



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÁRIAS Y NATURALES
COOPI - COOPERAZIONE INTERNAZIONALE

**CONOCER LAS PRACTICAS AGRÍCOLAS Y TÉCNICAS
ANCESTRALES DEL CULTIVO DE LA QUINUA Y
CAÑAHUA**

Ing. Magali Choque Vera

ORURO - BOLIVIA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. Metodología	2
3.1. Ubicación	2
3.2. Método	3
3.3. Características agromorfológicas.	4
3.4. Análisis físico, químico y actividad microbiana de los suelos con y sin práctica ancestral.	4
3.4.1. Muestreo	4
3.4.2. Análisis físico	5
3.4.3. Análisis Químico	6
3.4.4. Análisis Microbiológico.....	6
3.5. Análisis físico-químico y biológico de los suelos a nivel de la comunidad.	6
3.5.1. Análisis biológico.....	6
3.6. Análisis espacial	8
3.7. Análisis Estadístico	9
4. RESULTADOS	9
4.1. Aspectos más relevantes de técnicas locales del cultivo de quinua.....	9
4.2. Característica fenotípica nivel de la comunidad.....	10
4.2.1. Análisis del efecto fenotipo ambiente.....	10
4.2.2. Análisis entre ecotipos.	12

4.3. Análisis físico, químico y actividad microbiana de los suelos con y sin Lameo	14
4.3.1. Efecto del Lameo en el contenido de Materia orgánica.....	14
4.3.1.1. Efecto con lameo y sin lameo en Wistrullani.....	14
4.3.1.2. Efecto con lameo y sin lameo Manasaya	15
4.3.1.3. Efecto de suelos con Lameo y sin Lameo en las propiedades físicas y químicas.	17
4.3.1.4. Efecto del lameo en la actividad microbiológica	18
4.3. Análisis físico-químico y microbiológico de los suelos a nivel de la comunidad.	26
4.3.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas del Ayllu Aransaya.	26
4.3.2. Propiedades físicas, químicas y biológicas del Ayllu Manasaya	27
4.3.3. Propiedades físicas, químicas y biológicas del Ayllu Ayparavi.....	29
4.3.5. Evaluación del RAS	31
5. CONCLUSIONES	33
6. RECOMENDACIONES.....	34
7. BIBLIOGRAFÍA.....	35
8. ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de medias Tukey del lugar por altura planta, longitud panoja, diámetro panoja y peso de 100 granos.....	11
Tabla 2. Comparación de medias Tukey entre ecotipos de las variables altura planta, longitud panoja, diámetro panoja y peso de 100 granos	13
Tabla 3. Comparación de variables fenológicas de ecotipos por diferentes zonas geográficas.....	14
Tabla 4. Actividad microbiológica con lameo y sin lameo.....	18
Tabla 5. Propiedades físicas Ayllu Aransaya	19
Tabla 6. Propiedades químicas y biológicas Ayllu Aransaya.....	19
Tabla 7. Propiedades físicas Ayllu Manasaya.....	20
Tabla 8. Propiedades químicas y biológicas Ayllu Manasaya.....	21
Tabla 9. Propiedades físicas Ayllu Ayparavi.....	22
Tabla 10. Propiedades químicas y biológicas Ayllu Ayparavi.....	22
Tabla 11. Propiedades físicas Ayllu Wistrullani.....	23
Tabla 12. Propiedades químicas y biológicas Ayllu Wistrullani.....	23
Tabla 13. Valores de RAS.....	24
Tabla 14. Valores de pH en la zona	25
Tabla 15. Clasificación del suelo en función al RAS y el pH	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del estudio, Nación Originaria Uru Chipaya	3
Figura 2. Prueba de T, para la MOS con LAmeo y sin LAmeo en Wistrullani.....	15
Figura 3. Prueba de T, para la MOS con LAmeo y sin LAmeo en Manasaya.....	15
Figura 4. Análisis multivariado propiedades físicas y químicas con lameo y sin lameo en Manasaya y Wistrullani.....	16

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de las variables fenotípicas evaluadas.....	32
Anexo 2. Resultados de los Análisis de laboratorio de suelos.....	36
Anexo 3. Análisis descriptivo Univariado y Multivariado.....	42
Anexo 4. Puntos de muestreo Nación Uru Chipaya.....	44
Anexo 5. Textura de suelo, Nación Uru Chipaya.....	45
Anexo 6. pH del suelo, Nación Uru Chipaya.....	46
Anexo 7. Presencia de salinidad, Nación Uru Chipaya.....	47
Anexo 8. Presencia materia orgánica, Nación Uru Chipaya.....	48
Anexo 9. Porcentaje de nitrógeno, Nación Uru Chipaya.....	49
Anexo 10. Presencia del elemento fosforo (P), Nación Uru Chipaya.....	50
Anexo 11. Presencia del elemento potasio (Na), Nación Uru Chipaya.....	51

CARACTERIZACIÓN DE LA QUINUA, EL LAMEO Y LOS SUELOS, EN LA NACIÓN ORIGINARIA URU CHIPAYA

Responsables: Magali Choque Vega, Jesús E. Cárdenas C y Marcelo Gonzales T.

1. INTRODUCCIÓN

Los Chipayas en sus antepasados se dedicaban a la pesca y caza e inicialmente de animales silvestres, con el pasar de los años, fue disminuyendo en la cantidad y posteriormente extinguiéndose estos animales, la misma causada por la reducción de su territorio; donde, la agricultura no fue parte de su actividad principal.

De esta manera como una táctica de sobrevivencia en el lugar se dedican a la producción agrícola. Manejando técnicas tradicionales y culturales que han adquirido por la enseñanza de sus antepasados, logrando desarrollar un diseño productivo, organizado y participativo de toda la comunidad.

La agricultura en Chipaya ha sido y sigue siendo unos de los desafíos para las familias productoras por encontrarse en territorio en un medio adverso (poco favorable) debido a 1) presencia de salinidad y 2) inundaciones por el agua en época de lluvia, por eso las familias productoras se dedican a producir productos agrícolas resistentes a este tipo de medio.

Por estas características poco favorables, los productores realizan técnicas y prácticas ancestrales para mejorar la calidad de los suelos, como: el lameo, congelado de malezas y el movimiento de dunas, en terrenos destinados para cultivar sus productos agrícolas y el mejoramiento de praderas para los ganados.

Estas prácticas tradicionales realizan cada Ayllu en distintas épocas del año: 1) con la llegada de las primeras lluvias del río Lauca es para la inundación (lameo) de los terrenos destinados al cultivo de quinua, en los ayllus Aranzaya, Manazaya y Wistrullani. Con el río Barras en ayllu Ayparavi 2) con la práctica de congelado de praderas en época de invierno en ayllus Aranzaya y Manazaya y 3) con el movimiento de las dunas en ayllu Ayparavi, aprovechando las fuerzas del viento .

Todas las familias de Uru Chipaya se dedican a la producción de quinua y dentro de estas algunas familias cultivan cañahua y papa como cultivo asociado.

Con este análisis introductorio, realizaremos principalmente las características morfológicas del cultivo de la quinua, su adaptación al medio ambiente.

Además, mediante la extracción de muestras de suelo, analizaremos en el laboratorio para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos de la diversidad de suelos existentes en Chipaya. Datos que nos servirán para conocer si verdaderamente realizando las prácticas de inundación (lameo) y con el congelamiento de las praderas, fue mejorada la calidad de estos suelos.

Posteriormente hacer una sugerencia a los productores de cómo mejorar el tema quinua y los suelos productivos, en bien de sus familias.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo General

Contribuir al conocimiento de las prácticas agrícolas y las técnicas ancestrales del cultivo de la quinua y la cañahua, dirigidas a fortalecer la intervención del Consorcio Italia en el Municipio de Chipaya.

2.2. Objetivos específicos

- a) Conocer los aspectos más relevantes de técnicas locales del cultivo de quinua
- b) Determinar las características fenotípicas a nivel de la comunidad.
- c) Evaluar el análisis físico-químico y actividad microbiana de los suelos con y sin práctica tradicional (lameo)
- d) Evaluar el análisis físico-químico y microbiológico de los suelos a nivel de la comunidad.

3. Metodología

3.1. Ubicación

El presente estudio se desarrolló en Nación Originaria Uru Chipaya (Figura 1), ubicado a 204 kilómetros al sud oeste de la ciudad de Oruro, geográficamente se encuentra a 19°20'00'' latitud sur, 68°10'00'' longitud oeste y un altura de 3620 msnm. La superficie de este municipio es de 919 km².

Limita al norte con el Ayllu Kollana, Cantón Romero Pampa de la Provincia Litoral, al noroeste con Municipio de Huachacalla de la Provincia Litoral, al sur con el Lago Coipasa y parte del Cantón Concepción de Belén, al sudoeste con el Municipio de Garci Mendoza Provincia Ladislao Cabrera, al este se encuentra la comunidad de Jarinilla de la Provincia Ladislao Cabrera, y con el Municipio Santiago de Andamarca de la Provincia Sud Carangas y parte del Anexo Piña Piñani y al Oeste con la Primera Sección Municipal de Sabaya según (PDM, 2002) mencionado por (AGRUCO, 2010)

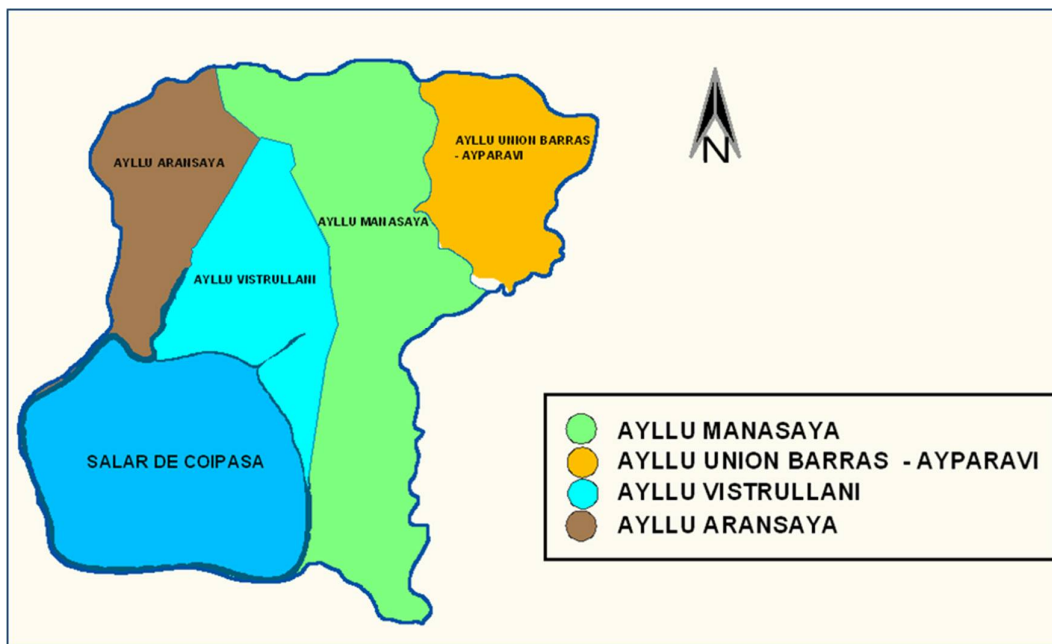


Figura 1. Ubicación del estudio, Nación Originaria Uru Chipaya

3.2. Método

El presente estudio buscó evaluar la dinámica de producción agrícola mediante sus prácticas y técnicas ancestrales en base al lameo, para la producción sostenible de quinua en los cuatro ayllus de Chipaya: Aransaya, Manasaya, Ayparavi y Wistrulani. Como: a) Conocer los aspectos más relevantes de técnicas locales del cultivo de quinua; b) Determinar las características fenotípicas a nivel de la comunidad; c) Evaluar el análisis físico-químico y actividad microbiana de los suelos con y sin práctica tradicional (lameo); d) Evaluar el análisis físico-químico y microbiológico de los suelos a nivel de la comunidad. Resaltando las propiedades más importantes. Se selecciona una serie de variables descriptivas agronómicas, y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, para así, describir lo que se investigó e

interpretar la realidad actual. Por lo expuesto el tipo de investigación a la que pertenece, es: Descriptiva y Explicativa,

A continuación se describe el procedimiento de trabajo y las técnicas empleadas en el estudio, para una mejor comprensión.

3.3. Características agromorfológicas.

El material utilizado estuvo integrado por 4 ecotipos (criolla, pandela, churi y pisankalla) procedentes de la región, es así que se realizó el análisis en los cuatro ecotipos, dando inicio a partir de la madurez fisiológica de la planta. Posteriormente evaluaron las variables cuantitativas principales (altura planta, longitud panoja, diámetro panoja y peso de grano).

El método para el estudio agronómico caracterización agromorfológica con base a los descriptores de granos altoandinos y sus parientes silvestres (Byodiversity International, 2013). Se observó, describió, midió y registró las características de las plantas de quinua.

3.4. Análisis físico, químico y actividad microbiana de los suelos con y sin práctica ancestral.

Se procedió a separar el trabajo en una serie de fases, las cuales se presentan a continuación:

3.4.1. Muestreo

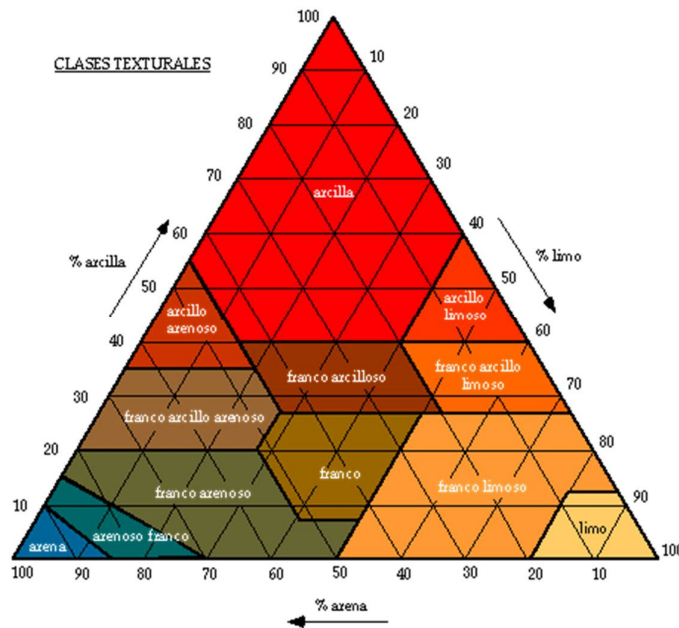
El muestreo de suelos fue aleatorio ubicados con puntos de georeferenciación, luego se homogenizó las muestras según protocolo de extracción de muestras de suelo en los ayllus de Ayparavi, Manasaya, Wistrullani y Aransaya, para luego ser analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Técnica de Oruro y el Laboratorio de Suelos de la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba.

3.4.2. Análisis físico

a) **Textura.** La textura de suelo se refiere al contenido porcentual de arena, limo y arcilla, es la parte cuantitativa; con el cual, podemos conocer si el suelo puede retener agua, aire, nutrientes y otros. Consiguientemente las combinaciones de estas fracciones en diferentes proporciones le propician al suelo una fertilidad variada.

Para determinar la clase textural de cada muestra de suelos se utilizó el método del Hidrómetro propuesta por Boyoucos, obteniendo una suspensión de suelo-agua, para luego cuantificar las proporciones concernientes de las partes del suelo, a través de estos datos con uso del triángulo textural de USDA se determinó la clase textural.

Imagen 1. Clases Texturales



Fuente: USDA

b) Análisis físico de Densidad Real, Densidad Aparente, % Porosidad, Capacidad de Campo, Punto de Marchitez y Capacidad de Retención de agua.

- **Densidad real (Dr).** El valor de la densidad real fue realizada por el método del picnómetro expresado en gr/cm^3 (gramos por centímetro cúbico), para comprobar el peso de las partículas sólidas del suelo, relacionando con el volumen que ocupan, sin tener en cuenta su organización en el suelo; es decir, sin involucrar en el volumen del espacio ocupado por los poros
- **Densidad aparente (Da).** El valor de la densidad aparente fue realizado por el método de la parafina expresado en gr/cm^3 . Para demostrar la relación que existe entre la masa

de suelo y el volumen global que ocupa tanto las partículas del suelo como el espacio poroso que existe entre ellas. Además, la densidad aparente es un estado de compactación que nos permite transformar peso a volumen.

- **Porosidad (%)**. Se determinó mediante la fórmula, con los valores obtenidos de densidad aparente y densidad real, para conocer cómo se distribuye la porosidad y que es responsable de la aireación, retención y drenaje de agua en el suelo, además de ser el espacio en que se desarrollan las raíces de las plantas (Rucks et al. 2004).
- **Materia orgánica**. Son elementos orgánicos contenidos en el suelo, están constituidos de manera natural por restos vegetales y animales. Para cuantificar la cantidad se realizó el método por calcinación a 450 °C por cuatro horas.

3.4.3. Análisis Químico

- **Determinación de la Conductividad Eléctrica**. Se determinó la salinidad de los suelos mediante la conductividad eléctrica en una suspensión de suelo-agua expresados en unidades dS/m (deciSiemens por metro).
- **pH**. El método utilizado fue según protocolo de medición de acidez y alcalinidad de los suelos, obteniendo una suspensión suelo-agua, la relación 1:2,5 y con los datos obtenidos se clasificó el pH de los suelos.

3.4.4. Análisis Microbiológico

Se realizó la evaluación de la actividad microbiológica del suelo, empleando el método de la estimación del CO₂ desprendido durante la incubación del suelo en un sistema cerrado (Anderson, 1982).

3.5. Análisis físico-químico y biológico de los suelos a nivel de la comunidad.

El método de estudio es similar al capítulo anterior (Ver capítulo 3.4.) el tipo de análisis es descriptivo y explicativo, para su interpretación de los resultados físico, químico y biológico

3.5.1. Análisis biológico

Se realizaron tres tipos de análisis biológico:

- 1) El primer análisis se basó en identificar hongos y bacterias en unidades formadoras de colonias (UFC), se postula que cada colonia proviene de una sola célula y teniendo en

cuenta la suspensión – dilución sembrada se calcula el número de unidades formadoras de colonias por cada gramo de muestra de suelo (UFC/g), este análisis se realizó en los Laboratorios de las FCAVyF, Cbba., FCAN-UTO.

- 2) El segundo análisis identifico el género Bacillus y micorrizas, en ambos análisis, se empleo el método reportado por (Harwood, 1989) y (Doi y Mc Gloughlin, 1992).
- 3) Se realizó la evaluación de la actividad microbiológica del suelo, empleando el método de la estimación del CO₂ desprendido durante la incubación del suelo en un sistema cerrado (Anderson, 1982).

Cuadro de Resumen de análisis Físico, químico y microbiológico de suelos

Parámetros	Unidad	Método	Laboratorio
Físicos			
Arena, Limo y Arcilla	Porcentaje (%)	Bouyuocus (1965)	FCAN, Oruro
Punto de saturación	Porcentaje (%)	Tablas	FCAN, Oruro
Capacidad de Campo	Porcentaje (%)	Tablas	FCAN, Oruro
Punto de marchitez permanente	Porcentaje (%)	Tablas	FCAN, Oruro
Conductividad Hidráulica	cm/hr	Tablas	FCAN, Oruro
Densidad aparente	g/cm ³	Parafina	FCAN, Oruro
Densidad real	g/cm ³	Picnómetro	FCAN, Oruro
Químicos			

pH		Potenciómetro	FCAN, Oruro
Conductividad eléctrica	dS/m	Potenciómetro	FCAN, Oruro
Materia Orgánica	Porcentaje (%)	Horno Mufla	FCAN, Oruro
Nitrógeno Total	Porcentaje (%)	Khendhal	FCAVyF, Cbba
Fosforo disponible	Ppm		FCAVyF, Cbba
Potasio Intercambiable (Ki) (K⁺) con AcONH₄ 1 N pH 7	meq/100 g		FCAVyF, Cbba
Calcio Intercambiables (Ca⁺²)	meq/100 g		FCAVyF, Cbba
Magnesio Intercambiable (Mg⁺²)	meq/100 g		FCAVyF, Cbba
RAS	%		FCAVyF, Cbba
Identificación y conteo de microorganismos	UFC		FCAVyF, Cbba
Conteo de microorganismos	UFC		FCAVyF, Cbba

3.6. Análisis espacial

La mayoría de las propiedades del suelo varían continuamente en el espacio. En consecuencia, los valores en sitios que están cercanos en la superficie son más similares que aquellos que están alejados, ellos dependen uno del otro en sentido estadístico.

En el estudio de las Ciencias del Suelo es común encontrar atributos que presentan variaciones espaciales con patrones característicos. Para el estudio de estas variables son usados diversos procedimientos geoestadísticos de estimación y/o simulación. Es decir, partiendo de un conjunto de datos tomados insitu del área de estudio, estas técnicas permiten la caracterización de las variables con dos fines, uno, es proporcionar valores estimados en ciertas localizaciones de interés y segundo, generar valores que en conjunto presenten iguales características de dispersión que los datos originales.

Para la generación de mapas se trabajó en el programa ArcGis 10.3, con dos interpoladores que nos ayudaron a conocer la distribución de los parámetros pH, conductibilidad eléctrica, textura, NPK, etc., a partir de puntos de muestreo con valor z. Los interpoladores que se usaron fueron el kriging y el método de distancia inversa ponderada (IDW)

Inicialmente se comparó los coeficientes de determinación (R²) y el residuo de los errores de los modelos, con el fin de determinar cuál de ellos se ajustaba mejor y se procedió a la elaboración de los mapas temáticos.

3.7. Análisis Estadístico

El diseño estadístico aplicado para la estimación de las variables fenológicas se utilizó la prueba de comparaciones de medias por el método de Tukey.

Para la evaluación de los suelos se ha empleado una prueba *t* de Student, prueba *t* de estudiante, o Test-T, la misma se aplica cuando la población estudiada sigue una distribución normal pero el tamaño muestral es demasiado pequeño como para que el estadístico en el que está basada la inferencia esté normalmente distribuido, utilizándose una estimación de la desviación típica en lugar del valor real. Es utilizado en análisis discriminante. Fue introducido por William Sealy Gosset en 1908, un químico que trabajaba para la cervecería Guinness de Dublín. Student era su seudónimo de escritor. Asimismo, se empleó un análisis multivariado, es un método estadístico utilizado para determinar la contribución de varios factores en un simple evento o resultado, con el método del Análisis Cluster, conocido como Análisis de Conglomerados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Aspectos más relevantes de técnicas locales del cultivo de quinua

La producción familiar que prioriza el autoconsumo y los excedentes se llevan a los mercados locales, contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria en los países Andinos, mientras que favorece la conservación de la biodiversidad y dinamiza las economías rurales que preserva las prácticas o tecnologías ancestrales, asimismo, la cultura campesina.

Los sistemas ancestrales y tradicionales se encuentran vinculados a la organización familiar, social, valores, tecnología y ambiente, logrando una diversidad ecológica, cultural y socioeconómica como estrategias de sobrevivencia desarrollada por los agricultores (Bernstein, 2012).

Las prácticas ancestrales de manejo de suelos en la cultura Uru Chipaya como el Lameo, congelado de malezas y manejo de Dunas son practicadas anualmente, las familias Chipayas

están ubicadas en el altiplano sur boliviano, que practican su agricultura a secano con tenencia de terreno comunitarios, razón por la cual los trabajos son comunitarios, dirigidos por las autoridades máximas de cada Ayllu (Hilacatas).

El Lameo se realiza en los ayllus Aranzaya, Manazaya, Wistrullani, y Ayparavi, y es la base fundamental de la preparación de suelos para producción de un solo año de cultivos de quinua, papa y cañahua.

Según Quisbert, (2015), las características de los suelos Chipayas en los cuatro ayllus, donde se realizan anualmente estas prácticas ancestrales, los resultados del análisis de suelos, estos tienen texturas muy variadas desde las gruesas a muy finas. El pH varía de moderadamente a fuertemente alcalino, con una conductividad eléctrica de no salino a ligeramente salinos, el PSI es muy alto, variando de 27 a 137 de fuertemente a muy fuertemente sódico, siendo los más altos en el ayllu Wistrullani (más cercanos al salar Coipasa) y por el contrario los más bajos en el ayllu Ayparavi, más distantes al salar de Coipasa. Pero en todos los casos el PSI es superior a 15%, para ser clasificados como suelos sódicos y salino-sódicos. La materia orgánica (MO) varía de muy baja (<2%) a alta (>4%), por su lado el fósforo asimilable fluctúa de bajo (< 7 ppm) a medio (7-14 ppm). Bajo estas condiciones de suelos, la producción de cultivos es muy limitada, a excepción de variedades locales adaptadas de quinua, cañahua y papa.

4.2. Característica fenotípica nivel de la comunidad.

Los resultados del presente trabajo permiten identificar los cambios externos visibles que ocurre entre ecotipos específicamente en la planta a lo largo de su desarrollo, estos cambios son el resultado de las prácticas ancestrales (lameo, congelamiento de malezas) y el efecto de las condiciones ambientales del periodo (2018 – 2019). Mediante un estudio de cuatro características fenológicas principales (altura planta, longitud panoja, diámetro panoja y peso de grano).

4.2.1. Análisis del efecto fenotipo ambiente

La prueba de comparación Tukey mostro que existe una diferencia estadística entre las localidades (ayllus), donde se puede observar que, para las variables fenotípicas para el lugar de siembra, muestra que los ecotipos de mejor desarrollo en altura planta, longitud panoja, diámetro panoja y peso de 100 granos se registran en el Ayllu Manasaya del grupo “A” con medias de 117,03 cm; 28,94 cm; 6,95 cm; 0,35 gr., respectivamente y el menor desarrollo se

observa en el Ayllu Wistrullani del grupo “C” con medias de 51,69 cm; 17,40 cm; 3,96 cm; 0,14 gr. (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de medias Tukey del lugar por altura planta, longitud panoja, diámetro panoja y peso de 100 granos

Lugar	Altura planta	Tukey	Lugar	Longitud panoja	Tukey	Lugar	Diámetro panoja	Tukey	Lugar	Peso 100 granos	Tukey
Manasaya	117,03	A	Manasaya	28,94	A	Manasaya	6,95	A	Manasaya	0,35	A
Ayparavi	72,67	B	Ayparavi	20,39	B	Aryparavi	5,13	B	Ayparavi	0,28	B
Aransaya	54,62	C	Aransaya	17,49	B	Aransaya	4,10	C	Wistrullani	0,14	C
Wistrullani	51,69	C	Wistrullani	17,40	B	Wistrullani	3,96	C	Aransaya	0,14	C

Fuente: Elaboración propia (2019)

Como puede observarse (Tabla 1), los ecotipos presentan variaciones fenológicas en los cuatro ayllus, variaciones que pueden deberse a diferentes condiciones climáticas, topográficas que se presentan en las zonas de producción agrícola.

Según el análisis de suelo de los lugares de cultivo son de textura franco, franco arenoso y franco limoso. Este hecho se coincide con lo propuesto por la FAO, 2016, que indica que la quinua puede crecer en un rango amplio de diferentes tipos de suelos, siendo los óptimos los de buen drenaje francos, semi profundo con un alto contenido de materia orgánica, pero no coincide con este último echo porque en estas zonas existe bajos porcentajes en materia orgánica por ser zonas áridas con escasa vegetación.

El pH en estas zonas de producción agrícola es considerado desde medianamente básico (7,66) a alcalino (9,88), lo cual se asemeja a lo indicado por la FAO, 2016 que afirma, encontrar variedades de quinua cultivadas en suelos con pH desde 4.5 (en los valles interandinos del Norte del Perú) hasta 9.0 (altiplano peruano boliviano y los salares de Bolivia). Además se ha observado tener buena viabilidad y rendimientos en suelos ligeramente alcalinos o alcalinos hasta el extremo de pH 9 en salares de Bolivia o Perú (Mujica *et al.*, 2004).

Considerando que la quinua, es una especie que cuenta en Bolivia con más de 3000 genotipos que presentan una gran variabilidad genética, existiendo genotipos que han desarrollado tolerancia a la salinidad mencionado por (Jacobsen y Bosque, 2002) citado por Miranda, et al (2017), como Bosque et al., (2003), encontró que las resistencia estomática de la variedad Real

(ecotipo de los salares de Uyuni), fluctúa entre 4,8 a 16,1 mS/cm., por otro lado, Valero (2006), probó los genotipos Utusaya, G-205-95DK, Línea-320 y línea 1887, habiendo encontrado que los genotipos más tolerantes para un nivel máximo de 0,3 M de concentración de cloruro de sodio fueron la Utusaya y G-205-95DK. Observándose resultados similares a lo obtenido en el análisis de conductividad eléctrica de las zonas de Chipaya que son considerados no salinos a ligeramente salinos (0,8 – 2 dS/m) en los Ayllus Manasaya, Ayparavi y Aransaya, y un resultado fuertemente salino (17,01 dS/m) en el ayllu de Wistrullani además de sufrir inundaciones en esta última zona de cultivo por el desborde del río Lauca.

4.2.2. Análisis entre ecotipos.

La comparación de Tukey (Tabla 2), permite diferenciar las variables fenológicas entre ecotipos, observando que existe diferencia significativa en las variables altura planta y diámetro panoja, como también se demuestra las diferencias de medias de las variables longitud panoja y peso de 100 granos pero estadísticamente no es diferente son similares. Con este descrito afirmamos que el mejor ecotipo entre los cuatro y para todos los ayllus es el ecotipo churi del grupo “A” seguido del ecotipo pandela y los de menor desarrollo se encuentran en el ecotipo criollo y pisankalla del grupo “B”.

Tabla 2. Comparación de medias Tukey entre ecotipos de las variables altura planta, longitud panoja, diámetro panoja y peso de 100 granos

Ecotipo	Altura planta	Tukey	Ecotipo	Longitud panoja	Tukey	Ecotipo	Diámetro panoja	Tukey	Ecotipo	Peso de 100 granos	Tukey
Churi	82,60	A	Churi	22,52	A	Churi	5,47	A	Criollo	0,26	A
Pandela	78,29	A	Pandela	21,99	A	Pandela	5,18	AB	Pandela	0,24	A
Pisankalla	68,80	B	Criollo	20,25	A	Criollo	4,97	AB	Pisankalla	0,20	A
Criollo	66,32	B	Pisankalla	19,47	A	Pisankalla	4,52	B	churi	0,20	A

Fuente: Elaboración propia (2019)

Los resultados obtenidos (Tabla 2) con la prueba de comparación Tukey para las variables (Altura planta, longitud panoja, diámetro panoja y peso de 100 granos) de desarrollo mayor de los cuatro ecotipos, muestran que el mejor ecotipo para los cuatro ayllus es el ecotipo Churi (A) seguida del ecotipo pandela (A), pisankalla (A) y criolla (A). Se puede observar las medias son diferentes pero estadísticamente no tienen diferencias significativas por tanto no existe una relación entre variables que resalten su máximo crecimiento, se confirma que son iguales entre

ecotipos, esto se debe a la influencia del efecto fenotipo ambiente en las que se encontraron en el periodo agrícola por la presencia de plagas, heladas e inundaciones a causa del desborde del río Lauca, al igual que el ayllu Aransaya.

Los niveles de las variables fenológicas obtenidas de cada ecotipo se destaca que son estadísticamente similar entre las zonas del cultivo local de Chipaya, pero presentan un desarrollo menor a los ecotipos procedente de Ingavi – La Paz (INIAF, 2010), Intersalar de Uyuni y Coipasa (Bonifacio et al, 2012) PROINPA (Aroni et al, 2003), además al registrado en el Banco de Germoplasma de la Universidad Técnica de Oruro (CIBREF, 2007) (Cuadro 1).

Tabla 3. Comparación de variables fenológicas de ecotipos por diferentes zonas geográficas

Lugar	Ecotipo	Altura planta	Longitud panoja (cm)	Diámetro panoja (cm)	Peso de 100 granos (gr)
Local – Chipaya	Churi	86,53	21,6	5,95	0,27
	Pandela	73,72	22,46	5,65	0,28
	Pisankalla	67,73	18,46	4,29	0,27
	Criollo	67,43	19,4	4,72	0,29
Banco de Germoplasma - INIAF	Churi	124	52	8,1	0,22
PROINPA	Pandela	95	37	4,53	0
Intersalar de Uyuni y Coipasa	Criollo	112	30,3	7,3	0,42
CIBREF – UTO	Churi	120,8	40,75	8,5	0,38
	Pandela	119,6	29,7	6,3	0,35
	pisankalla	79,2	26,6	4,4	0,36
	Criollo	92,48	29,5	7,8	0,39

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.3. Análisis físico, químico y actividad microbiana de los suelos con y sin Lameo

4.3.1. Efecto del Lameo en el contenido de Materia orgánica en el suelo (MOS)

4.3.1.1. Efecto con lameo y sin lameo en Wistrullani

Por la limitación, del factor económico, se realizó el análisis de la materia orgánica en el suelo (MOS), en un reducido número de muestras, se comparó los datos con un análisis estadístico conocido como prueba t de Student, prueba t de estudiante, o Test-T, tal como se muestra en la figura 2, y en anexos 3.

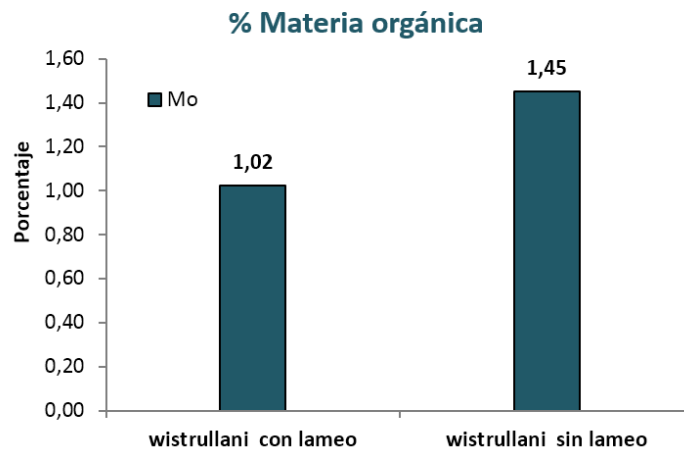


Figura 2. Porcentaje de MOS con Lameo y sin Lameo en Wistrullani

Analizando los resultados (anexos 2.5 y 3) se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias $H_0 = \mu_1 = \mu_2$, con un p valor 0.6058. Estadísticamente no hay diferencia significativa, entre la práctica con y sin Lameo en Wistrullani en la variable materia orgánica del suelo (MOS). Es importante mencionar que las varianzas existentes en el estudio son homogéneas, $p_{Homvar} 0.6788$ (mayor que 0.05). Y se registra como promedio en los suelos con lameo un menor porcentaje de MOS con un valor de 1,02% y sin lameo con 1,45%, es decir se registra un mayor contenido de MO sin lameo.

4.3.1.2. Efecto con lameo y sin lameo Manasaya

En promedio se tiene que los suelos con lameo reportan 2,66% de materia orgánica, los suelos sin lameo 1,17% de MO, en forma comparativa existe diferencia (Figura 3 y anexo 2.5)

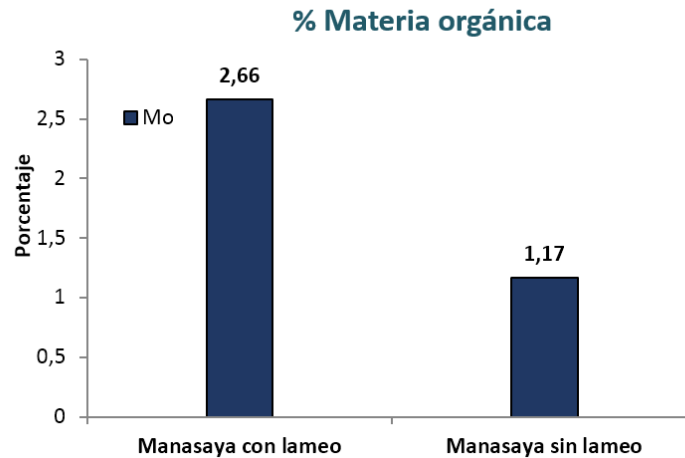


Figura 3 Porcentaje de MOS con Lameo y sin Lameo en Manasaya

Realizando el análisis estadístico con la prueba de t de Student (anexo 3), no existe diferencia estadística significativa entre la practica con Lameo y sin Lameo en ayllu Manasaya en la variable de materia orgánica del suelo (MOS). Las varianzas existentes en el estudio son homogéneas, $p_{Homvar} 0.124$ (mayor que 0.05).

4.3.1.3. Efecto con lameo y sin lameo Ayparavi

En el Ayllu de Ayparavi se cuenta con cuatro análisis de laboratorio de suelos sin lameo, y solamente una muestra de suelos con lameo, sacando el promedio de las muestras sin lameo (0,68%) que reporta un mayor contenido versus la practica con lameo de 0,21% MO.

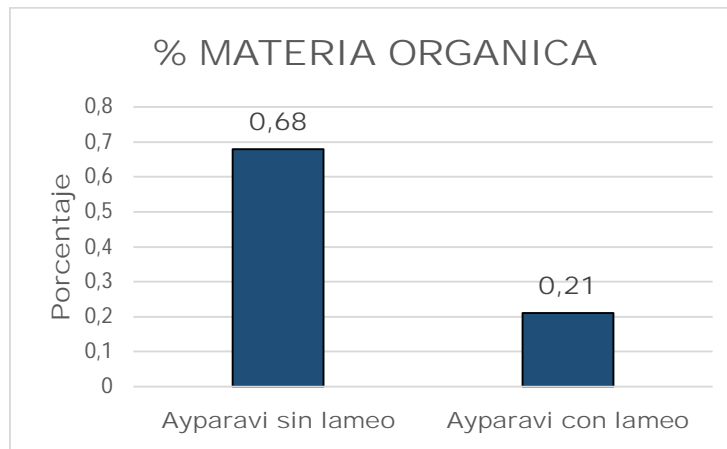


Figura 4 Porcentaje de MOS con Lameo y sin Lameo en Ayparavi

Debido a la falta de datos de análisis en la práctica con lameo no se pudo realizar la prueba estadística de comparación de medias.

4.3.1.4. Efecto con lameo y sin lameo Aransaya

Para la evaluación del efecto del lameo en el Ayllu Aransaya, se cuenta con un solo análisis de la variable con lameo, por lo tanto no es posible aplicar la prueba de t de Student, comparativamente se observa que los suelos sin lameo contienen como promedio 0,75% de MOS, un valor superior en comparación al valor registrado de 0,34% de MOS con lameo.

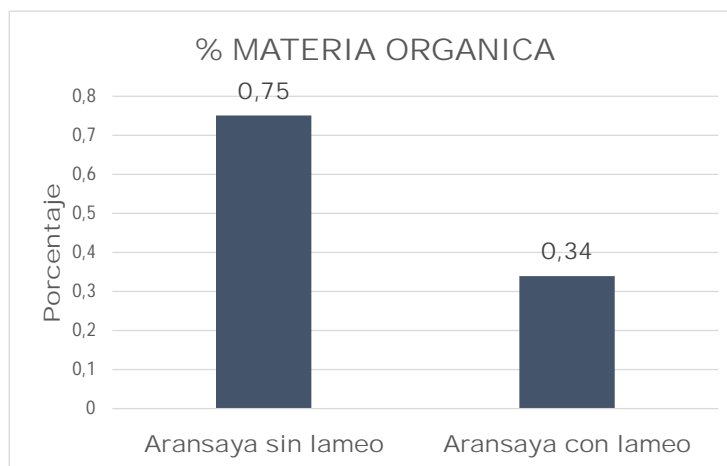


Figura 5 Porcentaje MOS con Lameo y sin Lameo en Aransaya

4.3.1.5. Efecto con lameo y sin lameo en la MOS en los 4 ayllus

El análisis del efecto de la práctica ancestral del lameo en la materia orgánica del suelo (MOS) en los 4 ayllus (figura 6), muestra un incremento en el ayllu Manasaya, mientras que en los otros 3 ayllus (Wistrullani, Ayparavi y Aransaya) no se observa ningún incremento, al contrario. En dos casos se pudo realizar el análisis de t de Student, donde la diferencia estadística no es significativa.

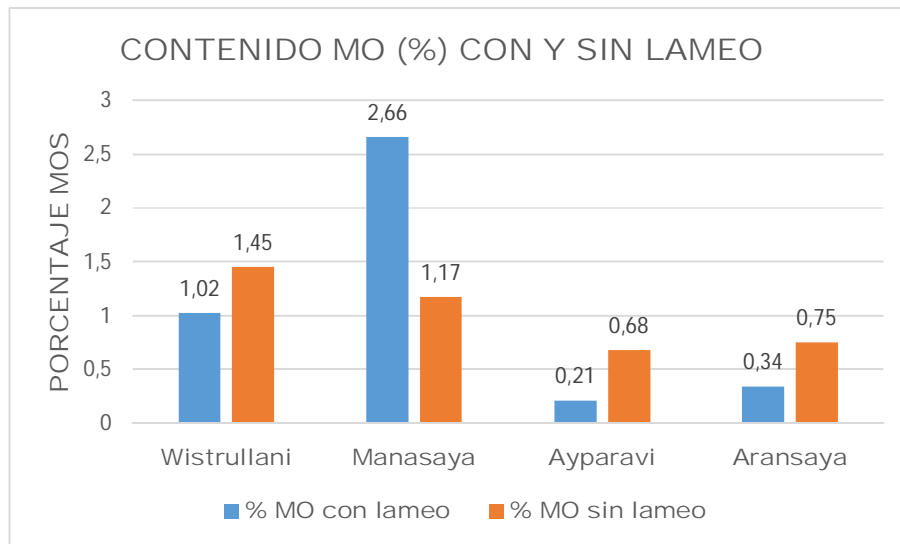


Figura 6 Porcentaje MOS con Lameo y sin Lameo en los 4 ayllus

Tomando el promedio de las práctica ancestral con lameo versus sin lameo (figura 6), se observa que el promedio de MOS en los terrenos con lameo fue de 1,06% ligeramente superior al valor reportado sin lameo que es de 1,01. Desde un punto de vista comparativo y en forma preliminar se observa que la práctica con lameo mejora el porcentaje de MOS.

Según Quisbert, (2015), afirma que existen beneficios al inundar estas áreas agrícolas con escorrentías turbidas que trasladan sólidos suspendidos de arcilla limos y materia orgánica, y que cuando estas se sedimentan sobre el suelo alterarían las propiedades físicas del suelo (textura) y las químicas dependiendo de la cantidad de arcillas y materia orgánica que son sedimentadas sobre el suelo.

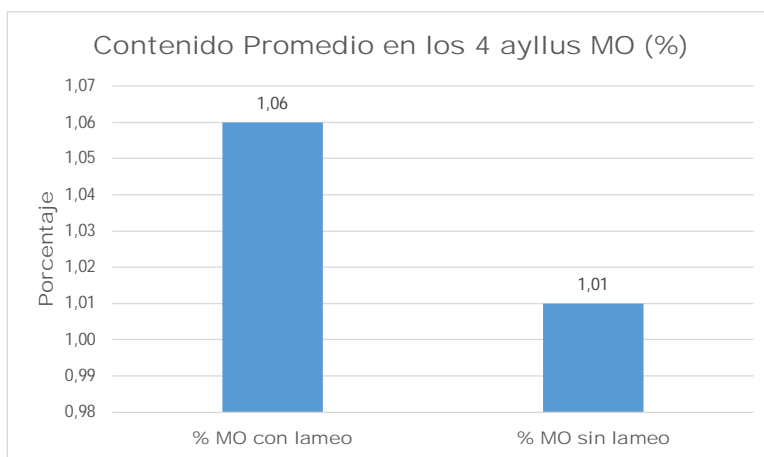


Figura 7 Porcentaje promedio de MOS con Lameo y sin Lameo en los 4 ayllus

4.3.2 Efecto del lameo en la textura de los suelos en los 4 ayllus

Las aguas del Río Lauca contienen elevadas cantidades de sólidos totales (entre 1,2 a 2 gramos de sólidos totales por litro), lo que en 20 años de riego significa una adición entre 2,64 a 12 kilogramos de material fino por m² y que en el caso de suelos con permeabilidad deficiente puede incidir aún más sobre el movimiento del agua a través del perfil y por consiguiente sobre el lavado de sales (Orsag, V., y Miranda, R., 2000).

En base a esta información podemos indicar que en esos 20 años de riego se incorpora de 26,4 toneladas a 120 toneladas por hectárea, lo que muestra una probable influencia en la textura del suelo con la práctica del lameo en el tiempo.

4.3.2.1 Efecto del lameo en la textura del suelo en Wistrullani

En el cuadro 4 4, observamos que a excepción del P2 – con lameo, los suelos con lameo y sin lameo tiene la misma textura, un suelo Franco se considera de textura media, mientras que los suelos franco arenosos y arenosos son de textura gruesa.

Tabla 4 Textura con y sin lameo en Wistrullani

Muestreo	Textura
P1 - con lameo	Franco arenoso
P2 - con lameo	Franco
P3 - con lameo	Franco arenoso
P1 - sin lameo	Franco arenoso
P2 - sin lameo	Franco arenoso

P3 - sin lameo	Arenoso
P4 - sin lameo	Franco arenoso

Fuente: Elaboración propia (2019)

De forma preliminar se puede apreciar que el lameo tiene influencia en la textura de los suelos del Ayllu Wistrullani, hay una tendencia ligera de textura gruesa a textura media.

4.3.2.2 Efecto del lameo en la textura del suelo en Manasaya

En el cuadro 5, se observa que en los terrenos con la práctica ancestral del lameo se reporta un suelo con textura Franco limoso considerado como suelos de textura mediana, en comparación con los suelos sin lameo donde predomina los suelos de textura gruesa

Tabla 5 Textura con y sin lameo en Manasaya

Muestreo	Textura
P 1 - sin lameo	Franco arenoso
P 3 - sin lameo	Franco
P 4 - sin lameo	Franco
P 1 - con lameo	Franco arenoso
P 3 - con lameo	Franco limoso
P 4 - con lameo	Franco
P 5 - con lameo	Franco

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.3.2.3 Efecto del lameo en la textura del suelo en Ayparavi

En los suelos de Ayparavi con lameo (una muestra) y sin lameo, se observa que predomina la textura Franco arenoso (FA), considerados de textura gruesa moderada. Se debe considerar que se tiene solo una muestra con lameo, aspecto que no es concluyente, por lo tanto, en el futuro se deben realizar mas muestreos.

Tabla 6 Textura con y sin lameo en Ayparavi

Muestreo	Textura
P 1 - S/L	Franco arenoso
P 2 - S/L	Franco arenoso
P 3 - S/L	Franco arenoso
P 4 - S/L	Franco arenoso
P 5 - C/L	Franco arenoso

4.3.2.4 Efecto del lameo en la textura del suelo en Aransaya

En el cuadro 7, se observa una situación similar al Ayllu Ayparavi, donde predomina la clasificación textural Arenoso franco, que son considerados suelos arenosos de textura gruesa. Con sólo una muestra en los suelos con lameo no se puede afirmar o negar la influencia o no en la textura de suelos con la práctica de lameo.

Tabla 7 Textura con y sin lameo en Aransaya

Muestreo	Textura
P 1 - C/L	Arenoso franco
P 1 - S/L	Arenoso franco
P 2 - S/L	Arenoso franco
P 3 - S/L	Arenoso franco
P 4 - S/L	Arenoso franco

4.3.3 Efecto del lameo en el pH de los suelos en los 4 ayllus

El pH del suelo es considerado como una de las principales variables en los suelos, ya que controla muchos procesos químicos que en este tienen lugar, relacionados principalmente con la absorción de nutrientes, por lo tanto, el pH del suelo influye en el desarrollo de las plantas. Existen muchas clasificaciones, entre ellas de la FAO, de la USDA, emplearemos la clasificación propuesta por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la misma, se muestra en la siguiente figura:

pH	Categoría
< 5.0	Extremadamente ácido
5.0-5.5	Fuertemente ácido
5.5-6.0	Moderadamente ácido
6.0-6.5	Ligeramente ácido
6.5-7.3	Neutro
7.4-8.0	Alcalino
> 8.0	Muy alcalino

Fuente: ICA (1992)

4.3.3.1 Efecto del lameo en el pH del suelo en Wistrullani

Los suelos con lameo reportan un promedio de 8,38 y sin lameo de 8,34, ambos se clasifican como muy alcalino, por lo tanto, no existe diferencia.

Tabla 8 El pH con y sin lameo en Wistrullani

Muestreo	pH
P 1 - C/L	8,32
P 2 - C/L	8,61
P 3 - C/L	8,20
Promedio C/L	8,38
P 1 - S/L	8,08
P 2 - S/L	7,91
P3 - S/L	8,81
P4 - S/L	8,55
Promedio S/L	8,34

4.3.3.2 Efecto del lameo en el pH del suelo en Manasaya

De acuerdo a la clasificación del ICA (1992), ambos grupos de suelos se clasifican como muy alcalino, no hay efecto del lameo en el pH de suelo, de tal forma que se concluye que no hay diferencia.

Tabla 9 El pH con y sin lameo en Manasaya

Muestreo	pH
P 1 - S/L	7,85
P 3 - S/L	8,68
P 4 - S/L	8,75
Promedio	8,43
P 1 - C/L	8,18
P 3 - C/L	8,49
P 4 - C/L	8,21
P 5 - C/L	7,88
Promedio	8,19

4.3.3.3 Efecto del lameo en el pH del suelo en Ayparavi

Los resultados en la tabla 10 nos muestran que en ambos casos se tiene un pH con un valor de 7,99 que se clasifica como alcalino, en la práctica con lameo solamente se tiene una muestra de suelo lo que limita una interpretación representativa.

Tabla 10 El pH con y sin lameo en Ayparavi

Muestreo	pH
P 1 - S/L	8,01
P 2 - S/L	7,66
P 3 - S/L	8,08
P 4 - S/L	7,85
Promedio	7,99
P5 - C/L	7,99

4.3.3.4 Efecto del lameo en el pH del suelo en Aransaya

En el Ayllu de Aransaya los suelos sin lameo reportan un pH con un valor promedio de 9,34 que se clasifica como muy alcalino, asimismo, la muestra del suelo con lameo tiene un pH de 8,06 que se clasifica como muy alcalino, pero se observa una influencia del lameo en el valor del pH, pero con una muestra, es difícil ser concluyente, por lo tanto se debería valorar en un futuro con más muestras

Tabla 11 El pH con y sin lameo en Aransaya

Muestreo	pH
P 1 - C/L	8,06
P 1 - S/L	9,88
P 2 - S/L	9,20
P 3 - S/L	9,04
P 4 - S/L	9,23
Promedio	9,34

4.3.4 Efecto del lameo en la CE de los suelos en los 4 ayllus

La conductividad eléctrica (CE) es la suma de las conductividades de los diferentes tipos de iones presentes. Se trata de un parámetro físico que mide, a una determinada temperatura, la capacidad de una sustancia para conducir la corriente eléctrica.

En agronomía, la CE es uno de los parámetros más utilizados para medir la salinidad del extracto saturado (CEe) o del agua (CEw), ya que su valor es proporcional a la cantidad de las sales en solución que contiene. Su valor se mide en deciSiemens / metro (dS/m) o milimhos / centímetro (mmho/cm) siendo $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mmho/cm}$.

El principal objetivo del análisis de la CE en suelos es determinar si las sales solubles se encuentran en cantidades suficientes como para afectar a la germinación de las semillas, el crecimiento de las plantas o a la absorción de agua de las mismas.

Clasificación de los suelos según la tolerancia de los cultivos a las sales (*Adaptado de Van Hoorn y Van Alphen, 1994*).

Categorías	CE promedio (dS/m)	Características
No salino	<2	Ningún cultivo se ve afectado
Ligeramente salino	2 – 4	Sólo afectados los cultivos sensibles
Salino	4 – 8	Afectados un gran número de cultivos
Fuertemente salino	8 – 16	Uso de cultivos tolerantes
Extremadamente salino	>16	Sólo son posibles un pequeño número de cultivo

4.3.4.1 Efecto del lameo en la CE (dS/m a 25°C) del suelo en Wistrullani

Los suelos (tabla 12) con lameo reportan un promedio de 4,61 dS/m, clasificado como ligeramente salino, los suelos sin lameo reportan un valor de 31,24 dS/m, clasificado como extremadamente salino.

Tabla 12 La CE (dS/m a 25°C) con y sin lameo en Wistrullani

Muestreo	CE (dS/m)
P 1 - C/L	9,2
P 2 - C/L	2,2
P 3 - C/L	2,4
Promedio C/L	4,61
P 1 - S/L	17,0
P 2 - S/L	55,2
P3 - S/L	6,5
P4 - S/L	46,2
Promedio S/L	31,24

El proceso de lameo actúa como un lixiviado, a pesar de la mala calidad de las aguas del río reportado por Orzag y Miranda (2000), que indican que la calidad de las aguas, estas aguas pertenecen, a las clases C3-S2 y C4-S3, es decir son aguas de las clases C3 (salinidad media a

elevada) y C4 (aguas con salinidad elevada). De acuerdo al riesgo de alcalinidad por sodio, estas aguas pertenecen a las clases S2 y S3 (aguas con contenidos medios a elevados de Sodio) y por lo tanto presentan un peligro.

Es así que los pobladores pueden sembrar quinua después del lameo y tienen una buena germinación de las semillas. Esto confirma lo planteado por Laynez-Garsaball et al. (2007) que indica que un incremento en los niveles de salinidad causó una reducción de la germinación de las semillas y retardaron el proceso de germinación.

4.3.4.2 Efecto del lameo en la CE (dS/m a 25°C) del suelo en Manasaya

En la tabla 13, se muestra que al igual que en Wistrullani, en Manasaya la practica tradicional del lameo reporta un valor promedio de CE de 1,5 dS/m, que se clasifica como no salino, al contrario los suelos sin lameo reportan un valor de 3,9 dS/m, que se considera como ligeramente salinos.

Tabla 13 La CE (dS/m) con y sin lameo en Manasaya

Muestreo	CE (dS/m)
P 1 - S/L	6,2
P 3 - S/L	2,3
P 4 - S/L	3,2
Promedio	3,9
P 1 - C/L	0,8
P 3 - C/L	1,9
P 4 - C/L	1,4
P 5 - C/L	1,8
Promedio	1,5

4.3.4.3 Efecto del lameo en la CE (dS/m a 25°C) suelo en Ayparavi

En el ayllu de Ayparavi, se reporta (tabla 14) en los suelos sin lameo un promedio de 8,6 dS/m, que se clasifica como fuertemente salino, en comparación con el valor de 1,0 dS/m reportado del suelo con lameo clasificado como no salino.

Tabla 14 La CE (dS/m) con y sin lameo en Ayparavi

Muestreo	pH
P 1 - S/L	6,9
P 2 - S/L	7,9
P 3 - S/L	10,9
P 4 - S/L	8,7

Promedio	8,6
P5 - C/L	1,0

Se confirma el efecto en la reducción del contenido de sales con la práctica tradicional del lameo.

4.3.4.4 Efecto del lameo en la CE (dS/m a 25°C) del suelo en Aransaya

La práctica tradicional con lameo en la tabla 15, reporta un valor de 1,6 dS/m que se clasifica como no salino, mientras que los suelos sin lameo muestran un valor promedio de 4,3 dS/m que clasifica como suelos salinos.

Tabla 15 La CE (dS/m a 25°C) con y sin lameo en Aransaya

Muestreo	pH
P 1 - C/L	1,6
P 1 - S/L	2,4
P 2 - S/L	4,6
P 3 - S/L	4,6
P 4- S/L	5,6
Promedio	4,3

4.3.5 Efecto del lameo en la actividad microbiológica

El componente microbiológico es un buen indicador del estado general de salud del suelo, considerado el suelo como un ente viviente, una buena actividad microbiana en el suelo es reflejo de condiciones fisicoquímicas óptimas para el desarrollo de los procesos metabólicos de los microorganismos (bacterias, hongos, algas, actinomicetos y micorrizas) que actúan sobre sustratos orgánicos y cultivos.

8 Actividad microbiológica con lameo y sin lameo

Tecnología	Actividad Microbiológica	
	Promedio mg CO₂/100 g	Promedio mg CO₂/h
Sin lameo	17,05	0,08
Con lameo	31,9	0,15

Fuente: Análisis laboratorio FCAN-UTO (2019)

En el cuadro 8, se presenta la media de los resultados de la actividad microbiológica del suelo de los análisis de la medición del Dióxido de Carbono (CO₂) en los suelos con lameo y sin lameo, se observa que los suelos con lameo reportan aproximadamente el doble de actividad en comparación con los suelos sin lameo.

La medición de CO₂ producido es una estimación de la actividad y, por lo tanto de la presencia microbiana, tal actividad es variable en el tiempo y en función de muchos factores, tales como el uso del suelo, mineralogía, cobertura vegetal, prácticas de manejo, calidad de los residuos vegetales y animales que aporta al sistema, factores ambientales, entre otros. Según Jenkinson (1992), los factores involucrados en la actividad microbiana, tales como temperatura, pH, humedad, disponibilidad de oxígeno, nutrientes inorgánicos y accesibilidad al sustrato, influyen en la descomposición de la materia orgánica.

Se puede afirmar que la práctica tradicional del lameo influye en el mejoramiento de la actividad microbiológica del suelo aspecto que influye positivamente en la fertilidad de suelos.

4.4 Análisis físico-químico y microbiológico de los suelos a nivel de los Ayllus.

4.4.1 Propiedades físicas, químicas y biológicas del Ayllu Aransaya.

Podemos indicar que las propiedades de los suelos del ayllu Aransaya son de textura moderadamente gruesa a mediana (franco arenoso, franco) (Ver anexo 5). Esta composición granulométrica incide que sean suelos permeables con mediana capacidad de retención de agua y nutrientes (Ver tabla 5).

Tabla 5. Propiedades físicas y químicas Ayllu Aransaya

Lugar	Puntos de muestreo	% A	% L	% Y	Tipo de suelo	Da gr/cm ³	Po	pH	CE (dS/m)	Mo %
Aransaya	Punto 0	58	31	11	franco	1,3	48	7,91	8,5	2,83
Aransaya	Punto 1	72	16	12	Arenoso franco	1,33	46	8,80	4,5	1,52
Aransaya	Punto 10	78	21	1	Arenoso franco	1,43	40	8,57	1,4	1,45
Aransaya	Punto 11	70	18	12	Arenoso franco	1,24	50	8,20	13,6	1,4
Aransaya	Punto 12	55	28	17	franco arenoso	1,48	42	8,30	31,2	0,79
Aransaya	Punto 13	80	11	9	Arenoso franco	1,35	44	8,60	16,9	2,61
Aransaya	Punto 20	80	14	6	franco arenoso	1,53	41	8,26	50,2	0,88
Aransaya	Punto 21	71	21	8	franco arenoso	1,51	42	8,28	41,5	1,26

Fuente: Análisis de laboratorio FCAN-UTO (2019)

La reacción de los suelos (tabla 5) estudiados es alcalino (7,91 a 8,80) lo que incide de gran manera en la baja disponibilidad de fósforo (P) y micronutrientes pero alto contenido de calcio

(Ca) y magnesio (Mg). Son suelos (el 50 por ciento de la zona) con problemas de acumulación de sales por lo que es considerado como muy fuertemente salino, ya que su Conductividad Eléctrica (CE) es mayor a 16 dS/m, en la otra parte de la zona son considerados entre no salino, ligeramente y fuertemente salino por que la conductividad eléctrica varía de 1,4; 4,5; 8,5 dS/m (Ver anexo 7). Vale mencionar que en esta zona solamente pocos cultivos muy tolerantes rinden satisfactoriamente a estas concentraciones. Por otra parte el porcentaje de materia orgánica (MOS) presente en esta zona es variada por los datos obtenidos son considerados como muy baja (0,79 a 0,88), baja (1,26 a 1,52) y media (2,61 a 2,83) (Ver anexo 8), debido a mayor contenido de arena, mayor acumulación de sales y escasa vegetación en el lugar.

Tabla 6. Propiedades químicas y biológicas Ayllu Aransaya

Lugar	Puntos de muestreo	N total %	K Disponibile	P meg/100g	Cationes solubles me/lt			RAS %	Bacterias			IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS		
					Ca ++	Mg++	Na+		UFC/gr de S.	Bacillus/gr de suelo	Micorriza/100 gr			
Aransaya	Punto 0								7,368					
Aransaya	Punto 1	0,083	1,64	3,9	8,5	5,5	543,48	205,4	1.048 x 10 ⁵	6.3 x 10 ²			179	
Aransaya	Punto 10								7,368					
Aransaya	Punto 11	0,082	1,59	5,2	40	180	891,3	124,8	1.66 x 10 ⁴	1 x 10			639	
Aransaya	Punto 12	0,046	1,45	6,1	90	66	2065,22	233,8	1 x 10 ²	0			42	
Aransaya	Punto 13	0,145	4,8	1,54	15	46	1413,04	255,9	3.6 x 10 ⁴	7 x 10			64	

Fuente: Análisis del laboratorio FCAVyF, Cbba (2019)

Por otro lado, la presencia de nitrógeno (N) y fósforo (P) en general son bajos, en el caso del potasio es considerado muy alto por ser mayor a 1,2 (Ver anexo 9, 10,11). Y los cationes solubles como el calcio (Ca) y magnesio (Mg), se encuentran altos, mientras que el sodio (Na), se encuentra en muy altas concentraciones esto debido a la cercanía con el salar de Coipasa (Ver tabla 6).

Se concluye que para los parámetros químicos el RAS es alto por lo que incide en el sodio por su alto contenido compite con el calcio y magnesio.

De manera general se han encontrado la presencia de bacterias totales en bajas cantidades entre ellos se identificaron *Bacillus* pertenecientes a este género que inducen a una serie de mecanismos de resistencia a patógenos y factores abióticos adversos, que son activos de forma natural en la planta. Además se identificaron la presencia de *Micorrizas* (hongo) presentes en estos suelos en muy bajas cantidades según el análisis de la microflora.

4.4.2 Propiedades físicas, químicas y biológicas del Ayllu Manasaya

Las características de suelo que presenta el ayllu Manasaya son de textura gruesa, moderada y mediana (arenoso, franco arenoso, franco limoso) (Ver anexo 5) por lo general estas dos últimas clases de textura son más representativas en la zona y son suelos permeables con alta

capacidad de retención de agua y nutrientes. En comparación de los lugares arenosos presentan problemas de compactación, retención de agua y de nutrientes (Ver tabla 7).

Tabla 7. Propiedades físicas Ayllu Manasaya

Lugar	Puntos de muestreo	% A	% L	% Y	Tipo de suelo	Da gr/cm3	Po	pH
Manasaya	Punto 2	70	17	13	franco arenoso	1,4	44	8,06
Manasaya	Punto 3	90	8	2	arenoso	1,52	42	9,49
Manasaya	Punto 8	91	6	3	franco arenoso	1,57	41	8,58
Manasaya	Punto 15	40	54	6	franco limoso	1,32	46	8,38
Manasaya	Punto 17	40	54	6	franco limoso	1,31	49	8,20
Manasaya	Punto 18	22	69	10	franco limoso	1,32	47	8,30
Manasaya	Punto 23	26	48	26	franco limoso	1,49	42	7,95

Fuente: Análisis de laboratorio FCAN-UTO (2019)

El pH en estos suelos es de reacción alcalina (7,95) a muy alcalina (> 8,0) (Ver anexo 6) este último índice en las severas limitaciones en la disponibilidad de nutrientes.

Tabla 8. Propiedades químicas y biológicas Ayllu Manasaya

Lugar	Puntos de muestreo	CE (dS/m)	Mo %	Bacterias UFC/gr de S.
Manasaya	Punto 2	1,4	1,17	7,269
Manasaya	Punto 3	0,6	0,42	7,297
Manasaya	Punto 8	3,1	0,95	6,497
Manasaya	Punto 15	17,4	3,06	7,197
Manasaya	Punto 17	26,6	0,78	5,66
Manasaya	Punto 18	34,3	0,35	0
Manasaya	Punto 23	72,15	2,34	6,255

Fuente: Análisis del laboratorio FCAVyF, Cbba (2019)

Al igual que los suelos de Aransaya (el 50 por ciento de la zona) tienen problemas de acumulación de sales por lo que es considerado como muy fuertemente salino, ya que su Conductividad Eléctrica (CE) es mayor a 16 dS/m, en la otra parte de la zona son considerados entre no salino a ligeramente salino por que la conductividad eléctrica varía de 0,6 a 3,1 dS/m (Ver anexo 7). Vale mencionar que los rendimientos de plantas sensibles pueden ser restringidos para esta zona. Por otra parte el porcentaje de materia orgánica (MOS) presente en esta zona es variada por los datos obtenidos son considerados como muy baja (0,35 a 1,17) y media (2,34 a 3,06) debido a mayor acumulación de sales y escasa vegetación en el lugar (Ver anexo 8).

De manera general se han encontrado la presencia de bacterias totales en bajas cantidades en esta zona en comparación de los valores esperados en el suelo que son de $1 \times 10^6 - 10^9$ UFC/g. en estas cantidades son importantes en la inmovilización y retención de nutrientes en sus

células y por lo tanto previenen la pérdida de nutrientes de la zona de las raíces. Por otro lado no existe representatividad la presencia de hongos totales.

4.4.3 Propiedades físicas, químicas y biológicas del Ayllu Ayparavi

Las propiedades que presentan los suelos del ayllu Ayparavi son de textura moderadamente gruesa a mediana (arenoso, franco limoso). Esta composición granulométrica incide que los suelos arenosos superan el 80 por ciento de arena con característica de problemas de retención de agua, nutrientes y compactación en contraste con los suelos franco limoso son de textura equilibrada excelentes condiciones para la producción agrícola (Ver tabla 9).

Tabla 9. Propiedades físicas y químicas Ayllu Ayparavi

Lugar	Puntos demuestreo	% A	% L	% Y	Tipo de suelo	Da gr/cm3	pH	CE (dS/m)	Mo %
Ayparavi	Punto 4	93	6	1	Arenoso	1,56	9,30	0,4	Tr
Ayparavi	Punto 5	98	1	1	Arenoso	1,56	8,30	2,2	0,97
Ayparavi	Punto 6	14	71	15	Franco limoso	1,32	8,50	9,3	2,25
Ayparavi	Punto 7	87	11	1	Arenoso	1,54	8,50	0,4	0,54
Ayparavi	Punto 16	31	53	16	Franco limoso	1,34	8,30	36,1	0,06

Fuente: Análisis de laboratorio FCAN-UTO (2019)

La reacción de los suelos (Tabla 9) es muy alcalino ya que posee un pH mayor a 8 lo que incide en las severas limitaciones en la disponibilidad de algunos nutrientes (Ver anexo 6). En el caso de presencia de sales en esta zona son considerados como no salino en la mayoría de sus suelos ya que su conductividad eléctrica (CE) es menor a 2 dS/m, vale mencionar que en estos suelos no producen efectos de salinidad a diferencia de los ayllus Aransaya y Manasaya, solo en un lugar reporta como muy fuertemente salino (mayor a 16 dS/m) dato a tomar en cuenta para futuros planes productivos (Ver anexo 7). Por otra parte el porcentaje de materia orgánica (MOS) casi en la mayoría de su superficie es considerado como muy baja (< a 1) esto debido al mayor contenido de arena y escasa vegetación, principalmente, solo en un lugar de la zona es considerada media de 2,25 (Ver anexo 8).

Tabla 10. Propiedades químicas y biológicas Ayllu Ayparavi

Lugar	Puntos demuestreo	N total %	K Disponible	P meq/100g	Cationes solubles me/lt			RAS %	Bacterias IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS		
					Ca ++	Mg++	Na+		UFC/gr de S.	Bacillus/gr de suelo	Micorriza/100 gr
Ayparavi	Punto 4	0	1,45	3,4	1	0,5	11,74	13,6	7.18 x 10 ⁴	3.8 x 10 ²	94
Ayparavi	Punto 5								7,106		
Ayparavi	Punto 6	0,118	1,64	4,3	27,5	19	478,26	99,2	1.219 x 10 ⁵	8 x 10	2890
Ayparavi	Punto 7								4,832		
Ayparavi	Punto 16	0,004	1,59	5	40	180	2891,3	275,7	4 x 10 ²	0	687

Fuente: Análisis del laboratorio FCAVyF, Cbba (2019)

La disponibilidad de nitrógeno (N), fósforo (P) es considerado bajo y el potasio (K) es muy alto (mayor a 1,2) (Ver anexo 9, 10, 11). En el caso de los cationes solubles como el calcio (Ca) y magnesio (Mg) se encuentran muy bajos (1 Ca, y 0,5 Mg) a muy alto (> a 20 Ca y > a 8 Mg) al igual que el sodio (Na) se considera bajo (11,74) a alto (2891,3), esto índice que las altas cantidades provocan daños en las propiedades físico-químico de estos suelo (Ver tabla 10).

Como también se ha determinado la existencia biológica principal de bacterias totales en la mayoría de la zona con un nivel de población alto de la unidad formadora de colonia, entre ellos se identificaron la presencia de *Bacillus* y su función principal de poner una barrera física para que los patógenos no se establezcan sobre la superficie de los tejidos de la planta y mejora la asimilación de agua y nutrientes. Además se identificaron la presencia de *Micorrizas* (hongo) menor 3000 esporas en 100 gramos de suelo que es el valor esperado en estos suelos según el análisis de la microflora. La importancia de las micorrizas amplían el volumen del suelo explorado por la planta y facilitan el acceso al fosforo (P) y a los micronutrientes, especialmente en los suelos secos.

4.4.4 Propiedades físicas, químicas y biológicas del Ayllu Wistrullani

Podemos indicar que las propiedades de los suelos del ayllu Wistrullani son de textura moderadamente gruesa a fina (franco arenoso, franco). Esta composición granulométrica incide que sean suelos permeables con moderada a fuerte de capacidad de retención de agua y nutrientes.

Tabla 11. Propiedades físicas y químicas Ayllu Wistrullani

Lugar	Puntos de Muestreo	% A	% L	% Y	Tipo de suelo	CC	PMP	CR-H2O	Dr gr/cm3	Da gr/cm3	Po	pH	CE (dS/m)	Mo %
Wistrullani	Punto 9	56	26	18	franco arenoso	16,76	8,91	7,85	2,51	1,47	41	8,70	8,1	2,74
Wistrullani	Punto 14	83	14	3	franco arenoso	8,2	3,53	4,67	2,55	1,47	42	7,96	10,9	3,72
Wistrullani	Punto 19	44	24	32	Franco arcilloso	22,88	12,76	10,08	2,45	1,35	45	8,30	39,2	2,49

Fuente: Análisis de laboratorio FCAN-UTO (2019)

El pH en estos suelos es de reacción alcalina (7,96) a muy alcalina (> 8,0) al igual que en el ayllu Manasaya este último índice en las severas limitaciones en la disponibilidad de nutrientes (Ver anexo 6). En el caso de presencia de sales en esta zona son considerados como fuertemente salino en la mayoría de sus suelos ya que su conductividad eléctrica (CE) es mayor a 8,1 a 10,9 dS/m, vale mencionar que solamente cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente, solo en un lugar reporta como muy fuertemente salino (mayor a 16 dS/m) dato a tomar en cuenta para

futuros planes productivos (Ver anexo 7). Por otra parte el porcentaje de materia orgánica (MOS) aproximadamente en la mayoría de su superficie es considerado como media (2 a 3), solo en un lugar de la zona es considerada alta de 3,72 esto debido a la estructura equilibrada y moderada vegetación principalmente (Ver tabla 11).

Tabla 12. Propiedades químicas y biológicas Ayllu Wistrullani

Lugar	Puntos demuestreo	N total %	K Disponible	P meq/100g	Cationes solubles me/lit			RAS %	Hongos C/ gr de	Bacterias UFC/gr de S.	IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS	
					Ca ++	Mg++	Na+				Bacillus/gr de suelo	Micorriza/100 gr
Wistrullani	Punto 9	0,152	1,64	8,9	11	14	532,61	150,6	9 x 10 ²	1.016 x 10 ³	5.7 x 10 ²	3000
Wistrullani	Punto 14								3,937	6,105		
Wistrullani	Punto 19	0,138	1,54	16,8	45	81	1956,52	246,5	0	3.21 x 10 ⁴	8 x10	93

Fuente: Análisis del laboratorio FCAVyF, Cbba (2019)

Por otro lado la presencia de nitrógeno (N) y fosforo (P) en general son moderados y altos diferentes al resto de los ayllus, en el caso del potasio (K) es considerado muy alto por ser mayor a 1,2 similar al resto de los ayllus (Ver anexo 9, 10, 11). En el caso de los cationes solubles como el calcio (Ca) se encuentran entre altos (11) a muy altos (45) y el magnesio (Mg), se encuentran muy altos (mayores a 8), mientras que el sodio (Na), se encuentra en muy altas concentraciones esto debido a la cercanía con el salar de Coipasa (Ver tabla 12).

De manera general se han encontrado la presencia de hongos y bacterias totales con un nivel poblacional alto entre ellos se identificaron la presencia de *Bacillus* en cantidades que menores a $1 \times 10^6 - 10^9$ UFC/g que es el valor recomendado de la población biológica. Además se identificaron la presencia de *Micorrizas* (hongo) un valor de 3000 esporas/100g de suelo similar al recomendado y esperado en los suelos mientras que en la otra parte de la superficie es muy bajo la unidad formadora colonial es de 93 la presencia de esta microorganismo (Ver tabla 12).

4.4.5 Evaluación del RAS y el pH en los ayllus

La evaluación de la Relación de Absorción de Sodio, nos muestra la proporción relativa en que se encuentra el sodio respecto al calcio y magnesio, cationes divalentes que compiten con el sodio por los lugares de intercambio del suelo. Su valor se mide en miliequivalentes/litro (meq/l).

Tabla 13. Valores de RAS (porcentaje) en la zona

SITIO	RAS
Ayparavi	13,6
Ayparavi	99,2
Aransaya	124,8
Wistrullani	150,6
Aransaya	205,4
Aransaya	233,8
Wistrullani	246,5
Aransaya	255,9
Manasaya	262,6
Ayparavi	275,7

Fuente: Análisis del laboratorio FCAVyF, Cbba (2019)

Los valores de RAS (Tabla 13) en la zona en estudio fluctúan de 13,6 a 275,7, con un valor medio de 186,8, un valor mínimo de 13,6 y reporta un máximo 275,7.

Tabla 14. Valores de pH en la zona

Valor	pH
Medio	8,42
Máximo	9,49
Mínimo	7,91

Fuente: Análisis de laboratorio FCAN-UTO (2019)

En cuanto al pH, los valores de los resultados del análisis de Laboratorio (Anexo 2) se reportan en el Tabla 14.

Tabla 15. Clasificación del suelo en función al RAS y el pH

Clasificación del Suelo	RAS	pH
SALINO	< 12	< 8,5
SODICO	≥ 12	>8,5
SALINO-SODICO	≥ 12	< 8,5

Fuente: Best management practices for saline and sodic turfgrass sitess. Robert N. Carrow & Ronny R. Duncan

En base al tabla 15, con los valores reportados del RAS y pH (anexo 2), podemos concluir que los suelos de la zona en estudio son suelos Salino – Sódico, esto se debe principalmente a la toxicidad de las aguas del río debido a su alto contenido de cloruros, que tienen una importante restricción para el riego debido a la incidencia de los cloruros sobre las plantas.

5. CONCLUSIONES

5.1 Evaluación fenológica y agronómica del cultivo de Quinua

- Las diferencias de las características fenológicas del cultivo de quinua en los cuatro ayllus muestran que estos ecotipos son altamente influenciados por los factores ambientales y físicos del suelo.
- Si bien los niveles de fenología de los ecotipos son muy diferentes entre lugares, en Manasaya están los de mayor desarrollo principalmente el ecotipo churi, al igual que en el ayllu Aymaravi pero de menor promedio, mientras que en Aransaya y Wistrullani los niveles de fenología están los más bajo.
- Por lo anterior la quinua es uno de los pocos cultivos que se desarrolla sin muchos inconvenientes en las condiciones extremas de clima y suelos. La gran adaptación a las variaciones climáticas y su eficiente uso de agua convierten a la quinua en una excelente alternativa de cultivo frente al cambio climático, que está alterando el calendario agrícola y provocando temperaturas cada vez más extremas.

5.2 Evaluación de los suelos del Municipio Chipaya

- Los suelos del Municipio de Chipaya en general poseen una textura gruesa, moderadamente gruesa y mediana (Arenoso, Franco arenoso, Franco y Franco limoso) es decir, se trata de suelos permeables con baja capacidad de retención de agua y nutrientes en suelos arenosos, por el contrario, en los suelos francos tienen buena capacidad de retención e infiltración de agua, poseen nutrientes necesarios no es compacto estos tipos de suelo recomendado para el cultivo de quinua.
- Los suelos se clasifican por el contenido de materia orgánica entre bajo y moderado, con un contenido de nitrógeno total muy bajo a bajo, que sería un factor limitante en la fertilidad de los suelos.
- El contenido de fósforo asimilable, se clasifica como bajo, moderado y alto. El contenido de potasio intercambiable se reporta como alto y muy alto.
- Los suelos de la zona en estudio son suelos Salino – Sódico, son suelos con exceso de sales solubles, donde la sal dominante en general es el cloruro de sodio (NaCl).

5.3 Evaluación de la práctica tradicional del Lameo y su influencia en los suelos

- Para el caso de las técnicas ancestral con lameo, al analizar la materia orgánica del suelo existe diferencia en forma comparativa, se concluye que influye en mejorar la MOS.
- La práctica del lameo no reporta diferencias en la variación de la textura, las mismas se mantienen entre textura gruesa y mediana.
- El pH no es diferente estadísticamente, entre la práctica con lameo y sin lameo, variando de alcalino a muy alcalino.
- Además se evidenció que la técnica ancestral como el lameo contribuye de forma positiva en la reducción del valor de la conductividad eléctrica (CE) es decir la salinidad disminuye notablemente.
- La actividad microbiología de los suelos se triplica con la practica ancestral del lameo, lo que indica una influencia positiva en la fertilidad de los suelos clasificada como baja en la zona.
- Es importante mencionar, que a pesar de las condiciones adversas en este medio la presencia de la microflora como bacterias y hongos totales, entre ellos identificados *Bacillus* y *Micorrizas*, respectivamente.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la presente información como base de datos preliminares para seguir con el estudio para futuros proyectos a desarrollarse en la zona, que sustentan estas aseveraciones hechas hasta el momento.
- Se debe conservar e incentivar la practica del lameo, congelamiento de malezas, manejo de dunas y de los ecotipos de los cultivos como un patrimonio Biocultural.
- En base a la evaluación del manejo de suelos con técnicas ancestrales se considera que para lograr una producción sostenible del cultivo de quinua se debe trabajar en varios aspectos de manera paralela en los que se destaca el lameo a nivel de la superficie de las zonas de producción con ayudas de prácticas agronómicas, mecánicas y biológicas.
- Además, es esencial en el manejo integral en base a su ordenamiento territorial a las potencialidades y limitaciones que presenta el territorio Uru Chipaya para lo cual

fortalecer las organizaciones originarias y capacitaciones respetando su uso y costumbres ancestrales.

- Es necesario realizar investigaciones para validar las prácticas ancestrales que han sido aplicadas en este trabajo. Asimismo, en varios casos no se reporta de qué manera las prácticas ancestrales contribuyen en las propiedades del suelo, su productividad, rendimientos y otros.
- Ensayar producción con abonamiento de estiércol y otros abonos (extracto húmico, biol, etc) con un par de familias en cada Ayllu. Según los análisis de suelos, el contenido de nitrógeno total son bajo menores 0,10 %; en el caso del lameo no mejora el contenido, aspecto que hay que tomar en cuenta.
- Por el tipo de textura presentes se debe tomar en cuenta la preparación del suelo conservar la labranza manual, para conservar los suelos y evitar su erosión y degradación.
- Ensayar enmiendas de desalinización de suelos, ej. yeso agrícola. Según los análisis de suelos obtenidos la mayor parte del territorio son suelos SALINO SODICOS, por tanto solo el lavado de suelos no es suficiente para remover las sales, es necesario provocar reacciones químicas para remover el cloruro de sodio.
- Probar ecotipos (cultivo agrícola) rústicos de otras zonas que sean resistentes a condiciones climáticas adversas y propiedades físico - químico del suelo.
- Iniciar con la colecta y la reproducción de *Bacillus* y *Micorrizas* nativas de la zona para su incorporación en el ciclo de los cultivos, y mejorar de esta forma la fertilidad de los suelos.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGRUCO. (2010). Revalorización de abidurías Uru Chipaya: Experiencias de apoyo (Adalid Bernabé Uño. Programa Regional BioAndes ed.). Cochabamba - Bolivia .

Anderson, J. (1982). Soil respiration In: Page AL, Miller RH, Keeney DR Soil Science Society of America ed., Vol. 2. M. o. properties Winconsin, USA.

Aroni, J. Q. (2003). Catálogo de Quinoa Real. Fundación PROINPA, Mc KNIGHT, MACIA SINARGEAA. La Paz, Bolivia

Bernstein, H. (2012). Dinámicas de Clase y Transformación agraria. Zacatecas: Miguel Angel Porrúa .

- Bonifacio, A. A. (2012). Catálogo Etnobotánico de la Quinoa Real. PROINPA Cochabamba, Bolivia.
- Bosque, H. L.-E. (2003). Ecophysiological Analysis of Drought and Salinity Stress of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Will) Vols. 19. Foot Reviews International.
- Boyucos, G. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron. J.* Vol. 54.
- Byodiversity International, F. (2013). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Will) y sus parientes silvestres. Roma, Italia.
- Garsaball, J. L., Méndez, J. R., & Mayz-Figueroa, J. (2007). Efecto de la salinidad del suelo sobre la germinación de semillas de maíz de diferentes pesos en el oriente venezolano. *Temas Agrarios*, 62-73.
- FAO, O. d. (2016). Guía el Cultivo de la quinua. Segunda ed. Lima - Perú
- Harwood, C. (1989). *Bacillus*. Biotechnology. Vol. 2. New York, USA: Handbooks.
- Jenkinson, D. (1992). La Materia Orgánica de los Suelos: Evolución. en: Willd A. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Mundi-Prensa. Madrid - España.
- Miranda, R. C. (2017). Salinidad y el cultivo de la quinua - una breve revisión bibliográfica. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica - UMSA*. .
- Mujica, A. O. (2004). Diversidad genética de la quinua (*Chenopodium quinoa* Will) y sus parientes silvestres.
- Orsag, V., & Miranda, R. (2000). Evaluación del Impacto de Riego con Aguas del Río Desaguadero sobre la Salinización, Sodificación y Acumulación de Metales Pesados en Suelos y Vegetación. *Informe Principal. ALT. La Paz, Bolivia*.
- Quisbert, V. M. (2015). Manejo de los Suelos Agrícolas en la Cultura Uru Chipaya, Proyecto "Qnas Soñi" (Hombres del Agua). (G. V. Italia, Ed.) La Paz, Bolivia.
- Quisbert, V. M. (2015). Manejo de los Suelos Agrícolas en la Cultura Uru Chipaya. Proyecto "Qnas Soñi" (Hombre del Agua): Chipaya, entre la tradición y tecnología, hacia un municipio resiliente. La Paz, Bolivia .

R. Doi, M. M. (1999). *Biology of Bacilli: Applications to Industry* (Roy H. Doi and Martina Mc Gloughlin, Batherworth - Hirneman ed.). USA.

Rucks, L. G. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Departamento de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía - Universidad de la República. Montevideo - Uruguay .

Sandoval, E. M. (2012). *Método de análisis físicos de suelos*. Universidad de Concepción. Chile: Publicaciones Departamento de Suelos y Recursos Naturales, chillán.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de las variables fenotípicas evaluadas

Lugar	Ecotipo	Altura Planta	Longitud Panoja	Diámetro Panoja	Peso de 100 granos
Manasaya	pandela	119	38,8	12	0,3728
Manasaya	pandela	131	39,4	7	0,3726
Manasaya	pandela	117	29	8	0,3661
Manasaya	pandela	133	42,2	9	0,3734
Manasaya	pandela	119	23	6,6	0,3554
Manasaya	pandela	127	21,5	4	0,2525
Manasaya	pandela	108	21,6	3,6	0,2639
Manasaya	pandela	125	45	5	0,2614
Manasaya	pandela	129	35	6	0,2668
Manasaya	pandela	122	40	10	0,265
Manasaya	pisankalla	104	21,2	4	0,2749
Manasaya	pisankalla	122	25,3	8,2	0,253
Manasaya	pisankalla	110	18,4	6	0,2666
Manasaya	pisankalla	99	27	5	0,2819
Manasaya	pisankalla	118,4	24	4	0,2507
Manasaya	pisankalla	111	20,6	7	0,387
Manasaya	pisankalla	108	29	8	0,3697
Manasaya	pisankalla	124	22,4	5	0,3874
Manasaya	pisankalla	105	19,3	9,3	0,3865
Manasaya	pisankalla	95	22	7	0,3991
Manasaya	churi	160	39,8	9	0,4037
Manasaya	churi	161	41	8	0,4251
Manasaya	churi	133	26	8	0,4083
Manasaya	churi	118	21,6	4,5	0,4095
Manasaya	churi	166	46,2	9,2	0,4242
Manasaya	churi	125	33,6	6,9	0,4312
Manasaya	churi	144	26,4	7,4	0,4179
Manasaya	churi	122	30,2	6,6	0,4198
Manasaya	churi	156	29,5	8,5	0,4034
Manasaya	churi	138	40,6	7,9	0,4054
Manasaya	blanca	110	26,4	10,4	0,3508
Manasaya	blanca	107,3	30,4	8,3	0,348
Manasaya	blanca	112	20,3	6	0,3371
Manasaya	blanca	73	27	4,8	0,3652
Manasaya	blanca	77	27	8	0,3511
Manasaya	blanca	71	27,6	5	0,327
Manasaya	blanca	93,5	23,5	6	0,3396
Manasaya	blanca	103	22,4	6,3	0,3742
Manasaya	blanca	99,4	28,5	5,4	0,349
Manasaya	blanca	85,6	25	7	0,335

Lugar	Ecotipo	Altura Planta	Longitud Panoja	Diámetro Panoja	Peso de 100 granos
Ayparavi	pandela	60	17	4	0,2534
Ayparavi	pandela	61	10	5,4	0,2707
Ayparavi	pandela	65	26	4	0,2393
Ayparavi	pandela	60,7	21,2	4,2	0,2491
Ayparavi	pandela	87	21	3,5	0,2619
Ayparavi	pandela	75	18,5	5,9	0,3819
Ayparavi	pandela	85	23,6	4,6	0,3539
Ayparavi	pandela	55	22,6	4,8	0,3497
Ayparavi	pandela	84	19,5	6,7	0,3727
Ayparavi	pandela	74,7	18,5	7,3	0,3901
Ayparavi	pisankalla	41	6	3	0,2466
Ayparavi	pisankalla	60	7	4,3	0,2854
Ayparavi	pisankalla	56	15	2,5	0,2574
Ayparavi	pisankalla	80	22	4,2	0,2473
Ayparavi	pisankalla	82	31	5,5	0,2484
Ayparavi	pisankalla	76,4	23,6	6,4	0,2544
Ayparavi	pisankalla	59,4	18,4	3	0,2859
Ayparavi	pisankalla	85,9	26,5	4,8	0,2658
Ayparavi	pisankalla	83,5	19,3	5,1	0,2275
Ayparavi	pisankalla	52,3	20,4	3	0,3857
Ayparavi	churi	80,3	18,4	6,3	0,2338
Ayparavi	churi	77,4	18,4	5,6	0,2323
Ayparavi	churi	75	26,4	4,6	0,274
Ayparavi	churi	90,4	14,8	5,4	0,2785
Ayparavi	churi	86,4	16,4	4,8	0,2228
Ayparavi	churi	75,3	22,7	7,5	0,2756
Ayparavi	churi	84,8	17,9	4,6	0,2763
Ayparavi	churi	79,9	23,6	5,7	0,2746
Ayparavi	churi	83,6	24,4	6,8	0
Ayparavi	churi	68,8	28,4	8,4	0
Ayparavi	blanca	78	26	4,5	0,4034
Ayparavi	blanca	77,3	20	4,2	0,3566
Ayparavi	blanca	72,5	12	3,5	0,3967
Ayparavi	blanca	80	30	9,8	0,3998
Ayparavi	blanca	60,8	17,6	3,5	0,3855
Ayparavi	blanca	58,4	21,1	5,1	0,2746
Ayparavi	blanca	63,2	20,3	4,6	0,2747
Ayparavi	blanca	69,6	16,4	4,8	0,2464
Ayparavi	blanca	86,4	25,3	6,3	0,2456
Ayparavi	blanca	74,8	28,4	6,8	0,2543

Lugar	Ecotipo	Altura Planta	Longitud Panoja	Diámetro Panoja	Peso de 100 granos
Aransaya	pandela	82	35,2	3,5	0,1867
Aransaya	pandela	75	4	2,8	0,1979
Aransaya	pandela	70	24,2	6,8	0,2036
Aransaya	pandela	88	8	4,2	0,2037
Aransaya	pandela	72,3	18	4	0,2089
Aransaya	pandela	60,45	23	4	0,1878
Aransaya	pandela	65,5	15,4	5,4	0,1853
Aransaya	pandela	47,8	12,5	3	0,185
Aransaya	pandela	46,5	11,2	3,66	0,2021
Aransaya	pandela	55,8	16,77	5,3	0,1985
Aransaya	pisankalla	61	22,3	3,8	0,1797
Aransaya	pisankalla	50	16,6	4	0,181
Aransaya	pisankalla	48	18	3,5	0,1775
Aransaya	pisankalla	55	20,6	3,1	0,183
Aransaya	pisankalla	45	19,7	3,8	0,1949
Aransaya	pisankalla	50,3	15,4	4	0
Aransaya	pisankalla	51,8	19,4	3,6	0
Aransaya	pisankalla	55,3	18,4	4,7	0
Aransaya	pisankalla	46,4	22,5	5,6	0
Aransaya	pisankalla	49,5	21,4	5,3	0
Aransaya	churi	60,3	17,3	4,7	0,223
Aransaya	churi	45,3	18,4	3,4	0,2283
Aransaya	churi	55,3	16,3	3,8	0,2105
Aransaya	churi	59,3	19,3	4,9	0
Aransaya	churi	60,3	20,4	4,7	0
Aransaya	churi	58,3	21,3	4,2	0
Aransaya	churi	58,3	16,3	3,8	0
Aransaya	churi	52,3	14,2	4,5	0
Aransaya	churi	55,6	17,3	4,1	0
Aransaya	churi	48,5	13,3	3,2	0
Aransaya	blanca	61	26	6	0,165
Aransaya	blanca	39	6,4	3	0,1498
Aransaya	blanca	56	11,8	4,2	0,1665
Aransaya	blanca	37	11	2,5	0,1576
Aransaya	blanca	42	18,2	4,2	0,1483
Aransaya	blanca	41,2	14,2	3,8	0,2284
Aransaya	blanca	49	16,5	3,5	0,2234
Aransaya	blanca	39,8	20,1	3,8	0,2161
Aransaya	blanca	32,5	17,5	4,2	0,2364
Aransaya	blanca	58,3	21,3	3,5	0,2325

Lugar	Ecotipo	Altura Planta	Longitud Panoja	Diámetro Panoja	Peso de 100 granos
Wistrullani	pandela	57,3	35,2	3,5	0,2832
Wistrullani	pandela	58,4	4	2,8	0,2795
Wistrullani	pandela	54,3	24,2	6,8	0,2878
Wistrullani	pandela	47,5	8	3,5	0,275
Wistrullani	pandela	60,3	18	4	0,2589
Wistrullani	pandela	43,2	11,2	2,5	0
Wistrullani	pandela	48,5	16,77	5,4	0
Wistrullani	pandela	52,5	16,4	4,5	0
Wistrullani	pandela	48,6	18,5	4,2	0
Wistrullani	pandela	60,3	25,6	5,7	0
Wistrullani	pisankalla	45,7	15,3	3,3	0,2655
Wistrullani	pisankalla	50,4	14,3	3,8	0,2576
Wistrullani	pisankalla	41,2	14,3	2,8	0,2456
Wistrullani	pisankalla	40,3	17,4	3,6	0,2663
Wistrullani	pisankalla	48,3	16,3	4,1	0,2614
Wistrullani	pisankalla	50,3	16,4	4,3	0
Wistrullani	pisankalla	47,5	18,4	3,8	0
Wistrullani	pisankalla	48,4	21,2	2,6	0
Wistrullani	pisankalla	51,2	15,3	3,1	0
Wistrullani	pisankalla	43,5	17,3	2,5	0
Wistrullani	churi	63,2	17,2	5,2	0,2454
Wistrullani	churi	55,3	20,4	4,5	0,2497
Wistrullani	churi	43,5	15,3	3,7	0,2422
Wistrullani	churi	48,4	17,4	3,5	0,2422
Wistrullani	churi	53,4	20,1	5,3	0,2359
Wistrullani	churi	59,5	16,7	3,5	0
Wistrullani	churi	43,2	15,3	4	0
Wistrullani	churi	55,3	19,4	3,4	0
Wistrullani	churi	48,4	23,2	5,3	0
Wistrullani	churi	55,3	15,3	3,2	0
Wistrullani	blanca	57,3	14,4	3,2	0,3265
Wistrullani	blanca	45,3	14,2	3,7	0,3168
Wistrullani	blanca	60,3	20,4	4,8	0,3732
Wistrullani	blanca	56,9	18,4	4,3	0,3251
Wistrullani	blanca	58,5	23,5	5,3	0,2359
Wistrullani	blanca	69,7	17,4	3,9	0
Wistrullani	blanca	49,5	15,3	3,8	0
Wistrullani	blanca	47,5	16,8	3,6	0
Wistrullani	blanca	55,9	17,9	4,1	0
Wistrullani	blanca	43,4	13,4	3,1	0

Anexo 2. Resultados de los Análisis de Laboratorio
Anexo 2.1 Análisis de parámetros físicos de los suelos

Lugar	Puntos de muestreo	% A	% L	% Y	Tipo de suelo	CC	PMP	CR-H2O	Dr gr/cm3	Da gr/cm3	Po
Aransaya	Punto 0	58	31	11	franco	14,13	7,25	6,88	2,5	1,3	48
Aransaya	Punto 1	72	16	12	Arenoso franco	12,63	6,31	6,32	2,48	1,33	46
Manasaya	Punto 2	70	17	13	franco arenoso	13,06	6,59	6,47	2,5	1,4	44
Manasaya	Punto 3	90	8	2	arenoso	7,02	2,79	4,23	2,6	1,52	42
Ayparavi	Punto 4	93	6	1	Arenoso	6,21	2,28	3,93	2,68	1,56	42
Ayparavi	Punto 5	98	1	1	Arenoso	5,91	1,9	4,01	2,61	1,56	40
Ayparavi	Punto 6	14	71	15	Franco limoso	21,64	11,98	9,66	2,56	1,32	48
Ayparavi	Punto 7	87	11	1	Arenoso	7,14	2,87	4,27	2,57	1,54	40
Manasaya	Punto 8	91	6	3	franco arenoso	10,21	4,79	5,42	2,67	1,57	41
Wistrullani	Punto 9	56	26	18	franco arenoso	16,76	8,91	7,85	2,51	1,47	41
Aransaya	Punto 10	78	21	1	Arenoso franco	8,43	3,68	4,75	2,4	1,43	40
Aransaya	Punto 11	70	18	12	Arenoso franco	12,91	6,49	6,42	2,46	1,24	50
Aransaya	Punto 12	55	28	17	franco arenoso	16,58	8,8	7,78	2,53	1,48	42
Aransaya	Punto 13	80	11	9	Arenoso franco	10,56	5,02	5,54	2,42	1,35	44
Wistrullani	Punto 14	83	14	3	franco arenoso	8,2	3,53	4,67	2,55	1,47	42
Manasaya	Punto 15	40	54	6	franco limoso	15,1	7,87	7,23	2,46	1,32	46
Ayparavi	Punto 16	31	53	16	Franco limoso	19,6	10,69	8,9	2,55	1,34	47
Manasaya	Punto 17	40	54	6	franco limoso	15,02	7,82	7,2	2,57	1,31	49
Manasaya	Punto 18	22	69	10	franco limoso	18,88	10,24	8,64	2,5	1,32	47
Wistrullani	Punto 19	44	24	32	Franco arcilloso	22,88	12,76	10,08	2,45	1,35	45
Aransaya	Punto 20	80	14	6	franco arenoso	9,72	4,49	5,23	2,61	1,53	41
Aransaya	Punto 21	71	21	8	franco arenoso	11,53	5,63	5,9	2,59	1,51	42
Manasaya	Punto 23	26	48	26	franco limoso	23,45	13,12	10,33	2,58	1,49	42

Anexo 2.2 Análisis de parámetros químicos de los suelos

Lugar	Puntos de muestreo	pH	CE (dS/m)	Mo %	N total %	K Disponible	P meq/100g	Cationes solubles me/lt			RAS %
								Ca ++	Mg++	Na+	
Aransaya	Punto 0	7,91	8,5	2,83							
Aransaya	Punto 1	8,80	4,5	1,52	0,083	1,64	3,9	8,5	5,5	543,48	205,4
Manasaya	Punto 2	8,06	1,4	1,17							
Manasaya	Punto 3	9,49	0,6	0,42							
Ayparavi	Punto 4	9,30	0,4	Tr	0	1,45	3,4	1	0,5	11,74	13,6
Ayparavi	Punto 5	8,30	2,2	0,97							
Ayparavi	Punto 6	8,50	9,3	2,25	0,118	1,64	4,3	27,5	19	478,26	99,2
Ayparavi	Punto 7	8,50	0,4	0,54							
Manasaya	Punto 8	8,58	3,1	0,95							
Wistrullani	Punto 9	8,70	8,1	2,74	0,152	1,64	8,9	11	14	532,61	150,6
Aransaya	Punto 10	8,57	1,4	1,45							
Aransaya	Punto 11	8,20	13,6	1,4	0,082	1,59	5,2	40	180	891,3	124,8
Aransaya	Punto 12	8,30	31,2	0,79	0,046	1,45	6,1	90	66	2065,22	233,8
Aransaya	Punto 13	8,60	16,9	2,61	0,145	4,8	1,54	15	46	1413,04	255,9
Wistrullani	Punto 14	7,96	10,9	3,72							
Manasaya	Punto 15	8,38	17,4	3,06							
Ayparavi	Punto 16	8,30	36,1	0,06	0,004	1,59	5	40	180	2891,3	275,7
Manasaya	Punto 17	8,20	26,6	0,78							
Manasaya	Punto 18	8,30	34,3	0,35							
Wistrullani	Punto 19	8,30	39,2	2,49	0,138	1,54	16,8	45	81	1956,52	246,5
Aransaya	Punto 20	8,26	50,2	0,88							
Aransaya	Punto 21	8,28	41,5	1,26							
Manasaya	Punto 23	7,95	72,15	2,34				39	222	3000	262,6

Anexo 2.3 Análisis de parámetros microbiológicos de los suelos

Lugar	Puntos de muestreo	Hongos	Bacterias	IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS	
		UFC/ gr de S.	UFC/gr de S.	Bacillus/gr de suelo	Micorriza/100 gr
Aransaya	Punto 0	0	7,368		
Aransaya	Punto 1	0	1.048 x 10 ⁵	6.3 x 10 ²	179
Manasaya	Punto 2	2,322	7,269		
Manasaya	Punto 3	0	7,297		
Ayparavi	Punto 4	0	7.18 x 10 ⁴	3.8 x 10 ²	94
Ayparavi	Punto 5	2,69	7,106		
Ayparavi	Punto 6	0	1.219 x 10 ⁵	8 x 10	2890
Ayparavi	Punto 7	0	4,832		
Manasaya	Punto 8	3,295	6,497		
Wistrullani	Punto 9	9 x 10 ²	1.016 x 10 ⁵	5.7 x 10 ²	3000
Aransaya	Punto 10	4,359	7,368		
Aransaya	Punto 11	0	1.66 x 10 ⁴	1 x 10	639
Aransaya	Punto 12	0	1 x 10 ²	0	42
Aransaya	Punto 13	0	3.6 x 10 ⁴	7 x 10	64
Wistrullani	Punto 14	3,937	6,105		
Manasaya	Punto 15	0	7,197		
Ayparavi	Punto 16	0	4 x 10 ²	0	687
Manasaya	Punto 17	0	5,66		
Manasaya	Punto 18	0	0		
Wistrullani	Punto 19	0	3.21 x 10 ⁴	8 x10	93
Aransaya	Punto 20	0	7,064		
Aransaya	Punto 21	0	0		
Manasaya	Punto 23	0	6,255	1.6 x 10 ²	78

Anexo 2.4 Análisis físico de los suelos agrícolas con lameo y sin lameo

Lugar	Puntos de muestreo	% A	% L	% Y	Tipo de suelo	CC	PMP	CRA	Dr (gr/cm3)	Da (gr/cm3)	% Po
wistrullani	P 1 - C/L	53	43	4	franco arenoso	12,66	6,33	6,33	2,54	1,43	43,7
wistrullani	P 2 - C/L	53,04	29,94	17,02	franco	16,86	8,97	7,89	2,45	1,29	47,35
wistrullani	P 3 - C/L	71,77	19,47	8,76	franco arenoso	11,63	5,69	5,94	2,51	1,47	41,43
wistrullani	P 1 - S/L	62	35	3	franco arenoso	11,26	5,46	5,8	2,51	1,48	41,04
wistrullani	P 2 - S/L	60,89	30,24	8,87	franco arenoso	13,18	6,66	6,52	2,59	1,41	45,56
wistrullani	P 3 - S/L	92,57	6,07	1,36	Arena	6,38	2,39	4,02	2,53	1,57	37,94
wistrullani	P 4 - S/L	64	29,28	6,72	franco arenoso	12,06	5,96	6,1	2,54	1,49	41,33
Manasaya	P 1 - S/L	66	30	4	franco arenoso	10,79	5,16	5,63	2,57	1,4	45,52
Manasaya	P 3 - S/L	49	34	17	franco	17,56	9,42	8,14	2,45	1,35	44,89
Manasaya	P 4 - S/L	55	30	15	franco	15,92	8,38	7,54	2,53	1,42	43,87
Manasaya	P 1 - C/L	67	26	7	franco arenoso	11,75	5,76	5,99	2,56	1,43	44,14
Manasaya	P 3 - C/L	43	36	20	franco limoso	19,31	10,51	8,8	2,39	1,29	46,03
Manasaya	P 4 - C/L	48	30	22	franco	19,21	10,45	8,76	2,52	1,45	42,46
Manasaya	P 5 - C/L	53,46	36,25	10,29	franco	14,66	7,59	7,07	2,45	1,29	47,34
Ayparavi	P 1 - S/L	70,83	25,65	3,52	franco arenoso	10,09	4,72	5,37	2,58	1,43	44,57
Ayparavi	P 2 - S/L	66	31	3	franco arenoso	10,48	4,97	5,51	2,52	1,39	44,84
Ayparavi	P 3 - S/L	62	37	1	franco arenoso	10,42	4,93	5,49	2,55	1,52	40,39
Ayparavi	P 4 - S/L	72	26	2	franco arenoso	9,57	4,39	4,27	2,47	1,42	42,51
		67	28	5	franco arenoso	11,03	5,31	5,72	2,52	1,5	41,17
Aransaya	P C/L	82	17	1	arenoso franco	7,62	3,17	4,45	2,52	1,42	43,65
Aransaya	P 1 - S/L	74	24	3	arenoso franco	9,35	4,25	5,1	2,58	1,42	44,96
Aransaya	P 2 - S/L	72	26	2	arenoso franco	10	4	5	2,63	1,51	42,58
Aransaya	P 3 - S/L	82	12	5	arenoso franco	9	4	5	2,59	1,49	42,47
Aransaya	P 4 - S/L	76,31	20,83	2,86	arenoso franco	9,12	4,11	5,01	2,62	1,53	41,6

Anexo 2.5 Análisis químico de los suelos agrícolas con lameo y sin lameo

Lugar	M.S.	pH	CE (dS/m)	Mo	N total %	K disponible	P (meq/100gr de suelo)
wistrullani	P 1 - C/L	8,32	9,2	0,31	0,093	1,45	9,2
wistrullani	P 2 - C/L	8,61	2,2	2,35			
wistrullani	P 3 - C/L	8,2	2,4	0,41			
wistrullani	P 1 - S/L	8,08	17,0	0,83	0	1,54	22,6
wistrullani	P 2 - S/L	7,91	55,2	2,78			
wistrullani	P3 - S/L	8,81	6,5	0,87			
wistrullani	P4 - S/L	8,55	46,2	1,32			
Manasaya	P 1 - S/L	7,85	6,2	1,76	0,092	1,45	7,3
Manasaya	P 3 - S/L	8,68	2,3	0,91	0,054	1,54	35
Manasaya	P 4 - S/L	8,75	3,2	0,84			
Manasaya	P 1 - C/L	8,18	0,8	2,36			
Manasaya	P 3 - C/L	8,49	1,9	1,88	0,102	1,45	16,1
Manasaya	P 4 - C/L	8,21	1,4	0,63			
Manasaya	P 5 - C/L	7,88	1,8	2,77			
Ayparavi	P 1 - S/L	8,01	6,9	0,74			
Ayparavi	P 2 - S/L	7,66	7,9	0,72	0,083	1,08	4,6
Ayparavi	P 3 - S/L	8,08	10,9	0,72			
Ayparavi	P 4 - S/L	7,85	8,7	0,53			
		7,99	1,0	0,21	0,034	1,08	4,3
Aransaya	P C/L	8,06	1,6	0,34	0,037	0,68	17,1
Aransaya	P 1 - S/L	9,88	2,4	0,52			
Aransaya	P 2 - S/L	9,2	4,6	0,27			
Aransaya	P 3 - S/L	9,04	4,6	1,71			
Aransaya	P 4 - S/L	9,23	5,6	0,91			

Anexo 2.6 Análisis de la Actividad microbológica de suelos

No	CODIGO	INCUBACIÓN		TITULACIÓN		VOL. GASTO HCl			mg CO ₂ /100g	mg CO ₂ /Hr
		fecha	Hora	Fecha	Hora	Inicio	Final	Fi- In		
1	P13 Aransaya	24/10/2019	15:00	02/11/2019	9:00	0	4,4	4,4	20,90	0,10
2	Aransaya sin lameo	24/10/2019	15:05	02/11/2019	9:03	4,5	9,4	4,9	9,90	0,05
3	Manasaya sin Lameo	24/10/2019	15:10	02/11/2019	9:06	9,5	13,5	4	29,70	0,14
4	Aransaya con lameo	24/10/2019	15:15	02/11/2019	9:09	14,1	18	3,9	31,90	0,15
5	P11 Aransaya	24/10/2019	15:20	02/11/2019	9:12	19,3	24,5	5,2	3,30	0,02
6	P19 Wistrullani	24/10/2019	15:25	02/11/2019	9:15	0,6	4,3	3,7	36,30	0,17
7	Ayparavi con lameo	24/10/2019	15:30	02/11/2019	9:18	5,8	9	3,2	47,30	0,23
8	Wistrullani sin lameo	24/10/2019	15:35	02/11/2019	9:21	5,2	9,5	4,3	23,10	0,11
9	P16 Ayparavi	24/10/2019	15:40	02/11/2019	9:24	9,2	14,5	5,3	117,70	0,56
10	Wistrullani con lameo	24/10/2019	15:45	02/11/2019	9:27	0	4,2	4,2	25,30	0,12
11	P1 Aransaya	24/10/2019	15:50	02/11/2019	9:30	6,4	11,2	4,8	12,10	0,06
12	P6 Ayparavi	24/10/2019	15:55	02/11/2019	9:33	12,3	16,1	3,8	34,10	0,16
13	P23 Manasaya	24/10/2019	16:00	02/11/2019	9:36	18	23,2	5,2	3,30	0,02
14	P4 Ayparavi	24/10/2019	16:05	02/11/2019	9:39	0	4,4	4,4	20,90	0,10
15	P12 Aransaya	24/10/2019	16:10	02/11/2019	9:42	4,6	9,6	5	7,70	0,04
16	P9 Wistrullani	24/10/2019	16:15	02/11/2019	9:45	9,6	13,1	3,5	40,70	0,19
17	Ayparavi sin lameo	24/10/2019	16:20	02/11/2019	9:48	13,6	18,7	5,1	5,50	0,03
18	Manasaya con Lameo	24/10/2019	16:25	02/11/2019	9:51	18,8	23,1	4,3	23,10	0,11

Anexo 3. Análisis Descriptivo Univariado y Multivariado
Análisis tendencia central, dispersión, inferencia basada en una muestra (t Studen)

Análisis de MO: wistrullani con y sin lameo

Medidas resumen

Lugar	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
wistrullani_CL	Mo	3	1.02	1.15	0.31	2.35
wistrullani_SL	Mo	4	1.45	0.91	0.83	2.78

Prueba T para muestras Independientes

Variable:Mo - Clasific:Lugar - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	wistrullani_CL	wistrullani_SL
n	3	4
Media	1.02	1.45
pHomVar	0.6788	
T	-0.55	
gl	5	
p-valor	0.6058	

Análisis de MO: Manasaya con y sin lameo

Medidas resumen

Lugar	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Manasaya_CL	Mo	4	2.66	2.00	0.63	5.36
Manasaya_SL	Mo	3	1.17	0.51	0.84	1.76

Prueba T para muestras Independientes

Variable:Mo - Clasific:Lugar - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Manasaya_CL	Manasaya_SL
n	4	3
Media	2.66	1.17
pHomVar	0.1240	
T	1.23	
gl	5	
p-valor	0.2730	

Análisis de clasificación Multivariado “Clúster”

Considerando ambos sitios y considerando las variables MO, Da, Dr, CC, PMP, CRA, pH, CE,

Realizando un análisis de clasificación con las variables consideradas en la investigación Wistrullani con lameo conforma un solo grupo con Manasaya sin lameo.

Para el caso de Ayparavi sin lameo la materia orgánica se encuentra en un promedio de 0,68% con un valor máximo de 0,74% y mínimo de 0,53%

Medidas resumen

Lugar	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Ayparavi	MO	4	0.68	0.10	0.53	0.74

Para el caso de Aransaya sin lameo la materia orgánica se encuentra en un promedio de 0,75% con un valor máximo de 1,71% y mínimo de 0,27%

Medidas resumen

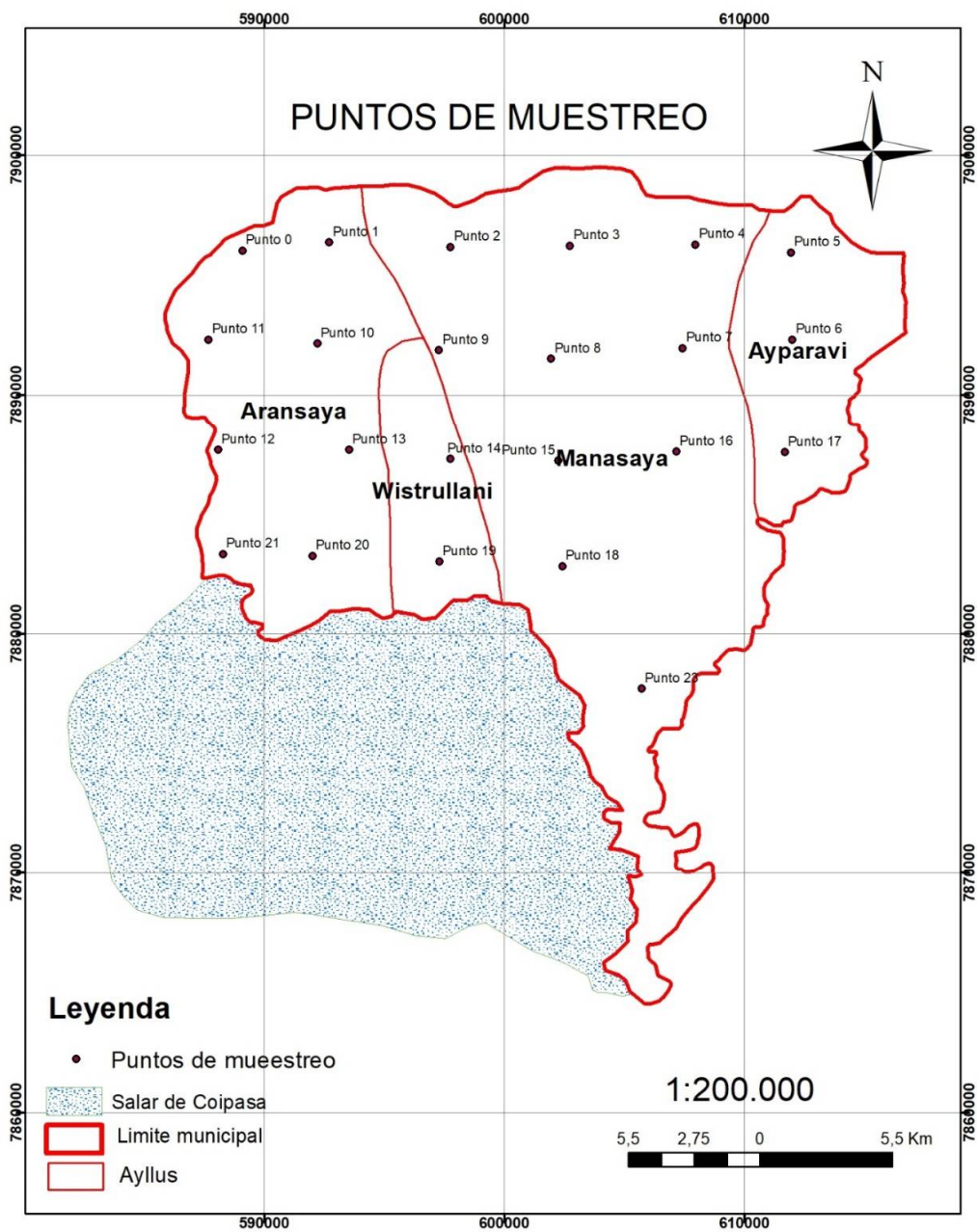
Lugar	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Aransaya	SL MO	5	0.75	0.59	0.27	1.71

Prueba T para muestras Independientes

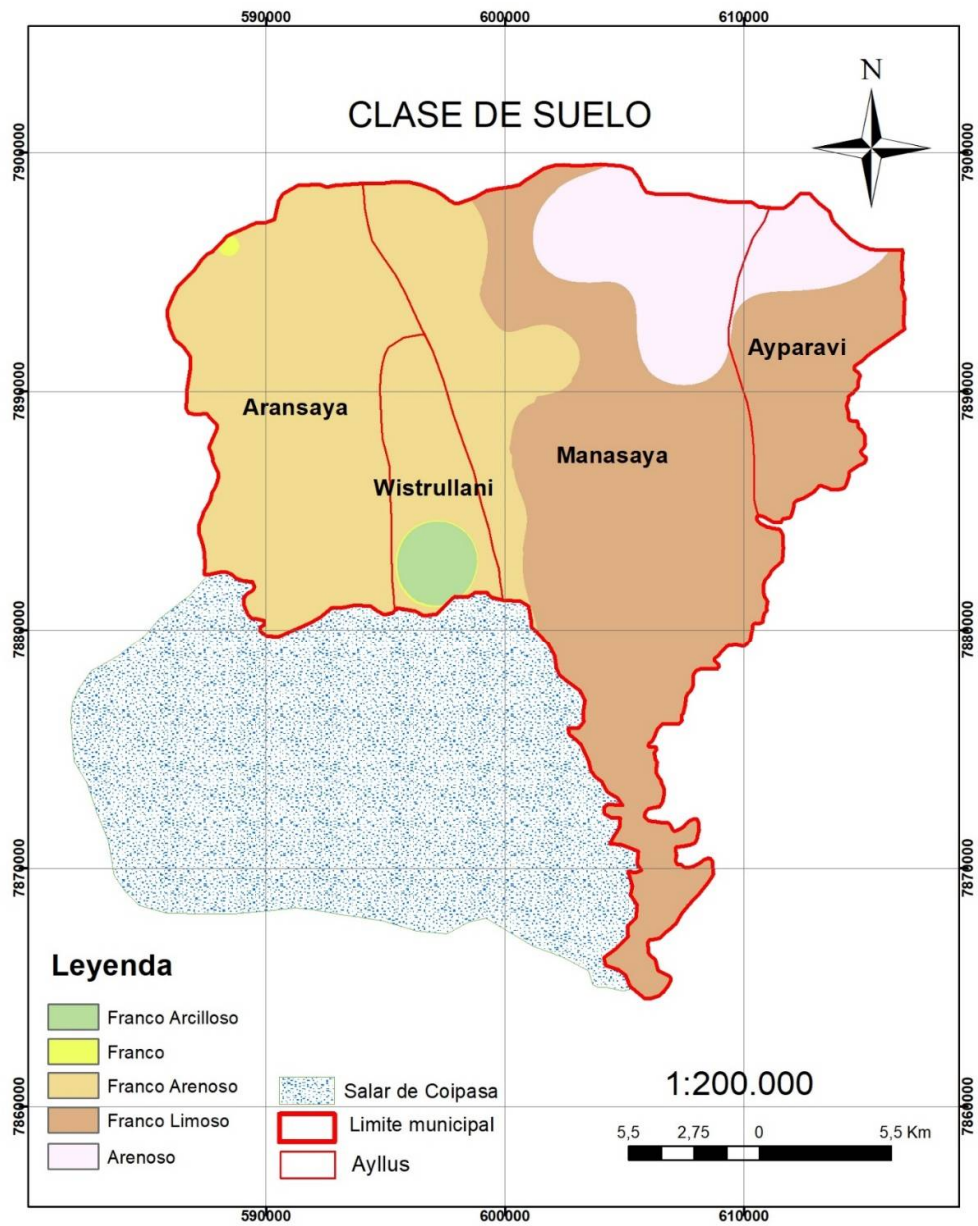
Variable:MO - Clasific:Lugares - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Aransaya_SL	Ayparavi_SL
n	4	4
Media	0.85	0.68
Media(1)-Media(2)	0.18	
pHomVar	0.0126	
T	0.55	
<u>p-valor</u>	<u>0.6210</u>	

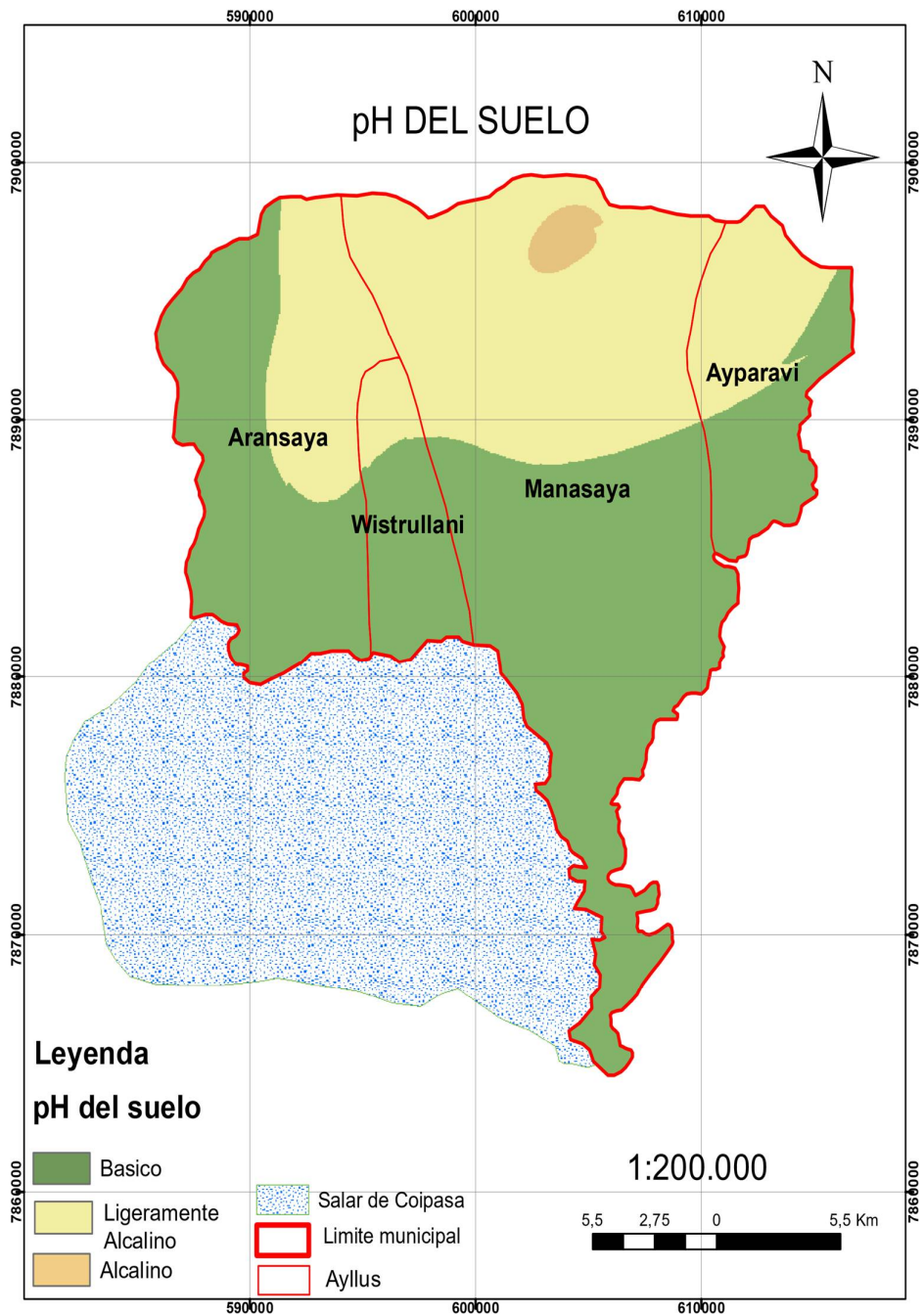
Anexo 4. Nación Uru Chipaya puntos de muestreo



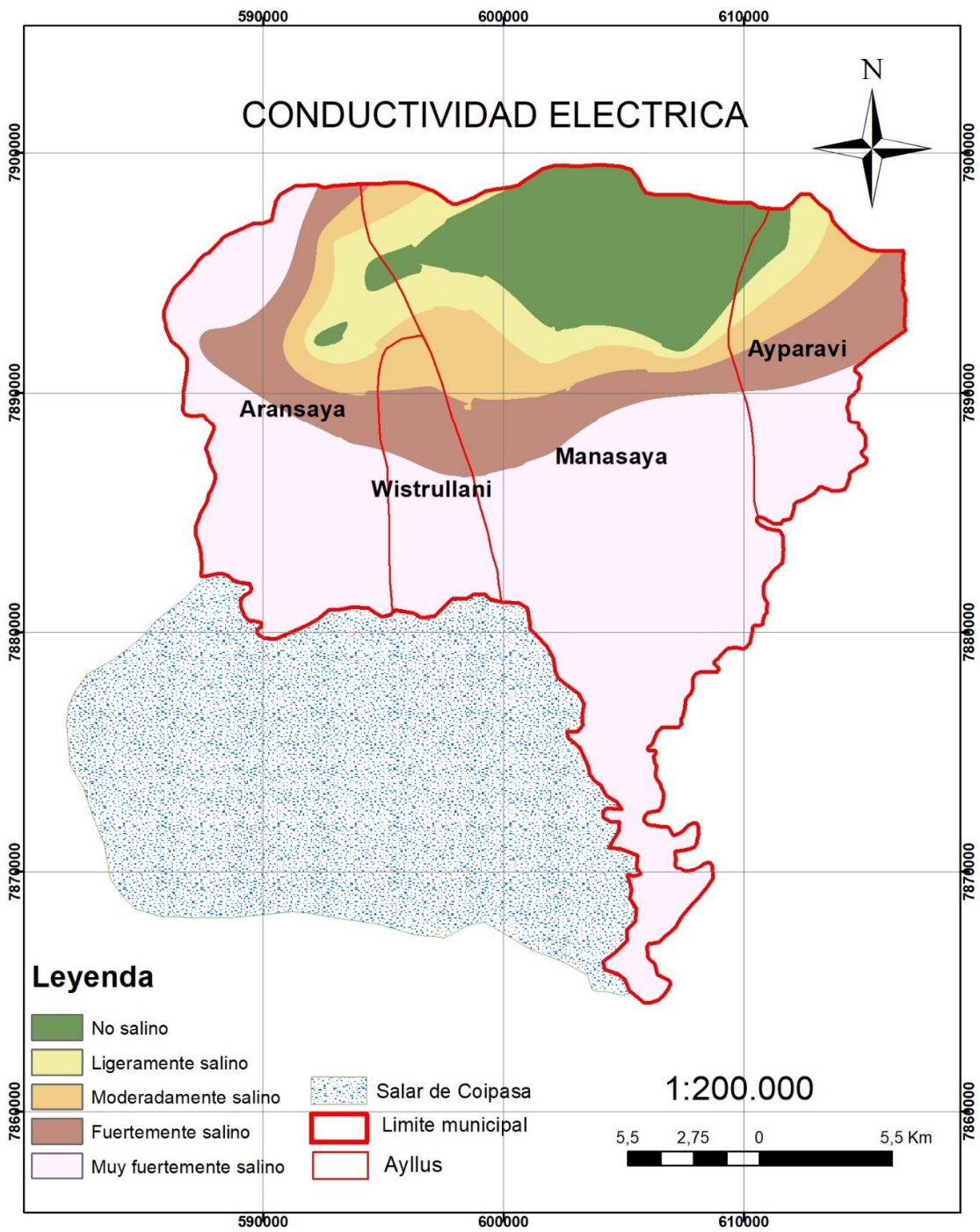
anexo 5. Textura de suelos Nación Uru Chipaya



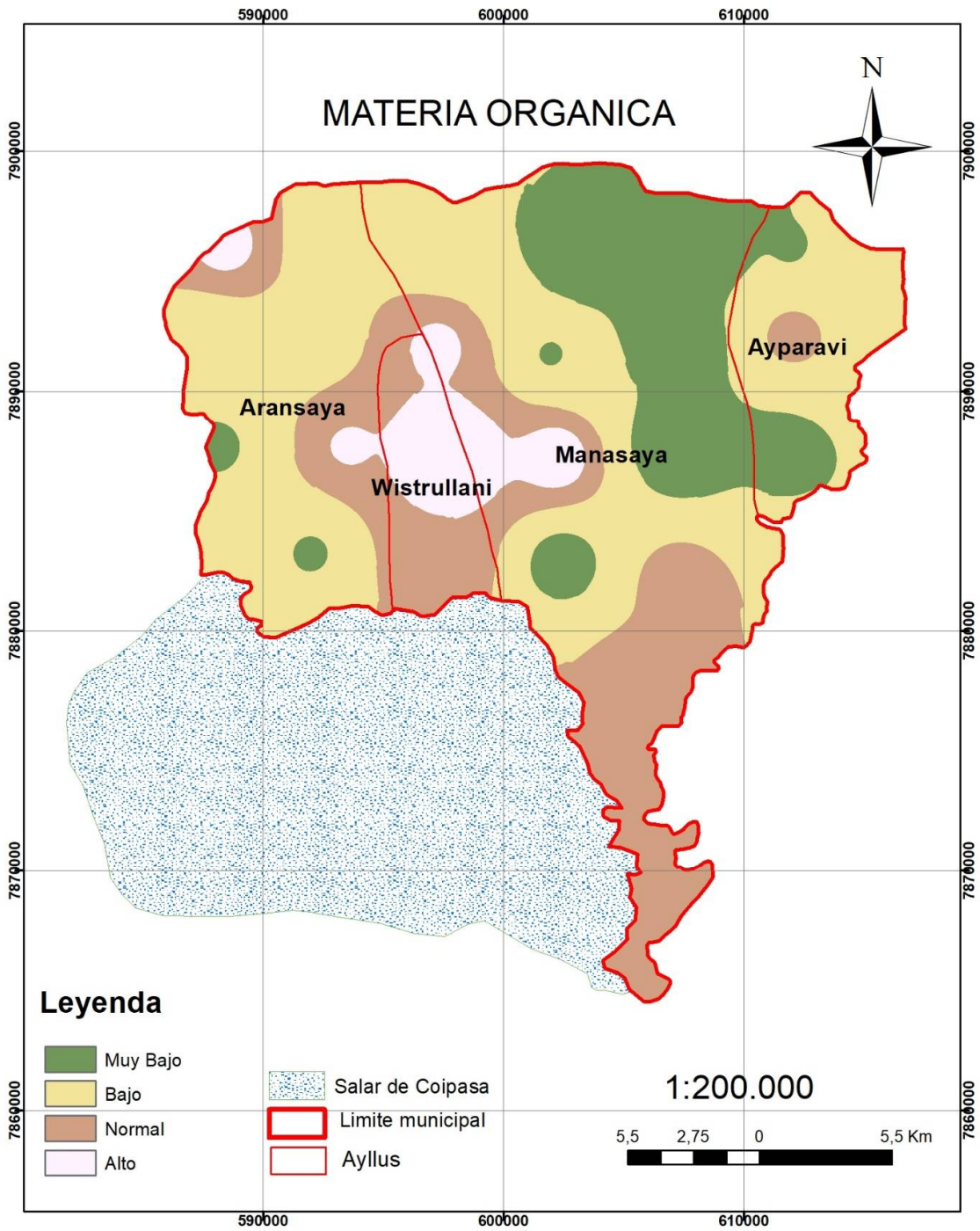
Anexo 6. pH del suelo Nación Uru Chipaya



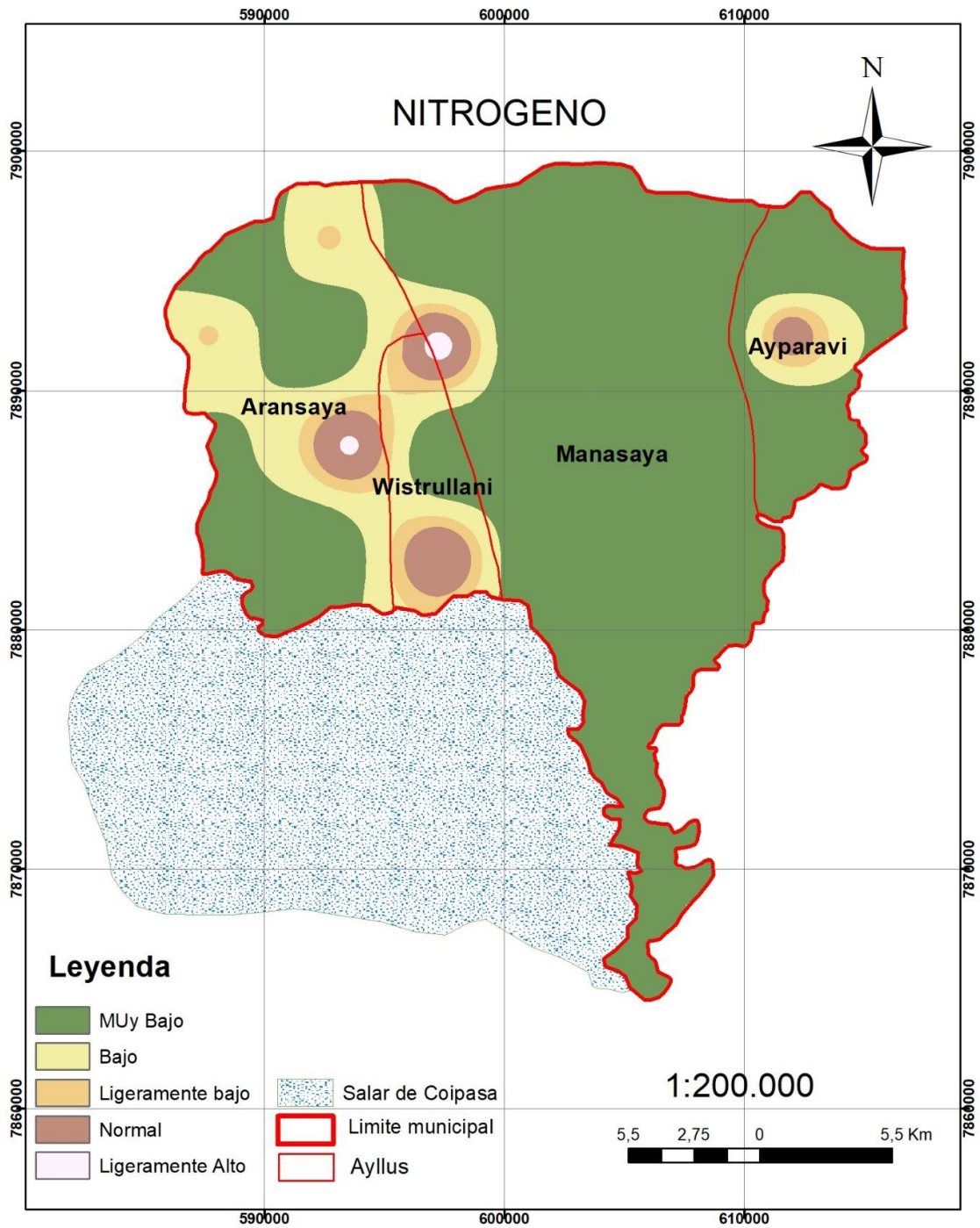
Anexo 7. Presencia de salinidad Nación Uru Chipaya



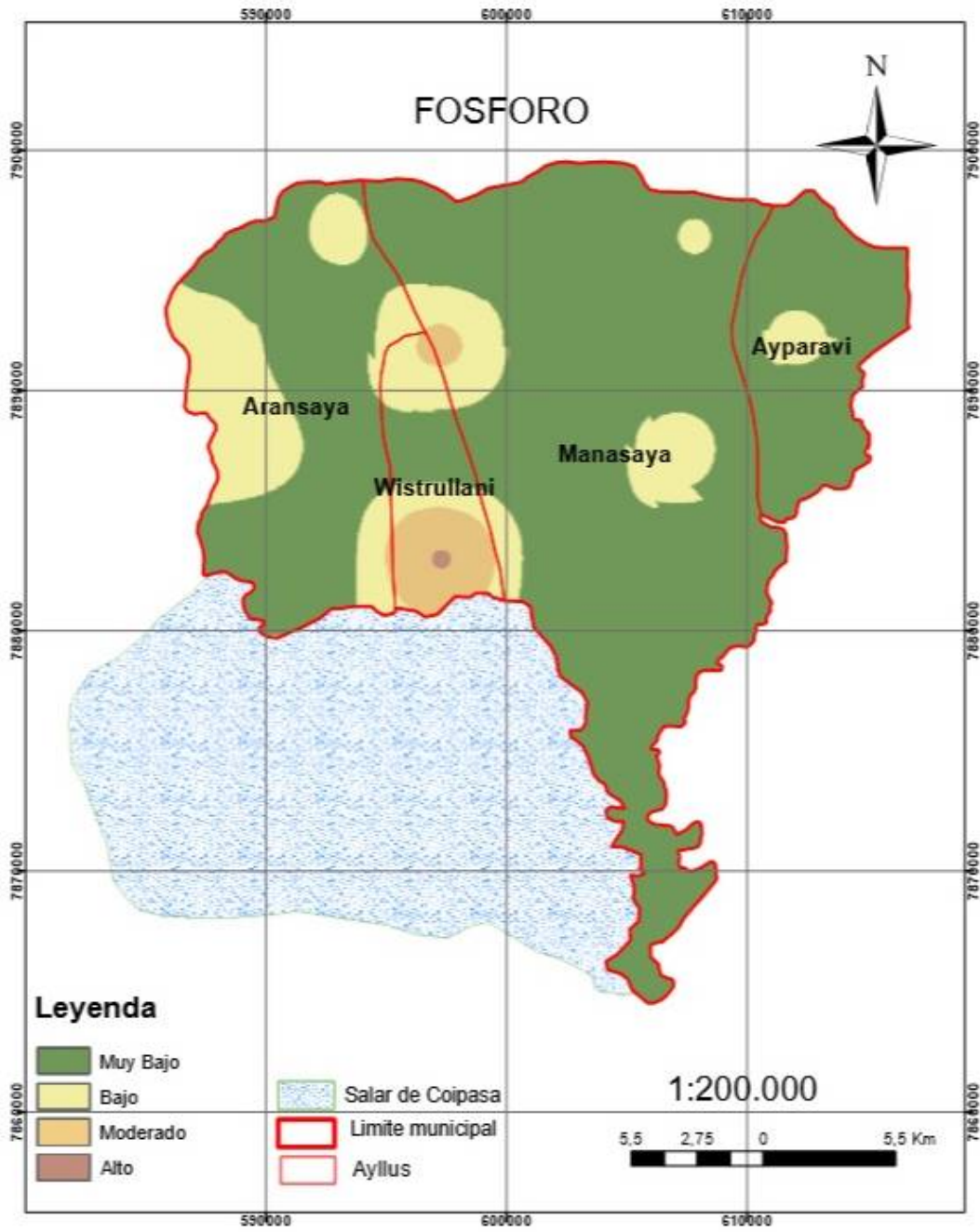
Anexo 8. Presencia de materia orgánica Nación Uru Chipaya



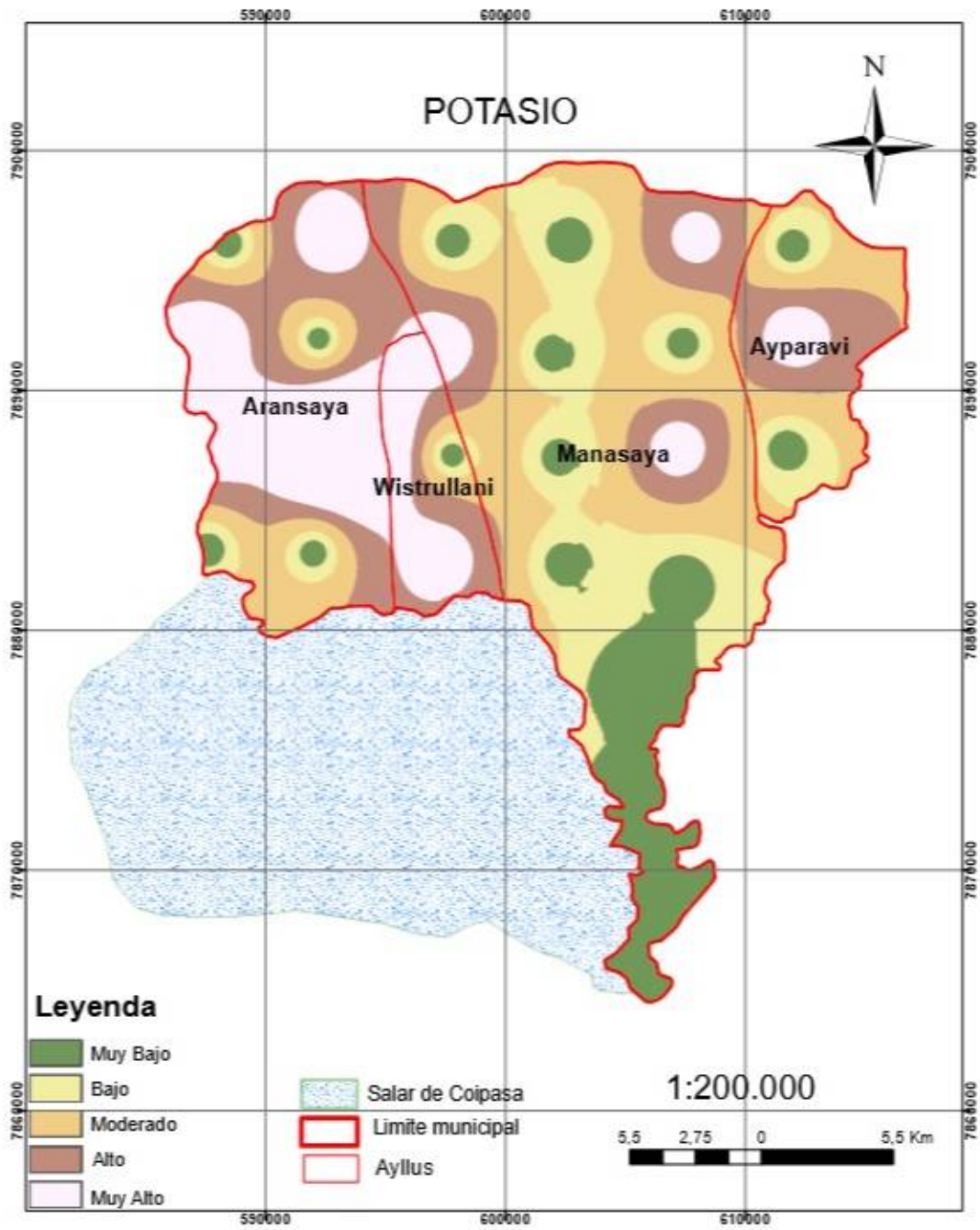
Anexo 9. Porcentaje de nitrógeno, Nación Uru Chipaya



Anexo 10. **Presencia del elemento de fosforo (P), Nación Uru Chipaya**



Anexo 11. Presencia del elemento de potasio (Na), Nación Uru Chipaya





ANALISIS BIOLÓGICO DE SUELOS

PROCEDENCIA: Departamento: ORURO
Provincia: CERCADO
Municipio: CHIPAYA
FCAN – U.T.O.

FECHA DE RECEPCION: 20 / AG / 19
FECHA DE ENTREGA: 2 / SEP / 19

DESCRIPCION: MUESTRA DE SUELO

Punto N°	Hongos	Bacterias	Unidades	Metodo
0	0	7,368	UFC/gr suelo	Recuento en placas
1	0	5,318	UFC/gr suelo	Recuento en placas
2	2,322	7,269	UFC/gr suelo	Recuento en placas
3	0	7,297	UFC/gr suelo	Recuento en placas
4	0	4,778	UFC/gr suelo	Recuento en placas
5	2,69	7,106	UFC/gr suelo	Recuento en placas
6	0	7,651	UFC/gr suelo	Recuento en placas
7	0	4,832	UFC/gr suelo	Recuento en placas
8	3,295	6,497	UFC/gr suelo	Recuento en placas
9	3,222	5,763	UFC/gr suelo	Recuento en placas
10	4,359	7,368	UFC/gr suelo	Recuento en placas
11	0	7,255	UFC/gr suelo	Recuento en placas
12	0	0	UFC/gr suelo	Recuento en placas
13	0	8,017	UFC/gr suelo	Recuento en placas
14	3,937	6,105	UFC/gr suelo	Recuento en placas
15	0	7.197	UFC/gr suelo	Recuento en placas
16	0	6.279	UFC/gr suelo	Recuento en placas
17	0	5,66	UFC/gr suelo	Recuento en placas
19	0	6,409	UFC/gr suelo	Recuento en placas
20	0	7.064	UFC/gr suelo	Recuento en placas
21	0	0	UFC/gr suelo	Recuento en placas
23	0	6,255	UFC/gr suelo	Recuento en placas

OBSERVACIONES.- UFC (unidades formadoras de colonias) se postula que cada colonia proviene de una sola célula y teniendo en cuenta la suspensión – dilución sembrada se calcula el N° de unidades formadoras de colonias por cada gramo de muestra de suelo.


Univ. Gladiz Quispe Choque



ANÁLISIS FÍSICO DE SUELO

Proyecto: Conocer las Prácticas Agrícolas y Técnicas Ancestrales del Cultivo de la Quinua y la Cañahua

Procedencia: Municipio de Chipaya

Fecha evaluación: 3 de septiembre de 2019

Lugar	Puntos de muestreo	% A	% L	% Y	Tipo de suelo	CC	PMP	CR-H2O	Dr gr/cm3	Da gr/cm3	Po	pH	CE (dS/m)	Mo %
Aransaya	Punto 0	58	31	11	franco	14,13	7,25	6,88	2,5	1,3	48	7,91	8,5	2,83
Aransaya	Punto 1					12,63	6,31	6,32	2,48		46			1,52
Manasaya	Punto 2	70	17	13	franco arenoso	13,06	6,59	6,47	2,5	1,4	44	8,06	1,4	1,17
Manasaya	Punto 3	90	8		arenoso	7,02	2,79	4,23	2,6	1,52	42	9,49	0,6	0,42
						6,21	2,28	3,93	2,68		42			Tr
Ayparavi	Punto 5	98	1	1	Arenoso	5,91	1,9	4,01	2,61	1,56	40	8,30	2,2	0,97
Ayparavi	Punto 6					21,64	11,98	9,66	2,56		48			
Ayparavi	Punto 7	87	11		Arenoso	7,14	2,87	4,27	2,57	1,54	40	8,50	0,4	0,54
Manasaya	Punto 8	91	6	3	franco arenoso	10,21	4,79	5,42	2,67	1,57	41	8,58	3,1	0,95
Wistrullani	Punto 9					16,76	8,91	7,85	2,51	1,47	41			
Aransaya	Punto 10	78	21	1	Arenoso franco	8,43	3,68	4,75	2,4	1,43	40	8,57	1,4	1,45
Aransaya	Punto 11					12,91	6,49	6,42	2,46		50			
Aransaya	Punto 12					16,58	8,8	7,78	2,53	1,48	42			
Aransaya	Punto 13					10,56	5,02	5,54	2,42		44			
Wistrullani	Punto 14	83	14	3	franco arenoso	8,2	3,53	4,67	2,55	1,47	42	7,96	10,9	3,72
Manasaya	Punto 15	40	54	6	franco limoso	15,1	7,87	7,23	2,46	1,32	46	8,38	17,4	3,06
Ayparavi	Punto 16					19,6	10,69	8,9	2,55		47			0,06
Manasaya	Punto 17	40	54	6	franco limoso	15,02	7,82	7,2	2,57	1,31	49	8,20	26,6	0,78
Manasaya	Punto 18	22	69	10	franco limoso	18,88	10,24	8,64	2,5	1,32	47	8,30	34,3	0,35
Wistrullani	Punto 19					22,88	12,76	10,08	2,45	1,35	45			2,49
Aransaya	Punto 20	80	14	6	franco arenoso	9,72	4,49	5,23	2,61	1,53	41	8,26	50,2	0,88
Aransaya	Punto 21	71	21	8	franco arenoso	11,53	5,63	5,9	2,59	1,51	42	8,28	41,5	1,26
Manasaya	Punto 23	26	48	26	franco limoso	23,45	13,12	10,33	2,58	1,49	42	7,95	72,15	2,34


Magali Choqué Vega
RESPONSABLE

Análisis de muestras de suelo de Chipaya-Oruro

Fecha de recepción: 21 de septiembre 2019

Fecha de entrega: 07 de octubre 2019

Responsable: Ing. Fátima Rojas

N° de muestra	Código de muestra	CANTIDAD EN 1 GRAMO DE SUELO				CANTIDAD EN 100 GRAMOS DE SUELO			
		hongos totales/gr de suelo	bacterias totales/gr de suelo	Trichodermas totales/gr de suelo	Bacillus totales/gr de suelo	micorrizas /100 gramos	Acaros/ 100 gr de suelo	Colémbolos/ 100 gr de suelo	Índice A/C
1	Point 1	0	1.048 x 10 ⁵	0	6.3 x 10 ²	179	0	0	0
2	P 4	0	7.18 x 10 ⁴	0	3.8 x 10 ²	94	0	0	0
3	P 6	0	1.219 x 10 ⁵	0	8 x 10	2890	0	0	0
4	Point 9	9 x 10 ²	1.016 x 10 ⁵	0	5.7 x 10 ²	3000	8	0	0
5	Point 11	0	1.66 x 10 ⁴	0	1 x 10	639	0	0	0
6	Point 12	0	1 x 10 ²	0	0	42	0	1	0
7	Point 13	0	3.6 x 10 ⁴	0	7 x 10	64	1	0	0
8	P 16	0	4 x 10 ²	0	0	687	5	0	0
9	P 19	0	3.21 x 10 ⁴	0	8 x 10	93	1	0	0
10	P 23	0	1.8 x 10 ³	0	1.6 x 10 ²	78	0	0	0

Valores esperados de bacterias y hongos en el suelo

Micorrizas: 1000 - 3000 esporas en 100 gramos de suelo.

Bacterias totales 1x10⁶ – 1x10⁹ UFC g-1 (1000000 – 1000000000 UFC)

Hongos totales 2x10⁴ – 1x10⁸ UFC g-1 (20000 – 1000000 UFC)

Índice de ácaros y colémbolos

Valores menores a 1 presentan medios edáficos estables, mientras que los valores mayores a 1, presentan algún tipo de perturbación


Elva Fátima Rojas
Consultora

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
 FAC. de CS. AGRICOLAS, PECUARIAS y FORESTALES
 "Marlín Cárdenas"
 Dpto. de Ingeniería Agrícola

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

Ing. Alfredo Cárdenas
 JEFE DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y AGUAS
 FCAPV-UMSS



Interesado: CHRISTIAN CORTES
 Proyecto: Departamento de Agricultura FCAN-UTO.
 Procedencia: Comunidad Chipava Departamento de Oruro.

N° Lab.	Identific. Calicata No.	Y %	L %	A %	Densidad Aparente g/cm ³	TEXTURA	pH (1)	Conduct. Eléctrica (1) mmhos/cm	me/100g	MO %	Nitrógeno total %	Fósforo (2) disponible ppm
									Potasio Disponible			
737	POINT 1	12	16	72	1,33	AF	8,8	4,480	1,64	1,52	0,083	3,9
738	POINT 4	1	6	93	1,56	A	9,3	0,422	1,45	Tr	0,000	3,4
739	POINT 6	15	71	14	1,32	FL	8,5	9,290	1,64	2,25	0,118	4,3
740	POINT 9	18	26	56	1,15	FA	8,7	8,060	1,64	2,74	0,152	8,9
741	POINT 11	12	18	70	1,24	AF	8,2	13,630	1,59	1,40	0,082	5,2
742	POINT 12	17	28	55	1,14	FA	8,3	31,200	1,45	0,79	0,046	6,1
743	POINT 13	9	11	80	1,35	AF	8,6	16,890	1,54	2,61	0,145	4,8
744	POINT 16	16	53	31	1,34	FL	8,3	36,100	1,59	0,06	0,004	5,0
745	POINT 19	32	24	44	1,15	FY	8,3	39,200	1,54	2,61	0,138	16,8
746	Wistrullani A-1	29	22	49	1,15	FYA	8,6	37,600	1,59	Tr	0,000	22,6
747	Wistrullani D-1	22	15	63	1,18	FYA	8,7	0,651	1,45	1,52	0,093	9,2
748	Wistrullani P-C	15	12	73	1,25	AF	8,6	11,230	1,45	0,55	0,032	11,1
749	Ayparavi A-L	7	25	68	1,47	FA	8,5	3,120	1,08	1,40	0,083	4,6

N° Lab.	Identific. Calicata No.	Y %	L %	A %	Densidad Aparente g/cm ³	TEXTURA	pH (1)	Conduct. Eléctrica (1) mmhos/cm	me/100g	MO %	Nitrógeno total %	Fósforo (2) disponible ppm
									Potasio Disponible			
750	Ayparavi D-L	12	20	68	1,58	FA	8,1	0,842	1,08	0,55	0,034	4,3
751	Ayparavi P-C	10	28	62	1,45	FA	8,3	0,734	1,05	0,30	0,017	6,3
752	Manasaya A-L-1	23	23	54	1,12	FYA	8,0	5,180	1,45	1,76	0,092	7,3
753	Manasaya P-C	18	30	52	1,16	F	8,2	2,480	1,54	0,91	0,054	35,0
754	Aransaya P-C	20	15	65	1,23	FA	8,2	1,406	1,45	1,88	0,102	16,1
756	ME	7	19	74	0,95	AF	6,7	1,406	1,64	9,97	0,345	214,6

(1) = Suspensión suelo:agua 1:2,5

(2) = Método : OLSEN modificado

Fecha: Cbba., Octubre de 2019.



Ing. *[Signature]*
 JEFE DEL LABORATORIO
 DE SUELOS Y AGUAS
 CENIA - CENIA



ANALISIS DE SALINIDAD DE SUELOS

Interesado: CHRISTIAN CORTES

Proyecto: Departamento de Agricultura FCAN-UTO.

Procedencia: Comunidad Chipaya Departamento de Oruro.

Nº. LAB.	Identif. No.	% Saturación	pH	Conductividad Eléctrica <i>micromhos/cm</i>	Cationes Solubles (me/l)				Aniones Solubles (me/l)				Sólidos disueltos g/L	Sólidos Totales g/L	RAS %	PSI
					Ca++	Mg++	Na+	K+	CO3=	HCO3-	CL-	SO4=				
737	POINT 1				8,50	5,50	543,48								205,4	
738	POINT 4				1,00	0,50	11,74								13,6	
739	POINT 6				27,50	19,00	478,26								99,2	
740	POINT 9				11,00	14,00	532,61								150,6	
741	POINT 11				40,00	62,00	891,30								124,8	
742	POINT 12				90,00	66,00	2065,22								233,8	
743	POINT 13				15,00	46,00	1413,04								255,9	
744	POINT 16				40,00	180,00	2891,30								275,7	
745	POINT 19				45,00	81,00	1956,52								246,5	
765	POINT 23				39,00	222,00	3000,00								262,6	

RAS : Relación de Adsorción de Sodio
 PSI : Porcentaje de Sodio Intercambiable

Fecha: Cbba., Octubre de 2019.