

Caracterización biofísica y fisiográfica del predio *La Violeta* y recomendaciones de manejo de suelos

¹ Tatiana Espinoza Baldi; ² Alfredo Cáceres Claros
³ Omar Vargas Montaña; ⁴ Edson Camacho Márquez

¹ Departamento de Recursos Naturales (FCAYP-UMSS)
² Laboratorio de Suelos y Aguas (FCAYP-UMSS)
³ Gobernación de Cochabamba, Dirección Departamental de Cuencas
⁴ Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

E mail: s.espinoza@umss.edu.bo

Resumen. La conservación y manejo de los recursos naturales, pasa por entender la dinámica de los cambios de uso de suelo, la cobertura vegetal, el clima y, otros inherentes a la producción y protección de los recursos renovables y no renovables. Caracterizar la fisiografía del paisaje, perteneciente a la clase piedemonte, ayudó a confirmar el tipo de suelos existentes en la zona, así como el potencial biótico posible en la misma. Las actividades de producción e investigación, se traducen en la necesidad de realizar un uso intensivo de las parcelas que, si por una parte poseen riego, por otra no tienen el beneficio de contar con grandes extensiones de terreno (27.5 ha), obligando a reutilizar el suelo con más frecuencia, razón por la que se propone recomendaciones de manejo de los suelos cultivables. Así, los diagnósticos biofísicos y fisiográficos realizados en el predio "La Violeta", permitieron identificar a los componentes agroecológicos y agrícolas que fueron trabajados con herramientas geomáticas y en ambiente SIG. De esta manera, se obtuvieron mapas temáticos cuya interpretación ayudó a realizar las recomendaciones de uso para manejar las actividades agrícolas y hacer más sostenible la producción, la protección y el cuidado de los componentes agroecológicos de los tipos de uso de suelo presentes en el predio.

Palabras clave: Agroecología; Servicios ambientales; Uso del suelo

Abstract: Biophysical and physiographic characterization of the *La Violeta* property and soil management recommendations. The conservation and management of natural resources involves understanding the dynamics of changes in land use, vegetation cover, climate and others inherent to the production and protection of renewable and non-renewable resources. Characterizing the physiography of the landscape, belonging to the piedmont class, helped to confirm the type of soils existing in the area, as well as its possible biotic potential. Production and research activities translate into the need to make intensive use of plots that, if on the one hand they have irrigation, on the other do not have the benefit of having large tracts of land (27.5 ha), forcing them to reuse soil more frequently, which is why management recommendations for arable soils are proposed. Thus, the biophysical and physiographic diagnoses carried out in the "La Violeta" property allowed the identification of the agroecological and agricultural components that were worked with geomatic tools and in a GIS environment. In this way, thematic maps were obtained whose interpretation helped to make the recommendations for use to manage agricultural activities and make the production, protection and care of the agroecological components of the types of land use present on the property more sustainable.

Keywords: Agroecology; Environmental services; Land use

Introducción

El presente trabajo se realizó en el predio universitario *La Violeta*, ubicado en el municipio de Tiquipaya, provincia Quillacollo del departamento de Cochabamba (Figura 1). La dependencia administrativa del fundo *La Violeta*, está a cargo del Centro de Investigación en Forrajes (CIF) de la Facultad de Agronomía.

El fundo *La Violeta*, está a una altitud de 2614 msnm; tiene un clima semiárido, con una precipitación media anual de 533

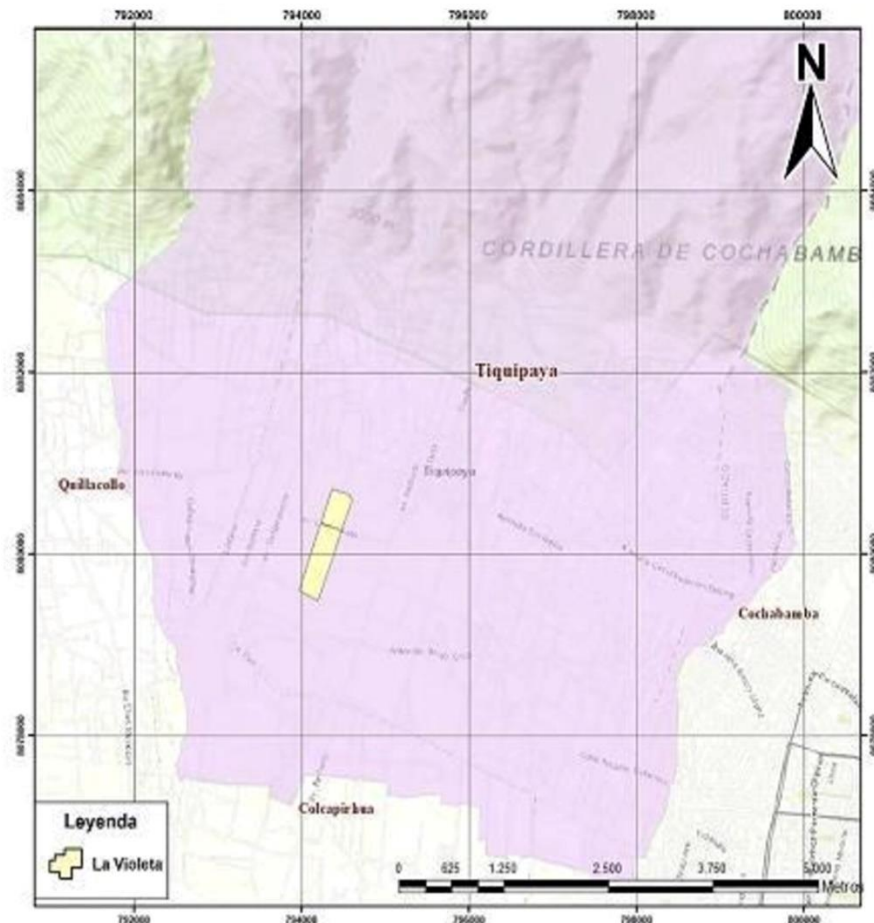
mm/año; temperatura media anual 16.5°C (CIF 2010); régimen de temperatura térmico; régimen de humedad údico; relieve plano a casi plano (más detalles en la descripción de los perfiles modales).

Geomorfológicamente, se ubica en la zona de deposición de la cordillera, es decir, en llanura aluvial de piedemonte, con poca pendiente y material aluvial. A este respecto, el Cuadro 1 muestra información más detallada, según Espinoza (2019 y 2004) en base a Cáceres (1997).

Cuadro 1. Características fisiográficas del predio “La Violeta”

Nombre de la unidad fisiográfica	Geomorfología	Suelos	Vegetación	Uso actual
Llanura aluvial de piedemonte	Forma del terreno: Abanico aluvial	Tipo de suelos: Francos, aptos para la agricultura	Tipo de formación: Cultivos forrajeros	Tipo de actividad: Agricultura
	Pendiente: < 2%	Fertilidad: Moderada	Altura y cobertura vegetal: 15 cm promedio	Tipo de cultivo: Especies forrajeras
	Litología: Rocas sedimentarias no consolidadas	Pedregosidad: Sin piedras o muy pocas piedras en la superficie	Aptitud de uso: Protección, pastoreo, producción, investigación	Tecnología utilizada para prácticas de manejo: Mecanizada, rotación de cultivos, labores agrícolas, adición de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas
	Altitud: 2,600 msnm	Color del suelo: Pardo olivo y pardo claro	Principales especies: <i>Zea mays</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Avena sativa</i> , <i>Hordeum vulgare</i>	Parcelas utilizadas para la producción de semilla forrajera
	Amplitud de relieve: < 2m	Drenaje: Moderado	<i>Eucaliptus globulus</i> , <i>Cupresus macrocarpa</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Olea europea</i>	Uso forestal, de protección y conservación el predio: Bosque implantado
	Fenómenos de erosión: Hídrica laminar ligera	Aptitud de uso: Mayormente intensivo	Parcelas: en descanso	Actividad de uso: Pastoreo
	Cursos y cuerpos de agua: Canales de riego	Infraestructura: Poca, básica, sin ninguna planificación	Viveros: en producción	Actividades de investigación y evaluación de ensayos de producción

Fuente: Espinoza 2019, 2004, adaptado en base a Cáceres 1997.



UNIVERSIDAD MAYOR DE
SAN SIMÓN FACULTAD DE
CIENCIAS AGRÍCOLAS
PECUARIAS Y FORESTALES



MAPA DE UBICACIÓN



Datos técnicos:

Proyección: UTM Zona 19 S
Datum: WGS 1984
Zona geográfica: 19K

Fuentes de información:

Imágenes: Landsat
Bing Maps

Escala: 1:5.000

Elaborado por:

Ing. Tatiana Espinoza Baldi, Mgr.

N° Mapa

1

Año:

2019

Figura 1. Mapa de ubicación del predio "La Violeta"

La privilegiada zona en la que se ubica, permite realizar múltiples actividades agrícolas, porque posee riego y sus suelos son mayormente francos.

En el predio *La Violeta*, opera el Centro de Investigación en Forrajes (CIF), calificado como *centro de excelencia* en la tercera acreditación de la Carrera de Agronomía (FCAyP-UMSS).

El conocimiento de los recursos naturales, sus características, su ubicación y su potencial, son factores necesarios para realizar una planificación aceptable que pueda traducirse en un manejo eficiente, para conducir a un desarrollo armónico de los componentes que hacen a los recursos naturales (ZONISIG 2001).

La zonificación agroecológica y socioeconómica, como herramienta técnico-científica de estudio de las aptitudes de la tierra, y de los factores que limitan su aprovechamiento sostenible, es un proceso metodológico que permite generar, ordenar y relacionar apropiadamente información medioambiental y socioeconómica, contribuyendo eficazmente a la formulación de *Planes de Uso del Suelo*, *Ocupación del Territorio* y *Ordenamiento Territorial*, tanto a nivel departamental como municipal, para lo cual se vale de la utilización de la tecnología de sensores remotos, sistemas de información geográfica (SIG) y otros medios.

El uso irracional de los recursos naturales, principalmente de los renovables, como vegetación, suelo y agua, y la implicancia directa en los procesos productivos y sociales del país, así como la falta de información de base, se constituyen en los mayores obstáculos para la elaboración de planes, políticas y estrategias, para promover el desarrollo económico y social (Espinoza 2004).

Uno de los recursos naturales más importantes es el suelo. Su conocimiento se obtiene a través de levantamientos, que indiquen las varias clases de suelos, que podrían usarse para determinar los cultivos que podrían desarrollarse exitosamente en ellos. El predio *La Violeta*, a pesar de tener identificados los tipos de suelos, mediante calicatas y descripciones físico-químicas de las clases encontradas, requiere de un seguimiento constante por el uso intensivo de las parcelas, con fines de producción e investigación.

Métodos

Se trata de una investigación de análisis descriptivo, cuantitativo (análisis de datos numéricos) y cualitativo (calidad). Se procedió a la recopilación de la información existente, datos de campo y análisis de las muestras de suelo en laboratorio.

Se utilizaron imágenes satelitales Landsat, Landsat 5, Landsat 8, Bing Maps y *Modelo Digital de Terreno* de 30 metros de resolución (INPE - EODIS, 2012), perfiles de suelos y otros archivos digitales como datos climáticos georeferenciados. Todos ellos cuentan con información espacial y fueron trabajados en ambientes SIG, para la obtención final de una base de datos.

Resultados y discusión

El procesamiento de las imágenes satelitales, la validación de datos *in situ*, y la obtención de información cartográfica preliminar validada por los técnicos del predio, dio como resultado la elaboración de tres mapas temáticos, con una metodología adecuada para formular recomendaciones de manejo de los suelos, identificados en el predio “La Violeta”.

A partir de la Figura 2, se elaboraron los demás mapas temáticos para obtener la caracterización agroecológica y formular las recomendaciones de uso y manejo de los suelos.

El mapa de la Figura 3 fue realizado en base a curvas de nivel digitales: se clasificaron las clases de pendientes que posteriormente sirvió junto con los perfiles modales, para realizar las recomendaciones de uso y manejo de los suelos.

Se identificaron las clases de uso de suelo existentes en el predio. Para ello, se utilizaron imágenes satelitales que fueron procesadas utilizando herramientas geomáticas y validando los resultados *in situ*. Previamente se realizó un mapa de clasificación no supervisada que consiste en diferenciar las clases existentes (cobertura vegetal, suelo desnudo, drenaje, etc.), en base a los valores de reflectancia emitidos por cada uno de ellos.

Con el resultado de este mapa (Figura 3), se realizaron las recomendaciones de uso de los suelos (Vargas 2019). El análisis de los resultados muestra al predio con un potencial productivo de *medio a bueno*, recomendándose:

- Los recursos naturales necesitan un mejor manejo de medidas de conservación.
- Se requiere realizar una planificación para la reposición de especies forestales con fines de uso y protección.
- La presencia de humedad y la textura franco arcillosa de los suelos, resultan en un lento drenaje y posterior aparición de sectores con sales en la superficie, obligando a utilizar especies resistentes a ellas, haciendo posible controlar relativamente bien las actividades de producción e investigación.



Alfalfa (izquierda) y maíz (derecha), dos de las principales especies forrajeras con las que trabaja en el CIF en coordinación con la Empresa de Semillas Forrajeras (SEFO-SAM), en el fundo universitario "La Violeta", desde hace ya más de 50 años



Figura 2. Imagen satelital del predio “La Violeta”

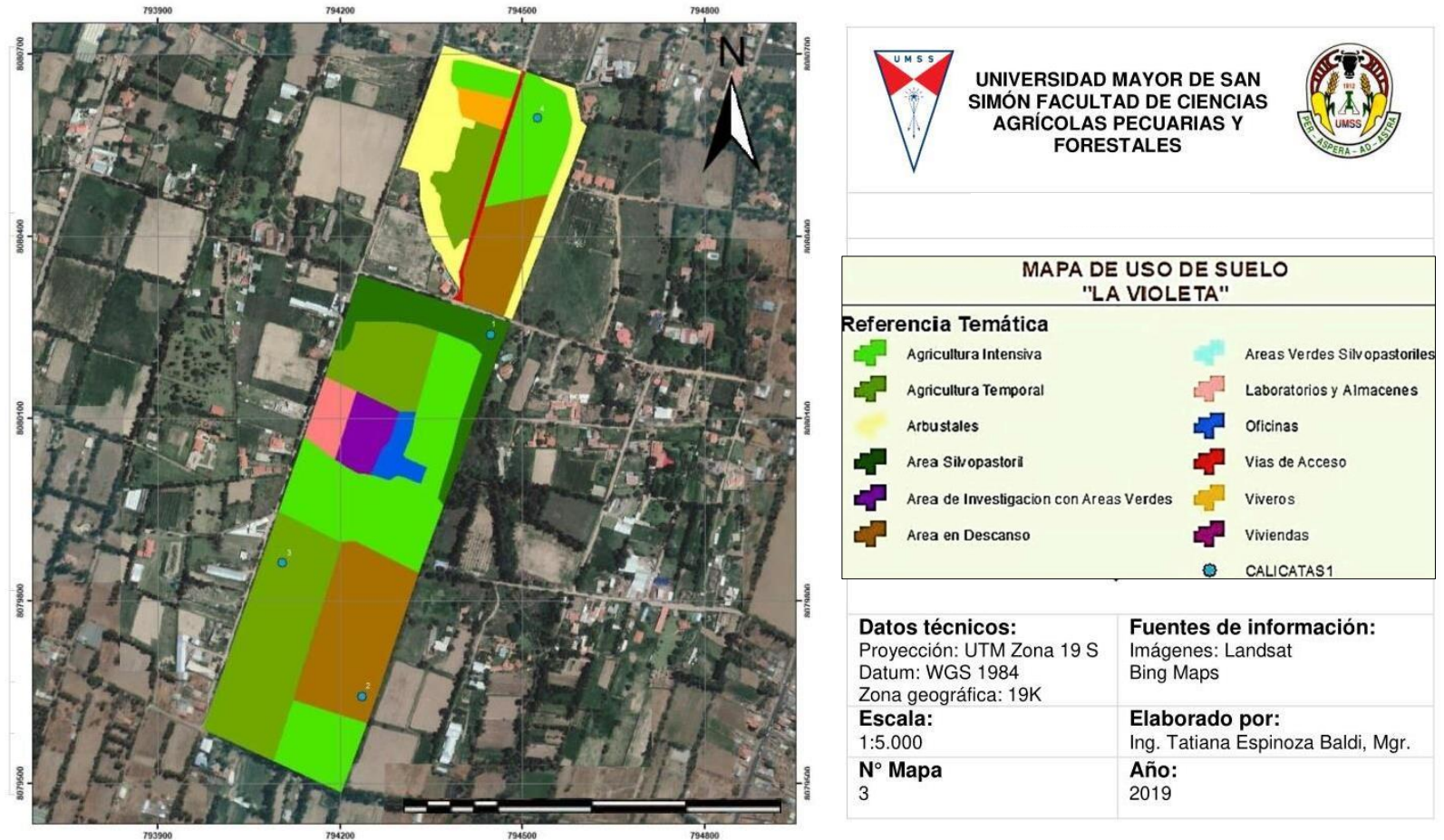


Figura 3. Mapa del *Uso de Suelo* del predio La Violeta

Anexos

Recomendaciones para el uso y manejo de los suelos del predio *La Violeta*

Los suelos de la zona son el producto de procesos deposicionales, desarrollados, profundos y de origen aluvial, pertenecientes al *glacis sedimentario* posterior a un abanico aluvial.

La región está caracterizada fisiográficamente por un relieve con ondulaciones y planicies de pendiente amplia. El material parental, corresponde a sedimentos aluviales finos, sin piedras en la superficie. El piso ecológico, corresponde a un microclima de valle que, por sus características, son aptos para una agricultura intensiva, floricultura y fruticultura.

Pertencen al área de influencia de dos cuencas: *Cuenca Khora Tiquipaya* y *Cuenca Tola Pujru*.

Geológicamente, pertenece a depósitos aluviales del Cuaternario Aluvial del Cenozoico (Cáceres 1997).

Según la clasificación y las áreas temáticas identificadas y apoyadas por perfiles de suelos, se sugiere el manejo que se describe a continuación (Cáceres 1997).

Áreas verdes silvopastoriles

Existen pastos y árboles Según el perfil de suelo correspondiente, se recomienda:

- Un manejo del pastizal nativo para la protección del suelo.
- Introducir especies resistentes a la salinidad.
- Reforestar el área con especies nativas, que aporten materia orgánica.
- Realizar en la parcela, un manejo sostenible para la producción de forraje para el ganado lechero estabulado de la Facultad de Agronomía.



Campos de producción e investigación con especies forrajeras en el fundo "La Violeta", en época de verano.

Nótese la diversidad de especies que se manejan en esta importante unidad productiva de la UMSS

ÁREAS VERDES SILVOPASTORILES

20	11	89	P1	Cáceres, A.	Tiquipaya	794671	8080754	
Fecha		Nº	Autor		Localización	Coordenada E	Coordenada S	
Altitud: 2600 msnm		Clima: Semiárido		PP media anual: 589.2 mm		Temperatura media: 16°C		
Régimen de temperatura: Térmico				Régimen de humedad: Údico				
Relieve: Plano <2%				Posición geomorfológica: Abanico aluvial				
Vegetación y/o uso de la tierra Agrícola-permanente; forrajes, grama			Profundidad efectiva >100 cm		Presencia de sales o álcalis: afectado por costras blancas salinas en la superficie			
INFORMACIÓN ACERCA DEL SUELO								
Material parental y geológico: Sedimentos aluviales finos				Pedregosidad, afloramiento rocoso: No existen piedras en la superficie				
Clases de drenaje: Externo lento e interno, escasamente drenado				Limitante para uso agrícola: Fertilidad baja, presencia de sales				
Evidencia de erosión: Hídrica laminar. ligera				Influencia humana: Ninguna				
DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES DEL SUELO								
Símbolo	Prof. (cm)	Características del perfil						
Ah	0 - 21	Color: gris olivo (5Y 5/2) en húmedo / Estructura: granular, fina, débil / Textura: franco limosa / Otras características: friable; ligeramente adhesivo; ligeramente plástico; pocos poros frecuentes, muy finos y finos, tubulares; raíces abundantes, finas y muy finas; límite neto ondulado; moderada reacción al HCl; pH 8.5						
A/Cg	21/38	Color: pardo olivo (2.5Y 4/3) en húmedo / Estructura: masiva / Textura: franco limosa / Otras características: manchas frecuentes, medianas, destacadas pardo amarillenta; muy friable; ligeramente adhesivo y plástico; pocos poros a frecuentes; muy finos y finos, tubulares; pocas raíces, finas y muy finas; límite neto ondulado; pH 7.1						
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LOS SUELOS								
Parámetro	Ah	A/Cg	Parámetro	Ah	A/Cg	Parámetro	Ah	A/Cg
% A	8	8	Da (g/cc)	1.48	1.49	pH	8.55	8.58
% L	52	52	CE (mmhos)	0.5599	0.5536	T.B.I. (meq/100 g)	8.6	6.7
% Y	42	42	C.I.C. (meq/100 g)	8.5	6.6	% Nitrógeno total	0.15	0.17
% Grava	--	--	Fósforo disponible (ppm)	5.85	2.63	Cationes intercambiables (meq/100 g):		
Clase textural	FYL	FYL	Cationes intercambiables (meq/100 g):			Parámetro	Ah	A/Cg
% SB	100	100	Ca ⁺⁺	2.08	2.77	Na ⁺	2.16	0.65
% MO	1.86	0.93	Mg ⁺⁺	4.15	3.18	K ⁺	0.25	0.10

Fuente: Espinoza 2019, 2004, adaptado en base a Cáceres 1997.

Agricultura temporal

Son parcelas de mayor tamaño, utilizadas por temporadas de acuerdo a la disponibilidad de riego y demanda de la producción forrajera. Se observa también problemas de salinidad. Se recomienda:

- Utilizar el agua de riego en esta parcela, teniendo en cuenta que al ser un suelo arcillo limoso, tiene dificultades de drenaje.

- Mantener con cobertura vegetal el período de descanso del suelo.
- Adicionar rastrojos para incrementar la materia orgánica.
- Aplicar la rotación de cultivos forrajeros de cereales, gramíneas y leguminosas.
- Usar especies mejoradoras de la salinidad del suelo.

AGRICULTURA TEMPORAL

05	11	89	P3	Cáceres, A.	Tiquipaya	793120	8079313	
Fecha		Nº	Autor		Localización	Coordenada E	Coordenada S	
Altitud: 2809 msnm		Clima: Semiárido		PP media anual: 543.7 mm		Temperatura media: 16°C		
Régimen de temperatura: Térmico				Régimen de humedad: Údico				
Relieve: Plano a casi plano <2%				Posición geomorfológica: Abanico aluvial				
Vegetación y/o uso de la tierra Agricultura temporal, cultivos forrajeros						Profundidad efectiva >100 cm		
INFORMACIÓN ACERCA DEL SUELO								
Material parental y geológico: Sedimentos aluviales				Pedregosidad, afloramiento rocoso: Sin piedras en la superficie				
Clases de drenaje: Externo moderado e interno, moderadamente bien drenado				Limitante para uso agrícola: Fertilidad baja, presencia de sales				
Evidencia de erosión: Hídrica laminar ligera				Influencia humana: Cultivos forrajeros, mecanización agrícola				
DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES DEL SUELO								
Símbolo	Prof. (cm)	Características del perfil						
Ah	0 - 20	Color: pardo claro / Estructura: granular, fina débil / Textura: arcillo limosa / Otras características: friable; ligeramente adhesivo; ligeramente plástico; pocos poros a frecuentes, muy finos y finos, tubulares; raíces abundantes, finas y muy finas; límite neto ondulado; moderada reacción al HCl; pH 7.88						
A/Cg	20 - 100	Color: pardo claro / Estructura: masiva / Textura: arcillo limosa / Otras características: muy firme, adhesivo, muy plástico; pocos poros; muy finos discontinuos, sin presencia de macro organismos; límite difuso, ondulado; límite gradual liso; pH 7.80						
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LOS SUELOS								
Parámetro	Ah	A/Cg	Parámetro	Ah	A/Cg	Parámetro	Ah	A/Cg
% A	9	8	Da (g/cc)	1.45	1.52	pH	7.88	7.80
% L	51	51	CE (mmhos)	0.593	0.540	T.B.I. (meq/100 g)	16.30	15.26
% Y	42	42	C.I.C. (meq/100 g)	17.20	15.22	% Nitrógeno total	0.089	0.052
% Grava	--	--	% Fósforo disponible (ppm)	5.65	4.63			
Clase textural	YL	YL	Cationes intercambiables (meq/100 g):					
% SB	100	100				Cationes intercambiables (meq/100 g):		
% MO	1.92	0.83						
Cationes intercambiables (meq/100 g):								
Parámetro	Ah	A/Cg	Parámetro	Ah	A/Cg			
Ca ⁺⁺	5.12	6.10	Na ⁺	1.74	0.74			
Mg ⁺⁺	8.56	5.08	K ⁺	0.12	0.17			

Fuente: Espinoza 2019, 2004, adaptado en base a Cáceres 1997.

Agricultura intensiva

Son suelos que poseen riego, razón porque se los utiliza frecuentemente, aunque tienen limitaciones en textura, fertilidad y salinidad.

Se recomienda:

- Realizar enmiendas de carbonato de calcio y azufre, ya que se presenta un desequilibrio en la relación Ca/Mg,

debido a la naturaleza misma del material parental, la cual no puede ser modificada.

- Utilizar dosis moderada de fertilizantes orgánicos e inorgánicos.
- Adicionar materia orgánica al suelo.
- Realizar rotación de cultivos utilizando leguminosas para elevar el índice de fertilidad.

AGRICULTURA INTENSIVA

05	11	89	P4	Cáceres, A.	Tiquipaya	793120	8079313	
Fecha		Nº	Autor		Localización	Coordenada E	Coordenada S	
Altitud: 2809 msnm		Clima: Semiárido		PP media anual: 543.7 mm		Temperatura media: 16°C		
Régimen de temperatura: Térmico					Régimen de humedad: Udico			
Relieve: Plano a casi plano <2%					Posición geomorfológica: Abanico aluvial			
Vegetación y/o uso de la tierra Agricultura temporal; cultivos forrajeros						Profundidad efectiva >100 cm		
INFORMACIÓN ACERCA DEL SUELO								
Material parental y geológico: Sedimentos aluviales				Pedregosidad, afloramiento rocoso: Sin piedras en la superficie				
Clases de drenaje: Externo moderado e interno, moderadamente bien drenado				Limitante para uso agrícola: Fertilidad baja, presencia de sales				
Evidencia de erosión: Hídrica laminar ligera				Influencia humana: Cultivos forrajeros, mecanización agrícola				
DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES DEL SUELO								
Símbolo	Prof. (cm)	Características del perfil						
Ap	0 - 20	Color: pardo muy pálido / Estructura: granular, fina moderada / Textura: franco arcillo limosa / Otras características: duro, firme; adhesivo; plástico; poros frecuentes, muy finos continuos; nidos de gusanos; raíces muy pocas y muy finas; límite gradual ondulado; moderada reacción al HCl; pH 7.88						
AB	20 - 100	Color: pardo pálido / Estructura: bloques sub angulares medianos y gruesos, moderado / Textura: franco arcillo limosa / Otras características: firme, muy adhesivo, muy plástico; poros frecuentes, micros y muy finos; fuerte reacción al HCl; nidos y deyecciones de gusanos; raíces muy pocas, muy finas; límite abrupto, ondulado; pH 7.80						
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LOS SUELOS								
Parámetro	Ap	AB	Parámetro	Ap	AB	Parámetro	Ap	AB
% A	8	8	Da (g/cc)	1.48	1.49	pH	8.55	8.58
% L	52	52	CE (mmhos)	0.5599	0.5536	T.B.I. (meq/100 g)	8.6	6.7
% Y	48	48	C.I.C. (meq/100 g)	8.5	6.6	% Nitrógeno total	0.15	0.17
% Grava	--	--	% Nitrógeno disponible (ppm)	5.85	2.63	Cationes intercambiables (meq/100 g):		
Clase textural	FYL	FYL				Parámetro	Ap	AB
% SB	100	100	Na+	2.16	0.65			
% MO	1.86	0.93	K+	0.25	0.10			
Cationes intercambiables (meq/100 g):								
Parámetro	Ap	AB						
Ca++	2.08	2.77						
Mg++	4.15	3.18						

Fuente: Espinoza 2019, 2004, adaptado en base a Cáceres 1997.

Áreas en descanso

La parcela, en el momento del estudio, se encontraba sin actividad productiva, a la espera de recuperar materia orgánica y humedad, para ser nuevamente cultivada.

Se recomienda:

- Dejar descansar las parcelas por un tiempo considerable antes de volver a cultivar.
- Incorporar rastrojo permanentemente con el fin de proteger el suelo.
- Asegurarse de incorporar grandes volúmenes de materia orgánica de rápida descomposición, para que los nutrientes sean fácilmente asimilables por los cultivos.
- Utilizar gramíneas, leguminosas y crucíferas, por tener estas familias características distintivas.

ÁREA EN DESCANSO

05	11	89	P2	Cáceres, A.	Tiquipaya	793132	8079584	
Fecha			Nº	Autor	Localización	Coordenada E	Coordenada S	
Altitud: 2600 msnm		Clima: Semiárido		PP media anual: 543.7 mm		Temperatura media: 16°C		
Régimen de temperatura: Térmico				Régimen de humedad: Údico				
Relieve: Plano a casi plano <2%				Posición geomorfológica: Abanico aluvial				
Vegetación y/o uso de la tierra: Actualmente sin uso						Profundidad efectiva >100 cm		
INFORMACIÓN ACERCA DEL SUELO								
Material parental y geológico: Sedimentos aluviales finos				Pedregosidad, afloramiento rocoso: Muy pocas piedras en la superficie				
Clases de drenaje: Externo lento e interno, escasamente drenado				Limitante para uso agrícola: Fertilidad baja, presencia de sales				
Evidencia de erosión: Hídrica laminar ligera				Influencia humana: Uso agrícola intensivo, cultivos forrajeros, mecanización agrícola				
DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES DEL SUELO								
Símbolo	Prof. (cm)	Características del perfil						
Ah	0 - 20	Color: gris olivo / Estructura: granular, fina débil / Textura: arcillo limosa / Otras características: friable; ligeramente adhesivo; ligeramente plástico; pocos poros a frecuentes, muy finos y finos, tubulares; raíces abundantes, finas y muy finas; límite neto ondulado; moderada reacción al HCl; pH 8.12						
A/Cg	20 - 100	Color: pardo olivo / Estructura: masiva / Textura: arcillo limosa / Otras características: manchas frecuentes, medianas, destacadas, neto, pardo amarillentas; ligeramente adhesivo y plástico; muy friable, pocos poros a frecuentes; muy finos y finos; tubulares; pocas raíces, finas y muy finas; límite neto ondulado; pH 7.98						
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LOS SUELOS								
Parámetro	Ah	A/Cg	Parámetro	Ah	A/Cg	Parámetro	Ah	A/Cg
% A	8	8	Da (g/cc)	1.49	1.54	pH	8.12	7.98
% L	52	52	CE (mmhos)	0.486	0.525	T.B.I. (meq/100 g)	15.28	11.80
% Y	43	43	T.C.I. (meq/100 g)	15.20	15.22	% Nitrógeno total	0.05	0.17
% Grava	--	--	% Nitrógeno total	0.05	0.17	Fósforo disponible (ppm)	5.65	5.63
Clase textural	YL	YL	Cationes intercambiables (meq/100 g):					
% SB	100	100	Parámetro	Ah	A/Cg	Parámetro	Ah	A/Cg
% MO	1.26	0.13	Ca ⁺⁺	5.00	6.00	Na ⁺	1.70	0.70
Cationes intercambiables (meq/100 g):			Mg ⁺⁺	8.50	5.00	K ⁺	0.08	0.12

Fuente: Espinoza 2019, 2004, adaptado en base a Cáceres 1997.

- Adicionar de forma controlada fertilizantes y productos que ayuden a mitigar la salinidad del suelo.
- Aprovechar el descanso del suelo, y realizar enmiendas orgánicas con el fin de mejorar las características físicas del suelo, aportar nutrientes y preparar al suelo para el siguiente uso.

Arbustales y silvo pastoril

Son consideradas zonas de protección de cortinas rompe vientos, porque las especies arbóreas presentes, cumplen esa actividad. Predominan las especies: eucalipto (*Eucalyptus globulus*), sauce (*Salix alba*), olivo (*Olea europea*), pino (*Cupressus macrocarpa*) y paraíso (*Melia azederach*).

Se recomienda:

- Restituir los árboles en mal estado.
- Reforzar las cortinas rompe vientos con un repoblamiento forestal en zonas que no tienen árboles, para disminuir daños en los cultivos en época de vientos.
- Introducir especies nativas que aporten materia orgánica y no acidifiquen el suelo.
- Realizar un control de áfidos, reponiendo árboles atacados con el taladro (*Phoranta pseudopennis*).

Área de investigación con áreas verdes

Se recomienda:

- Un manejo del pastizal nativo para la protección del suelo.
- Introducir especies resistentes a la salinidad.

- Realizar en la parcela, un manejo sostenible para la producción de forraje para el ganado lechero estabulado de la Facultad de Agronomía.

Recomendaciones generales

A partir del análisis de las características edáficas, geomorfológicas, climáticas e hidrológicas, las zonas en evaluación y caracterización, presentan potencialidades y limitaciones.

Es a partir del análisis de la información edáfica y el uso actual de la tierra, que se propone a nivel de recomendación, las diferentes alternativas de *Uso* para estos predios. En este sentido, las unidades básicas que han sido definidas desde hace dos décadas de esa manera, seguirán siendo básicas hoy en día y posiblemente también en el futuro. Estas son:

- Laboratorios y almacenes.
- Oficinas.
- Vías de acceso.
- Viviendas.

Estas unidades se constituyen en estáticas. Tan solo analizar las vías de acceso como una unidad de uso que debe permanecer así, con características de vía de tierra, no empedrarla y tampoco pensar en pavimentar. Las otras unidades seguirán siendo construcciones de diferente uso.

Un segundo grupo de unidades de tinte ambiental, cuyo rol de paisajismo, descontaminación del aire y diversidad florística son:

- Arbustales.
- Silvopastoril.
- Área verde silvopastoril.

Estas unidades tienen varios beneficios para el sector ambiental principalmente, como ser:

- Mejoramiento del recurso suelo.
- Oxigenación y purificación del aire.
- Protección del suelo de los procesos de degradación.
- Indicadores de algún problema ambiental en el suelo (contaminación o deficiencia nutritiva).
- Almacenamiento de humedad (rocío, lluvia).

Por tal motivo también es importante y necesario que se mantengan en esta línea las unidades, constituyéndose en una zona biodiversa y de acceso para docentes y estudiantes que quieran investigar y mejorar el área sin alterar sus condiciones naturales.

Un tercer grupo y el de mayor importancia es el referente a:

- Agricultura intensiva.
- Agricultura temporal.
- Zonas en descanso.

Por su razón de ser se propone en estas zonas que las tres áreas se constituyan en una sola, es decir, agricultura intensiva.

Esto sería posible cambiando el sistema de riego “manual” a un sistema tecnificado y controlado y, segundo, un programa de mejoramiento del suelo para una aireación con mayor eficiencia.

Se recomienda la construcción de reservorios para garantizar la distribución con riego tecnificado.

Asimismo, y en áreas donde la napa freática es elevada, lo que a su vez es causa de salinización, se recomienda la implementación de sistemas de drenaje para el mejoramiento de éstas áreas.

Referencias citadas

Cáceres A. 1997. Estudio de caracterización y salinidad de suelos del Fundo “La Violeta”. Tesis de grado. FCAyP-UMSS. Cbba., Bolivia. 117 p + anexos s/p.

CIF (Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”). 2010. Revista “Forrajes y Semillas Forrajeras” volumen 12. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 102 p.

Espinoza T. 2004. Plan de Ordenamiento Predial “La Violeta”. FCAyP, UMSS. Cochabamba, Bolivia. 51 p. + anexos.

Espinoza T. 2019. Caracterización biofísica y fisiográfica del predio LA VIOLETA y recomendaciones de manejo de suelos. Departamento de Recursos Naturales, FCAPyV-UMSS. Cochabamba, Bolivia. 19 p.

INPE - EODIS, (2012). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imágenes satelitales LandSAT, Bing Maps. *En línea*. Disponible en: <https://www.gov.br/inpe/pt-br> Consultado en diciembre de 2022.

Vargas O. 2019. Caracterización de los suelos de Tiquipaya y recomendaciones de manejo. Comunicación personal.

ZONISIG. 2001. Zonificación Agroecológica y Socioeconómica Departamento de Tarija. Proyecto Zonificación Agroecológica y Establecimiento de una Base de Datos y Red de Sistema de Información DHV Consultores-ITC Geográfica en Bolivia. 286 p. *En línea*. Disponible en: http://servicios.ucbtja.edu.bo:8090/sihita/css/docs/EST-00040/EST-00040_DOC.pdf Consultado en noviembre de 2022.