos individuos que se mueven de manera rápida y en grupo de un árbol a otro árbol, a esto grupo se les llama bandadas mixtas, muy comunes en lo largo de nuestro recorrido cuando se tomaban datos.

“Las bandadas mixtas son agrupaciones heteroespecíficas de individuos, parejas o grupos de dos o más especies conectadas por comportamientos sociales comunes, principalmente para desplazarse y alimentarse en conjunto. Las bandadas tienden a ser más grandes, con un mayor número de especies en áreas que poseen mayor cobertura y diversidad vegetal” (E.Fanjul, 2015).

En cuanto a suelos se identifican grandes paisajes como son Serranías, Colinas, Valles.

Pie de monte y llanura aluvial en donde la predominancia de suelos arcillosos con drenajes buenos a moderados con alta capacidad productiva de acuerdo a los requerimientos de cultivo. La zona alta está compuesta en su mayoría por por suelo arcilloso con apariciones de trazos calcáreos de color blanco estructura de grano de fino a medio, ligeramente duro, friable, ligeramente adhesivo y de actividad biológica moderada. La zona media de la microcuenca muestra dos tipos de suelos el primero muestra una textura franco-arcillo-arenoso; estructura mediana y fina de moderada a fuertemente desarrollada, baja plasticidad, poco adhesivo, friable,

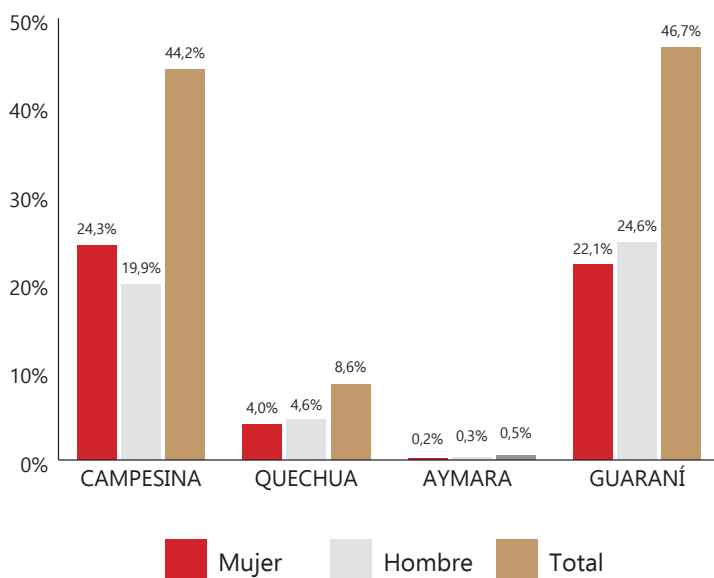
ligeramente adherente en mojado y con pequeños trazos de gravilla fina y moderada actividad biológica. Muestra un pH neutro, muy baja humedad y poca materia orgánica.

En la Zona baja se observa que el Suelo es de tipo franco-arcillo-arenoso estructura fina débilmente desarrollada, no plástico, no adhesivo, friable en húmedo, no calizo, pocas raíces finas y débil actividad biológica, con un pH neutro a levemente ácido, muy poca humedad y bajo porcentaje de materia orgánica.

El componente socio económico tiene una serie de subcomponentes de los cuales resaltaremos los más importantes.



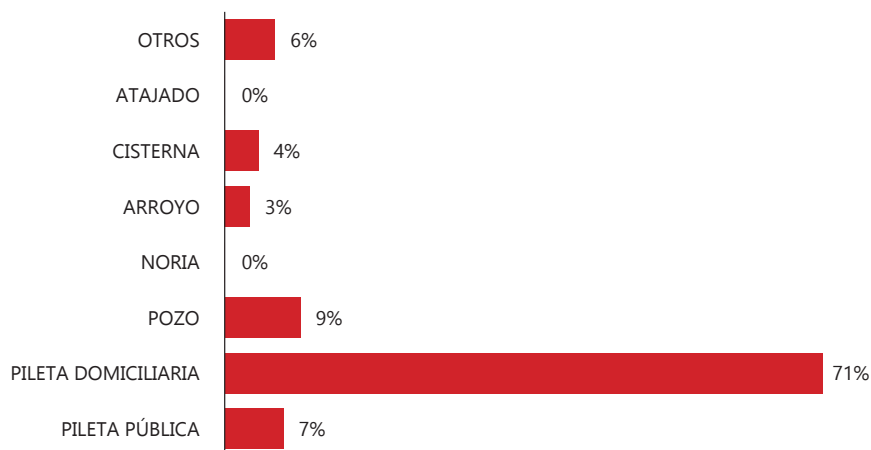
Figura 3. Origen cultural de la población en la microcuenca.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Las poblaciones de las comunidades en su mayoría están compuestas por campesinos e indígenas de la Nación Guaraní.

Figura 4. Consumo de agua de la población



Fuente: Elaboración propia, 2018

El consumo de agua es mayormente por pileta domiciliaria lo que nos da una idea de que el servicio de agua potable llega a la mayoría de la población.

En cuanto a la comunicación se tiene un 60 % de cobertura por telefonía móvil siendo la empresa de servicios que dota a un 85 % de la población ENTEL.

En cuanto a la energía eléctrica el 78% de la población accede a este servicio siendo esta categorizada en un 22% como buena 43% regular y 17 % mala.

En cuanto a la concreción de la educación, la mayor cantidad de las personas que se encuentran en el lugar de intervención de la cuenca, solo concluyeron el nivel primario de los cuales el 22% son mujeres y el 20 % son

varones, mientras que otra cantidad de personas concluyeron el nivel secundario 13% de mujeres y el 17% de varones y en una proporción reducida la educación superior con una representación del 9% de mujeres y el 7% de varones, esto se debe a que en años anteriores las familias no tenían oportunidades, ni las condiciones para poder continuar con los diferentes niveles educativos.

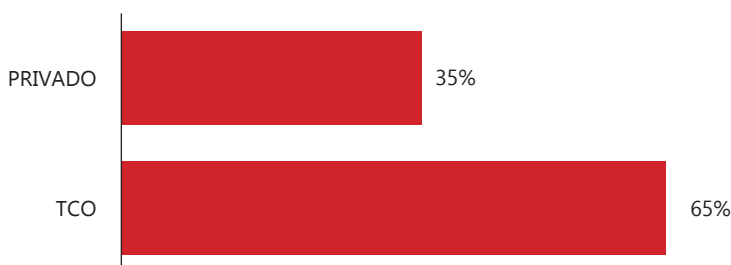
En cuanto a la atención de salud en las comunidades de la microcuenca un 73 % acceden a la atención de 1er. y 2do. nivel que de acuerdo a competencia se encuentran a cargo de la gobernación y municipio. Las enfermedades más comunes son las gastrointestinales y las respiratorias.

Tabla 4. Calidad de atención en los diferentes seguros de salud

Calidad de atención		
Mala	Regular	Buena
8%	76%	16%

Fuente: Dirección Distrital de Educación Macharetí, 2016 (PDM 2016)

Figura 4. Tenencia de la tierra en la microcuenca.



Fuente: Elaboración propia, 2018

En lo que se refiere a la tenencia de la tierra se puede evidenciar que la mayor parte del área de la microcuenca se encuentra como Tierra Comunitaria de Origen.

En cuanto a la producción pecuaria el ganado bovino es el predominante, para la producción agrícola es el maíz. Estas en su mayoría son economías de subsistencia.

4. CONCLUSIONES

El presente estudio establece que el área de influencia de la microcuenca del río Macharetí es de 48.340,72 hectáreas. Esta delimitación está basada a partir de la observación y el análisis coberturas digitales oficiales proporcionadas por

el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego; dentro del Plan Nacional de Cuencas, corroboradas in situ.

En el análisis se observa que en el documento PDTI Macharetí muestra una delimitación del río Macharetí como cuenca menor de 69.440,00 hectáreas esta referencia toma en cuenta microcuencas colindantes que no aportan sus aguas al cauce principal del río Macharetí.

Esta microcuenca está dividida en tres partes; Alta, Media y Baja; la parte alta tiene pendientes superiores a 10 % lo que significa que son muy escarpadas inaccesibles por ende en las cimas se encuentran una mayor cobertura vegetal, lo que evita la erosión de cualquier tipo, el tipo de suelo rocoso evita el deslizamiento de las cuenca, estos lugares son un aporte

sustancial a la microcuenca en cuanto la alimentación del volumen de agua, puesto que son el origen de los “ojos de agua” es decir manantiales que se encuentran en toda la serranía y algunas colinas de la cuenca.

La inaccesibilidad en esta zona es fundamental para la conservación de la fauna, ya que impide el libre acceso al hombre para desarrollar actividades de caza.

En la parte media de la cuenca las pendientes son mayores al 5 % y menores al 10 % existen 2 comunidades, que son como un reflejo la una de la otra por sus características fisiográficas, sin embargo, las estrategias de vida de una y la otra interfieren con el equilibrio y armonía de manera positiva y negativa, mientras en una su forma de vida es de subsistencia, no genera impacto en la comunidad, mientras que en la otra comunidad el impacto por el monocultivo del maíz y los pastizales incrementan la incidencia y aperturas de cárcavas, lo que ocasiona una pérdida considerable de capa arable que debido a la pendiente incorpora sedimentos al recurso hídrico, ocasionando una turbidez en el cauce y eleva los niveles de la película de agua ocasionando desbordes. En la parte media de la cuenca algunas comunidades tienen normativas que evitan el contacto directo con los animales prohibiendo la caza o captura de los mismos, que ayuda a mejorar la cobertura boscosa por ser la fauna una fuente de dispersión de semilla de varias especies de flora, esto también ayuda a retener el agua y permite disminuir la evapotranspiración que genera una temporada de sequía en la región de manera natural.

En contraste con la parte baja de la microcuenca, que en los años 50s tenía una importante actividad económica por

el paso del tren en la comunidad Estación Macharetí, sin embargo el río que por su naturaleza con su red de drenaje amplia reduce su fuerza, pero durante la época de lluvia la energía con la que se dinamiza el volumen de agua para la cuenca genera desbordes que inunda la parte baja, pero en la época de estiaje el agua que escurre se infiltra dejando bancos de arenas y zonas pantanosas que mantienen la humedad en pequeños espacios aislados.

Una de las características de la microcuenca es precisamente sus altas pendientes que por su sistema hidrológico generan grandes volúmenes de descarga de agua dificultando la construcción de obras hidráulicas debido a que no se puede hacer una predicción que permita anticiparse a estos eventos ya que el Municipio de Macharetí no cuenta con una estación meteorológica ni hidrométrica que permita tener un registro de precipitación, temperatura, radiación solar, caudales, que posibiliten la generación de modelos hidrológicos para el diseño de obras hidráulicas como presas, taludes, gaviones, sedimentadores y tomas de agua.

El caudal promedia los 2 metros cúbicos por segundo, el cual es muy bajo, en diferentes secciones de la cuenca durante la época de otoño – invierno, este valor aumenta la infiltración por su corto recorrido debido a su morfometría, ocasionando en las riberas un fuerte impacto por los vientos que aumenta la erosión eólica; finalmente en las secciones transversales tomadas aleatoriamente, se puede evidenciar que en la parte media y baja son los lugares ideales por donde puede escurrir y almacenar una gran cantidad de volumen de agua siendo necesario la recuperación del suelo con prácticas mecánicas, físicas, químicas y biológicas que eviten el deterioro de

cualquier obra hidráulica que se desee realizar en la cuenca.

Las explotaciones petroleras de años atrás junto con la cría de chivos, cabras, ovejas, dejaron varias zonas con bastante erosión de suelos en la parte media de los cerros, de forma inexplicable a orillas del río Macharetí (cerros de arena y arcilla) se desmorona (sísmicas), acompañado de las siembras de gramíneas que tienen en la zona alta de la cuenca (Yapi).

El estudio de los parámetros físico químicos del agua, nos indica que los niveles de nitritos y nitratos son nulos, lo cual tiene mucha significancia por la hora del día que fueron tomados, y la temperatura del agua que son templadas entre los cerros, no siendo de la misma forma a campo abierto, cuando la temperatura del agua puede aumentar hasta los 30°C.

Por otro lado, los niveles de Ph, nos indican que el agua de las faldas del Aguaragüe son ligeramente alcalinas, puede deberse a la composición química propia de sus rocas, al tipo de suelo por el cual transita el agua o factores de sustancias que emergen de los subsuelos; en todo caso no llega a ser nocivo por esta causa para las personas. Sin embargo, a juzgar los resultados se recomendaría realizar otros tipos de estudios de agua, principalmente con un tinte geológico, de gases y aceites por el contexto productivo que tiene el Aguaragüe como zona petrolera. Los niveles aceptables para su consumo están entre 6,5 - 9, aunque por presencia de otros compuestos presentes, deja de ser un gran riesgo desde la cuenca alta a la cuenca media.

En cuanto a Kh, dureza carbonatada o dureza temporal o que es lo mismo decir la capacidad de buffer del agua, es eliminado fácilmente, con un simple hervor del agua,

se soluciona el problema sobre todo para el consumo humano, no eliminándose la totalidad de las bacterias presentes en el agua sobre todo las termo resistentes.

El Gh, nos da a conocer la cantidad de sales de magnesio y cal que están disueltas en el agua. Una baja dureza en el agua de consumo, es siempre lo ideal. Siendo la cantidad máxima recomendada de 140mg/l = 14°f a mayor dureza = menor pureza.

A juzgar por los resultados fisicoquímicos del agua del río Macharetí, son aguas ligeramente duras, mineralizada por estar en un rango entre 14 a 24 °f, que es lo mismo decir entre 140 a 240ppm.

En la zona media de la microcuenca existe un afluente a 8km de la Escuela de Yapi, que sus aguas son realmente turbias (20cm disco secchi), lo cual nos indica que aguas arriba está bastante erosionado. Por tanto, al realizar la lectura de nuestras muestras, nos damos cuenta que las aguas están contaminadas en los puntos M1, M2, M4 y menos contaminada en el punto M3 (Afluente Tabarecua).

Por otro lado la *E. Coli*, es una entero bacteria, son aerobios facultativos y bacilos Gram negativos, las hay saprofitas y patógenas que de manera normal forman parte activa de nuestra flora bacteriana, y cuando esta sobrepasa su población es cuando se convierte en patógena, principalmente cuando ingresan de forma accidental en el alimento consumido y dependiendo del patotipos de la *E. Coli* (Salud Pública). En todas nuestras muestras dan resultado positivo a la presencia heces fecales, motivo por el cual existe una contaminación de mediana a alta, no siendo apta para el consumo humano.

Coliformes totales, son también llamados coliformes tolerantes, se multiplican entre 44 y 45°C, incluye una gran variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos Gram negativos y no esporulantes, entre ellas algunas tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* estos pueden sobrevivir y proliferar en el agua, la presencia de ellos en el agua indica la contaminación del fluido con materia fecal y/o contaminantes de naturaleza orgánica, mismos que pueden ocasionarnos cuadros clínicos agudos o crónicos, cualquiera de las dos formas es nocivo para la Salud Pública.

Sin embargo, el ser humano puede generar resistencia a estas bacterias, sobre todo cuando se las ingiere desde temprana edad sin presentar cuadros clínicos. (OMS, 2004).

Podemos decir que a partir de la toma de muestra M3, las aguas cristalinas de pronto son interrumpidas por manchas negras oleosas, con un aroma a alquitrán o sulfuros, empañando al aroma del bosque. Afectando esta no solo la salud de los pobladores cuando consumen el agua, sino también existe una contaminación odorífera leve.

Los peces tienen una gran movilidad dentro del ambiente acuático y pueden escapar de la contaminación y volver cuando las condiciones hayan mejorado. Sin embargo su instinto les lleva a veces a cometer los peores errores en esta zona del Aguaraquí, la cual es nadar río arriba porque en el lapso de una estación a otra (otoño-invierno), existen tramos que por el relieve físico del suelo se van quedando aguas retenidas, mientras en los otros tramos ya no hay presencia de agua, quedando de esta manera cardúmenes retenidos que al no encontrarse

alimento disponible y mermar el agua, más las condiciones de temperatura y la evaporización del agua, tienden a enfermarse y morir principalmente de punto blanco (enfermedad producida por parásito), saprolegnia (enfermedad producida por hongo), disminuyendo de esta manera la población de los mismos.

En la microcuenca el Aguaraquí registra la presencia de cinco (*Oligosarcus bolivianus*, *Parodon sp.*, *Parodon magdalenensis*, *Astyanax validus*), en etapa entre alevín y juvenil denotándose que la más relevante en cuanto a población es el pez Chori (*T. Aguaraquí*) en la Microcuenca Machareti, lo cual nos refleja que existe contaminación del agua por muchos factores (productos químicos), en la cuenca media por situación adversa de cambios climáticos, que hace que de a poco se vea afectada la población de los peces y la sobrevivencia y subsistencia de las mismas, además de la presencia de depredadores (garzas) y el desconocimiento de la existencia de la variedad de peces por parte de los comunarios incrementa el riesgo de disminución de las poblaciones de la fauna íctica.

Por otro lado la fauna terrestre registrada en la microcuenca, son apreciadas por su valor estético o por su uso consuntivo para las poblaciones asentadas a lo largo de la cuenca, pero también cumplen un rol ecológico o servicios eco sistémicos que ayudan al equilibrio de los bosques y que esto permite que el Municipio de Machareti goce de recurso hídrico, para que este recurso sea sostenible y duradero en el tiempo se deben reconocer las funciones ecológicas de la fauna, preservarlas y considerarlas al momento de hacer un plan de manejo de la cuenca .

Por tanto, para cada grupo de vertebrados se han identificado los nichos ecológicos:

Los anfibios son muy sensibles a los cambios que sufre el bosque ya sea por fragmentación o cambio de uso de suelo, la presencia de estos nos brinda una noción de la calidad del ecosistema. En la cuenca se encontraron especies significativas y representativas del bosque chaqueño y Tucumano Boliviano, que se convierten en indicadores de la buena calidad de los ecosistemas, debiendo continuar su estudio en la época veraniega para lograr una documentación más completa. El principal rol ecológico es el control poblacional de insectos que se podrían convertir en perjuicio para el hombre como ser mosquitos, moscas y polillas.

El grupo de los reptiles que es considerado un peligro para el ser humano, cumple un rol biológico importante en la regulación de población de micro mamíferos de rápida reproducción como son los roedores, sin la presencia de los reptiles, estos abundarían y se convertirían vectores de muchas enfermedades para los habitantes de la Cuenca. Se debe realizar programas de educación ambiental para informar cómo evitar accidentes por mordeduras de reptiles, pues debido a la anatomía de los reptiles, hay poca probabilidad de ser picado si se las aborda de manera adecuada. En nuestros muestreos también aprovechamos para capacitar a los guías comunales sobre como diferenciar especies venenosas y qué hacer si se encuentra una serpiente, tomando como última opción la eliminación.

El grupo de las aves al ser el más numeroso y abundante, tienen un alto valor ecológico, la cuenca alberga especies frugívoras como las maracanas (*A. militaris*) y loros (*B. chiriri*), cumplen

un papel importante en la dispersión de semilla de las especies arbóreas, dando inicio a la regeneración de nuevos individuos.

En lo alto del cielo las vemos revolotear en círculos y al compás de las masas de viento a las especies carroñeras, cóndor andino (*V. gryphus*) y gallinazos (*Coragyps atratus*) que tienen la función sanitaria de limpiar los desechos orgánicos para devolverlos más rápidamente a la tierra y así cuidando de la salud ambiental.

Se identificaron 5 especies de picaflores (*Trochilidae*), estas especies pertenecen a un nivel trófico que se debe estudiar en la cuenca, ya que son los encargados de polinización de muchas especies de plantas entre ellas las medicinales, forestales, este es uno de los principales servicios ecosistémicos para que el ser humano se provea de alimentos.

La cantidad de ungulados (corzuelas y chanchos de monte), roedores (ratones, tapiti) que viven la microcuenca aseguran la sostenibilidad alimentaria de los grupos carnívoros (puma, zorros), los murciélagos insectívoros y frugívoros ayudan directa o indirectamente en los cambios de la vegetación al ayudar a la polinización y dispersión de las semillas, ayudando a la configuración a la regeneración de la flora.

La presencia del oso jucumari contribuye a la dispersión de semillas, regeneración del bosque, por su amplio desplazamiento diario y al circular por el bosque derriba arbustos permitiendo el ingreso de luz formando claros que permiten el desarrollo de la regeneración.

5. LÍNEA BASE

Según información del PDTI 2016, expresa que las características del territorio municipal, evidencian una muy escasa presencia de especies animales como vegetales, lo que hace que la mayor parte de su territorio sea considerado como territorio de muy escasa biodiversidad, situación que se observa con mayor fuerza en el lado este del Municipio.

En contraste, el componente fauna para el diagnóstico de la microcuenca del río Macharetí registro, 17 especies de anfibios y reptiles, 139 especies de aves, 5 especies de peces, 18 de mamíferos. De esta diversidad 4 son de prioridad para la conservación.

Se debe considerar que el número de riqueza natural seguirá aumentando cuando se amplíen los inventarios biológicos con los demás grupos faunísticos como los micro mamíferos: roedores, murciélagos e invertebrados además que pueden ser especies promisorias para futuras actividades económica con es el caso de abejas nativas para proyectos de producción de miel de abejas nativas.

Por la importancia que tiene la biodiversidad presente en la cuenca para la producción de recursos hídricos proponemos los siguientes lineamientos para fauna:

- Incorporación de la biodiversidad de todas las políticas del municipio
 - Implementar estudios de ecología para las especies paraguas
 - Ecoturismo
 - Educación ambiental
 - Establecimiento de corredor biológico
 - Restauración hidrológica forestal
 - Implementación de ganadería sostenible
- Aprovechamiento sostenible de los recursos propios de la cuenca
 - Mejoramiento de los servicios básicos
 - Acceso vial
 - Gestión de residuos
 - Comité de gestión y administración de la cuenca

6. BIBLIOGRAFÍA

Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. (15 de junio de 2018). Centro Geoespacial de Biodiversidad de Bolivia. Obtenido de <http://www.museonoelkempff.org/cgb>

Adriana Pereira, A. R. (204). *Aquicultura experiencias brasileras*. Florianópolis - SC Brasil: Multitarafa.

Armonia, A. (2012). *Estado de conservación de las Aves en Bolivia*. Santa Cruz: Asociación Armonía.

Asamblea Legislativa Plurinacional de Bolivia. (25 de junio de 2018). *Gaceta oficial del Estado Plurinacional de Bolivia*. Obtenido de <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/index.php/normas>

BIOTA-YPFB-CHACO. (2016). *Informe técnico sobre Caracterización y Diagnostico biológico de pozos zona sur quebrada Los monos*.

Catalá, E. I. (2011). *Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y clave: su uso y abuso en ecología de la conservación*. *Inteciencias*, 36.

Cites. (15 de junio de 2018). Obtenido de <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>. Accedido el 15 de junio del 2018.

- E.Fanjul, A. E. (2015). Composición, estructura y sol social de las bandadas mixtas de aves de la selva montana de yungas, provincia Tucumán, Argentina. researchgate.
- Erhard, D. (1999). Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Santa Cruz: BOLFOR.
- Figuroa, J. (2013). Revisión de la dieta del oso andino *Tremarctos ornatus* (Carnivora: Ursidae) en América del Sur y nuevos registros para el Perú. Revista del museo Argentino de Ciencias Naturales, 27.
- Gonzalo, N. (2005). Geografía Ecológica. Santa Cruz: Simón I. Patiño.
- Heden Luis Marques Moreira . (2001). Fundamento da Moderna Aquicultura. Universidade Luterano do Brasil: ULBRA.
- Ibisch, P. L. (2003). Prioridades y estrategias de gestión de la diversidad. Santa Cruz de la Sierra: FAN.
- Ingraham, J. L. (1998). Introducción a la Microbiología. Sevilla - España: Reverté, S.A.
- J. Malý y K. Hisek. (2009). Peces de lagos y ríos. Madrid (España): Tikal.
- Jiménez- Segura L.F., J. Álvarez, L.E. Ochoa, A. Loaiza, J.P. Londoño, D. Restrepo, K. Aguirre, A. Hernández, J.d. Correa y U. (2014). Guía Ilustrada peces cañón del rio Porce. Antioquia-Medellín, Colombia: EPM.
- Jorge, M. (1982). Manual del Técnico Forestal. Cochabamba: GTZ-ESTSFOR - UMSS.
- Kohler, J. (2000). Amphibian diversity in Bolivia: a study with special reference to montane forest region. Und. Museum Koenig Bonn.
- Luzanne, L., & Louben, G. (1985). Peces del río mamoré. Paris: I'orstom.
- M., N. (2006 - GTZ). Atlas del Gran Chaco Sudamericano. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). p.42. Buenos Aires - Argentina: Errege y Asoc.
- Mancomunidad de Municipios del Chaco Boliviano. (2006). Plan de Ordenamiento Territorial Macroregional del Chaco Boliviano. La Paz, Bolivia.
- Maurice - Bourgoïn, L. et al.: (1999). Revista de Ecología y Conservación Ambiental. Cochabamba - Bolivia: Fundación Simón I. Patiño.
- Ministerio de medio ambiente. (2009). Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia . La Paz ,Bolivia: Ministerio de medio ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2014). Programa plurianual de gestión integrada de recursos hídricos y manejo integral de cuencas. La Paz, Bolivia: MMyA.
- Morse, D. (1970). Ecological aspect of some mixed-especies foraging flocks of bird.
- Narcís Prat, Blanca Ríos, Raúl Acosta, Maria Rieradevall. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las. San Miguel de Tucumán. Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Navarro, G. (2005). Geografía ecológica de Bolivia. Santa Cruz: Simón I. Patiño.
- OMS. (Agosto de 2004). Guías para la Calidad del Agua Potable. Recomendaciones. Ottawa, Canadá: Publicaciones Works.



- PDM Municipio de Macharetí. (2011). Plan de Desarrollo Municipal Gobierno Autónomo de Machareti. Chuquisaca, Bolivia: GAM Macharetí.
- PDTI Municipio de Macharetí. (2016). Plan territorial de desarrollo integral. Chuquisaca: GAM Macharetí.
- Pearson, L. a. (2003). The color of soil Munsell Charts. Michigan.
- R. Heyer, R. D. (1994). Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for Amphibians. U.S.A: Smithsonian Institution .
- Reptarium. (junio de 2018). Obtenido de <http://reptile-database.reptarium.go>
- SERNAP. (9 de 12 de 2008). Obtenido de <http://sernap.gob.bo>: <http://sernap.gob.bo/index.php/21-areas-protegidas/parque-nacional/53-serrania-del-aguaraque?showall=1>
- USDA. (1999). Guía para la evaluación de la calidad y la salud del suelo. Washington DC, USA.
- Viceministerio de Recursos Hídricos Y Riego. (2016). Monitoreo al Plan Nacional de cuencas. La Paz, Bolivia: MMAyA.
- Wallace, R. B., Gómez, H., Porcel, Z., & Rumiz, D. (2010). Distribución, Ecología y Conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia: Centro de Fundación Simón I Patiño.
- Woinarovich, E. (1975). Cartilla del Piscicultor. República de Venezuela: Ministerio de Agricultura Y Cría -Oficina Nal. de Pesca.