

CLASIFICACIÓN DE TIERRAS CON FINES DE RIEGO Y SU RELACIÓN CON LAS PRÁCTICAS CAMPESINAS EN EL SISTEMA DE RIEGO "EL PASO y BELLA VISTA"

**Capari F. Walter
Gutiérrez R. Edgar**

INTRODUCCIÓN

Bolivia, por su ecología variable es considerada como un país que tiene condiciones para su desarrollo agropecuario, puesto que se pueden encontrar especies vegetales que se acomodan a esta variabilidad ecológica; sin embargo, la agropecuaria está en lento proceso de desarrollo con relación a la magnitud de los recursos que dispone, debido a que no se los utiliza por falta de una infraestructura de producción agropecuaria.

Los valles de Cochabamba son densamente poblados, de condiciones climáticas y edafológicas favorables para una explotación agrícola y pecuaria para abastecer la unidad familiar, el mercado local así como del interior del país. Pero sin embargo, dichas actividades son limitadas por una marcada falta de agua para riego; el mismo que hasta cierto punto de vista tiende a solucionarse mediante infraestructuras para riego, aprovechando de esta manera mejor los recursos hídricos superficiales disponibles.

Al identificar las necesidades del sector agropecuario en relación con la productividad se definió como una de las prioridades más sobresalientes que deben merecer la atención es el suelo y agua para riego, y se basa en la dramática realidad que gran parte del área agrícola del departamento sufre un déficit hídrico, desde el punto de vista agronómico, puesto que las precipitaciones pluviales acusan índices por debajo de los requerimientos de la mayor parte de los cultivos que esta región explota o de otros nuevos que potencialmente podrían explotarse.

La clasificación de tierras con fines de riego, es uno de los elementos básicos para determinar el uso apropiado del recurso suelo - agua, como también la relación del suelo con las prácticas del riego actual, el área regable, los requerimientos de riego y el establecimiento de comunidades

Por consiguiente, la agricultura bajo riego, depende de la disponibilidad, manejo y calidad del agua, como también de las prácticas culturales que permitan una producción económicamente rentable; por ende, la relación suelo - agua - planta es de suma importancia al considerar la optimización en el aprovechamiento de los recursos indicados.

Además, es posible emplear estas herramientas como un marco de referencia para propósitos prácticos, como dar alternativas para el mejor uso y manejo de las tierras. Aunque, para este último, es necesario considerar otros factores además del suelo topografía, drenaje, como factores climáticos, geográficos, históricos, sociales y económicos, entre otros.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de influencia del sistema de riego “El Paso y Bella Vista”, se encuentra en el departamento de Cochabamba aproximadamente a 15 kilómetros al Nor Oeste de la ciudad, dentro del valle central en la provincia de Quillacollo (Figura 1). Geográficamente se halla situado entre las coordenadas 17° 18' a 17° 22' de Latitud sud y 66° 14' a 66° 18' de Longitud oeste.

De acuerdo al sistema de clasificación de Thornthwaite la zona de estudio presenta un clima semiárido, Mesotérmico semifrío (DB 2) con deficiencia marcada de agua en invierno.

La precipitación promedio anual es de 590 mm., la temperatura fluctúa entre 7.1 °C y 25 °C, como máxima y mínima respectivamente. Existe una estación seca entre los meses de abril a octubre y una estación húmeda entre los meses de noviembre a marzo.

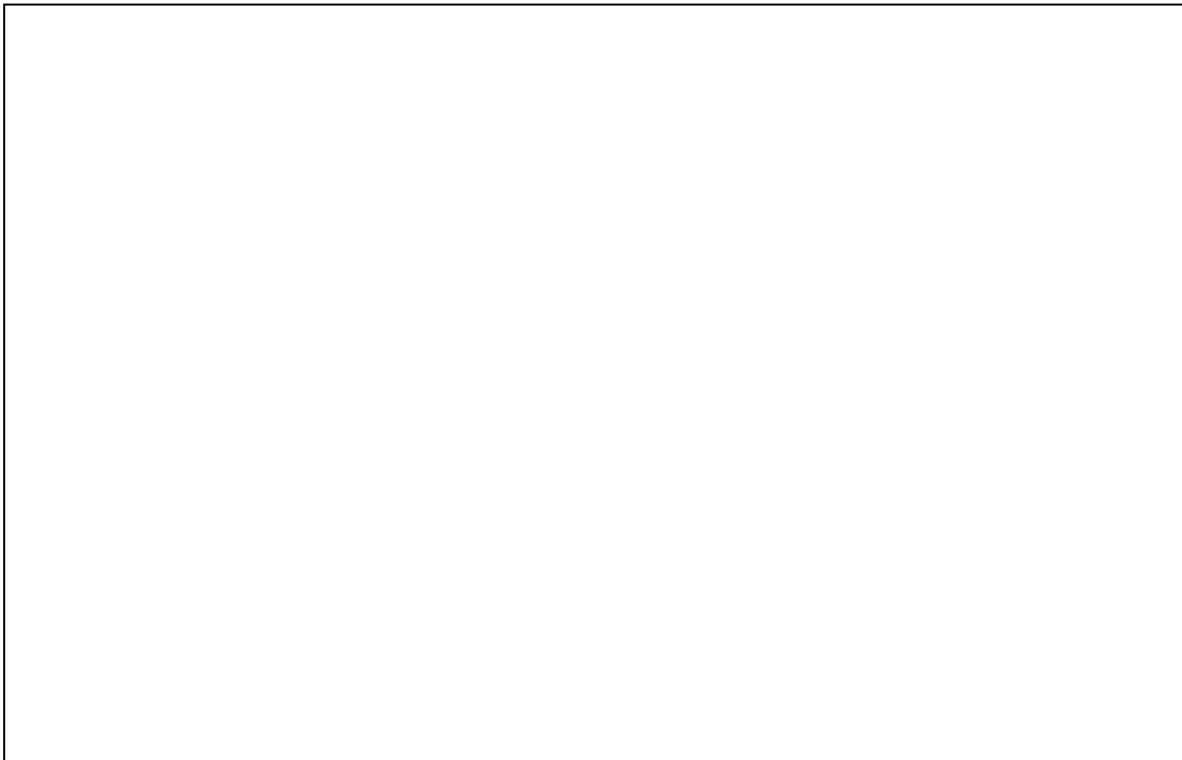


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Trabajo de gabinete (1ra. Etapa)

En esta primera etapa se realizó una recopilación, revisión y análisis de la información existente, sobre: suelos, geología, fisiografía, climatología, hidrología y otros materiales, como mapas topográficos, fotografías aéreas, cartas geográficas (IGM), etc. y se evaluó los datos obtenidos de acuerdo a los requerimientos del estudio.

Definición preliminar de las unidades fisiográficas (Mapa base)

Se realizó una Fotointerpretación sistemática basándose en fotografías aéreas en blanco y negro, pancromático de 23 x 23 cm. de formato y escala aproximada de 1: 24.000; se delimitaron las unidades fisiográficas gran paisaje, paisaje y sub-paisaje, las mismas sirvieron para la identificación cartográfica de los suelos, elaboración del mapa base y la leyenda provisional correspondiente a las unidades de mapeo, tomando en cuenta el análisis de elementos tales como: el tipo de drenaje, pendiente, posición fisiográfica, cobertura, etc. y asimismo se realizó la ubicación de los perfiles.

Trabajo de campo

Con todo lo anterior, se realizó un recorrido de reconocimiento del área de estudio, asimismo se comprobó y ajustó la delimitación de las unidades de mapeo del mapa base elaborado. Posteriormente se procedió a la ubicación y apertura de los perfiles localizados en las diferentes unidades de mapeo, en ellos se describieron sus características morfológicas de los diferentes horizontes que componen el perfil edáfico según el manual de descripción de perfiles de la FAO

Trabajo de laboratorio

Las muestras disturbadas y no disturbadas obtenidas en la descripción de perfiles representativos, se sometieron al análisis físico y químico, según los métodos de laboratorio empleados para cada una de las determinaciones. Este Análisis se realizó en el laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón.

Trabajo de gabinete (2da. Etapa)

Esta fase comprendió la tabulación y procesamiento de los datos analíticos de la información obtenida en el campo y laboratorio, cuyos resultados fueron interpretados, discutidos y evaluados con el propósito de elaborar el mapa clasificación de tierras con fines de riego y clasificación campesina de tierras. En la clasificación de tierras con fines de riego, se empleó el sistema del "Bureau of Reclamation" de USDA.

Clasificación de tierras con fines de riego

La clasificación de tierras según su aptitud para el riego en concepto de Houghton (1971), tiene como objetivo fundamental el hacer comparaciones entre diferentes tierras dentro de una misma área geográfica que presenta la misma época de requerimiento de riego y otros aspectos culturales. En términos breves, es una interpretación de las características y cualidades físicas y químicas de las diferentes condiciones de los suelos y tierras en función de su aptitud para el riego.

Clase 1 (arable y regable)

Son tierras altamente aptas para riego, capaces de una producción sostenida, con rendimientos relativamente altos y costos de manejo de suelos relativamente bajos, por las siguientes razones: son casi planas con pendiente muy suave, profundas, de estructura relativamente fina, de buena fertilidad

natural, estructura granular, tienen drenaje libre y buena capacidad de humedad aprovechable, no son erosionables y están libres de acumulaciones peligrosas de sales solubles.

Clase 2 (arable y regable)

Tierras que tienen una moderada aptitud para riego. Estas tierras no son deseables ni de tan alto valor como las de clase 1, debido a que presentan ciertas limitaciones, por ejemplo: una baja capacidad de retención de humedad aprovechable, poca permeabilidad debido a la presencia de capas arcillosas ó a la compactación del subsuelo. Pueden ser moderadamente salinas, lo cual puede limitar su productividad o implicar costos moderados de lavado de sales.

Clase 3 (arable y regable)

Estas tierras son aún menos aptas para la agricultura bajo riego con relación a las clases anteriores, debido a que sus limitaciones de suelos, topografía y drenaje son más acentuadas que en la clase 2. Estas tierras pueden tener buena topografía pero debido a sus condiciones de suelos tienen más restringida adaptabilidad a los cultivos, requieren prácticas más intensas de mejoramiento del suelo.

Clase 4 (arable y regable limitada, o de usos especiales)

Estas tierras pueden presentar una excesiva deficiencia específica o deficiencias susceptibles de corrección a un costo elevado, son aptas para riego debido a que pueden ser utilizadas en forma intensiva para hortalizas, frutales y otros cultivos.

Pueden tener una o más deficiencias que limitan su uso para pasturas o cultivos permanentes, éstas deficiencias pueden ser: drenaje inadecuado, excesiva cantidad de sales que requieren lavados intensivos, posición desfavorable del terreno que ocasiona inundaciones periódicas o hace muy dificultosa la distribución o remoción de los excedentes de agua. Tiene topografía muy irregular, excesiva cantidad de piedras en la superficie o en el perfil edáfico.

Clase 5 (No arable y no regable provisionalmente)

No son arables en condiciones naturales actuales, sin embargo tienen un valor potencial suficiente para justificar su clasificación tentativa, con la finalidad de realizar en ellas estudios especiales.

Estas tierras pueden tener una deficiencia específica en el subsuelo, que puede ser una excesiva salinidad, topografía muy irregular, drenaje inadecuado y excesivo contenido de rocas, piedras y gravas en la superficie o en el perfil edáfico. Las deficiencias son de tal magnitud que requieren estudios agronómicos, económicos y de ingeniería para tener adecuada información sobre ciertos factores físicos y capacidad de pago. La designación de la clase 5, es tentativa y debe ser cambiada a la clase propia, al concluir la clasificación de suelos.

Clase 6 (no arable y no regable)

Las tierras en éste grupo son consideradas como no arables; generalmente ésta clase comprende a las tierras irregulares, escarpadas, con quebradas profundas, muy erosionadas, de texturas muy gruesas

o muy finas, con suelos superficiales sobre grava u otro material no consolidado, tierras que tiene drenaje inadecuado y alta concentración de sales solubles principalmente sodio.

Criterios de la clasificación de tierras en subclases

Según el Bureau of reclamation manual (1971), menciona que: “las subclases son agrupamientos de unidades que tienen factores similares de limitaciones y riesgos. Las causas para la localización de las tierras en clases más bajas que la clase 1, son indicadas por índices literales junto al número de clase, tales como “s”, “t” y “d” para indicar si la deficiencia es en suelos, topografía o drenaje”.

Factores físicos que constituyen base de la clasificación de tierras con fines de riego

a. Factor suelo (s)

Este factor considera las características del perfil edáfico como ser: profundidad efectiva, textura, estructura, consistencia, porosidad, permeabilidad al aire y al agua, drenaje, tasa de infiltración y percolación, capacidad de retención de agua, susceptibilidad a erosión y pedregosidad.

También se consideran en este factor, las condiciones generales del suelo que son requeridos para una agricultura de riego permanente y rentable que son: alta capacidad de retención de agua, infiltración suficientemente baja como para prevenir la excesiva percolación y sequedad, el suelo debe ser profundo con textura mediana o moderadamente fina y que permita un buen desarrollo radicular; libre de cantidades perjudiciales de sodio; tener capacidad de suministro de nutrientes para el normal desarrollo de las plantas; ser resistentes a la erosión bajo prácticas económicas de riego; tener estructura favorable que permita la fácil penetración de las raíces.

b. Factor topográfico (t)

Este factor refleja la necesidad y el costo de desarrollo de la tierra, implica la facilidad o dificultad de hacer llegar el agua a la parcela y aplicarla a la tierra cultivada, en cierto modo determina el tipo de drenaje a instalarse influyendo en la adaptabilidad y permanencia del cultivo en el suelo. Se debe considerar el grado de pendiente, el relieve y la posición ó ubicación.

c. Factor drenaje (d)

Un drenaje óptimo, sea natural o artificial, debe permitir una rápida remoción de los excesos de agua de la superficie del suelo, además de mantener la concentración de sales en un rango favorable para el desarrollo de las plantas. Los criterios más útiles para evaluar éste factor son: conductividad hidráulica del suelo, subsuelo y substrato; profundidad de las capas impermeables; topografía, teniendo en cuenta relieve y pendiente de la superficie; posición o ubicación de las tierras; profundidad de la napa freática, su fluctuación y desecamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

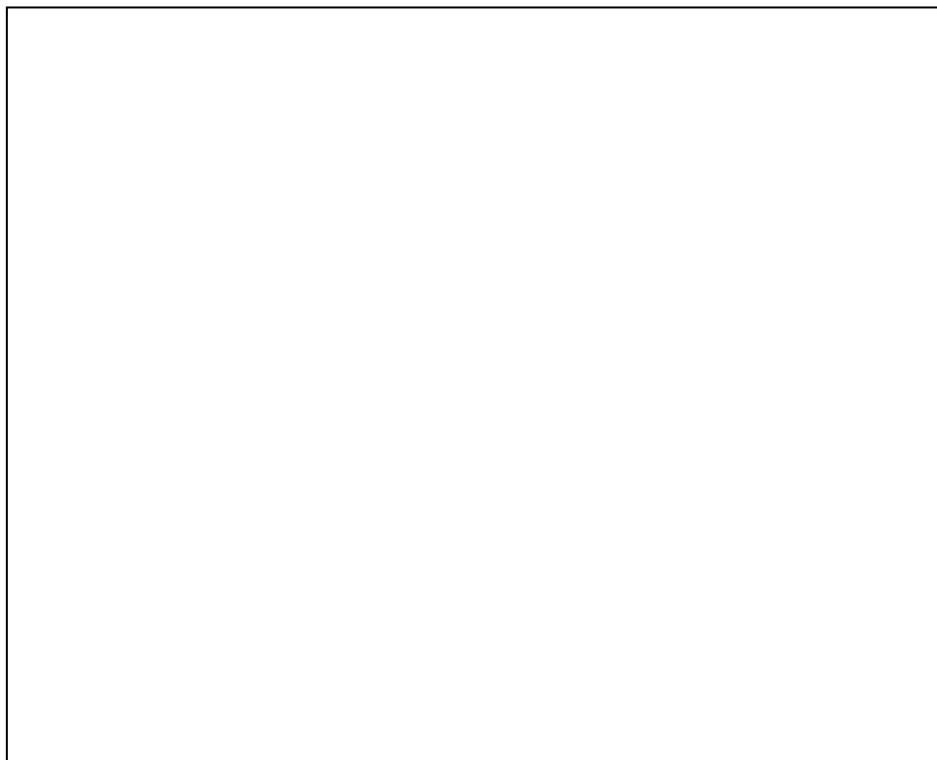
Análisis fisiográfico

Delimitadas las unidades fisiográficas en las fotografías aéreas y complementadas con observaciones en el campo, se realizó la descripción de las mismas. El gran paisaje, esta caracterizada por la llanura aluvial de piedemonte, que comprende dos paisajes: abanico aluvial subreciente y abanico aluvial reciente; los mismos se han subdividido en tres subpaisajes: ápice, cuerpo y distal, caracterizados por la posición topográfica y fisiográfica, estas unidades se detallan en el Cuadro 1 y gráficamente en la Figura 2.

Cuadro 1. Unidades fisiográficas y taxonómicas

Gran Paisaje	Paisaje	Sub-Paisaje	Relieve y Forma de Pendiente	Unidad de Mapeo	Unidad Taxonómica	Símbolo	Perf. No
		APICE	Muy ondulado; Fuertemente inclinado a moderadamente escarpado	C P Consociación Pucara	Lithic Ustorthent	L-UTn	4
	Abanicos Aluviales		Ondulado; Inclinado a fuertemente inclinado	C Bv Consociación Bella Vista	Lithic Ustorthent	L-UTn	3
	Sub-Recientes	CUERPO	Suavemente ondulado; inclinado	A MP Asociación Marquina - Paucarpata	Typic Torriorthent Typic Ustorthent	T-TOn T-UTn	2 y 7
		DISTAL	Casi plano; suavemente Inclinado	C Sp Consociación Sanjapampa	Typic Ustorthent	T-UTn	12
Llanura Aluvial de		APICE	Fuertemente ondulado; Fuertemente inclinado	C O Consociación Okhosuro	Lithic Ustorthent	L-UTn	8 y 15
Piedemonte	Abanicos		Ondulado; Suavemente Inclinado	A AP ₁ Asociación Aransaya -Pandoja 1	Lithic Ustochrept Typic Ustifluent	L-UCp T-UFn	16 5 y 11
	Aluviales Recientes	CUERPO	Suavemente ondulado; Suavemente inclinado	C UMC Complejo Urinsaya - Molle Molle-Chijllawiri	Ustollic Haplargid Typic Ustochrept Typic Haplargid	U-HAd T-UCp T-HAd	1 y 9 6
		DISTAL	Casi plano; Suavemente inclinado	A LLP ₂ Asociación Pandoja 2 -Llauquinquri	Udic Ustifluent Typic Ustochrept	U-UFn T-UCp	14 10
	Vega de Rio		Ligeramente plano; suavemente inclinado	C Tp Consociación Thika Passo	Typic Ustifluent	T-UFn	13
	Rios Trenzados		Piso de drenaje; muy pedregoso	Miscelanea	-	RT	

Figura 2. Mapa de análisis fisiográfico y de mapeo.



Clasificación taxonómica de los suelos

El abanico aluvial de piedemonte de la zona de estudio presenta tres ordenes: Entisoles, Inceptisoles y Aridisoles. Según a las unidades taxonómicas mencionadas en la figura 3 y el cuadro 2, se tiene lo siguiente:



Figura 3. Mapa de taxonomía de suelos

Cuadro 2. Unidades taxonómicas a nivel de Subgrupo

Zona	Unidad taxonómica Sub grupo	Símbolo	Superficie (has)	%
Bella Vista	Lithic Ustorthent	L-UTn	507.12	17.92
	Typic Ustorthent	T-UTn	245.00	8.66
	Typic Torriorthent	T-TOn	146.07	5.16
El Paso	Lithic Ustorthent	L-UTn	262.64	9.39
	Typic Ustifluent	T-UFn	215.99	7.63
	Typic Haplargid	T-HAd	167.99	5.93
	Ustollic Haplargid	U-HAd	286.19	10.11
	Udic Ustifluent	Ud UFn	103.20	3.65
	Typic Ustochrept	T-UCp	528.31	18.67
Vega de río	Typic Ustifluent	T-UFn	171.24	6.05
Lecho de río	-	LR	195.63	6.91
TOTAL			2829.21	100

Descripción de las clases y subclases de tierras con fines de riego**Zona Bella Vista**

En esta zona se tiene las siguientes clase: 2, 3, 4, y 6 con sus respectivas sub-clases y la superficie total es 1086.72 has. que representa el 38.40% del área clasificada (cuadro 3 y figura 4).

Cuadro 3. Clasificación de tierras con fines de riego en la zona de Bella Vista

Categoría	Clase	Sub-clase	Superficie (ha)		Superficie (%)	
			Sub-clase	Clase	Sub-clase	Clase
Arable Regable	2	2sd	152.02		5.37	
		2std	92.98	245.00	3.29	8.66
	3	3std	146.07	146.07	5.16	5.16
Arabilidad limitada o uso especial	4	4Fst	159.35		5.63	
		4Fstd	347.77	507.12	12.29	17.92
No arable	6	6s	188.53	188.53	6.66	6.66
Superficie total			1086.72		38.40	

Zona El Paso

En esta zona se tiene las siguientes clase: 2, 3, 4, y 6 con sus respectivas sub-clases y la superficie total es 1546.86 has. que representa el 54.67% del área clasificada (cuadro 4 y figura 4).

Cuadro 4. Clasificación de tierras con fines de riego en la zona de El Paso

Categoría	Clase	Sub-clase	Superficie (ha)		Superficie (%)	
			Sub-clase	Clase	Sub-clase	Clase
Arable Regable	2	2std	528.31	528.31	18.67	18.67
	3	3t	113.02	887.07	3.99	31.35
		3d	103.20		3.65	
		3sd	286.01		10.11	
		3td	54.97		1.94	
		3st	131.16		4.64	
		3std	198.71		7.02	
Arabilidad limitada o uso especial	4	4Fst	114.86	114.86	4.06	4.06
No arable	6	6st	16.62	16.62	0.59	0.59
Superficie Total			1546.86		54.67	

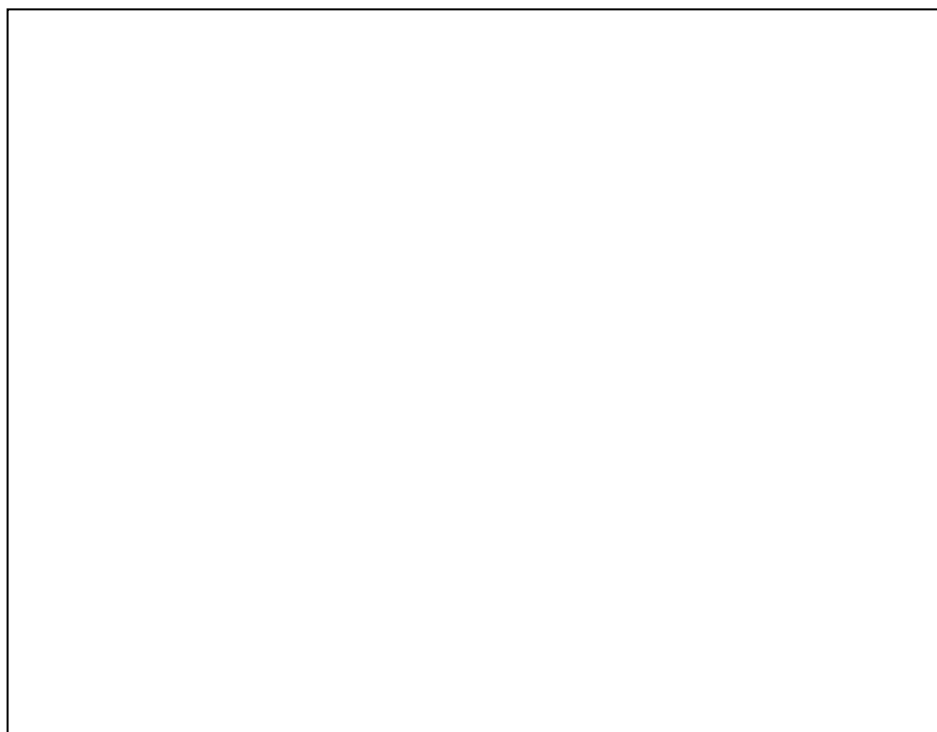


Figura 4. Mapa de clasificación de tierras con fines de riego

PERFIL # 1

A. Información acerca del sitio de muestreo

Autor (es): Alfredo Cáceres C.
Walter Capari F.

- **Fecha de observación** 4 de Octubre de 1997
- **Ubicación**..... Quillacollo-El Paso-Molle Molle; Parcela a 200 m. de los invernaderos en dirección sud.
- **Altitud**..... 2615 msnm.
- **Forma del terreno**
- i. **Posición Fisiográfica** Llanura
- ii. **Forma del terreno circundante** Ondulado (2 - 6%)
- **Pendiente donde el perfil está situado** Suavemente inclinado (3-4%) descendiente de norte a sud.
- **Pendiente donde el perfil está situado** Casi llano a suavemente inclinado (4%)
- **Vegetación o uso de la tierra** Cubierto de escasos pastos; evidencia que el cultivo anterior fue alfalfa, cultivos aledaños a la descripción trigo cebada, alfalfa.
- **Clima** Temperatura 17 °C, 490 mm/año de PP.

B. Información general acerca del suelo

- **Material parental**..... Sedimentos aluviales
- **Condiciones de humedad** Ligeramente húmedo el perfil
- **Profundidad del nivel freático**..... No se observa
- **Drenaje externo** Mediano
- **Drenaje interno** Moderadamente bien drenado
- **Presencia de piedras en la superficie** Muy pocas piedras en la superficie
- **Evidencia de erosión** Erosión hídrica laminar, grado ligero
- **Presencia de sales o álcalis** No hay presencia de sales
- **Influencia humana** Labores culturales, acceso al riego; la parcela se encuentra actualmente en descanso, etc.

C. Clasificación

Unidad taxonómica: Typic Haplargids
Clase para riego: 3t

D. Descripción morfológica

Profundidad (cm)

Ap	0-20	Pardo a pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo y Pardo gris claro (10 YR 6/3) en seco; Franco limoso, bloques sub-angulares, media y fina; Muy duro, muy friable, plástico y adhesivo; Muchos poros vesiculares finos y muy finos, continuos, frecuentes tubulares finos, caóticos; Raíces comunes, finas y muy finas; rasgos y deyecciones de lombrices; Limite gradual, plano; pH 7.1
Bt	20-53	Pardo a pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo y Pardo amarillento (2.5 YR 5.5/4) en seco; Franco arcillo limoso; bloques angulares, grueso, débil; Muy duro, friable, plástico y adhesivo; Muchos poros vesiculares, finos, continuos; frecuentes poros tubulares caóticos dendríticos; Ligera reacción al HCl; Muy pocas raíces finas y muy finas; Actividad de lombrices (deyección y nidales); vetas de material arcilloso bastante débil por las grietas y canales de raíces; Límite difuso plano; pH 7.9
C	53-86	Pardo (10 YR 4/4) en húmedo y Pardo amarillento (2.5 Y 5.5/4) en seco; Franco arcillo limoso; Bloques angulares, moderado grueso; Muy duro, friable, plástico y adhesivo; Muchos poros vesiculares, finos, continuos, frecuentes poros tubulares continuos, caóticos; Muy pocas raíces muy finas; Nidales y rasgos de lombrices, vetas de material arcilloso de las raíces antiguas; Límite gradual plano; pH 8.3
C₂	86-140	Pardo (10 YR 4/4) en húmedo y Pardo amarillento (2.5 Y 5.5/4) en seco; Arcillo limoso; sin estructura; Muy duro, firme a friable, plástico y adherente; Muchos poros vesiculares, muy finos, continuos; frecuentes poros tubulares, caóticos, dendríticos; Muy pocas raíces muy finas; pH 8.9

Análisis físico de suelos

Profundidad (cm.)		0 - 20	20 - 53	53 - 86	86 - 140
Horizonte		A	Bt	C	2C
% Arena	(A)	6.20	4.40	3.20	1.60
% Limo	(L)	71.20	56.60	63.8	57.30
% Arcilla	(Y)	22.60	39.00	33.0	41.10
Clase Textural		FL	FYL	FYL	YL
Fraccionamiento de Arenas	% A. Gruesa	1.80	0.60	0.40	0.20
	% A. Media	1.00	0.40	0.40	0.20
	% A. Fina	3.40	3.40	2.40	1.20
Densidad Real		2.64	2.55	2.63	2.63
Densidad Aparente (gr/cc)		1.55	1.65	1.59	1.48
Conductividad Hidráulica (cm/hora)		2.181	0.503	0.159	0.146
Curva de Retención de Humedad	1/3 (Atm.)	30.032	26.571	27.951	30.051
	1 (Atm.)	22.039	20.30	22.968	25.012
	5 (Atm.)	13.649	11.747	11.518	13.670
	10 (Atm.)	11.797	9.917	9.605	11.058
	15 (Atm.)	9.962	8.327	8.079	9.464
% Porosidad		41.28	35.25	39.53	43.80

Análisis químico de suelos

pH. 1:2,5 (suelo/agua)	7.10	7.89	8.25	8.86	
C.E. 1:2,5 (suelo/agua)	0.187	0.121	0.106	0.130	
Cationes Intercambiables (meq/100 g)	Ca⁺⁺	12.5	8.10	6.20	9.00
	Mg⁺⁺	0.65	8.50	6.21	5.12
	Na⁺	0.88	0.79	0.75	1.00
	K⁺	0.215	0.12	0.11	0.11
T.B.I.	14.245	17.51	13.27	15.23	
C.I.C.	13.06	14.5	10.24	12.50	
% S.B.	100.0	100.0	100.0	100.0	
Fósforo disponible (ppm.)	3.70	5.10	1.10	1.30	
% Materia Orgánica (M.O.)	2.915	1.427	0.546	0.415	
% Nitrógeno total	0.155	0.084	0.057	0.052	

Infiltración Instantánea cm/hora I.ins. = $7,786 x^{-0,4417}$

Infiltración Acumulada cm. I.ac. = $0,2324 t^{0,5583}$

PERFIL # 2

A. Información acerca del sitio de muestreo

Autor (es): Alfredo Cáceres C.
Walter Capari F.

- **Fecha de observación** 27 de Octubre de 1997
- **Ubicación** Quillacollo - Marquina, a 200 m. del río Chocaya en dirección Este, a 200 m. en dirección oeste hacia la carretera principal a Bella Vista.
- **Altitud** 2660 msnm.
- **Forma del terreno**
- i. **Posición Fisiográfica** Cuerpo de piedemonte
- ii. **Forma del terreno circundante** Suavemente ondulado
- iii. **Microtopografía** Natural
- **Pendiente donde el perfil está situado** Suavemente inclinado (5%)
- **Vegetación o uso de la tierra** Cultivos: maíz, flores; se utilizan moderadas cantidades de fertilizantes.
- **Clima** Temperatura 17°C, 490 mm/año de PP.

B. Información general acerca del suelo

- **Material parental** Sedimentos aluvio - coluviales
- **Condiciones de humedad** Completamente seco todo el perfil
- **Profundidad del nivel freático** No se observa
- **Drenaje externo** Mediano a rápido
- **Drenaje interno** Moderadamente bien drenado
- **Presencia de piedras en la superficie** Moderadamente pedregoso con grava

- **Evidencia de erosión** Erosión hídrica laminar, grado ligero
- **Presencia de sales o álcalis** No hay presencia de sales
- **Influencia humana** Influencia humana: Labores culturales, riego, fertilización

C. Clasificación

Unidad taxonómica: Typic Torriorthents
 Clase para riego: 3std

D. Descripción morfológica

Profundidad (cm)

Ap	0-14	<p>Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo y pardo pálido (10 YR 6/3) en seco; franco limoso, con grava (aprox. 17%), pedregoso, redondeado, cuarzítico; granular moderado fino; duro, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muchos poros tubulares, finos y muy finos, caóticos; pocas raíces finas y muy finas; actividad de lombrices y gusanos, deyecciones y nidales; límite gradual ondulado; pH 6.6</p>
AC	14-30	<p>Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo y Pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; franco limoso, con grava (aprox. 20%) redondeada, cuarzitica; bloques sub-angulares, débil, media; duro, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muchos poros vesiculares e intersticiales, finos y muy finos; pocas raíces muy finas; actividad de gusanos, deyecciones y nidales de lombrices; límite neto ondulado; pH 6.96.</p>
C	30 - 54	<p>Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo y Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en seco; franco limoso, con mucha grava (aprox. 45%), redondeado, cuarzitica; bloques sub-angulares, débil, media; muy duro, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muchos poros vesiculares e intersticiales, finos y muy finos, muchos poros tubulares finos, caóticos, dendríticos; muy pocas raíces muy finas; límite neto ondulado; deyecciones y actividad de lombrices, presencia de pseudomicelios; pH 7.0</p>
2C2	54-70	<p>Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo y Pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; franco limoso, con mucha grava (46% aprox.), redondeada, cuarzitica; bloques sub-angulares a masiva, media, débil; muy duro, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muchos poros tubulares, muy finos, caóticos, dendríticos; muy pocas raíces muy finas; límite brusco irregular; pH 7.0</p>
3C3	70 Adelante	<p>Pedregones.</p>

Análisis físico de suelos

Profundidad	(cm.)	0 - 20	20 - 53	53 - 86	56 - 140
Horizonte		Ap	AC	C	2C2
% Arena	(A)	22.20	21.60	24.80	26.20
% Limo	(L)	58.90	58.30	54.50	53.10
% Arcilla	(Y)	18.90	20.10	20.70	20.70
Clase Textural		FL	FL	FL	FL
Fraccionamiento de Arenas	% A. Gruesa	11.00	10.00	11.20	12.80
	% A. Media	6.40	6.80	6.80	8.00
	% A. Fina	4.80	4.80	6.80	5.40
Densidad Real		2.62	2.56	2.77	2.54
Densidad Aparente	(gr/cc)	1.58	1.80	1.78	1.73
Conductividad Hidráulica	(cm/hora)	4.054	2.047	2.152	-
Curva de Retención de Humedad	1/3 (Atm.)	24.59	22.81	20.13	20.96
	1 (Atm.)	17.01	15.75	14.50	14.55
	5 (Atm.)	8.850	9.640	10.044	9.643
	10 (Atm.)	7.595	7.928	8.207	7.899
	15 (Atm.)	6.719	6.892	7.367	7.120
% Porosidad		39.59	29.61	35.65	32.10

Análisis químico de suelos

pH. 1:2,5 (suelo/agua)		6.59	6.96	7.00	6.99
C.E. 1:2,5 (suelo/agua)		0.107	0.08	0.066	0.04
Cationes Intercambiables (meq/100 g)	Ca⁺⁺	7.50	7.01	7.51	6.52
	Mg⁺⁺	4.01	6.00	4.12	4.52
	Na⁺	0.72	0.805	0.78	0.67
	K⁺	0.28	0.172	0.22	0.15
T.B.I.		12.51	13.98	12.63	11.86
C.I.C.		10.75	11.52	10.67	10.37
% S.B.		100.0	100.0	100.0	100.0
Fósforo disponible (ppm.)		8.60	0.30	0.00	1.8
% Materia Orgánica (M.O.)		2.257	2.651	0.941	1.467
% Nitrógeno total		0.139	0.134	0.056	0.094

Infiltración Instantánea cm/hora I.ins. = $32.4081 t^{-0.4984}$

Infiltración Acumulada cm. I.ac. = $1,0766 t^{0.5016}$

PERFIL # 3

A. Información acerca del sitio de muestreo

Autor (es): Alfredo Cáceres C.
Walter Capari F.

- **Fecha de observación** 27 de Octubre de 1997
- **Ubicación**..... Quillacollo - Bella Vista, Parcela del agricultor
Máximo Dávila
- **Altitud**..... 2742 msnm.
- **Forma del terreno**
- i. **Posición Fisiográfica** Pendiente convexa.
- ii. **Forma del terreno circundante** Fuertemente ondulado
- **Pendiente donde el perfil está situado** Inclinado (10%)
- **Vegetación o uso de la tierra** Cultivos: Cebolla, papa Var. Huaycha imilla, maíz
Var. cubano y waltaco, Kirquiña, Cebada, Trigo,
poroto, lechuga; Flores: Ilusión, gladiolos, grabiél
este ultimo con mucha enfermedad; con riego;
aplicación de fertilizantes 18-46-00, estiércol, abono
Las principales plagas y enfermedades son el Piqui
Piqui, Phythopthera en la papa; La “Yaja” en cebolla
- **Clima** Temperatura 17°C, 490 mm/año de PP.

B. Información general acerca del suelo

- **Material parental**..... Sedimentos aluvio - coluviales
- **Condiciones de humedad** Húmedo todo el perfil
- **Profundidad del nivel freático**..... No se observa
- **Drenaje externo** Mediano a rápido
- **Drenaje interno** Excesivamente drenado
- **Presencia de piedras en la superficie** Muy pedregoso, pedregones de 50 cm promedio cada
cada 4-5 metros en la superficie, con grava
- **Evidencia de erosión** Erosión hídrica laminar, hídrica en surcos, grado
fuerte
- **Presencia de sales o álcalis** No hay presencia de sales
- **Influencia humana** Influencia humana, labores culturales, riego,
orgánicos, químicos 18-46-0

C. Clasificación

Unidad taxonómica: Lithic Usthorcent

Clase para riego: 4Fstd (Gladiolos, clavel, papelina, cartucho, nardos).

D. Descripción morfológica

Profundidad (cm)

Ap	0-18	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo y Pardo amarillento (10 YR 5/3) en seco; franco, con grava (20% aprox.), muy pedregoso de forma angular y redondeado, cuarzitica; granular, fina y muy fina, moderada; ligeramente duro, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muchos poros vesiculares e intersticiales medianos, finos y muy finos, continuos; comunes raíces finas y muy finas; actividad de gusanos, deyecciones y nidales de lombrices; limite neto, ondulado; pH 7.2
AC	18-40	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco, con grava (Aprox. 35%) de forma angular y redondeado, cuarzitica; granular, moderado, fina y muy fina; friable, plástico y adhesivo; frecuentes poros tubulares muy finos, continuos, caóticos, dendríticos, muchos poros vesiculares e intersticiales; muy pocas raíces finas; actividad de gusanos, deyecciones y nidales de lombrices; límite neto irregular; pH 7.07
2C	40 - 70 Piedras y grava	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco, con mucha grava (aprox. 60%); muy pedregoso y pedregones de forma angular y redondeado, cuarzitica; grano suelto, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; frecuentes poros vesiculares e intersticiales muy finos, continuos; poros tubulares muy finos continuos; caóticos, dendríticos; límite neto irregular; pH 6.8

Análisis físico de suelos

Profundidad	(cm.)	0 - 18	18 - 40	40 - 70
Horizonte		Ap	AC	2C
% Arena	(A)	27.00	30.20	42.20
% Limo	(L)	52.90	49.40	37.90
% Arcilla	(Y)	20.10	20.4	19.9
Clase Textural		FL	F	F
Fraccionamiento de Arenas	% A. Gruesa	13.20	16.60	22.60
	% A. Media	8.00	5.20	10.80
	% A. Fina	5.80	5.40	8.80
Densidad Real		2.54	2.50	2.51
Densidad Aparente (gr/cc)		1.43	1.75	1.64
Conductividad Hidráulica (cm/hora)		11.13	14.74	4.52
Curva de Retención de Humedad	1/3 (Atm.)	26.41	23.61	19.69
	1 (Atm.)	17.90	14.46	11.63
	5 (Atm.)	11.595	10.390	8.393
	10 (Atm.)	10.096	9.291	7.514
	15 (Atm.)	8.451	9.189	7.053
% Porosidad		41.58	30.14	34.66

Análisis químico de suelos

pH. 1:2,5 (suelo/agua)	7.19	7.07	6.81	
C.E. 1:2,5 (suelo/agua)	0.182	0.09	0.059	
Cationes intercambiables (meq/100 g)	Ca⁺⁺	7.51	9.53	5.00
	Mg⁺⁺	6.90	3.01	1.50
	Na⁺	1.01	0.65	0.977
	K⁺	0.75	0.40	0.572
T.B.I.	16.17	13.59	8.050	
C.I.C.	14.98	11.52	7.68	
% S.B.	100.0	100.0	100.0	
Fósforo disponible (ppm.)	99.50	56.00	23.20	
% Materia Orgánica (M.O.)	5.151	3.177	1.072	
% Nitrógeno total	0.255	0.181	0.105	

Infiltración Instantánea cm/hora I.ins. = $47,989 t^{-0.2532}$

Infiltración Acumulada cm. I.ac. = $1,071 t^{0.7468}$

PERFIL # 4

A. Información acerca del sitio de muestreo

Autor (es): Alfredo Cáceres C.
Walter Capari F.

- **Fecha de observación** 27 de Noviembre de 1997
- **Ubicación**..... Quillacollo - Pucara parcela del agricultor Joaquín Flores
- **Altitud**..... 2761 msnm.
- **Forma del terreno**
- i. **Posición Fisiográfica** Pendiente, convexa
- ii. **Forma del terreno circundante** Fuertemente ondulado
- iii. **Microtopografía**..... Artificial, terrazas y sistema de canales
- **Pendiente donde el perfil está situado** Inclinado (13%), surcos a nivel
- **Vegetación o uso de la tierra** Cultivos: papa, cebolla, kirkiña; incorporación de abono, estiércol, parcela con riego.
- **Clima** Temperatura 17 °C, y 490 mm/año de PP

B. Información general acerca del suelo

- **Material parental**..... Sedimentos de origen coluvio aluvial
- **Condiciones de humedad** Húmedo el perfil (Ap Seco)
- **Profundidad del nivel freático**..... No se observa
- **Drenaje externo** Rápido
- **Drenaje interno** Algo excesivamente drenado
- **Presencia de piedras en la superficie** Pedregoso a muy pedregoso, con pedregones en el Subsuelo y con grava

- **Evidencia de erosión** Erosión hídrica laminar, hídrica en surcos, grado: moderado a ligero
- **Presencia de sales o álcalis** No hay presencia de sales
- **Influencia humana** Influencia humana, labores culturales, riego, Fertilización.

C. Clasificación

Unidad taxonómica: Lithic Usthorcent

Clase para riego: 4Fst F = Flores como: Gladiolos, clavel, papelina, cartucho, nardos.

D. Descripción morfológica

Profundidad (cm)

Ap	0-10	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo y pardo gris claro (10 yr 6/3) en seco; franco limoso; con grava (aprox. 20%), pedregoso, redondeado, cuarcítico; estructura granular, débiles a moderado, finas y muy finas; ligeramente duro en seco, muy friable en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo en mojado; muchos poros vesiculares e intersticiales finos y muy finos; comunes raíces finas y muy finas; limite gradual ondulado; pH 7.6.
C	10 - 23	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco limoso; con grava (aprox. 23%), redondeado, cuarcítico; estructura granular, moderado, fina; firme a friable en húmedo, plástico y adherente en mojado; muchos poros finos y muy finos; evidencia de actividad de lombrices (nidales); límite brusco irregular; pH 7.65
2C₂	23-45	Pardo amarillento (5 YR 3/4) en húmedo; franco arcillo limoso; con mucha grava (aprox. 64%), muy pedregoso, con pedregones, redondeado, cuarcítico; bloques angulares, medianos, débiles; firme en húmedo, plástico y adherente en mojado; muchos poros vesiculares muy finos, muchos poros tubulares caóticos; pH 7.8
2C₃	45-60	Pedregones.

Análisis físico de suelos

Profundidad (cm.)		0 -10	10 - 23	23 - 45
Horizonte		Ap	C	2C ₂
% Arena	(A)	18.80	21.40	13.40
% Limo	(L)	60.40	57.90	46.70
% Arcilla	(Y)	20.80	20.70	39.9
Clase Textural		FL	FL	FYL
Fraccionamiento de Arenas	% A. Gruesa	9.00	13.40	4.80
	% A. Media	5.20	4.80	4.20
	% A. Fina	4.60	3.20	4.40
Densidad Real		2.61	2.70	2.59
Densidad Aparente (gr/cc)		1.41	1.50	1.74
Conductividad Hidráulica (cm/hora)		1.78	1.92	0.78

Curva de Retención de Humedad	1/3 (Atm.)	30.24	28.41	25.67
	1 (Atm.)	20.80	20.27	18.09
	5 (Atm.)	13.259	13.578	14.269
	10 (Atm.)	11.200	11.294	11.944
	15 (Atm.)	11.151	10.834	11.516
% Porosidad		45.78	44.3	32.73

Análisis químico de suelos

pH. 1:2,5 (suelo/agua)		7.61	7.65	7.77
C.E. 1:2,5 (suelo/agua)		0.23	0.185	0.130
Cationes Intercambiables (meq/100 g)	Ca⁺⁺	11.50	10.01	10.00
	Mg⁺⁺	2.51	2.00	3.00
	Na⁺	1.01	0.83	0.963
	K⁺	1.42	1.83	2.046
T.B.I.		16.44	14.67	16.009
C.I.C.		13.90	11.52	14.21
% S.B.		100.0	100.0	100.0
Fósforo disponible (ppm.)		127.90	121.90	89.60
% Materia Orgánica (M.O.)		5.414	3.967	2.388
% Nitrógeno total		0.302	0.248	0.168

Infiltración Instantánea cm/hora I.ins. = 89,016 t^{-0,5328}

Infiltración Acumulada cm. I.ac. = 3,1755 t^{0,4672}

PERFIL # 5

A. Información acerca del sitio de muestreo

Autor (es): Alfredo Cáceres C.
Walter Capari F.

- **Clasificación a nivel de generalización amplia**..... Typic Ustifluent
- **Fecha de observación** 26 de Noviembre de 1997
- **Ubicación**..... Zona de El Paso, comunidad Aransaya; parcela de Don Zenon Pacci, a 100 m del río Chocaya en dirección este
- **Altitud**..... 2642 msnm.
- **Forma del terreno**
- i. **Posición Fisiográfica** Terraza, planicie Cuerpo del abanico de piedemonte
- ii. **Forma del terreno circundante** Suavemente ondulado
- iii. **Microtopografía**..... Artificial, terrazas
- **Pendiente donde el perfil está situado** Casi llano a suavemente inclinado (4%)
- **Vegetación o uso de la tierra** Cultivos: anteriormente papa, y en el momento de la descripción en barbecho; existe rotación de cultivos, papa, maíz, cebada, trigo, alfalfa.

- **Clima** Temperatura 17 °C, y 490 mm/año de PP

B. Información general acerca del suelo

- **Material parental**..... Sedimentario, coluvio aluvial
- **Condiciones de humedad** 75% de la CC en todo el perfil.
- **Profundidad del nivel freático**..... No se observa
- **Drenaje externo** Mediano
- **Drenaje interno** Moderadamente bien drenado
- **Presencia de piedras en la superficie** Moderadamente pedregoso
- **Evidencia de erosión** Erosión hídrica laminar, grado ligera
- **Presencia de sales o álcalis** No hay presencia de sales
- **Influencia humana** Influencia humana: Labores culturales, abonos orgánicos, químicos 18-46-0

C. Clasificación

Unidad taxonómica: Typic Ustifluent
Clase para riego: 3std

D. Descripción morfológica

Profundidad (cm)

Ap	0-29	Pardo a pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo y gris claro (10 yr 7/3) en seco; franco limoso; con poca grava, (aprox. 6%)ligeramente pedregoso, redondeado, cuarcítico; granular, fina débil; ligeramente duro, muy friable, ligeramente plástico a plástico y adhesivo; muchos poros intersticiales finos y muy finos, continuos; comunes raíces finas y muy finas; actividad de gusanos; limite neto ondulado; pH 6.8
AC	29 - 67	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo limoso; con poca grava (14% aprox.), pedregoso y presencia de pedregones, redondeado, cuarcítica; bloques angulares, media, débil a moderado; firme y muy friable, plástico y adhesivo; muchos poros vesiculares muy finos, continuos; frecuentes poros tubulares muy finos, caóticos, dendríticos; muy pocas raíces muy finas; límite gradual ondulado; pH 7.2
C	67-100	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arcilloso; con poca grava (11% aprox.), pedregoso, con pedregones, redondeado, cuarcítica; bloques sub-angulares, gruesa, débil; firme, plástico y adhesivo; muchos poros tubulares muy finos, continuos, caóticos, dendríticos; pH 7.4

Análisis físico de suelos

Profundidad (cm.)		0 - 29	29 - 67	67 - 100
Horizonte		Ap	AC	C
% Arena	(A)	9.80	14.20	21.20
% Limo	(L)	69.50	49.80	48.40
% Arcilla	(Y)	20.70	36.00	30.40
Clase Textural		FL	FYL	FY
Fraccionamiento de Arenas	% A. Gruesa	3.60	5.0	8.20
	% A. Media	2.80	3.60	6.40
	% A. Fina	3.40	5.60	6.60
Densidad Real		3.18	2.68	2.66
Densidad Aparente (gr/cc)		1.45	1.62	1.61
Conductividad Hidráulica (cm/hora)		2.78	0.65	0.52
Curva de Retención de Humedad	1/3 (Atm.)	31.35	27.59	25.13
	1 (Atm.)	20.86	18.63	18.57
	5 (Atm.)	12.024	12.463	10.319
	10 (Atm.)	9.349	10.249	8.583
	15 (Atm.)	9.325	10.101	8.009
% Porosidad		54.61	39.45	39.56

Análisis químico de suelos

pH. 1:2,5 (suelo/agua)		6.81	7.17	7.40
C.E. 1:2,5 (suelo/agua)		0.161	0.074	0.052
Cationes Intercambiables (meq/100 g)	Ca ⁺⁺	7.05	7.50	6.50
	Mg ⁺⁺	3.01	2.50	3.50
	Na ⁺	0.744	0.771	0.670
	K ⁺	0.470	0.196	0.118
T.B.I.		11.274	10.967	10.788
C.I.C.		9.216	9.216	9.60
% S.B.		100.0	100.0	100.0
Fósforo disponible (ppm.)		7.40	0.30	2.40
% Materia Orgánica (M.O.)		2.915	1.599	0.547
% Nitrógeno total		0.151	0.108	0.047

Infiltración Instantánea cm/hora I.ins. = 17,2051 t^{-0,4138}

Infiltración Acumulada cm. I.ac. = 0,489 t^{0,5862}

Aguas y su clasificación.

Clase C1-S1 (Apta para riego) Salinidad baja - Sodio bajo

La concentración de sales es baja y no supera los 249,72 micromhos/cm; asimismo, el bajo contenido de sodio, convierte a estas aguas en utilizables para cualquier cultivo y en cualquier tipo textural de suelo, sin ningún peligro o restricción; puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con la poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiables.

Clase C2-S1 (Apta para riego) Salinidad media - Sodio bajo

Este tipo de agua para riego proviene de la Angostura (SNR1), que es utilizada en la zona sud; presenta una C.E. de 629,77 micromhos/cm, lo cual indica, que puede usarse para el riego siempre y cuando haya un grado moderado de lavado de sales.

Criterios campesinos de clasificación de tierras

Es claro que el campesino utiliza métodos diferentes para clasificar y caracterizar a sus tierras a los métodos técnicos; como también la clasificación y caracterización campesina de tierras difiere de un lugar a otro, según sus características climáticas, topográficas, pisos altitudinales, lingüísticas, culturales, etc. Al estudiar los resultados, se nota que la observación en la comparación a través de la actividad agrícola y del tiempo son los medios en los que el campesino se apoya para caracterizar sus tierras, o sea los criterios manejados generalmente son de observación sensorial y de experiencia productiva de largo plazo, es decir, que el conocimiento adquirido fue heredado de sus ancestros en el transcurso del tiempo.

Interpretación sobre los criterios

Para tener una mejor interpretación sobre los criterios campesinos obtenidos para la clasificación y caracterización de tierras, estos no deben manejarse en forma aislada o separada, sino que cada criterio tiene su complementación con otro, o sea, cada subgrupo tiene 2, 3, etc. de complementaciones como se ve en la figura 5 y el cuadro 5. En resumen diremos que deben manejarse todos los grupos en conjunto.



Figura 5. Mapa de clasificación campesina de tierras

Cuadro 5. Matriz aproximativa de los criterios campesinos utilizados para la clasificación de tierras en el área de influencia del sistema de riego “El Paso - Bella Vista”

Criterios	Nombre Tradicional	Grupos (Dualidad y Oposición) Significado	Símbolo
Altitud	Pata Jallpas	Tierras de arriba	A
	Chaupi jallpas	Tierras del medio	B
	Ura jallpas	Tierras de abajo	C
Temperatura	Chiri jallpas	Tierras frías	d
	Q' oñi jallpas	Tierras calientes	e
	Hela jallpas	Tierras frías temporales	f
Color	Yana jallpas	Suelos negros	g
	Normal jallpas	Suelos grises	h
	Kellu jallpas	Suelos amarillos	i
	Puka jallpas	Suelos rojos	j
Textura	Llink'i jallpas	Suelos arcillosos	k
	K'inku jallpas	Suelos arcillo gredosos	l
	Ph'upu o lama jallpas	Suelos limosos	ll
	Tíu jallpas	Suelos arenosos	m
Grava y pedregosidad	Jatun chajwa Jallpas	Suelos con grava de tamaño grande	n
	Tuna chajwa jallpas	Suelos con grava de tamaño pequeño	ñ
	Rumirara jallpas	Suelos pedregosos	o
Consistencia	Ph'upa jallpas	Suelos sueltos	p
	Tajra jallpas	Suelos duros	q
Profundidad	K'ara jallpas	Suelos superficiales	r
	Uk`u Jallpas	Suelos profundos	s
Riego	Karpaniyoc jallpas	Suelos con disponibilidad para regar	t
	Mana allin karpaniyoc jallpas	Suelos sin o con poca disponibilidad para regar	u
Humedad	Ch`aquí jallpas	Suelos secos	v
	Joq`o jallpas	Suelos húmedos	w
Cobertura	Thájra jallpas	Suelos desnudos	x
Fertilidad	K'ewa y huacha jallpas	Suelos que no son estables	y
	Wanu jallpas	Suelos fértiles por su abonamiento	z
Atención facilidad	Punku jallpas	Suelos en la cercanía de la casa	@

Por lo tanto, existen criterios que integran muchas otras características, tal es el caso la coloración, altitud, etc.

CONCLUSIONES

La zona de estudio (El Paso y Bella Vista), presenta los siguientes paisajes:

- Los abanicos aluviales recientes y abanicos aluviales sub-recientes, que están conformados por materiales coluvio-aluviales, con pendientes que oscilan de suavemente inclinada a inclinada y esta conformada por los siguientes sub-paisajes:
- El ápice está caracterizado principalmente por presentar un relieve muy ondulada y una pendiente fuertemente inclinada (13%) a moderadamente escarpada (20%), con pocas afloraciones rocosas, muy pedregoso y con mucha grava.
- El cuerpo, presenta un relieve suavemente ondulada y una pendiente que varía de inclinada (8%) a fuertemente inclinada (13% aprox.) con piedras en la superficie.
- Asimismo, el distal, presenta una fisiografía plana (2%) y suavemente inclinada (4%), con muy pocas piedras en la superficie.
- De acuerdo con la clasificación de tierras con fines de riego la zona de estudio (“El Paso” y “Bella Vista”) presenta una superficie total de 2829,21 has por lo tanto; en la zona de El Paso 528.31 has (18.67%) son tierras arables y regables de clase 2 (2std); 887.07 has (31.35%) son tierras de clase 3 (3t, 3d, 3sd, 3st, 3std); 114.86 has (4.06%) son tierras de clase 4 (4Fst) de arabilidad limitada o de uso especial y 16.62 has (0.59%) son tierras de clase 6 (6st) no arables no regables: Por su parte, en la zona de Bella Vista, un total de 245 has (8,66%) son tierras arables y regables de clase 2 (2sd, 2std); 146.07 has (5.15%) son tierras de clase 3 (3std); 507,12 has (17,92%) son tierras de clase 4 (4Fst, 4Fstd) de arabilidad limitada o de uso especial y 188.53 has (6.66%) son tierras de clase 6 (6s) no arables no regables. El Lecho de río comprende 195,63 has (6.91%).
- En las tierras de la clase 4, se evidencia una agricultura intensiva, son estas tierras las que actualmente producen mas y durante todo el año (flores, cebolla, papa, etc.) por la amplia disponibilidad de agua para regar, pese a sus limitaciones que presenta (profundidad efectiva, pedregosidad y pendiente, etc.).
- Según la clasificación de aguas para riego se tienen que las aguas para riego de clase C1-S1, de las fuentes de machu mit’as, aguas comunes y aguas de laguna; la concentración de sales es baja; asimismo, el bajo contenido de sodio convierte esta agua en utilizable para cualquier cultivo y en cualquier tipo textural.
- Aguas de la clase C2-S1, que proviene del canal de riegos la Angostura, tiene una concentración de sales media y un contenido de sodio bajo, lo cual indica que puede usarse para el riego siempre y cuando haya un grado moderado de lavado de sales.
- Por su parte la clasificación campesina de tierras presenta los criterios de altitud (pata, chaupi y ura jallpas); temperatura (chiri, q’oñi y hela jallpas); por el color (yana, normal, kellu y puka jallpas), textura (llinki, k’inku, lama y tiu jallpas); por el contenido de grava y pedregosidad (chajwa, rumirara jallpas); consistencia (ph’upa, tajra jallpas); profundidad (k’ara, uk’u jallpas), humedad (chaqui, joq’o jallpas); fertilidad (wanu y k’ewa o huacha) jallpas), etc.

BIBLIOGRAFÍA

- AMURRIO, J. y ESPINOZA, E. 1991. Clasificación de Suelos y Tierras con fines de Riego a nivel detallado (Proyecto Laka Laka). UMSS. Cochabamba, Bol. p. 11 - 80
- BUOL, S.; HOLE, F.; Mc CRAKEN, R. 1991. Génesis y clasificación de suelos. Editorial Trillas. Segunda edición. México.

- BUREAU OF RECLAMATION MANUAL. 1971. Manual de Clasificación de Tierras con Fines de Riego. Trad. por el Ing. Agr. Antonio J. Estrada B. Caracas - Venezuela. Dirección General de Recursos Hídricos.
- CORAS M., P. 1995. Propiedades físicas del suelo relacionadas con el riego. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. México. 250 p.
- FAO. 1990. Evaluación de tierras para agricultura en regadío: directivas. Boletín de suelos N° 55. Servicio de recursos, manejo y conservación de suelos, Dirección de fomento de tierras y aguas. Roma, Italia. 289 p.
- FAO. 1977. Guía para la descripción de perfiles de suelo. Servicio de fomento y conservación de recursos de suelos. Dirección de fomento de tierras y aguas. 2° Ed. Roma Italia. 70 p.
- FAO. 1980. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma Italia. 252 p.
- FITZPATRICK, E.A. 1993. Suelos. su formación, clasificación y distribución. Compañía Editorial Continental, S.A. México, D.F. 430 p.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basado en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Servicio Editorial IICA. San José Costa Rica. p. 143.
- HOUGHTON, CH. 1971. Métodos y parámetros para la evaluación de las tierras según su aptitud para la agricultura de regadío. La Paz, Bolivia. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios p. 40
- LUZIO L., W. 1982. Taxonomía de suelos. Versión abreviada en español del "Soil Taxonomy" (1975). Soil Management Support Services, Technical Monograph N° 5. 265 p.
- MUNSELL SOIL COMPANY. 1975. Munsel soil color charts.. Mary Land, EEUU
- NIEUWENHUIS, E.. 1990. Fotointerpretación y levantamiento de suelos. ITC. División de suelos. 20 p.
- PAC/CEE; CORDEOR; PRATEC. 1988. Tecnologías campesinas de los andes; (Primer Seminario - Taller Altiplánico de Revalorización del Conocimiento Campesino. Oruro, Bolivia. P. 60-67.
- SCHAWAB, G.; FREVERT, R.; EDMINSTER, T.; BARNES, K. 1990. Ingeniería de Conservación de Suelos y Aguas. Ed. Limusa. México. 561 p.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975. Manual de Levantamiento de Suelos. (Handbook N° 18) Trad. por Ing.- Agr. Juan B Castillo. Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura y Cría, Caracas, 646 p.
- ZIMMERER, K. 1995. Conocimiento local del suelo: Contestando preguntas básicas en el altiplano boliviano. Trad. Irene Bloemen. p 5-7.