

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**RESTABLECIMIENTO DE LA FERTILIDAD NATURAL DEL SUELO
MEDIANTE EL EMPLEO DE TRÉBOL (*Medicago hispida* G.)
ASOCIADO CON CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaulle* A.) EN
CHANCARANI – MAÑAZO**

TESIS

PRESENTADA POR:

RONAR CALDERON CALAMULLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

MENCIÓN: GESTION AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



RESTABLECIMIENTO DE LA FERTILIDAD NATURAL DEL SUELO
 MEDIANTE EL EMPLEO DE TRÉBOL (*Medicago hispida* G.)
 ASOCIADO CON CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* A.) EN
 CHANCARANI – MAÑAZO

TESIS PRESENTADA POR:

RONAR CALDERÓN CALAMULLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

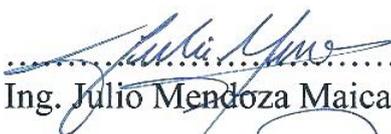
INGENIERO AGRÓNOMO

MENCIÓN: GESTION AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE : 

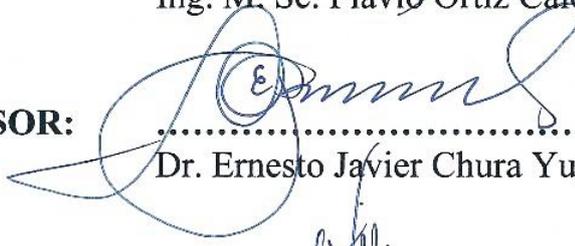
 Ing. M. Sc. Elisban Uriel Huanca Quiroz

PRIMER MIEMBRO : 

 Ing. Julio Mendoza Maica

SEGUNDO MIEMBRO: 

 Ing. M. Sc. Flavio Ortiz Calcina

DIRECTOR / ASESOR: 

 Dr. Ernesto Javier Chura Yupanqui

ASESOR : 

 Ing. Jorge Canhua Rojas

ÁREA : Ciencias Agrícolas

TEMA : Cambio Climático y Agricultura

FECHA DE SUSTENCIÓN 27 DE DICIEMBRE DEL 2018

DEDICATORIA

Dedico primero esta tesis a Dios, por darme la sabiduría, paciencia, fortaleza y haberme dado fuerza necesarios y tener valor para vencer cualquier obstáculo, por haberme brindado la oportunidad de seguir adelante en mi formación profesional.

A mi querida Madre Venancia Calamullo Quenaya por ser una gran persona más importante de mi vida, por el gran apoyo incondicional que me brindo y dándome los mejores consejos y por inculcarme los principios y valores. A mi padre Leonardo Calderón Pimentel y mi hermana han sido una inspiración para ser cada día mejor.

A las ingenieros del programa presupuestal 089 Reducción de la degradación de suelos agrarios del laboratorio de suelos y aguas y a todo el equipo de INIA y compañeros, por la ayuda que me ha brindado durante este tiempo, quienes hicieron posible este trabajo de investigación que se realidad, las experiencias que compartimos en mi formación profesional, que nunca les olvidaré por sus grandes aportes.

Atte. Ronar Calderón Calamullo

AGRADECIMIENTO

Quiero dar gracias a Dios por permitirme cumplir esta meta, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante, también quiero agradecer a mis docentes y a toda mi familia, especialmente a mis queridos padres por sus consejos y por haber hecho parte de este logro en mi vida, gracias a todos los que hicieron parte de esta hermosa etapa, en mi formación profesional y a los asesores en el área del laboratorio de suelos y aguas quienes aportaron y contribuyeron con sus conocimiento en mi formación.

Muy especialmente quiero agradecer a los ing. Jorge Canihua Rojas y Ing. Selima M. Salcedo Mayta, como patrocinador del presente trabajo de investigación, por su valiosa dirección y enseñanzas ofrecidas a través del programa presupuestal 089 “Reducción de la degradación de suelos agrarios” de la Estacion Experimental Illpa Puno (EEA) - - instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Gracias por la ayuda y confianza depositada

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno mi Alma Mater, a los docentes y trabajadores administrativos de la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, quienes aportaron en mi formación académica por haberme compartido las enseñanzas y por haberme brindado grandes conocimientos en mi formación profesional.

Agradezco a mi Director de tesis Al Dr. Ernesto Javier Chura Yupanqui , Gracias por el Tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración, conclusión de este trabajo de investigación.

A los jurados revisores de mi trabajo de investigación: Ing. M. Sc. Elisban Uriel Huanca Quiroz, Ing. Julio Mendoza Maica y Ing. M. Sc. Flavio Ortiz Calcina, por darme las sugerencias necesarias y observaciones para mejor culminación del trabajo de investigación.

Dr. Felix Alonso Astete Maldonado, por su amistad, y por el apoyo en el asesoramiento estadístico y las recomendacion

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
I.INTRODUCCIÓN.....	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	17
2.1. La cañihua.....	17
2.1.1. Centro de origen.....	17
2.1.2. Denominación de la especie.....	17
2.1.3. Nombres comunes.....	17
2.1.4. Posición taxonómica.....	18
2.1.5. Descripción botánica.....	18
2.1.6. Raíz.....	18
2.1.7. Tallo.....	19
2.1.8. Hojas.....	19
2.1.9. Inflorescencia.....	19
2.1.10. Características del Grano.....	20
2.2. El trébol andino (<i>Medicago hispiga</i> G.).....	20
2.2.1. Clasificación taxonómica.....	20
2.2.2. Descripción Botánica.....	21
2.2.3. Fijación biológica del nitrógeno (FBN).....	21
2.2.4. Criterios de cobertura.....	22
2.3. El suelo.....	23
2.4. Importancia del suelo.....	24
2.5. Fertilidad de un suelo.....	24
2.6. Fertilidad actual y potencial.....	25
2.7. Fertilidad física del suelo.....	26
2.7.1. Textura del suelo.....	26
2.7.2. Densidad aparente del suelo.....	26
2.7.3. Densidad real (g/cm ³).....	27
2.7.4. Porosidad del suelo.....	27
2.8.1. pH.....	27
2.8.2. Conductividad eléctrica (CE).....	28

2.8.3.	Calcio en el suelo (Ca)	28
2.8.4.	Magnesio (Mg)	29
2.8.5.	Sodio (Na)	29
2.8.6.	Potasio en el suelo (K).....	29
2.8.7.	Materia orgánica del suelo (MO)	30
2.8.8.	Nitrógeno (N)	31
2.8.9.	Fosforo (P).....	31
2.11.1.	Lombrices	35
2.11.2.	Hormigas	36
2.11.3.	Ciempies	36
2.11.4.	Arañas.....	36
2.11.5.	Escarabajos	37
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1.	Ubicación del experimento	39
3.2.	Datos meteorológicos	39
3.2.1.	Campana agrícola	39
3.2.2.	Promedio de 10 años	41
3.3.	Materiales e insumos	43
3.3.1.	Material vegetal	43
3.3.2.	Material de laboratorio y gabinete.....	43
3.4.	Características del material vegetal	44
3.4.1.	Características de la Cañihua Variedad Cupi:	44
3.4.2.	Características del trébol carretilla	44
3.4.3.	Características de los fertilizantes	45
3.5.	Variables en estudio.....	46
3.5.1.	Variables independientes (X):	46
3.5.2.	Variables dependientes (y)	47
3.6.	Diseño de la investigación	47
3.7.	Diseño experimental	47
3.8.	Características del campo experimental	48
3.9.	Croquis del campo experimental	48
3.10.	Diseño estadístico	49
3.11.	Conducción del experimento	49
3.12.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50

3.12.1.	Porcentaje de emergencia de plantas.....	50
3.12.2.	Evaluación del % de humedad gravimétrica del suelo.....	51
3.12.3.	Peso seco foliar de la cañihua.....	52
3.12.4.	Medición de la temperatura del suelo.....	54
3.12.5.	Aporque.....	55
3.12.6.	Siembra de trébol de carretilla.....	55
3.12.7.	Altura de planta de la Cañihua.....	56
3.12.8.	Porcentaje de emergencia de trébol carretilla.....	56
3.12.9.	Evaluación de microorganismos.....	57
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
4.2.1.	Biomasa foliar del trébol.....	64
4.2.2.	Biomasa radicular del trébol.....	65
4.2.3.	Porcentaje de emergencia de plantas de trébol.....	65
4.2.4.	Rendimiento de grano de cañihua.....	66
4.2.5.	Materia verde Foliar de la Cañihua.....	69
4.2.6.	Materia seca foliar de Cañihua.....	70
4.2.7.	Altura de planta de cañihua.....	71
4.2.8.	Porcentaje de emergencia de plantas de cañihua.....	74
4.3.1.	Humedad gravimétrica del suelo.....	75
4.3.2.	Temperatura del suelo.....	78
4.3.3.	Cuantificación de macroorganismos.....	81
V.	CONCLUSIONES.....	83
VI.	RECOMENDACIONES.....	84
VII.	REFERENCIAS.....	85
	ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Comportamiento de las temperaturas (2017-2018) Mañazo - Puno.	40
Figura 2. Comportamiento de la precipitación pluvial (2017-2018) Mañazo - Puno. .	41
Figura 3. Comportamiento de temperaturas del promedio de 10 años, Mañazo - puno	42
Figura 4. Comportamiento de la precipitación pluvial, promedio de 10 años, Mañazo - puno.	43
Figura 5. Monitoreo de la parcela de investigación de cañihua y evaluación del porcentaje de emergencia de cañihua	51
Figura 6. Pesado de las taras con suelo húmedo.....	52
Figura 7. Muestreo del suelo para hallar la humedad gravimétrica del suelo	52
Figura 8. Pesado de planta de cañihua en el estado verde	53
Figura 9. Pesado de materia seca de la planta de cañihua	53
Figura 10. Medición de temperatura del suelo	54
Figura 11. Siembra de trébol carretilla	55
Figura 12. Medición de la altura de la planta	56
Figura 13. Evaluación el porcentaje de Germinación.....	57
Figura 14. Biomasa foliar en tratamientos con trébol.....	64
Figura 15. Biomasa radicular en tratamientos con trébol.	65
Figura 16. Emergencia de plantas en tratamientos con trébol	66
Figura 17. Biomasa de materia verde de Cañihua.	69
Figura 18. Porcentaje de materia seca foliar de Cañihua.....	70
Figura 19. Altura de planta de las evaluaciones realizadas en plantas de Cañihua.	73
Figura 20. Comportamiento de la humedad gravimétrica en los tratamientos evaluados.	77
Figura 21. Comportamiento de la temperatura (°C) de los tratamientos en estudio.....	80
Figura 22. Cantidad de macroorganismos en suelo de los tratamientos evaluados.....	82
Figura 23. Mapa de georreferenciación de las parcelas en investigación.....	97
Figura 24. Análisis de suelo inicial de parcela de investigación.	99
Figura 25. Tabla de interpretación para parámetros evaluados del suelo y métodos de análisis realizados para el suelo	100
Figura 26. Análisis de suelo final por cada repetición y tratamiento	101
Figura 27. Preparación del terreno para la instalación del trabajo de investigación. ..	103

Figura 28. Muestreo inicial de suelo de la parcela en investigación.	103
Figura 29. Surcado del terreno con maquinaria y abonamiento con estiércol de ovino para mejorar la estructura.	103
Figura 30. Pesado de semilla para cada unidad experimental.	104
Figura 31. Siembra a chorro continuo en los surco de cada tratamiento.	104
Figura 32. Evaluación de parcelas en porcentaje de emergencia de la Cañihua	104
Figura 33. Toma de muestra de planta para materia seca de la planta de Cañihua	105
Figura 34. Embolsado y etiquetado de muestras para llevar al laboratorio de suelo...	105
Figura 35. Evaluación de microorganismo del suelo dentro del cuadrado identificado.	105
Figura 36. Seguimiento del cultivo y evaluación durante los primeros 30 días desde la siembra.	106
Figura 37. Preparación de etiquetas para las plantas evaluadas	106
Figura 38. Pesado de guano de isla para los tratamientos que va incorporar.	106
Figura 39. Preparación de semilla de trébol carretilla	107
Figura 40. Pesado de la semilla de trébol carretilla	107
Figura 41. Aporque del cultivo de Cañihua.....	107
Figura 42. Abonamiento con guano de isla en primer aporque en los tratamientos que corresponden.	108
Figura 43. Toma de muestra para la determinación de la humedad suelo en las tara de los tratamientos	108
Figura 44. Etiquetado de plantas que van a ser evaluadas en la altura de planta	108

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Temperaturas y precipitación pluvial (2017-2018) Mañazo - Puno	40
Tabla 2. Datos meteorológicos registrados. Temperaturas (mínimas, máximas y media), precipitación pluvial. Promedio de 10 años: 2008 -2017 Mañazo - Puno.....	42
Tabla 3. Dosis de fertilización.	46
Tabla 4. Tratamientos en estudio	46
Tabla 5. Variables evaluadas en la investigación	47
Tabla 6. Análisis de varianza para diseño completamente al azar.....	48
Tabla 7. Análisis de fertilidad inicial y final en los tratamientos en estudio.	58
Tabla 8. Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en suelo.....	59
Tabla 9. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para contenido de nitrógeno en suelo	60
Tabla 10. Análisis de varianza para contenido de fósforo en suelo.....	61
Tabla 11. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para contenido de fósforo en suelo.....	61
Tabla 12. Análisis de varianza para contenido de potasio disponible en suelo	62
Tabla 13. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para contenido de potasio disponible en suelo .	62
Tabla 14. Análisis de varianza para contenido de materia orgánica en suelo.....	62
Tabla 15. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para contenido de materia orgánica en suelo....	63
Tabla 16. Análisis de varianza para rendimiento de grano de cañihua.....	66
Tabla 17. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento de grano de Cañihua.	67
Tabla 18. Análisis de varianza para materia seca foliar de Cañihua	70
Tabla 19. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para materia seca foliar de Cañihua.....	71
Tabla 20. Análisis de varianza para altura de planta de Cañihua	72
Tabla 21. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para altura de planta de Cañihua.	72
Tabla 22. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia de plantas de Cañihua. 74	74
Tabla 23. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para porcentaje de emergencia de plantas de Cañihua.	74
Tabla 24. Análisis de varianza para humedad gravimétrica final del suelo.....	75
Tabla 25. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para humedad gravimétrica del suelo.	76
Tabla 26. Análisis de varianza para temperatura final del suelo	79
Tabla 27. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para temperatura final del suelo.	79
Tabla 28. Biomasa foliar de trébol en tratamientos de trébol	93
Tabla 29. Biomasa radicular de trébol en tratamientos de trébol	94

Tabla 30. Datos de rendimiento de canihua (kg/parcela)	95
Tabla 31. Datos de rendimiento de canihua (kg/ha)	95
Tabla 32. Datos de evaluación de microorganismos presentes en suelo	95
Tabla 33. Porcentaje de materia seca del cultivo de canihua.....	96
Tabla 34. Altura de planta del cultivo de canihua	96
Tabla 35. Porcentaje de humedad gravimétrica del suelo.....	97
Tabla 36. Porcentaje de temperatura del suelo	97

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

F.V. = Fuente de variación

Fc = F calculada

G.L. = Grados de libertad

C.M. = Cuadrados medios

CV = Coeficiente de variación o coeficiente de variabilidad

S.C. = Suma de cuadrados

* = Es significativo

** = Es altamente significativo

N.s. = no significativo

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ubicó en la comunidad campesina Chancarani sector San Miguel Mayupata, distrito de Mañazo - Puno; se instaló el experimento en el mes de noviembre 2017, en la parcela del productores agrarios de la zona, con apoyo del Proyecto de Recuperación de la Degradados de Suelos Agrarios de la Estación Experimental Agraria Illpa Puno (EEA) – Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA),. los objetivos planteado fueron: a) Determinar el contenido de macronutrientes esenciales del suelo antes y después del cultivo asociado de Cañihua con trébol carretilla, b) Medir el rendimiento de materia verde y grano del cultivo de Cañihua asociado con trébol carretilla, y c) Evaluar la influencia de la cobertura del trébol sobre la humedad y temperatura del suelo. Los tratamientos en estudio fueron a) T1 = Sin Trebol, T2 = Con guano de isla, T3 = Con Trebol y T4 = con trébol y guano de isla. El experimento se condujo bajo el diseño experimental: (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados obtenidos fueron: El mayor contenido y aporte de macronutrientes esenciales del cultivo asociado de Cañihua con trébol carretilla y guano isla, fue en el tratamientos; T4 que se obtuvo N: 0.14%, P: 12.35ppm. y K: 482.63ppm. seguido por T3 con N: 0.13%, P: 11.41ppm. y K: 377.63ppm , en el tratamiento T4 conformado por variedad Cupi 7 kg/ha – con trébol 15 kg/ha mas guano de isla 1000 kg/ha y el tratamiento T3 variedad Cupi 7 kg/ha. – con trébol 15 kg/ha, en los parámetros de N, P, K disponible y materia orgánica, en cuanto a materia verde de Cañihua los resultados fueron: tratamiento T4 tuvo mayor materia verde con 49.2 %, el cual fue superior al tratamiento T1 con 45.6%, T3 que tuvo menor materia verde de 42.3 %. El mayor rendimiento de grano del cultivo de Cañihua asociado con trébol carretilla, el tratamiento T4 obtuvo 1400.6 kg/ha, seguido del tratamiento T3 con 1290.0 kg/ha y En cuanto a la cobertura del trébol sobre la humedad gravimétrica y temperatura del suelo, el tratamiento T4 conformado por Variedad Cupi 7 kg/ha – con trébol 15 kg/ha mas Guano de isla 1000 kg/ha tuvo mayor humedad gravimétrica con 14.71%, seguido del tratamiento T3 Variedad Cupi 7 kg/ha. – Con trébol 15 kg/ha con 13.09%. En cuanto a temperatura, el tratamiento T1 conformado por Variedad Cupi 7 kg/ha – Sin trébol tuvo mayor temperatura con 19.50 °C, seguido del tratamiento T4 Variedad Cupi 7 kg/ha – con trébol 15 kg/ha mas Guano de isla 1000 kg/ha que tuvo 19.00 °C.

Palabras clave: Cañihua, fertilidad, rendimiento, suelo, trébol.

ABSTRACT

The present research work was located in the community of Chancarani peasant sector San Miguel Mayupata, district of Mañazo - Puno; the experiment was installed in the month of November 2017, in the plot of agricultural producers in the area, with support of the Recovery Project of the Agrarian Soils Degraded of the Experimental Agricultural Station Illpa Puno (EEA) - National Institute of Agrarian Innovation (INIA) . The proposed objectives were: a) To determine the content of essential macronutrients of the soil before and after the associated crop of Cañihua with wheelbarrow clover, b) To measure the yield of green matter and grain of the Cañihua crop associated with wheelbarrow clover, and c) To evaluate the influence of clover cover on soil moisture and temperature. The treatments under study were a) T1 = Without Trebol, T2 = With island guano, T3 = With Trebol and T4 = with clover and island guano. The experiment was conducted under the experimental design: (DCA) with 4 treatments and 4 repetitions. The results obtained were: The highest content and contribution of essential macronutrients of the associated crop of Cañihua with trébol carretilla and guano island, was in the treatments; T4 that was obtained N: 0.14%, P: 12.35ppm. and K: 482.63ppm. followed by T3 with N: 0.13%, P: 11.41ppm. and K: 377.63ppm, in the treatment T4 conformed by Cupi variety 7 kg / ha - with clover 15 kg / ha plus island guano 1000 kg / ha and the T3 treatment Cupi variety 7 kg / ha. - with clover 15 kg / ha, in the parameters of N, P, K available and organic matter, in terms of green matter of Cañihua the results were: treatment T4 had greater green matter with 49.2%, which was superior to treatment T1 with 45.6%, T3 that had lower green matter of 42.3%. The highest grain yield of the Cañihua crop associated with wheelbarrow clover, the T4 treatment obtained 1400.6 kg / ha, followed by the T3 treatment with 1290.0 kg / ha and the clover coverage on the gravimetric humidity and soil temperature, the T4 treatment consisting of Cupi Variety 7 kg / ha - with clover 15 kg / ha more Island Guano 1000 kg / ha had higher gravimetric humidity with 14.71%, followed by T3 treatment Vari Variety 7 kg / ha. - With clover 15 kg / ha with 13.09%. Regarding temperature, the treatment T1 conformed by Vari Cupi 7 kg / ha - Without clover had higher temperature with 19.50 °C, followed by treatment T4 Cupi Variety 7 kg / ha - with clover 15 kg / ha more island Guano 1000 kg / It has been 19.00 °C.

Keywords: Cañihua, fertility, yield, soil, clover.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La agricultura en la Región de Puno, del Distrito de Mañazo de la provincia y departamento de Puno, es bajo secano empleando fertilizantes orgánicos e inorgánicos para restituir la baja capacidad productiva de los suelos. Así mismo el alto precio de los productos agroquímicos incrementan el costo de producción y su empleo inadecuado contaminan el suelo, agua aire y las mismas cosechas que son expuestos a estos productos.

Los suelos en el altiplano peruano se encuentran afectado por la degradación de suelos por causas naturales y antrópicas. Para poder mejorar, proteger y conservar los suelos, es necesario restablecer fertilidad de mismo aplicando cultivos de especies fijadoras de nitrógeno como *Medicago hispida*, las leguminosas y otro, a su vez podríamos aprovechar con cultivos alternados por surco en una parcela con cultivos pan a llevar. La utilización de leguminosas mejora la fertilidad de los suelos, con la fijación de nitrógeno atmosférico. Una leguminosa es una planta silvestre que puede adaptarse con mucha facilidad en el altiplano puneño y mejorar la actividad microbiana del suelo.

Por otro lado los comerciantes de la Cañihua exigen un producto orgánico y para ellos han implantado estándares de calidad, lo que motiva generar nuevas propuestas de producción orgánica sostenible de la Cañihua. Con este propósito se plantea utilizar el trébol carretilla (*Medicago hispida* G.) y intercalado con la Cañihua como cultivo de cobertura con la aplicación de guano de isla, por ser este un fertilizante natural a base de las deyecciones de aves guaneras de nuestro litoral

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Restablecer la fertilidad natural del suelo de las parcelas agrícolas para promover la producción sostenible y saludable en el centro poblado Chancarani del Distrito de Mañazo.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el contenido de macronutrientes esenciales del suelo antes y después del cultivo asociado de Cañihua con trébol carretilla.
- Medir el rendimiento de materia verde y grano del cultivo de Cañihua asociado con trébol carretilla.
- Evaluar la influencia de la cobertura del trébol sobre la humedad y temperatura del suelo.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA CAÑIHUA

2.1.1. Centro de origen

FAO (2001), la Cañihua, originaria de los andes del sur de Perú y Bolivia, fue domesticada por los pobladores de la cultura Tiahuanaco, asentados en la meseta del Collao. No se han encontrado vestigios arqueológicos relacionados con esta planta, y la dehiscencia que aún presentan los granos sugiere que su domesticación no está completa. Tiene importancia en el altiplano del Perú y de Bolivia, porque produce granos para la alimentación humana en altitudes entre 3800 y 4300 m, siendo muy resistentes al frío en sus diferentes fases fenológicas. En la actualidad, su cultivo y utilización se mantiene a niveles de autoconsumo en estas regiones; una de las causas de su marginación es la elevada cantidad de mano de obra requerida para su cosecha y el tamaño pequeño del grano, que dificulta su manejo.

2.1.2. Denominación de la especie

En 1929, el botánico suizo Paúl Aellen, creó la denominación *Chenopodium pallidicaule* Aellen, para nombrar a esta especie; utilizándose indistintamente el nombre de kañiwa o kañawa relacionadas con el origen del vocablo. Kañiwa es propia de las regiones con idioma quechua y kañawa de la población aymara (Apaza, 2010).

2.1.3. Nombres comunes

Apaza (2010) reporta que la cañihua tiene una gran variedad de nombres locales dependiendo de la región. Algunos de los nombres por los cuales se le conoce son:

- En Perú: “kañiwa”.
- En Bolivia: “Cañahua”.
- Quechua: “kañiwa”, “kañawa”, “kañahua”, “kañagua”, “quitacañigua”, “ayara”, “cuchiquinua”.
- Español: “cañihua”, “cañigua”, “cañahua”, “cañagua”, “kañiwa”.
- Inglés: “kaniwa”, “cañihua”.

2.1.4. Posición taxonómica.

La Cañihua fue descrita en el año 1929 por el botánico suizo PAUL AELLEN quien creó la denominación de *Chenopodium pallidicaule* para nombrar a esta especie; utilizándose indistintamente el nombre de Cañihua o cañahua relacionados con el origen del vocablo. Cañihua es propia de las regiones con idioma quechua y cañahua de la población aymara FAO. (2001),

Reino	:	Plantae
División	:	Tracheophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Caryophyllales
Familia	:	Amaranthaceae
Género	:	Chenopodium L.
Especie	:	<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen
Nombre común:		Cañihua

2.1.5. Descripción botánica

Apaza (2010), es una planta herbácea, ramificada desde la base, con una altura de 50 a 60 cm. El color de la planta (tallos y hojas) cambia según el ecotipo alcanzando el grano pastoso en la fase fenológica; de verde a anaranjado, amarillo claro, rosado claro, rosado oscuro, rojo y púrpura. Al respecto Vallenás y Carpio (1974), indican que es una planta anual de 20 a 50 cm de alto pudiendo ser erguida, semi erguida y postrada, con un ciclo vegetativo aproximadamente de 120 a 180 días.

2.1.6. Raíz

La cañahua tiene raíz pivotante y de manera que puede alcanzar longitudes desde 15 a 30 cm de profundidad, con presencia de raicillas laterales. El tipo y las condiciones del suelo influyen de gran manera en el crecimiento radicular (Tapia 1990).

La raíz puede alcanzar profundidades desde 13 a 16 cm, con numerosas raicillas en la raíz principal, en la coloración tiene una variación desde color blanco cremoso al rosado pálido (Apaza, 2010).

2.1.7. Tallo

La Fuente (1980); citado por Flores (2006), sostiene que el tallo es de forma cilíndrica, estriado, hueco, nudoso y de color variable. Adquiere un color verde cuando está en estado tierno hasta amarillo, rojo y púrpura al madurar la planta, ramoso en la parte superior.

A su vez Calle (1980), establece que la planta de cañahua es herbácea, anual con tallos superiores cubiertos densamente de pelos vesiculosos o globosos que porta un líquido cristalino o rosado según el color de la planta que le dan la apariencia cenicienta.

2.1.8. Hojas

Las hojas de esta especie son alternas y dimorfas en las ramas, las hojas terminales son sésiles, angostas, ovadas y de láminas gruesas; mientras, las hojas centrales y basales son pecioladas de ápice obtuso, trinervadas, trilobadas con tres a cinco dientes densamente cubiertas por pelos vesiculosos que le dan la apariencia de verde ceniciento en su estado juvenil. Al alcanzar la madurez fisiológica se tornan de colores amarillo, morado, rosado y anaranjado debido a los pigmentos de antocianina, betacianina y xantofilas que adquieren los diversos ecotipos (Calle, 1980).

Presentan hojas tribuladas alternas con pecíolos cortos de 10 a 12 mm, su forma de la lámina foliar es romboidal, triangular, ancha ovada, mide 3.0 a 3.5 cm de largo y 2.5 a 2.8 cm de ancho, con borde entero o dentado, el color de las hojas varía según el ecotipo: amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura claro y púrpura oscuro (Apaza, 2010).

2.1.9. Inflorescencia

Cano (1973), indica que se encuentran en cimas unilaterales y axiales de las plantas ocultas por el follaje. La inflorescencia alberga a tres clases de flores, hermafroditas, femeninas y androesteriles, solamente la flor hermafrodita tiene tres estambres, los androesteriles solamente uno; cada inflorescencia tiene un promedio de 20 flores de las cuales el 80 % son flores con un solo estambre. Así mismo León (1964), manifiesta que las inflorescencias de la cañahua son inconspicuas, cimosas, axilares o terminales y totalmente cubiertas por el follaje.

A su vez, Tapia (1990), señala que las inflorescencias son inconspicuas, cimosas, axilares o terminales y totalmente cubiertas por el follaje, tienen flores hermafroditas o estaminadas sesiles muy pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro, el perigonio está compuesto de 5 partes. Al respecto, Apaza (2010) indica que las inflorescencias son glomérulos inconspicuos, cimosas axilares o terminales, cubiertas por hojas terminales que las protegen de las temperaturas bajas.

2.1.10. Características del Grano

Lescano (1994), manifiesta que el color del grano, corresponde al color de la cobertura del grano; los frutos se desprenden como tales y hay que frotar al frágil pericarpio para encontrar las coberturas subyacentes del grano. A su vez, Tapia (1990), menciona que el fruto de la cañahua está cubierto por el perigonio y su color es generalmente gris. El pericarpio es muy fino y translucido, la semilla es de forma lenticular de 1 a 1.2 mm de diámetro y de color castaño o negro con el episperma muy fino.

Al respecto, Apaza (2010) el grano no contiene saponina, es de forma subcilíndrico, cónico, sublenticular, subcónico y subelipsoidal de 1.0 a 1.2 mm de diámetro, el embrión es curvo y periforme, el epispermo muy fino y puntiagudo de color negro, castaño o castaño claro, el fruto está cubierto por el perigonio de color generalmente gris de pericarpio muy fino y translúcido, como también las semillas no presentan dormancia y pueden germinar sobre la propia planta al tener humedad suficiente.

2.2. EL TRÉBOL CARRETILLA (*Medicago hispiga* G.)

2.2.1. Clasificación taxonómica

De acuerdo Cárdenas (1970) y Bárbara *et al.* (2009) indican la siguiente clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Fabales

Familia	:	Caesalpinaceae
Género	:	Medicago
Especie	:	<i>Medicago hispida</i> Gaertn

2.2.2. Descripción Botánica

Nombre común: Cadillo de vaca, carretilla, carretón de amores, trébol carretilla, trébol carretón, trébol de carretilla, trébol de flor. El trébol andino, es una planta herbácea de porte semi-erecto, los vástagos débiles ramificados. Raíz pivotante, tallos herbáceos, las hojas son pinnados trifoliadas, alternas, pecioladas y flores amarillas discretas.

Rzedowski (2001) y Bárbara *et al.* (2009) indican la descripción botánica de la siguiente manera:

a) Hábito y forma de vida: Planta de crecimiento rastrero o ascendente, muy ramificado.

b) Tamaño: Hasta 60 cm de altura.

e) Tallo: Muy ramificado desde la base, ramas angulosas, sin pelos o algo pilosas; estípulas lanceolado-dentadas.

d) Hojas: Trifoliadas, con pecíolo de 1 a 9 cm de largo, folíolos obovados u obcordados, de 0,5 a 3 cm de largo, por 0,5 a 2,5 cm de ancho, ápice obtuso o emarginado, margen denticulado hacia al ápice, base cuneada, con muy pocos pelos o sin ellos.

e) Inflorescencia: Flores dispuestas en racimos axilares solitarios, más cortos que las hojas.

f) Flores: De 1 a 7, de 5 mm de largo, pedicelos muy cortos; corola amarilla.

g) Frutos y semillas: El fruto es una legumbre enroscada en espiral, de 4 a 10 mm de diámetro, reticulada, con 2 a 6,5 vueltas, armadas de numerosas espinas; semillas dispersadas en frutos espinosos enrollados en espiral, semilla reniforme a elíptica de 1,8 a 3,9 mm de largo y 1 a 1,9 mm de ancho, comprimida, de color pardo amarillento, pardo rojizo o pardo negruzco, superficie opaca levemente punticulada.

h) Plántulas: Hipocótilo de 25 a 40 mm de largo, cilíndrico, sin pelos; cotiledones de lámina oblanceolada de 6 a 12,5 mm de largo y 2,5 a 4,5 mm de ancho, sin pelos; sin epicótilo; hojas alternas, la primera simple y la segunda compuesta.

2.2.3. Fijación biológica del nitrógeno (FBN)

Las contribuciones del trebol carretilla es una de las leguminosas sobre la economía del Nitrógeno del suelo, en tres zonas Agroecológicas del oeste de Kenya,

fueron catalogadas como de baja, media y alta fertilidad. El uso de la *Mucuna pruriens* como abono verde en plantaciones de maíz, obtuvo una fijación de nitrógeno al suelo entre 42 y 132 kg de N/ha en los suelos de baja fertilidad, entre 67 y 204 kg de N/ha en suelos de mediana fertilidad y entre 74 y 234 kg de N/ha en los suelos con alta fertilidad (Ojiem, 2007).

Sobre los diferentes usos y beneficios del uso de la *Mucuna pruriens* como abono verde complementada con fertilización mineral, sobre los rendimientos de maíz (*Zea mays*) en cuatro zonas agroecológicas de Uganda, África, permitió obtener un rango en la fijación de Nitrógeno atmosférico entre 34 y 108 kg de N/ha para las cuatro localidades (Kaizzi *et al*, 2006).

En las leguminosas se han establecido diferentes índices sobre la capacidad de la fijación biológica del nitrógeno (FBN), tales como el porcentaje de N derivado de la atmósfera, la acumulación de N fijado en los tejidos de la planta (kg ha⁻¹) y la acumulación de N fijado por unidad de producción de la leguminosa (kg N t⁻¹ de MS leguminosa) (Campillo y Barrientos, 2000).

2.2.4. Criterios de cobertura

Los cultivos de cobertura (CC) son sembrados entre dos cultivos de cosecha y no son incorporados al suelo, a diferencia de los abonos verdes, son pastoreados o cosechados. Los residuos de los CC quedan en la superficie, liberando los nutrientes contenidos en la biomasa vegetal al descomponerse. Por otro lado, los CC han sido utilizados tradicionalmente para controlar la erosión pero pueden cumplir múltiples funciones en el sistema de producción. Por ejemplo, son utilizados para reducir la compactación, minimizar la lixiviación de nitratos residuales, incrementar el contenido de C y nitrógeno (N) del suelo, controlar malezas y aportar N mineral al cultivo siguiente (Ruffo y Parsons, 2004).

La mayor cobertura de biomasa disponible disminuye la amplitud térmica del suelo superficial, que se traduce en menos pérdida de agua por evaporación. Esto genera una mejora en la eficiencia del uso del agua, que puede aumentar la disponibilidad para el cultivo agrícola (Casas, 2007).

Igualmente, genera una protección contra el impacto de las gotas de lluvia, disminuyendo el proceso erosivo. Los sistemas de cultivos de cobertura juegan un papel importante en la conservación del suelo y en el manejo de la fertilidad. Un ejemplo de esto es el uso de un cultivo de cobertura tradicional, *Medicago hispida* ("garrotilla"), el cual está asociado con patatas o trigo en las tierras altas de Bolivia. La garrotilla tiene un papel importante en la alimentación del ganado (Ferraes *et al*, 1997). Además el establecimiento de cultivos de cobertura, involucra una adición de materia orgánica fresca al suelo, la cual es aprovechada por los organismos edáficos como fuente de nutrientes (Blanchart *et al*, 2006).

2.3. EL SUELO

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (Liotta, 2009).

El suelo es un sistema muy complejo que sirve como soporte de las plantas y como dispensa de agua y de otros elementos necesarios para el desarrollo de los vegetales. El suelo es conocido como un ente vivo en el que habitan gran cantidad de seres vivos como insectos y microorganismos (hongos y bacterias) que influyen en la vida y desarrollo de las plantas. El suelo se encuentra en permanente evolución, es decir, sus características cambian de acuerdo al clima, a la presencia de animales, plantas y a la acción del hombre. Por lo tanto, un suelo natural, en el que la evolución es lenta, es muy diferente de uno cultivado. La pérdida de 1 cm/ha/año de sustrato equivale a la desaparición de 100 a 150 toneladas de suelo, factor que puede reducir hasta un 34% el rendimiento productivo agropecuario (Labrador, 2001).

2.4. IMPORTANCIA DEL SUELO

De todos los dones de la naturaleza, ninguno es más indispensable para el hombre que el suelo, esta mezcla compleja de materia vegetal, animal y mineral que cubre el núcleo rocoso del globo terrestre a profundidades diversas es uno de los cuatro elementos primarios indispensables para la vida (IMTA, 2010).

Según Chilón (2014), el suelo es un cuerpo natural e independiente, tridimensional y trifásico, complejo y dinámico, que está en perfecto equilibrio, que reacciona a los estímulos como un “ente vivo”, que nace, crece, desarrolla y puede morir, por su fragilidad merece respeto. El suelo que se origina de la roca “madre” que promueve el proceso geológico por acciones de los agentes climáticos, y gracias a los microorganismos adquieren “vida” y llegan a ser un cuerpo “vivo” por lo tanto el fundamento para recuperar los suelos productivos, degradados, contaminados, consiste en regenerar la vida biológica del suelo.

2.5. FERTILIDAD DE UN SUELO

Una definición clásica de fertilidad del suelo es la de Casanova (2005), “La fertilidad es el potencial que un suelo tiene para suplir los elementos nutritivos en las formas, cantidades y proporciones requeridas para lograr un buen crecimiento y rendimiento de las plantas”. Entre otras definiciones “La fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas”.

La Escuela Norteamericana (Armson, 1979) indica como concepto a, que el suelo tiene como objeto principal al régimen de los elementos nutritivos; la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo define: "la fertilidad del suelo es el estado de éste con respecto a la cantidad y disponibilidad de los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas.

El concepto utilizado por la Escuela Alemana (Schroeder, 1983) define la fertilidad del suelo como "la capacidad de éste de servir como lugar de desarrollo a las

plantas y de producir un rendimiento". Este concepto implica que el rendimiento vegetal es una variable dependiente de los siguientes factores:

- El espacio de arraigamiento
- Los regímenes de agua, aire y calor
- El régimen de elementos nutritivos.

Estos factores son considerados para fines conceptuales y prácticos en forma de una combinación integral. Es decir, incorpora las características y propiedades físicas del suelo y considera las variaciones de ellas como propias de la fertilidad, como causa y efecto. (Schlatter, J. E., 1993)

2.6. FERTILIDAD ACTUAL Y POTENCIAL

El análisis anterior puede precisarse aún más si se considera la distinción que hace entre la fertilidad actual y potencial. Fertilidad actual se considera aquel nivel dado por las condiciones naturales del suelo. Fertilidad potencial en cambio, el máximo nivel de fertilidad alcanzable por implementación de los factores que la definen (Burneo, 2012).

La agricultura intensiva se aproxima generalmente a la fertilidad potencial, sin embargo, la producción en condiciones naturales debe adaptarse por lo general a la fertilidad actual. Ella es generalmente desarrollada en terrenos de menor accesibilidad, alejados de los mercados y además es una producción a mediano o largo plazo. El conocimiento de la fertilidad actual del suelo tiene, pues, como uno de sus principales objetivos, el sentar las bases para puesta en marcha de una serie de normas tendentes a mejorar las posibilidades de nutrición a los vegetales desarrollados sobre aquel y en consecuencia una mejora de la producción (Montañez, Heras y Sanz 1975).

El muestreo de suelos para la evaluación de la fertilidad y calidad de los suelos se ha convertido en una práctica necesaria para las futuras planificación de la producción. El diagnóstico es una herramienta para elaborar recomendaciones de fertilización y manejo de la fertilidad, ya que si se realiza en forma sistemática a través del tiempo permite conocer y obtener información sobre la evolución del suelo, y además si requerimos de la oferta de nutrientes y las medidas de conservación del mismo. (Blaise& C.D. Ravindran 2003).

Las propiedades físicas del suelo junto con las químicas y biológicas determinan entre otras la productividad de los suelos. El conocimiento de estas propiedades nos permite conocer mejor las actividades agrícolas, como el laboreo, la fertilización, el drenaje, la irrigación, la conservación del suelo y agua, manejo de residuos y cosecha, determinan, entre otras, la productividad de los suelos. (Sampat A. Gavande, 1991).

2.7. FERTILIDAD FÍSICA DEL SUELO

La fertilidad física, valora al suelo como un soporte material adecuado de la raíz, haciendo también referencia a la dinámica de los fluidos agua y gases en su interior, desde este punto de vista, el suelo proporciona un medio adecuado a la germinación de las semillas y al desarrollo óptimo del aparato radicular; posee una buena aireación y una termicidad estable, una capacidad de retención hídrica apropiada, junto con un régimen de circulación de agua que posibilita un buen drenaje sin llegar a provocar un lavado excesivo así como una estructura estable que implique resistencia frente a procesos erosivos (Labrador, 2001).

2.7.1. Textura del suelo

La textura del suelo es la proporción relativa de las fracciones de arena, limo y arcilla que constituyen la masa del suelo es llamada textura del suelo. La textura está íntimamente relacionada con la composición mineral, el área superficial específica y el espacio de poros del suelo. Esto afecta prácticamente a todos los factores que participan en el crecimiento de las plantas. La textura del suelo tiene influencia sobre el movimiento y la disponibilidad de la humedad del suelo, la aireación, la disponibilidad de nutrimentos y la resistencia a la penetración por las raíces. También tiene influencia sobre las propiedades físicas relacionadas con la susceptibilidad del suelo a la degradación tal como la agregación (Plaster, 2000).

2.7.2. Densidad aparente del suelo

Densidad aparente (g/cm^3) se define como el peso seco del suelo por unidad de volumen del suelo inalterado, La densidad aparente incluye el espacio poroso y el material sólido, tanto mineral como orgánico (Pinot, 2015).

2.7.3. Densidad real (g/cm³)

Es el peso de las partículas sólidas del suelo, relacionado con el volumen que ocupan, sin tener en cuenta su organización en el suelo, es decir, sin involucrar en el volumen el espacio ocupado por los poros; se deduce, entonces su dependencia de la composición mineral del suelo y del contenido de algunos sólidos especiales en él, como la materia orgánica; para fines prácticos se asume como un valor promedio 2.65 g/cm³ este valor será apropiado para un suelo cuya composición mineralógica este equivalente distribuida (Silicuana, 2017 cita a Jaramillo, 2002).

2.7.4. Porosidad del suelo

Delgadillo (2016), dentro del espacio poroso se puede distinguir macroporos y microporos. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo constituyendo además el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macroporos y microporos. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo.

2.8. FERTILIDAD QUÍMICA DEL SUELO

Según Labrador (2001), la fertilidad química, define al estado físico-químico del medio y la importancia de la reserva y la disponibilidad de los elementos asimilables. Aspectos descritos por el pH, el potencial redox, la capacidad de intercambio, el contenido en macro y micronutrientes, etc. En el contexto físico – químico y químico, un suelo debe mantener una reserva adecuada de nutrientes en un estado de disponibilidad tal que permita su utilización por la planta y que cubra las necesidades del medio microbiano sin que se produzcan pérdidas.

2.8.1. pH

La reacción de un suelo hace referencia al grado de acidez o basicidad del mismo y generalmente se expresa por medio de un valor de pH del sistema suelo-agua. El pH es la medida de la concentración de iones de hidrógeno H⁺ según este valor, mejor su potencialidad de crecimiento. Del pH también dependen los procesos de humificación. En función del pH se producen distintos tipos de materia orgánica del suelo y propiedades

que influyen directamente sobre el crecimiento vegetal como el movimiento y disponibilidad de los nutrientes o los procesos de intercambio catiónico (Liotta, 2009).

El pH influye sobre la movilidad de los diferentes elementos del suelo: en unos casos disminuirá la solubilidad, con lo que las plantas no podrán absorberlos; en otros el aumento de la solubilidad debida al pH, hará que para determinados elementos sea máxima (por ejemplo, cuando hay mucha acidez se solubiliza enormemente el aluminio pudiendo alcanzarse niveles tóxicos). Cada planta necesita elementos en diferentes cantidades y esta es la razón por la que cada planta requiere un rango particular de pH para optimizar su crecimiento. Por ejemplo, el hierro, el cobre y el manganeso no son solubles en un medio alcalino. Los factores que hacen que el suelo tenga un determinado valor de pH son diversos, fundamentalmente: naturaleza del material original, factor biótico, precipitaciones, complejo adsorbente (saturado en cationes ácidos o básicos) (Silicuana, 2017).

2.8.2. Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica (CE) es la facilidad que ofrece el suelo al paso de la corriente eléctrica. Las unidades se expresan en mmhos/cm. La conductividad eléctrica es proporcional a la concentración de sales en solución, es decir a mayor concentración de sales mayor conductividad y esta medida también se halla en función a la temperatura (Caballero, 2012).

2.8.3. Calcio en el suelo (Ca)

Calcio tiene una función importante en el crecimiento y la nutrición de la planta, como también en la deposición de la pared celular, también se considera un nutriente secundario de las plantas solo requiere grandes cantidades de nitrógeno y potasio, el contenido de calcio de un suelo depende de los materiales de origen del grado de meteorización, grado de lixiviación y sus formas más frecuentes son: carbonatos, fosfatos, sulfatos y algunos silicatos. Una parte importante del calcio es adsorbida por los coloides inorgánicos y orgánicos del suelo. Es un componente esencial de la pared celular, y por lo tanto es vital en el transporte de carbohidratos de su acumulación durante la formación de las semillas se relacionan con la neutralización y la insolubilidad de ciertos ácidos oxálicos y los ácidos pépticos se absorbe como como catión Ca^{++} (Chilón, 2014).

2.8.4. Magnesio (Mg)

Magnesio intercambiable es la fracción más importante para determinar el Magnesio disponible, el Magnesio adsorbido electrostáticamente a las partículas de arcilla y materia orgánica, dependiendo su liberación del efecto que tiene la absorción de un Mg^{2+} en la solución del suelo, en el equilibrio con la fracción intercambiable. Normalmente en equilibrio con el Mg de la solución del suelo, en conclusión, tan solo las dos primeras fracciones de Mg son disponibles para las plantas (Conti, 2000).

2.8.5. Sodio (Na)

Para la mayoría de las plantas cultivadas no se ha demostrado que el Na sea esencial, aunque se sabe que puede reemplazar al potasio en algunos casos. Muchas plantas cuentan con mecanismos que reducen la absorción y la translocación del sodio a las hojas, por lo que no es común que aparezcan síntomas de toxicidad en éstas, ya que se acumula en tallos, troncos y raíces. Los síntomas de toxicidad del sodio en las hojas son manchas necróticas. El exceso de sodio puede provocar deficiencias de otros cationes, como potasio, calcio y magnesio, el efecto perjudicial del sodio sobre los cultivos es, en la mayoría de los casos, indirecto, debido a la influencia negativa que tiene este catión sobre la estructura del suelo. El sodio desplaza al calcio y al magnesio del complejo arcillo-húmico, provocando así la dispersión de las partículas del suelo, lo que acarrea el desmoronamiento de la estructura del suelo. El suelo pierde su capacidad de aireación y de infiltración. Además, se produce la alcalinización del suelo, pudiéndose elevar el pH por encima de 8.5 (Liotta, 2009).

2.8.6. Potasio en el suelo (K)

Potasio aprovechable del suelo, procedente de la solubilización de los minerales, de la materia orgánica o los mismos fertilizantes; puede sustraerse por medio de Absorción por las plantas, Esta es proporcional a su contenido en forma aprovechable en el suelo, aún con altas concentraciones. En un cultivo anual la mayor acumulación de (K) ocurre durante la floración. Después pueden retornarse cantidades importantes de K de la planta al suelo, el (K) cumple funciones trascendentes en la fisiología de las plantas. Actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, en la translocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas, mejora la nodulación de las leguminosas, etc. etc. Asimismo, una buena nutrición potásica aumenta

la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades (Conti, 2000).

El potasio es uno de los elementos mayores en la nutrición de la planta. Tiene un papel muy importante en el uso eficiente del agua en la planta y en la síntesis de algunas proteínas. El contenido de potasio en la planta puede estar entre 1 y 5 % del peso seco, un síntoma de la deficiencia de potasio es la deshidratación de la planta y baja resistencia a la sequía, también las hojas viejas parecen quemadas y la planta puede ser más sensible a las enfermedades, el exceso del elemento puede causar una deficiencia del magnesio o posiblemente del calcio (Sheifa, 2013).

2.8.7. Materia orgánica del suelo (MO)

La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos. La descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus, en la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, en constante estado de degradación y síntesis, el humus por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos (Peña, 2016).

Los componentes orgánicos proceden de la acumulación de restos y residuos de plantas, constituidos a su vez por biomasa incorporada en forma natural al suelo en cualquier ecosistema, los materiales orgánicos de origen biológico aportados por el hombre en los agroecosistemas, estiércol restos de cosecha. La descomposición de los tejidos orgánicos por acción mecánica de la fauna y de los microorganismos (Chilon, 2014).

Es cualquier planta competitiva y bien adaptada, en una determinada localidad, para la gran producción de biomasa, que se incorpora al suelo sin culminar su ciclo vegetativo y permiten la recuperación y mejoramiento de suelos dados, son de muy diverso origen y uso por los agricultores, dado que muchas de ellas son utilizadas para

finés como la alimentación humana y animal, el sombrío, provisión de leña y otros diversos materiales (Restrepo, 2002).

Esta dinámica es dependiente de la actividad de los diferentes grupos microbianos del suelo. El conjunto de transformaciones de los compuestos orgánicos se realiza en forma gradual y con liberación de energía. Se los estudia en forma independiente como el ciclo de carbono, del nitrógeno, del fósforo y de azufre (Silicuana, 2017).

2.8.8. Nitrógeno (N)

La mayor parte de los compuestos orgánicos vegetales contienen nitrógeno. Entre los compuestos nitrogenados que podemos citar a los ácidos nucleicos aminoácidos y numerosas enzimas, en un componente esencial de la clorofila, el nitrógeno es absorbido por las raíces de la planta en la forma de nitratos, aunque las plantas jóvenes toman una parte en forma de amonio (Chilon, 2014).

2.8.9. Fósforo (P)

El fósforo es un componente esencial del material energético también juega un rol importante en el material genético del núcleo de la célula y favorece la división celular y en la formación de grasas principalmente en la semilla, intensifica el crecimiento radicular (Chilon, 2014).

2.9. FERTILIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO

Labrador (2001), afirma que la fertilidad biológica del suelo, caracteriza la magnitud y el estado de la reserva orgánica, así como la abundancia y actividad de la biomasa edáfica. En cuanto a parámetros relacionados con el medio vivo, el mismo autor declara que la fertilidad biológica aborda la cuantificación de esta biomasa y de su vitalidad.

Los microorganismos del suelo son responsables de la mayor parte de la liberación de nutrientes a partir de materia orgánica. Cuando los microorganismos descomponen la materia orgánica, ellos utilizan el carbono y los nutrientes de la materia orgánica para su propio crecimiento, a su vez, liberan el exceso de nutrientes en el suelo, donde pueden ser absorbidos por las plantas. Si la materia orgánica tiene un bajo contenido de nutrientes,

los microorganismos tomarán los nutrientes del suelo para satisfacer sus necesidades (Peña, 2016).

En este sentido Restrepo (2002), atribuye que las propiedades microbiológicas incluyen la actividad de organismos fijadores de nitrógeno, simbióticos o de vida libre, y de los organismos depredadores de residuos orgánicos que obtienen energía de esos residuos orgánicos que obtienen energía de esos residuos y que participan en la mineralización de nutrimentos presentes en los residuos.

Cabrera (2014), plantea que la cuantificación de variables biológicas es adecuada para indicar la tendencia de un suelo para aumentar o disminuir el nivel de materia orgánica y por consiguiente, reflejar rápidamente el efecto que producen los cambios de manejo. Generalmente se considera que las prácticas de manejo utilizadas afectan la población microbiana en tanto que otros no han encontrado diferencias.

2.10. COMPOSICIÓN Y FUNCIÓN DE LA MACROFAUNA EDÁFICA

La macrofauna edáfica está compuesta por animales invertebrados que pasan toda o una parte de su vida dentro del suelo, sobre la superficie inmediata de éste, en la hojarasca superficial y los troncos caídos en descomposición, poseen un ancho de cuerpo o diámetro mayor de 2 mm y una longitud igual o mayor de 10 mm. por lo que son posibles de detectar a simple vista, a diferencia de otros invertebrados más pequeños que integran la mesofauna (diámetro entre 0.2 - 2 mm) y la microfauna edáfica (diámetro menor de 0.2 mm) (Restrepo, 2002).

Por otra parte, a partir de su función e impacto en el suelo, de su forma de vida y de su fuente de alimentación o hábito alimentario, la macrofauna se puede dividir en distintos grupos funcionales, entre ellos los detritívoros, los herbívoros y los depredadores y con una repercusión especial en la evolución y productividad del suelo se pueden señalar a los ingenieros del ecosistema (Peña, 2016)

El grupo funcional de detritívoros (descomponedores de la materia orgánica) vive en la hojarasca, en la superficie e interior del suelo. Interviene en la descomposición de la materia orgánica y, fundamentalmente los invertebrados que habitan en la superficie,

se encargan de la trituración de los restos vegetales y animales que componen la hojarasca. La fragmentación mecánica de estos restos hace que haya mayor disponibilidad de alimentos para otros invertebrados más pequeños y para los microorganismos (por ejemplo: hongos y bacterias), siendo los organismos omnívoros consumidores de todo tipo de material de origen vegetal o animal, la otra parte de los macroinvertebrados que funcionan como herbívoros o depredadores, viven tanto en el interior como en la superficie del suelo, los primeros se alimentan de las partes vivas de las plantas y así controlan la cantidad de material vegetal que ingresa al suelo; mientras los depredadores consumen diversos invertebrados, por lo que modifican el equilibrio de sus poblaciones y el balance entre estas y los recursos disponibles del ecosistema (Fuentes, 2007).

2.11. EFECTOS DE DIFERENTES PRÁCTICAS O SISTEMAS DE MANEJO SOBRE EL SUELO Y LA MACROFAUNA:

Sistemas agrícolas convencionales

Con el manejo de cultivos anuales, monocultivos existe progresivo deterioro de la materia orgánica por una entrada menor e irregular de hojarasca al sistema y retiro de los rastrojos de la superficie; Incremento de la erosión debido al aumento de la compactación y a una baja capacidad de retención de agua en el suelo, así como a la contaminación por productos químicos; Estos ambientes simplificados, que no incluyen diversidad en la vegetación, disminuyen las fuentes de alimentos, hábitat y reproducción para la macrofauna benéfica y aumenta la probabilidad de colonización de organismos herbívoros-plagas (Cabrera, 2014).

Uso de fertilizantes químicos y plaguicidas

Efectos: Desestabilizan los ciclos de nutrientes en el suelo y causan cambios morfológicos y fisiológicos en las poblaciones de algunos insectos beneficiosos y en las lombrices de tierra. Recomendaciones: Sustituir por abonado orgánico como la adición de productos orgánicos de fácil descomposición para aumentar la calidad y la cantidad del contenido de materia orgánica, porque constituye la principal fuente energética o de alimento para algunos invertebrados y microorganismos en el suelo (Bruin, 2016).

Empleo de maquinarias y laboreo intenso

Efectos: Causan la compactación, afectan la porosidad, la aireación y el drenaje de agua en el suelo, con la consecuente pérdida de la calidad física del terreno. De esta manera destruyen el micro hábitat disponible para la permanencia y actividad de los diferentes grupos de la macrofauna edáfica.

Asociación de cultivos con efectos positivos

Efectos: Garantiza un balance en la extracción/donación de nutrientes en el suelo, lo que favorece su fertilidad y disminuye la incidencia de plagas y enfermedades. Además, contribuye a una cobertura vegetal diversa y con ello a un mayor aporte de hojarasca y recursos heterogéneos que determinan un aumento en la variedad de organismos edáficos benéficos como los detritívoros. Se recomienda combinar cultivos de ciclo corto con cultivos de ciclo largo o plantas perennes, como se acostumbra en huertos o fincas agrícolas, para ofrecer mayor cobertura al suelo y mejores condiciones para la fauna edáfica (Silicuada, 2017 cita a ECOSAF, 2008).

Establecimiento de árboles en los sistemas agrícolas

Efectos: Uso más eficiente de las reservas de agua y de nutrientes, gracias a que las raíces de los árboles exploran las capas más profundas del suelo y facilitan la absorción de estos elementos. Posibilitan gran acumulación de materia orgánica a través de los restos de hojas, raíces, frutos y otras partes de las plantas; mejoran las propiedades físicas (porosidad, macro agregación e infiltración de agua) como resultado del incremento de la materia orgánica y la penetración de las raíces de los árboles a mayor profundidad del suelo. La sombra de los árboles condiciona un microclima edáfico favorable de humedad y temperatura que garantiza la recolonización de la macrofauna y controla el crecimiento de las malezas (Milz, 2005).

La macrofauna es la más sobresaliente fauna del suelo, estos están conformados, por muchos grupos taxonómicos que se incluyen en diferentes niveles tróficos (Bueno, 2012).

En las zonas templadas las lombrices son probablemente los invertebrados más importantes y predominantes en la región tropical predominan las termitas y hormigas. Estos organismos encontrados en el suelo influyen de una forma significativa en las

propiedades físicas y químicas del suelo, los grupos que conforman la macrofauna del suelo frecuentemente son propuestos como indicadores de la calidad biológica del suelo, debido a su importancia de su rol en los procesos biológicos del ecosistema y su sensibilidad ante los cambios en las condiciones ambientales y los milpiés y las termitas son los mayores consumidores de residuos orgánicos en el bosque, y las larvas de los insectos como las moscas, son importantes consumidores de material radicular, por otro lado los ciempiés, arañas, escorpiones y escarabajos frecuentemente son los depredadores dominantes en el suelo (Restrepo, 2002).

2.11.1. Lombrices

Lombrices de tierra: *Phylum Annelida*, Clase Clitellata, Subclase Oligochaeta, Orden Haplotaxida. Las lombrices son un buen indicador de la salud biológica y la condición del suelo porque su cantidad y tipo son afectados por las propiedades del suelo y el manejo de la tierra. Cuando excavan, se alimentan, digieren y depositan los restos, las lombrices tienen una influencia importante sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas de la tierra. Trituran y descomponen residuos de plantas, convirtiéndolo en materia orgánica y liberando gran cantidad de nutrientes minerales. Las lombrices actúan como factores biológicos aireantes y acondicionadores físicos del suelo, mejorando la porosidad y aireación del suelo, la estructura y la estabilidad de los terrones. Ayudan más aún al crecimiento de las plantas secretando hormonas de crecimiento y aumentando la densidad y el grado de desarrollo de las raíces a través de los conductos ricos en nutrientes. Como consecuencia, la presencia de lombrices puede aumentar significativamente el grado de crecimiento y el rendimiento del cultivo (Cabrera, 2014).

Las lombrices también aumentan la población, actividad y diversidad de los microbios del suelo, los cuales tienen un papel importante en la descomposición de la materia orgánica y la formación de humus, además de liberar también hormonas de crecimiento, proveer de nutrientes y reducir la incidencia de plagas y enfermedades. El beneficio colectivo de microbios aumenta el rendimiento del cultivo, así como reduce la necesidad de fertilizantes. La cantidad de lombrices está determinada por la disponibilidad de alimentos como materia orgánica y microbios de la tierra, los cultivos presentes, la cantidad y calidad de residuos en la superficie, la humedad y temperatura del suelo, textura, aireación, nutrientes incluyendo niveles de calcio, y los tipos de fertilizante y nitrógeno usado, es conveniente una buena variedad de especies tanto en la

superficie donde absorben los residuos allí presentes como en el subsuelo donde se bajan y mezclan los residuos y la materia orgánica en profundidad (Peña, 2016).

2.11.2. Hormigas

Las hormigas son otro grupo de macrofauna del suelo y son entre otros unos de los insectos más extendidos en el planeta. Estos animales tienen una gran variedad de hábitos alimenticios, siendo depredadores, consumidores de plantas y microorganismos, y omnívoros oportunistas. En los biomas donde las hormigas son muy abundantes, estas afectan muchos procesos del suelo a través de la construcción y organización de sus nidos, estos nidos pueden tener una altura mayor a dos metros, entre 200 a 1000 montículos por hectáreas, además ayudan a la creación de mosaicos de caminos y caracterizan el suelo y la vegetación del paisaje. Estos nidos influyen críticamente en los procesos de los ecosistemas tales como la redistribución del agua y el ciclo de los nutrientes (Bueno, 2012).

2.11.3. Ciempiés

Ciempiés: *Phylum Arthropoda*, Clase Chilopoda Conocidos popularmente como ciempiés y escolopendras. Cuerpo segmentado, alargado y plano, dividido en cabeza y tronco. Usualmente azulados, amarillos pálidos y naranjas o con otras combinaciones de colores. A diferencia de los milpiés, poseen un par de patas por segmento del cuerpo, y pueden llegar a medir desde unos mm hasta varios cm. Tienen un par de antenas, por lo general de considerable longitud, localizadas en el margen anterior de la cabeza. Al final del cuerpo presentan el telson, del cual se extienden un par de apéndices a modo de patas (Cabrera, 2014).

2.11.4. Arañas

Arañas: *Phylum Arthropoda*, Clase Arachnida, Orden Araneae Los arácnidos pertenecen al grupo de los Artrópodos, animales con apéndices articulados los artrópodos se caracterizan por poseer el cuerpo segmentado cubierto de un exoesqueleto articulado de quitina que cambian periódicamente a medida que el animal va creciendo (Lagos, 2017).

2.11.5. Escarabajos

Escarabajos: Phylum Artropoda, Clase Insecta, Orden Coleoptera. Los escarabajos presentan un tegumento duro (esclerotizado) y piezas bucales masticadoras con fuertes mandíbulas, su principal diferencia con otros insectos es que los adultos presentan las alas delanteras, o primer par de alas, esclerotizadas, no funcionales para el vuelo, como escudos que cubren total o parcialmente el abdomen, llamadas élitros. La función del primer par de alas es proteger el segundo par, que son membranosas, aptas para volar y en reposo se esconden debajo de los élitros, en el suelo se encuentran tanto larvas como adultos, los escarabajos pueden desarrollar todo su ciclo de vida en el suelo o solo vivir durante su fase larval, y una vez que alcanzan el estado adulto cambiar de ambiente, las larvas de escarabajos, en comparación con las larvas de otros insectos presentan la cabeza con sus piezas bucales de tipo masticador y los tres pares de patas bien diferenciados, los escarabajos, ya sean en estado larval o adulto, tienen una gran variedad de formas, tamaños y sitios de refugio y alimentación. Esta diversidad de hábitats es un reflejo de las diferentes dietas que poseen, por lo que podemos encontrar familias detritívoras, herbívoras y depredadoras (Cabrera, 2014).

2.12. CALIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN MACROFAUNA

Alta calidad del suelo: suelos con mayor cantidad de tipos de organismos (mayor diversidad) y de individuos por tipo, especialmente de organismos detritívoros y de lombrices (Aplicación de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, obteniendo como resultado valores > 1). (Cabrera, 2014).

Baja calidad del suelo: suelos con menor número de tipos de organismos (menor diversidad) y de individuos por tipo, pero donde prevalecen los organismos no detritívoros y las hormigas (Aplicación de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, obteniendo como resultado valores < 1) (Cabrera, 2014).

Humedad de suelo: Es indispensable para las plantas no solo como alimento, ya que es su componente esencial, sino también para reponer las pérdidas que por evapotranspiración se producen durante el ciclo vegetativo. El agua del suelo con frecuencias se conoce como “solución del suelo”. Se conserva en los poros que rodean las partículas del suelo y contiene sales solubles, dióxido de carbono disuelto y oxígeno.

En el suelo, el agua disuelve los elementos nutritivos que absorben las plantas a través de la solución del suelo. (Cañihua & Salcedo 2016)

Temperatura de suelo: Condiciona los procesos microbianos que tienen lugar en el suelo e influyen en la absorción de los nutrientes, esencialmente del fósforo que es menor en suelos fríos. Temperaturas menores de 8°C y mayores de 40 °C afectan la disponibilidad de los microorganismos del suelo y las reacciones químicas y físico – químicas que varían dependiendo de la temperatura. (Cañihua & Salcedo 2016).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se ubicó en la comunidad campesina Chancarani sector San Miguel Mayupata, distrito de Mañazo, provincia y departamento Puno; se realizó durante los meses de noviembre del año 2017 a abril del 2018 en la parcela de uno de los productores agrarios con apoyo del Proyecto de Recuperación de Degradados de Suelos Agrarios de la Estación Experimental Agraria Illpa Puno (EEA) – Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Distrito de Mañazo, Provincia y Departamento Puno.

Ubicación Política:

Departamento : Puno
Provincia : Puno
Distrito : Mañazo
Localizacion : Chancarani

Ubicación Geográfica:

Para la ubicación geográfica de la parcela de investigación, cuyas coordenadas en UTM son X: 353237m. y Y: 8255947m. con una Altitud Z: 3936 msnm. El sistema de coordenadas (world geodesic system 1984 (WGS-84)) en Zona 19 sur

3.2. DATOS METEOROLÓGICOS

3.2.1. Campaña agrícola

Los datos meteorológicos (Julio 2017 – Junio 2018) fueron obtenidos del Boletín Regional SENAMHI de la Dirección Regional de Puno (Tabla 1 y figura 1). En lo referente a las temperaturas, se observa que la mayor temperatura máxima se dio en el mes de noviembre (19.3°C); en temperatura mínima la más baja se registra en el mes de julio (-3-2); la mayor temperatura media se da en el mes de noviembre y diciembre (11.1°C), y la menor temperatura media se da en el mes de julio (6.7°C).

Tabla 1. Temperaturas y precipitación pluvial (2017-2018) Mañazo - Puno

MESES	TEMPERATURA °C			PRECIPITACIÓN PLUVIAL
	MAX.	MIN.	MEDIA	
Julio	16.5	-3.2	6.7	6.1
Agosto	17.8	-1.6	8.1	0.0
Setiembre	17.0	0.7	8.9	43.6
Octubre	18.3	1.6	10.0	54.4
Noviembre	19.3	2.9	11.1	81.9
Diciembre	17.8	4.3	11.1	99.5
Enero	15.9	4.7	10.3	161.0
Febrero	15.3	4.6	10.0	146.6
Marzo	15.9	4.3	10.1	118.3
Abril	16.6	0.9	8.8	40.6
Mayo	16.7	-1.5	7.6	1.5
Junio	17.0	-2.3	7.4	7.1
Promedio	17.0	1.3	9.1	63.4
Total				760.6

Fuente: Senamhi Puno, 2018.

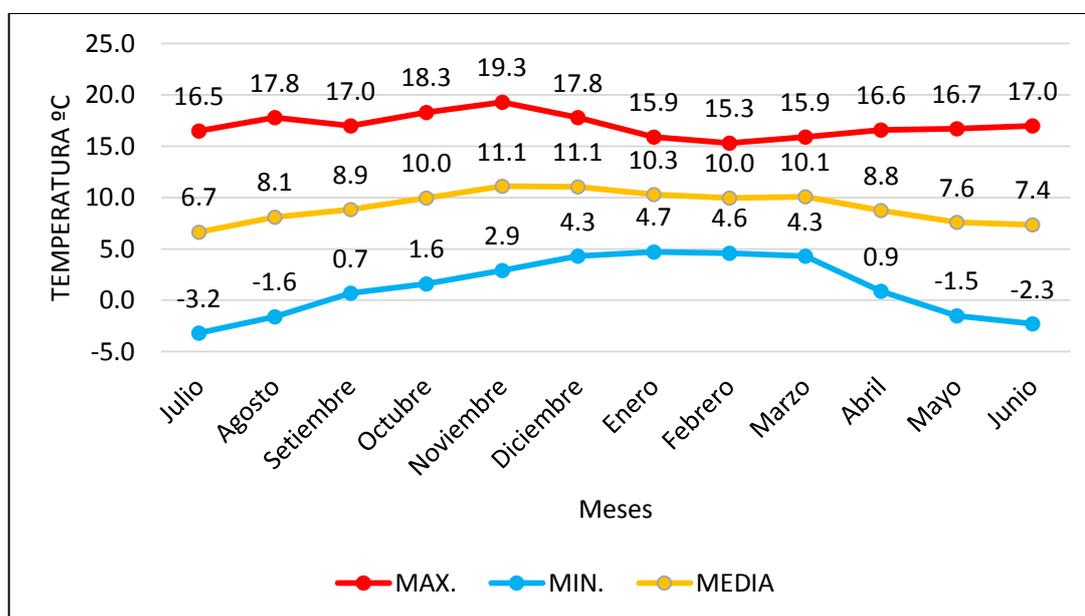


Figura 1. Comportamiento de las temperaturas (2017-2018) Mañazo - Puno.

En cuanto a la distribución de la precipitación pluvial (2017 – 2018), se observa que la mayor precipitación pluvial se registró en el mes de enero con 161.0 mm, y la menor precipitación pluvial se dio en el mes de agosto con 0.0 mm (figura 2).

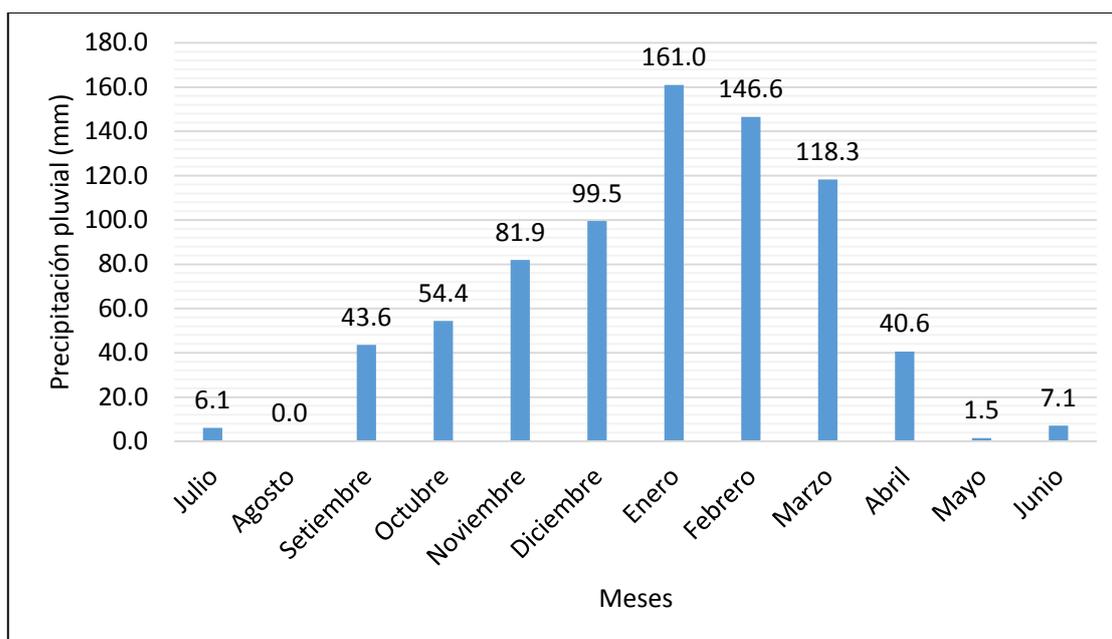


Figura 2. Comportamiento de la precipitación pluvial (2017-2018) Mañazo - Puno.

3.2.2. Información meteorológica de precipitación y temperatura Promedio de 10 años

Los datos climáticos de 10 años fueron obtenidos del Boletín Regional SENAMHI Puno (2008-2017), mostrando la siguiente información (tabla 2 y figura 3 y 4): respecto a la temperatura, la mayor temperatura máxima se registró en el mes de noviembre con 19.21 °C, la menor temperatura mínima se dio en el mes de julio con -2.65 °C, mientras que la mayor temperatura media se registró en el mes de noviembre con 10.98 °C. Para la precipitación el mes más lluvioso fue febrero con 144.12 mm y el mes con menor precipitación fue con 1.96 mm, el promedio anual de precipitación de 14 años fue 54.36 mm. La precipitación total fue de 652.34 mm.

Tabla 2. Datos meteorológicos registrados. Temperaturas (mínimas, máximas y media), precipitación pluvial. Promedio de 10 años: 2008 -2017 Mañazo - Puno.

Mes	T° Máxima (°C)	T° Mínima (°C)	T° media (°C)	Precipitación Pluvial (mm)
Julio	16.14	-2.65	6.89	5.02
Agosto	17.01	-2.07	7.51	4.56
Septiembre	17.95	0.13	9.02	15.23
Octubre	18.61	1.87	10.20	31.63
Noviembre	19.21	2.91	10.98	54.81
Diciembre	17.60	3.99	10.89	107.96
Enero	16.14	4.21	10.12	127.45
Febrero	15.89	4.32	9.96	144.12
Marzo	16.13	3.48	10.05	88.70
Abril	16.39	1.82	8.97	66.27
Mayo	16.75	-0.59	8.25	4.63
Junio	16.51	-2.38	6.97	1.96
Promedio	17.03	1.25	9.15	54.36
	Total			652.34

FUENTE: Boletín Regional SENAMHI Puno, 2018.

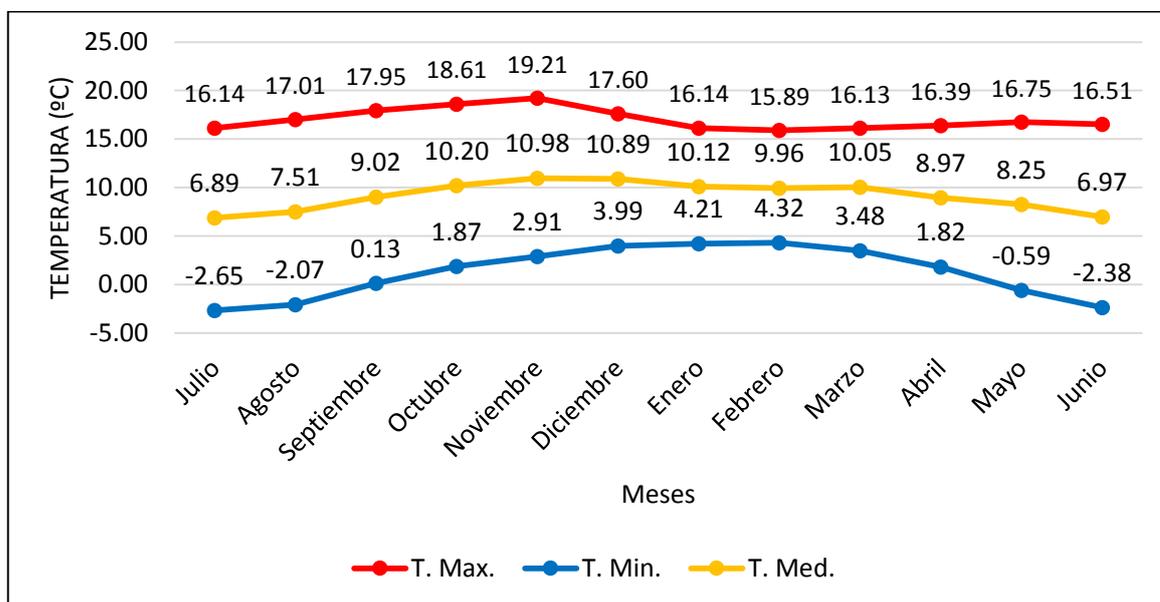


Figura 3. Comportamiento de temperaturas del promedio de 10 años, Mañazo - puno

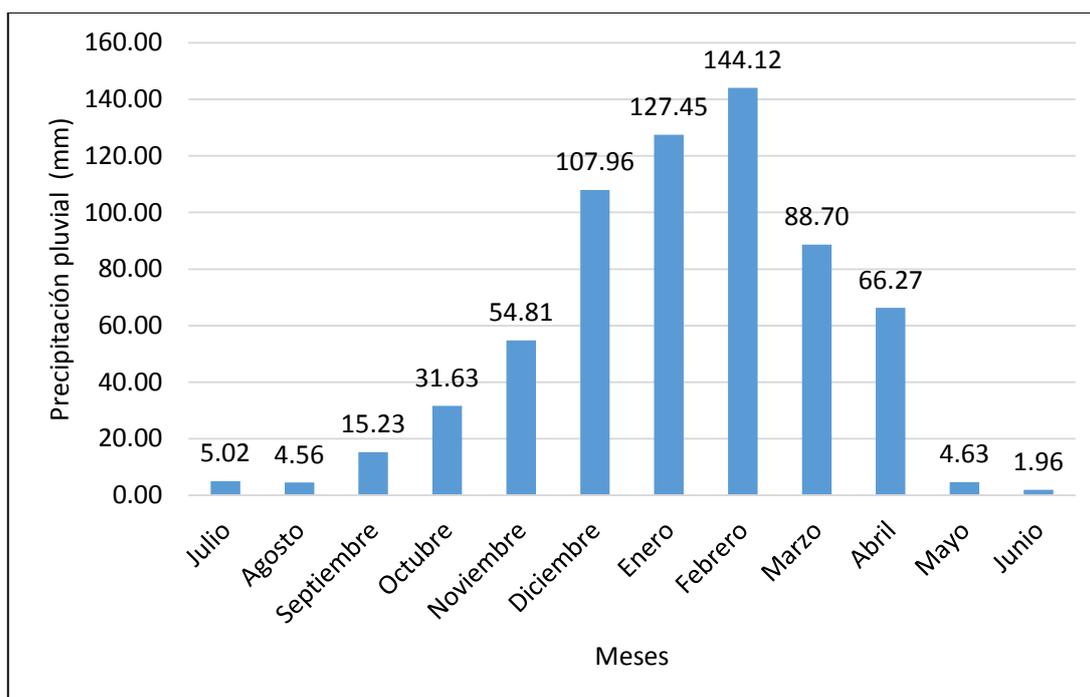


Figura 4. Comportamiento de la precipitación pluvial, promedio de 10 años, Mañazo - puno.

3.3. MATERIALES E INSUMOS

3.3.1. Material vegetal

- Semilla cañihua
- Semilla de trébol carretilla
- Guano de isla

3.3.2. Material de laboratorio y gabinete

- Etiquetas de rotulación
- Cuaderno o hoja de registro de datos
- Estufa
- balanza de precisión
- computadora (laptop)
- GPS

3.4. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VEGETAL

Se utilizó semillas de cañihua de la variedad Cupi, adquiridas del Instituto Nacional E Innovación Agraria – INIA de los cuales se detalla sus principales características a continuación:

3.4.1. Características de la Cañihua Variedad Cupi:

Según el Ministerio de Agricultura del Perú y el INIA, citados por Apaza (2010), las principales características de esta variedad se detallan a continuación

- Hábito de crecimiento: Saiwa.
- Altura de planta: 60cm.
- Diámetro del tallo central medido en la parte media del tercio inferior de la planta en madurez fisiológica: 4.0mm.
- Color de estrías: purpura pálido.
- Color de tallo en madurez fisiológica de la planta: 24cm.
- Forma de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: ancha ovalada.
- Numero de dientes de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 5 a 6.
- Longitud del peciolo de hojas del tercio medio de la planta en plena floración: 7mm.
Longitud máxima de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1.62cm.
- Ancho máximo de la lámina foliar del tercio medio de la planta en plena floración: 1,40cm.
- Color de la hoja a la madurez fisiológica Purpura pálida.
- Grado de dehiscencia cuando alcanza a la madurez fisiológica regular.
- Aspecto del perigonio la madures fisiológica serrado.
- Color del perigonio registrado a la madurez fisiológica; cerrado.
- Color del epistermo: café claro Diámetro del grano sin considerar el perigonio 1.0 a 1.1 mm.
- Peso de 1000 granos (0.5510g)

3.4.2. Características del trébol carretilla

Eduardo (2009), Indica que El trébol Carretilla, es una planta herbácea de porte semi-erecto, los vástagos débiles ramificados. Raíz pivotante, tallos herbáceos, las hojas

son pinnados trifoliadas, alternas, pecioladas y flores amarillas discretas. Realiza la descripción botánica de la siguiente manera:

a) Hábito y forma de vida: Planta de crecimiento rastrero o ascendente, muy ramificado.

b) Tamaño: Hasta 60 cm de altura.

e) Tallo: Muy ramificado desde la base, ramas angulosas, sin pelos o algo pilosas; estípulas lanceolado-dentadas.

d) Hojas: Trifoliadas, con pecíolo de 1 a 9 cm de largo, folíolos obovados u obcordados, de 0,5 a 3 cm de largo, por 0,5 a 2,5 cm de ancho, ápice obtuso o emarginado, margen denticulado hacia al ápice, base cuneada, con muy pocos pelos o sin ellos.

e) Inflorescencia: Flores dispuestas en racimos axilares solitarios, más cortos que las hojas.

f) Flores: De 1 a 7, de 5 mm de largo, pedicelos muy cortos; corola amarilla.

g) Frutos y semillas: El fruto es una legumbre enroscada en espiral, de 4 a 10 mm de diámetro, reticulada, con 2 a 6,5 vueltas, armadas de numerosas espinas; semillas dispersadas en frutos espinosos enrollados en espiral, semilla reniforme a elíptica de 1,8 a 3,9 mm de largo y 1 a 1,9 mm de ancho, comprimida, de color pardo amarillento, pardo rojizo o pardo negruzco, superficie opaca levemente punticulada.

h) Plántulas: Hipocótilo de 25 a 40 mm de largo, cilíndrico, sin pelos; cotiledones de lámina oblanceolada de 6 a 12,5 mm de largo y 2,5 a 4,5 mm de ancho, sin pelos; sin epicótilo; hojas alternas, la primera simple y la segunda compuesta.

3.4.3. Características de los fertilizantes

El guano de islas

Es una mezcla de excrementos de aves (guanay, piquero, alcatraz o pelicano que habitan en la costa en el Perú), plumas, restos de aves muertas y huevos de las especies que habitan el litoral y que pasa un proceso de fermentación lenta, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad por su contenido de nutrientes, así como facilidad de asimilación, existiendo diferentes calidades: guano rico (12-11- 02); guano fosfatado (1 ,5-15-1,5) y guano de islas común (9-11-02) (FAO, 2010).

Tabla 3. Dosis de fertilización.

Fuentes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Guano de islas	10	10	2

Fuente: Misti (2016).

3.5. VARIABLES EN ESTUDIO

3.5.1. Variables independientes (X):

Los factores a estudiar serán los siguientes:

Localidad (L):

El presente trabajo de investigación se realizó en en el Altiplano a una altura de 3 926 m sobre el nivel del mar, a 44 km de la ciudad de Puno. El principal centro urbano del sur de Perú, Arequipa, de donde las artesanías reciben sus principales insumos, queda a una distancia de cerca de 4 horas en autobús.

X2: Variedades de Cañihua (V):

Se utilizó de semilla de Cañihua con una densidad de siembra 7 kg/ha en cada tratamiento por iguales

Tabla 4. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Identificación	Descripción
T1	N1	Variedad Cupi 7 kg/ha – Sin trébol (testio)
T2	N2	Variedad Cupi 7 kg/ha .– Con guano de isla 1000 kg/ha.
T3	N3	Variedad Cupi 7 kg/ha. – Con trébol 15 kg/ha.
T4	N4	Variedad Cupi 7 kg/ha – con trébol 15 kg/ha. y Guano de isla 1000 kg/ha

La distribución de los tratamientos consiste con una densidad de siembra de Cañihua 7 kg/ha. En cada tratamiento por homogeneidad los cuatro tratamiento, en el tratamiento T2 se completo con guano de isla con una dosis de 1000kg/ha. y mas Cañihua, y en el tratamiento T3 se empleo con el trebol carretilla con una densidad de siembra 15kg/ha. y en el tratamientoT4 contiene guano de isla con una dosis de 1000kg/ha. y mas trabol carretilla con densidad 15kg/ha, de esa manera se distribuyo los tratamientos.

3.5.2. Variables dependientes (y)

Tabla 5. Variables evaluadas en la investigación

Variable	Momento de evaluación	Unidad
% de emergencia de plantas	20 días después de la siembra (dds) del cultivo de Cañihua	%
Altura de planta	30, 60, 90, 120 y 140 dds del cultivo	cm
Materia seca foliar del Cañihua	30, 60, 90, 120 y 140 dds del cultivo	g
Humedad gravimétrica del suelo	30, 60, 90, 120 y 140 dds del cultivo	%
Temperatura del suelo (15 cm de prof.)	60, 90, 120 y 140 dds del cultivo	°C
Biomasa foliar del trébol	120 días después del aporque	kg
Biomasa radicular del trébol	120 días después del aporque	Kg
Cuantificación de macro organismos (insectos, lombrices y otros)	120 días después del aporque	Unidad
Rendimiento del grano	Cosecha	Kg

3.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El experimento consistió de 4 tratamientos con 4 repeticiones con una totalidad 16 unidad experimental.

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para su análisis e interpretación de los datos del experimento se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), el análisis de varianza ANVA, cuyo modelo estadístico lineal, es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental

μ = Media general de la variable de respuesta

τ_i = Efecto del i - ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

Tabla 6. Análisis de varianza para diseño completamente al azar

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	SC_{trat} / gl_{trat}	CM_{trat} / CM_{ee}
Error experimental	t(r-1)	SCtotal – Sctrat	SC_{ee} / gl_{ee}	
Total	tr-1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

Fuente: López (2004) y Ibañez (2009).

3.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

- Número de tratamientos: 4 (Cañihua asociado Con, trébol y sin trébol, guano de isla)
- Número de repeticiones: 4
- Número de unidades experimentales (N° de parcelas): 16
- Ancho de parcela: 5 m.
- Largo de parcela: 8 m.
- Área de parcela: 40 m².
- Largo neto del Campo Experimental: 20 m
- Ancho neto del Campo Experimental: 32 m
- Area Neta del campo experimental: 640 m².
- Largo total del campo experimental: 25 m
- Ancho total del Campo experimental: 37 m
- Área total del terreno: 925 m².
- Distanciamiento entre parcelas: 1 m
- Distanciamiento entre bloques: 1 m
- Número de surcos por parcela: 6

3.9. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Están codificados para así diferencia la distribución de los tratamientos (T) y las repeticiones (R), como se encuentra en la parcela.

Tratamientos				
Repeticiones	T1=R1	T2=R1	T3=R1	T4=R1
	T3=R2	T1=R2	T4=R2	T2=R2
	T2=R3	T4=R3	T1=R3	T3=R3
	T2=R4	T3=R4	T1=R4	T1=R4

3.10. DISEÑO ESTADÍSTICO

El presente trabajo de investigación se realizó bajo un Diseño experimental: Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

3.11. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a) Fase de campo

Se ubicó un campo experimental en la comunidad campesina Chancarani en un terreno ya roturado (terreno no virgen), donde anteriormente se ha trabajado en la explotación de agricultura de diferentes cultivos. En donde tomamos la decisión de realizar, la siembra de Cañihua asociado con trébol carretilla.

b) Para determinar la duración de la fase vegetativa y la fase reproductiva de la planta de Cañihua, trébol carretilla y guano de isla se realizaron a través de los siguientes métodos

- Se ubicó la parcela roturada en donde se distribuyeron los tratamientos y sus repeticiones.
- Ubicar las plantas emergidas de Cañihua, trébol carretilla
- se seleccionó 5 plantas por tratamiento emergidas en las 4 repeticiones
- Proteger los tratamientos con barreras vivas de avena.
- Codificar cada planta con una etiqueta

2. Evaluación de terreno ubicado

- Se tomaron un kilo de suelo mediante muestreo de zigzag a una profundidad de 30cm, para su análisis físico y química.
- Se tomó datos suelos de humedad y temperaturas cada mes.
- se evaluó de ciclo biológico (fase vegetativa y reproductiva) de Cañihua y trébol carretilla.
- se evaluó de plantas desde emergencia hasta su fructificación.
- Crecimiento de la planta cada mes.
- Desarrollo de hojas por cada 15 días.

- Inicio de floración de cada planta durante cada 15 días.
- Inicio de fructificación de cada planta

3.12. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos en este trabajo de investigación se empleó la técnica de la observación y medición, según la variable a evaluar. Los instrumentos empleados fueron: la hoz, tijera de podar, cinta métrica, contómetro, balanza de precisión, geotermómetro, estufa y otros.

3.12.1. Porcentaje de emergencia de plantas

En cada parcela experimental y por tratamiento se contabilizó el total de plantas emergidas a los 30 días después de la siembra (DDS).

Surcado de la parcela

Se realizó utilizando un tractor agrícola para poder realizar los surcos uniforme, para así facilitar la distribución de las unidades experimentales.

Siembra de Cañihua

La siembra de Cañihua se efectuó en surcos en una distancia entre surcos de 0.80m, la época de siembra se realizó el 21 de Noviembre del año 2017 se instaló ligeramente a una profundidad de 2cm. De suelo cubierto la semilla.

Porcentaje de emergencia

Una vez contabilizado el número de plantas emergidas en cada unidad Experimental, se procedió a calcular el % de emergencia de plantas. Se empleó la siguiente relación.

$$\begin{array}{l}
 Y \dots\dots\dots 100\% \\
 N \dots\dots\dots x \\
 X = \frac{N * 100\%}{y}
 \end{array}$$

Dónde:

Y = N° total de semillas sembradas por unidad experimental.

N = Número de plantas emergidas.

X = % de plantas emergidas

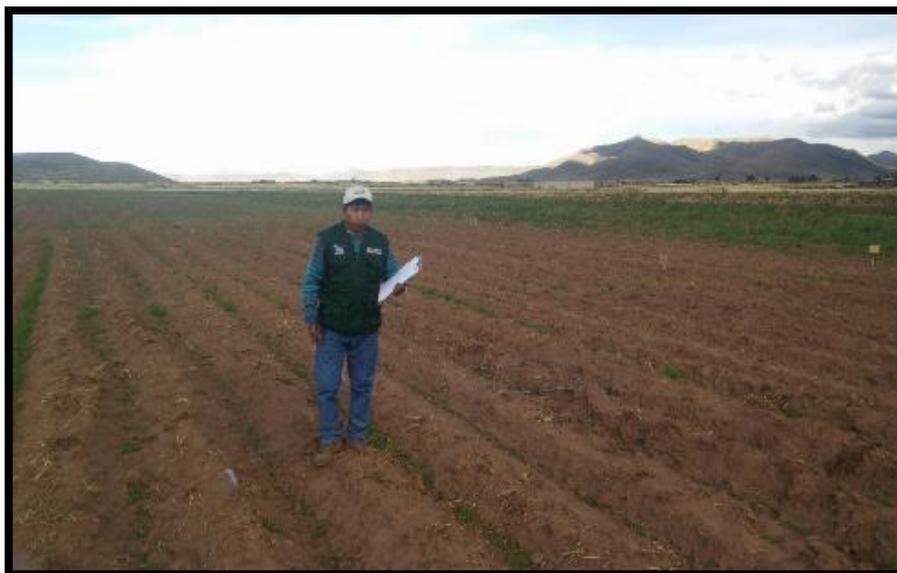


Figura 5. Monitoreo de la parcela de investigación de cañihua y evaluación del porcentaje de emergencia de cañihua

3.12.2. Evaluación del % de humedad gravimétrica del suelo

a) Materiales y equipos

Taras

Cinta maski

Balanza digital

Estufa

Para lo cual se preparó los materiales que se utilizó para evaluar el porcentaje de humedad gravimétrica con las taras que estén bien codificadas, se inicia a pesar las taras. Para determinar el % de humedad gravimétrica del suelo se han extraído muestras de suelo con el envase (tara) del perfil de 10 cm de profundidad. Estas muestras se tomaron según las fechas de muestreo y se secaron en la estufa a 105°C por un periodo de 24 horas.

b) Evaluación del % de humedad gravimétrica del suelo

Una vez obtenido el peso seco del suelo y de la a la estufa, se procedió a determinar el % de la humedad gravimétrica empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje (\%)Hg} = \frac{(Psh - Pss)}{Pss} * 100$$

Donde:

% Hg : Porcentaje de humedad gravimétrica.

Psh : Peso de suelo húmedo.

Pss : Peso de suelo seco

Fuente: Inía salcedo laboratorio de suelos y aguas



Figura 6. Pesado de las taras con suelo húmedo



Figura 7. Muestreo del suelo para hallar la humedad gravimétrica del suelo

3.12.3. Peso seco foliar de la cañihua

a) Materiales y equipos

Taras

Cinta maski

Lápiz y borrador

Ficha de materia seca

Balanza digital

Estufa

Para determinar el peso seco foliar del cañihua se han extraído 2 plantas al azar por unidad experimental a la vez son etiquetadas de acuerdo a lo que corresponde por tratamiento y repetición las más representativas, a los 30, 60, 90, 120 y 140 días. Esta biomasa se sometió a su secado en la estufa a 105°C por 24 horas.

b) Peso húmedo foliar de la Cañihua

Una vez obtenido la planta extraído de la unidad experimental se realizó el pesado de la planta en el estado verde, se denomina el peso húmedo foliar de la cañihua para cada tratamiento se procedió con su pesado empleando una balanza de precisión y se expresó en gramos. Luego se procedio al secado en l estufa a una temperatura de 105° C Durante 24 horas cada planta codificado de acuerdo alos tratamientos.



Figura 8. Pesado de planta de cañihua en el estado verde

c) Peso seco foliar de la Cañihua

Una vez obtenido la materia seca foliar de la estufa, después de 24 horas, la planta de Cañihua seca se procedo a pesar de acuerdo a lo que estas etiquetado según que corresponda, empleando una balanza de precisión y se expresó en gramos.



Figura 9. Pesado de materia seca de la planta de cañihua

3.12.4. Medición de la temperatura del suelo

a) Materiales y equipos

Ficha de medición

Lápiz

Borrador

Geotermómetro

La temperatura del suelo se midió a una profundidad de 15 cm, utilizando Geotermómetros, la toma de temperatura fue al a zar de los cuatro repeticiones de cada tratamiento a los 60, 90, 120 y 140 días, luego se hizo la medición de temperatura.

b) Determinación de la temperatura del suelo

Una vez introducido el geotermómetro a una profundidad de 15 cm se esperó por un tiempo de 5 minutos para tomar la lectura, los resultados se expresan en °C. Se tomaron 04 datos por cada unidad experimental, cuyo promedio se emplea para los análisis estadísticos, por cada tratamiento.



Figura 10. Medición de temperatura del suelo

3.12.5. Aporque

Se realizó el primer aporque de la Cañihua utilizando azadones para poder dar más tierra al cultivo, para así dar una buena aireación del suelo luego se procedió a sembrar lo que el trébol.

3.12.6. Siembra de trébol de carretilla

La siembra de Trébol Carretilla se efectuó a los 45 días después de la siembra de Cañihua, lo cual se realizó en el mes de Enero del año 2018, el método de siembra que se empleo es a voleo.

a) Materiales y herramientas

Azadones

Rastrillo

El cultivo se efectúa exclusivamente en condiciones de secano, la época de siembra va generalmente de diciembre a mediados de Febrero. Para siembra en surco se requiere de 10 kilogramos de trébol por Hectárea que es asociado al cultivo de Cañihua. Se siembra a chorro continuo en surcos distanciados a 0.10m, a una profundidad de 2cm.



Figura 11. *Siembra de trébol carretilla*

3.12.7. Altura de planta de la Cañihua

a) Materiales y herramientas

Ficha de evaluación

Lápiz

Borrador

Cinta métrica

La altura de planta se midió desde el cuello de planta hasta la hoja más larga, se empleó cinta métrica y se evaluó por los periodos de 30, 60, 90, 120 días desde la siembra.

b) Altura de planta de la cañihua

La cuantificación de la altura de planta de la Cañihua en las fechas establecidas, se tomaron al azar en 5 plantas que están etiquetado las plantas más representativas de cada tratamiento y se midieron su altura desde el cuello de planta hasta la hoja más larga y se expresó en centímetros.



Figura 12. Medición de la altura de la planta

3.12.8. Porcentaje de emergencia de trébol carretilla

a) Materiales

Ficha de evaluación

Lápiz

Borrador

Se evaluó el porcentaje de emergencia de trébol carretilla, en las unidades experimentales, que cuentan con trébol, En la parcela experimental y por tratamiento se contabilizó el total de plantas emergidas a los 15 y 30 días después de la siembra (DDS).

b) Porcentaje de emergencia

Una vez contabilizado el número de plantas emergidas en cada unidad Experimental, se procedió a calcular el % de emergencia de plantas, donde el porcentaje de germinación del trébol es un poco bajo.



Figura 13. Evaluación el porcentaje de Germinación

3.12.9. Evaluación de microorganismos

a) Materiales

- Metro
- Palitos
- Rafia
- Borrador
- Cámara fotográfica

Metodología

- Una vez colocado los cuadrantes en cada tratamiento y repetición se contabilizo.
- El conteo se realiza con ayuda de una pala pequeña. Por lo tanto se encontraran como microorganismos (lombrices, carábidos, gusano soldado, gusano de tierra entre otros).
- Todo el dato de evaluación se registra en la ficha.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONTENIDO DE MACRONUTRIENTES ESENCIALES DEL SUELO ANTES Y DESPUÉS DEL CULTIVO ASOCIADO DE CAÑIHUA CON TRÉBOL CARRETILLA.

En la Tabla 7, se observa que existe un incremento en el contenido de macronutrientes (N, P, K disponible) y materia orgánica en el análisis de suelo final de todos los tratamientos al comparar con el análisis inicial, excepto en el contenido de fósforo (P) en el tratamiento T1, donde hubo una disminución de este elemento. El mayor incremento se tuvo en el tratamiento T3 y T4.

Tabla 7. Análisis de fertilidad inicial y final en los tratamientos en estudio.

Parámetro	Análisis final	Análisis inicial	Diferencia
T1			
N (%)	0.06 %	0.04 %	0.02 %
P (ppm)	7.26 ppm	8.63 ppm	-1.37 ppm
K disponible (ppm)	257.75 ppm	31 ppm	226.75 ppm
MO (%)	1.63 %	1.18 %	0.45 %
T2			
N (%)	0.10 %	0.04 %	0.06 %
P (ppm)	8.88 ppm	8.63 ppm	0.25 ppm
K disponible (ppm)	282.75 ppm	31 ppm	251.75 ppm
MO (%)	2.62 %	1.18 %	1.44 %
T3			
N (%)	0.13 %	0.04 %	0.09 %
P (ppm)	11.41 ppm	8.63 ppm	2.78 ppm
K disponible (ppm)	377.63 ppm	31 ppm	346.63 ppm
MO (%)	3.28 %	1.18 %	2.10 %
T4			
N	0.14 %	0.04 %	0.10 %
P	12.35 ppm	8.63 ppm	3.72 ppm
K disponible	482.63 ppm	31 ppm	451.63 ppm
MO	3.74 %	1.18 %	2.56 %

Fuente: Laboratorio de Suelos, INIA-2018.

Los resultados obtenidos de los macronutrientes del suelo se obtienen en el laboratorio de suelo, en la cual se determina el nitrógeno en porcentaje y los que es fosforo y potasio disponible los resultados que nos da es por partes por millón (ppm.). en cuanto al resultado del análisis inicial que se tomo fue en forma sig sag en toda la parcela de investigación, se realizó el cuarteo de la muestra lo necesario, se tomó solo un análisis. En cambio, al final de la investigación se procedió a realizar la toma de muestra por cada unidad experimental y se procedió llevar al laboratorio

4.1.1. Contenido final de macronutrientes

a) Nitrógeno

En la Tabla 8, se observa el análisis de varianza para contenido de nitrógeno en suelo, en donde para los tratamientos en estudio existe diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que entre tratamientos existe diferencias en contenido de nitrógeno en suelo al final del experimento. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 9.61% manifiesta que los datos evaluados son confiables.

Tabla 8. Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en suelo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	0.01552500	0.00517500	49.68**	<.0001
Error	12	0.00125000	0.00010417		
Total	15	0.01677500			
correcto					
CV=9.61%		$\bar{X} = 0.106$			

En la Tabla 9, se observa la prueba de Duncan para contenido de nitrógeno en suelo, en donde el tratamiento T4 tuvo mayor contenido de nitrógeno con 0.1435%, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido del tratamiento T3 con 0.1250%; en último lugar se ubica el tratamiento T1 con 0.0600% en contenido de nitrógeno.

Tabla 9. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para contenido de nitrógeno en suelo

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de nitrógeno (%)	Duncan Agrupamiento
1	T4	0.1425	A
2	T3	0.1250	B
3	T2	0.0975	c
4	T1	0.0600	d

El resultado obtenido en el tratamiento T4 que tiene un incremento de nitrógeno fijado en el suelo mediante el trébol carretilla y con la ayuda de guano de isla por lo tanto mejor el suelo agrícola. Estos resultado guardan relación con los que sostiene campillo y Barrientos (2000) quienes señalan estos autores expresan que en las leguminosas se han establecido diferentes índices sobre la capacidad de la fijación biológica del nitrógeno, tales como el porcentaje de N derivado de la atmósfera, la acumulación de N fijado en los tejidos de la planta ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y la acumulación de N fijado por unidad de producción de la leguminosa (kg de N/t de MS de la leguminosa), lo cual demuestra que altera la fertilidad de los suelo y este estudio se encontró relación con el presente trabajo realizado como demuestra en la tabla 8, que si realmente mejora la fertilidad suelo en el incremento de nitrógeno en el suelo.

Sin embargo; Benacchio (1982), manifiesta que se han demostrado que las leguminosas tales como el trébol rosado, la alfalfa y especies de vicia fijan entre 76 a 367 kilos de nitrógeno por hectárea. Esto es necesario para satisfacer los requisitos de N de la mayoría de los cultivos agrícolas, lo cual nos explica que el aporte de nitrógeno por parte del trébol en los suelos.

Por otro lado FAO (2016), ha calculado que las leguminosas pueden fijar nitrógeno atmosférico entre 72 a 350 kg/ha de nitrógeno/ año

b) Fósforo

En la Tabla 10, se observa el análisis de varianza para contenido de fósforo en suelo, donde para los tratamientos en estudio existe diferencias estadísticas altamente significativas, lo que indica que entre tratamientos existe diferencias en contenido de fósforo en suelo al final del experimento. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 10.56% manifiesta que los datos evaluados son confiables.

Tabla 10. Análisis de varianza para contenido de fósforo en suelo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	65.1468187	21.7156062	19.60*	<.000
Error	12	13.2983250	1.10819375	*	1
Total	15	78.4451437			
correcto			5		
CV=10.56%		$\bar{X} = 9.973$			

En la tabla 11, se observa la prueba de Duncan para contenido de fósforo en suelo, en donde el tratamiento T4 tuvo mayor contenido de fósforo con 12.353 ppm, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido del tratamiento T3 con 11.405ppm; en último lugar se ubica el tratamiento T1 con 7.258ppm en contenido de nitrógeno.

Tabla 11. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para contenido de fósforo en suelo

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de fósforo (ppm)	Duncan Agrupamiento
1	T4	12.353	A
2	T3	11.405	B
3	T2	8.878	C
4	T1	7.258	D

Debido a los resultados obtenidos en el laboratorio no muestra el trébol carretilla y guano de isla liberal el fosforo disponible para la absorción del cultivo, Estos resultados guardan relación con lo que sostiene, FAO (2016) señala que algunas especies son capaces de liberar el fosforo en el suelo, que es acorde que nosotros encontramos este estudio son similares a lo que expresa con en el tratamiento T4 se demuestra la liberación de fosforo disponible para la planta en la tabla 11.

c) K disponible

En la tabla 12, se observa el análisis de varianza para contenido de potasio disponible en suelo, en donde para los tratamientos en estudio no existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre tratamientos existe similitud en contenido de potasio disponible en suelo al final del experimento. Además el coeficiente

de variación (CV) igual a 9.61% manifiesta que los datos evaluados aparentemente son confiables.

Tabla 12. Análisis de varianza para contenido de potasio disponible en suelo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	125540.0625	41846.6875	2.17 n.s.	0.1449
Error	12	231669.3750	19305.7813		
Total correcto	15	357209.4375			
CV=9.61%		$\bar{X} = 0.106$			

En la tabla 13, se observa la prueba de Duncan para contenido de potasio disponible en suelo, donde hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, pero el tratamiento T4 tuvo mayor contenido de potasio disponible con 482.63 ppm, seguido del tratamiento T3 con 377.63 ppm; en último lugar se ubica el tratamiento T1 con 257.75 ppm de contenido de potasio disponible.

Tabla 13. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para contenido de potasio disponible en suelo

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de potasio (ppm)	Duncan Agrupamiento
1	T4	428.63	A
2	T3	377.63	A
3	T2	282.75	A
4	T1	257.75	A

d) Materia orgánica

En la tabla 14, se observa el análisis de varianza para contenido de materia orgánica en suelo, en donde para los tratamientos en estudio existe diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que entre tratamientos existe diferencias en contenido de materia orgánica en suelo al final del experimento. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 9.10% manifiesta que los datos evaluados son confiables.

Tabla 14. Análisis de varianza para contenido de materia orgánica en suelo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	10.05771875	3.35257292	51.13**	<.0001
Error	12	0.78687500	0.06557292		
Total correcto	15	10.84459375			
CV=9.10%		$\bar{X} = 2.81$			

En la tabla 15, se observa la prueba de Duncan para contenido de materia orgánica en suelo, en donde el tratamiento T4 tuvo mayor contenido de materia orgánica con 3.725%, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido del tratamiento T3 con 3.278%; en último lugar se ubica el tratamiento T1 con 1.625% en contenido de materia orgánica.

Tabla 15. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para contenido de materia orgánica en suelo

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de materia orgánica (%)	Duncan Agrupamiento
1	T4	3.735	A
2	T3	3.278	B
3	T2	2.620	c
4	T1	1.625	d

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que existen diferencias entre tratamiento el incremento de materia orgánica en el suelo, que encontramos realmente el trébol carretilla incrementa la materia orgánica en el suelo y así mejora los suelos degradados, estos resultados son similares a los obtenidos por Benacchio (1982), quien mediante estudios previos ha demostrado que las leguminosas tales como el trébol rosado, la alfalfa y especies de vicia pueden producir entre 10 a 20 toneladas por hectárea de materia orgánica en el suelo. Esto es necesario para satisfacer los requisitos de N de la mayoría de los cultivos agrícolas, lo cual demuestra los efectos del trébol en los cultivos bajo asociación.

4.2. RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE Y GRANO DEL CULTIVO DE CAÑIHUA ASOCIADO CON TRÉBOL CARRETILLA

4.2.1. Biomasa foliar del trébol

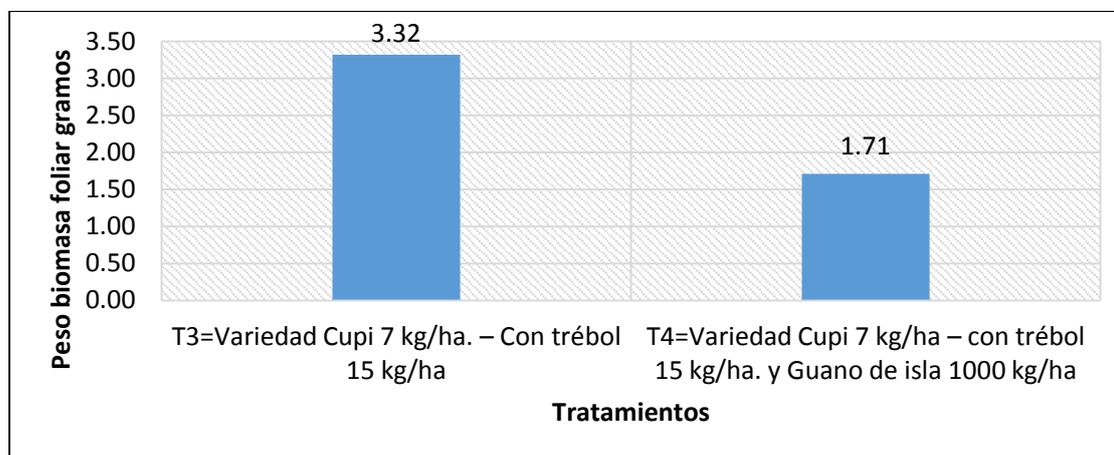


Figura 14. Biomasa foliar en tratamientos con trébol.

En la Figura 14, se observa que el tratamiento T3 tuvo mayor biomasa foliar con 3.32 g, el cual fue superior al tratamiento T4 que tuvo menor biomasa foliar de 1.71 g.

Los resultados obtenidos indican diferencias en la biomasa entre tratamientos, lo cual es corroborado por Quillca y Rubelo (2012), quienes indican que al investigar el efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) asociado al trébol (*Medicago hispida*), en condiciones de secano, también tuvo biomasa foliar diferentes, donde la mayor biomasa foliar se logró con el tratamiento conformado por trébol + EM al suelo y foliar con 332.47 g, trébol + EM foliar con 331.9 g, trébol + EM foliar con 331.93g.

En Cambio Chunhuay (2017), reporta que al evaluar el rendimiento del maíz amiláceo mediante la aplicación del guano de islas y trébol asociado al maíz en Allpas-Acobamba, tuvo diferencias estadísticas en biomasa foliar del trébol, donde la mayor biomasa foliar se logró con el tratamiento conformado por el abonamiento vía suelo con guano de islas y asociación con trébol con 477.31 g, seguido del tratamiento fertilización vía foliar al 3 % con guano de islas y asociación con trébol con 477.64 g y el tratamiento

sin guano de islas y asociación con trébol con 468.92 g, lo cual demuestra que la aplicación del guano de isla influyen sobre la biomasa foliar del trébol.

Asimismo el mismo autor Chunhuay (2017), justifica que las condiciones del clima: principalmente temperatura y la humedad proveniente de la lluvia fueron favorables la germinación, emergencia, crecimiento y desarrollo de la biomasa del trébol. Por su parte, Maunoury *et al* (2008), comenta que, en suelos de baja fertilidad, principalmente de N, las leguminosas juegan un rol importante en la fijación biológica del N, dado que, si las condiciones son favorables y los suelos poseen limitado contenido de N, el sistema radicular de la leguminosa puede ser portador de cientos de nódulos y abarrotados con miles de bacterias fijadoras de nitrógeno.

4.2.2. Biomasa radicular del trébol

En la Figura 15, se observa que el tratamiento T3 tuvo mayor biomasa radicular con 0.28 g, el cual fue superior al tratamiento T4 que tuvo menor biomasa radicular de 0.17 g.

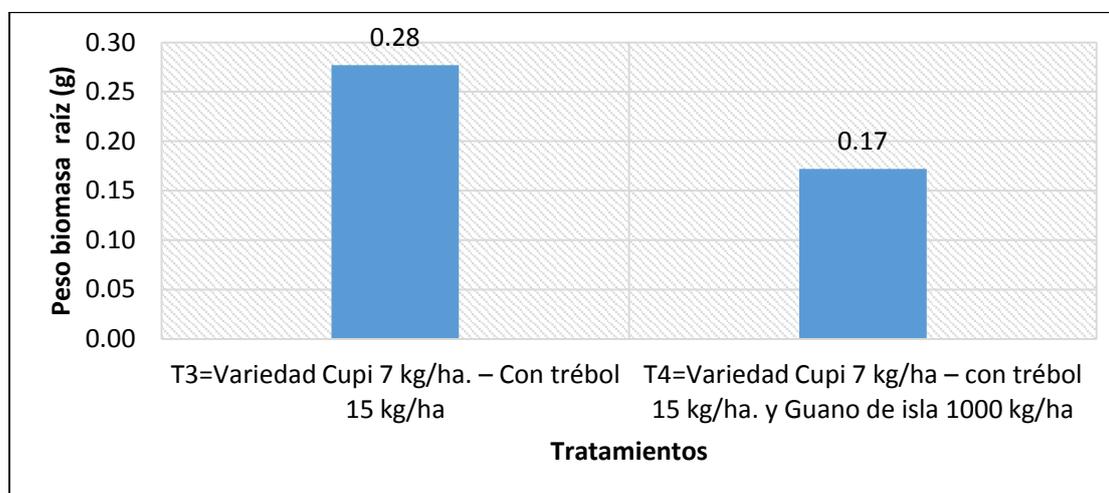


Figura 15. Biomasa radicular en tratamientos con trébol.

4.2.3. Porcentaje de emergencia de plantas de trébol

En la Figura 16, se observa que el tratamiento T4 tuvo mayor emergencia de plantas con 76.25%, el cual fue superior al tratamiento T3 que tuvo menor emergencia de plantas 71.25%.

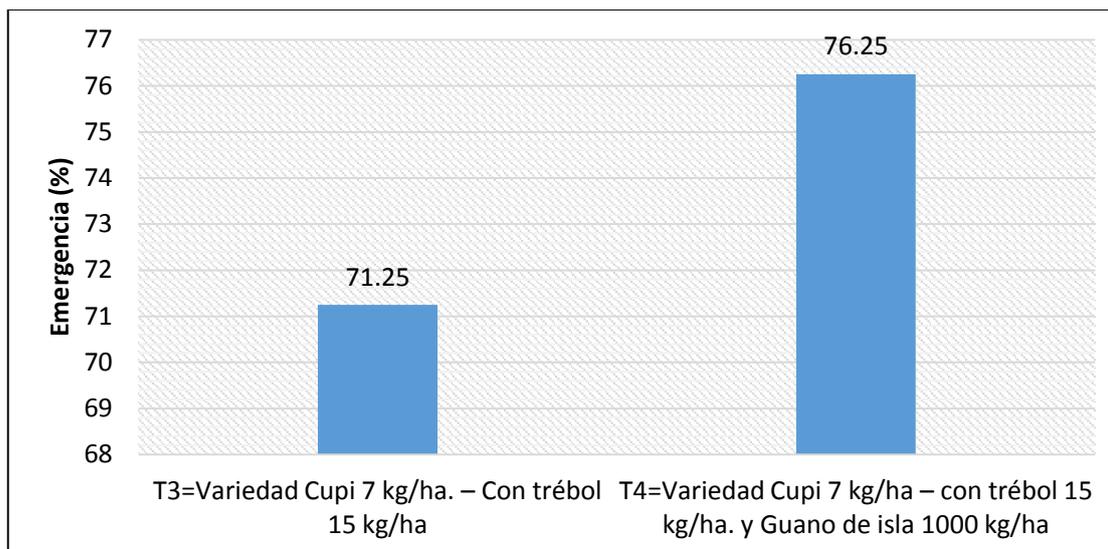


Figura 16. Emergencia de plantas en tratamientos con trébol

En la Figura 16, se observa que hay diferencias en porcentaje de emergencia de plantas de trébol debido a la influencia por la aplicación del guano de isla, lo cual demuestra que la adición de un abono orgánico, influye notablemente en el porcentaje de emergencia de plantas.

4.2.4. Rendimiento de grano de Cañihua

En la Tabla 16, se observa el análisis de varianza para rendimiento de grano de Cañihua, en donde para los tratamientos en estudio existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre tratamientos existe diferencias en rendimiento de grano de Cañihua. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 14.62% manifiesta que los datos evaluados son confiables.

Tabla 16. Análisis de varianza para rendimiento de grano de cañihua

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	378107.8125	126035.9375	3.92*	0.0366
Error	12	385665.6250	32138.8021		
Total correcto	15	763773.4375			
CV=14.62%		$\bar{X} = 1225.94 \text{ kg/ha}$			

En la tabla 17, se observa la prueba de Duncan para rendimiento de grano de cañihua, en donde el tratamiento T4 tuvo mayor rendimiento con 1400.6 kg/ha, seguido

del tratamiento T3 con 1290.0 kg/ha; en último lugar se ubica el tratamiento T1 con 981.3 kg/ha en rendimiento de grano de Cañihua.

Tabla 17. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento de grano de Cañihua.

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de rendimiento de grano (kg/ha)	Duncan Agrupamiento
1	T4	1400.6	A
2	T3	1290.0	A
3	T2	1231.9	a b
4	T1	981.3	B

Los resultados obtenidos en cuanto a rendimientos son respaldados por Callohuanca y Mamani (2010) quienes manifiestan que el rendimiento promedio varía entre 1400 a 2200 kg/ha; además indica que en una investigación, de 6 accesiones, la de mejor rendimiento del banco de germoplasma de la UNA Puno; lo que significa que los resultados obtenidos en la accesión 24-2) al 20% de dosis responde con un rendimiento de 1680.2 kg/ha, lo que significa que están dentro de los promedios de las accesiones de mayor rendimiento. En cambio los resultado obtenidos en la investigación que se obtuvieron 1400.6kg/ha en el tratamiento T4 y seguido por el T3 con 1290kg/ha y el tratamiento muy bajo fue en la unidad experimental como testigo en el tratamiento T1 con 981.3kg/ha. En cambio la variación fue a debido, al incremento de macronutrientes en los tratamiento, que cuentan lo que es guano de isla y trébol carretilla que favoreció en los rendimiento como le observamos en la tabla 17. Teníamos algunas dificultades en el mes de febrero por las condiciones climáticas, con la presencia de granizada en plena floración que afecto un porcentaje de daño, en el rendimiento de Cañihua que causo daños en los ápices de la plata, por lo tanto disminuyo el rendimiento.

En cambio MINAG-DRA- Puno (2009) indica que, en las superficies cosechadas en la región de Puno se logró un rendimiento promedio regional de 779 kg/ha. En donde los resultados del trabajo de investigación superan el promedio de rendimiento regional.

Mientras que Apaza (2010) manifiesta que los rendimientos de grano de Cañihua en terrenos de agricultores varían de 500 a 700 kg/ha, estos datos comparados con nuestros resultados se puede afirmar que son superiores, pero en una investigación al

aplicar fullereno (C_{60}) al 20% tuvo un rendimiento de 1680.6 kg/ha, superando a nuestros resultados, debido a la composición química del fullereno.

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Pozo (2015), quien al investigar el efecto del guano de isla y trébol en el rendimiento del cultivo de maíz morado en condiciones de Azángaro, Huanta, Ayacucho, tuvo resultados similares estadísticamente entre sus tratamientos evaluados, sin embargo logró obtener mayor rendimiento con el tratamiento conformado por guano de isla y trébol con 8224 kg/ha, el testigo trébol tuvo 7789 kg/ha de rendimiento de maíz.

Quillca y Rubelo (2012), indican que al investigar el efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) asociado al trébol (*Medicago hispida*), en condiciones de secano, también tuvo diferencias en rendimiento de grano seco del maíz, donde el mayor rendimiento se logró con el tratamiento conformado por trébol + EM al suelo y foliar con 3748.33 kg/ha, trébol + EM foliar con 3720.00 kg/ha, trébol + EM foliar al suelo con 3702.67 kg/ha, y el testigo tuvo menor rendimiento de grano seco en el cultivo de maíz con 3366.67 kg/ha, lo cual demuestra, el efecto de la aplicación de abonos y trébol sobre el rendimiento de grano del cultivo.

Mientras Chunhuay (2017), reporta que al evaluar el rendimiento del maíz amiláceo mediante la aplicación del guano de islas y trébol asociado al maíz en Allpas-Acobamba, tuvo diferencias estadísticas en rendimiento de grano seco del maíz, donde el mayor rendimiento se logró con el tratamiento abonamiento vía suelo con guano de islas y asociación con trébol con 6887.34 kg/ha, seguido del tratamiento abonamiento vía suelo con guano de islas y sin asociación con trébol con 6768.42 kg/ha, el tratamiento fertilización vía foliar al 3 % con guano de islas y asociación con trébol con 5030.81 kg/ha, el tratamiento fertilización vía foliar al 3 % con guano de islas y sin asociación de trébol con 4808.53 kg/ha, el tratamiento sin guano de islas y asociación con trébol con 4854.47 kg/ha con 4854.47 kg/ha y el tratamiento sin guano de islas y sin asociación con trébol tuvo 4371.76 kg/ha, lo cual demuestra que la aplicación del guano de isla y la asociación con trébol influyen sobre el rendimiento del cultivo.

Además, se conoce que el rendimiento de un cultivo va dependiendo de una serie de factores como la ubicación de la chacra en el piso ecológico, la fertilidad del suelo,

manejo del cultivo, riego, presencia oportuna de lluvias, etc. Los cuales incluyen sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

4.2.5. Materia verde Foliar de la Cañihua

En la figura 17, se observa que el tratamiento T4 tuvo mayor materia verde con 49.2 %, el cual fue superior al tratamiento T1 con 45.6%, T3 que tuvo menor materia verde de 42.3 %.

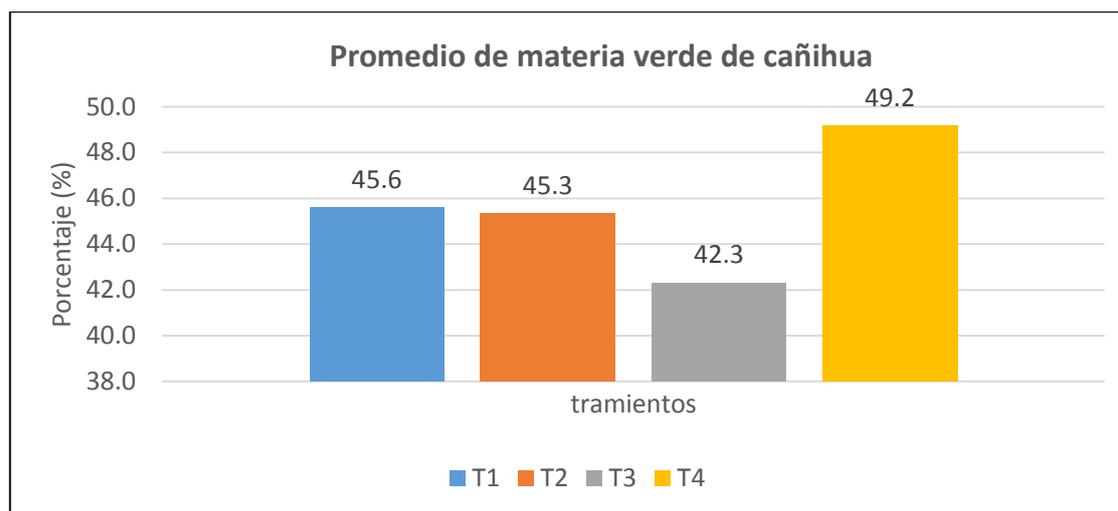


Figura 17. Biomasa de materia verde de Cañihua.

Los resultados obtenidos son de la última evaluación que se realizó en el 19 de abril del año 2018, que se obtuvo en la materia verde de la planta que se muestra en la figura 15 que hay diferencia entre tratamientos. En los resultados obtenidos indican diferencias en la materia verde entre tratamientos, lo cual es corroborado por Quillca y Rubelo (2012), también tuvo biomasa foliar diferentes, donde la mayor biomasa foliar se logró con el tratamiento conformado por trébol + EM al suelo y foliar con 332.47 g, trébol + EM foliar con 331.93 g, trébol + EM foliar con 331.93 g.

4.2.6. Materia seca foliar de Cañihua

En la Tabla 18, se observa el análisis de varianza para materia seca foliar en Cañihua, en

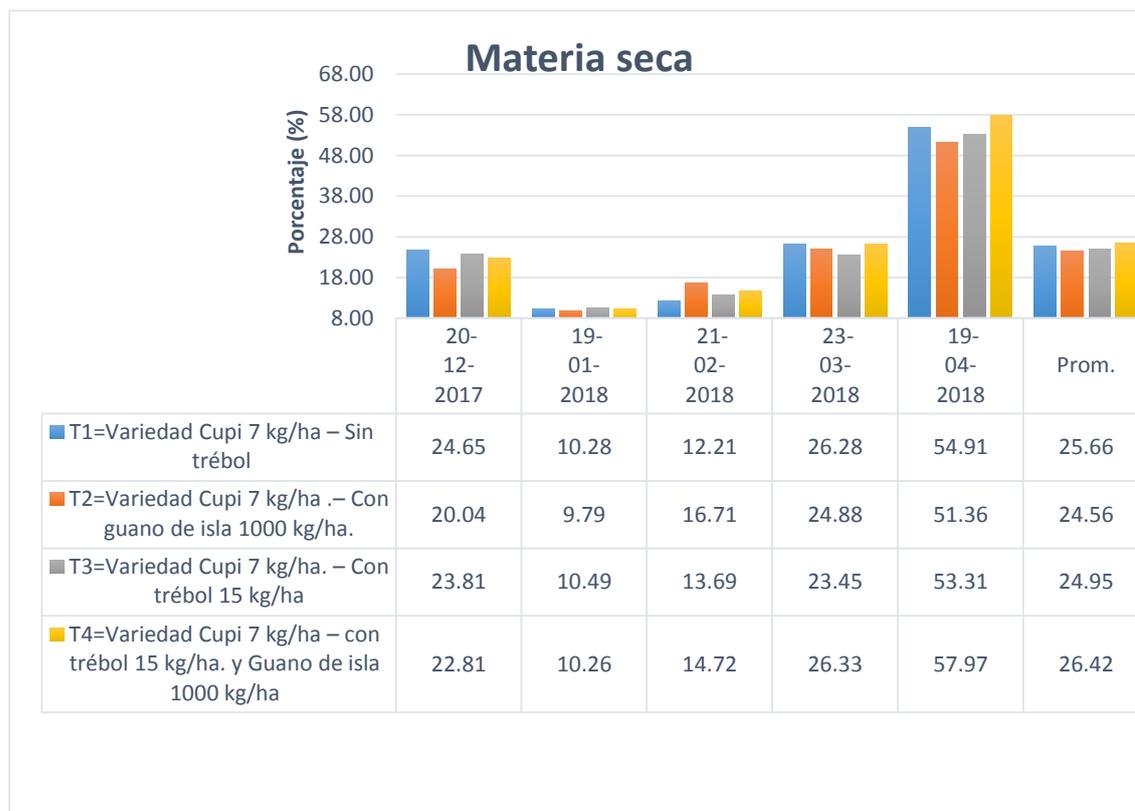


Figura 18. Porcentaje de materia seca foliar de Cañihua.

Donde para los tratamientos en estudio no existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre tratamientos no existe diferencias en materia seca foliar de Cañihua. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 12.07% manifiesta que los datos evaluados son confiables.

Tabla 18. Análisis de varianza para materia seca foliar de Cañihua

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	93.74742500	31.24914167	0.73n.s.	0.5562
Error	12	517.0939500	43.0911625		
Total correcto	15	610.8413750			
CV=12.07%		$\bar{X} = 54.39\%$			

En la tabla 19, se observa la prueba de Duncan para materia seca foliar de Cañihua, en donde el tratamiento T4 tuvo mayor materia seca foliar con 57.97%, seguido del tratamiento T1 con 54.91%; en último lugar se ubica el tratamiento T2 con 51.36% en materia seca foliar de Cañihua.

Tabla 19. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para materia seca foliar de Cañihua.

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de materia seca foliar (%)	Duncan Agrupamiento
1	T4	57.97	A
2	T1	54.91	A
3	T3	53.31	A
4	T2	51.36	A

En la figura 18, se observa el contenido de materia seca foliar en Cañihua por cada fecha de evaluación, en donde durante el mes de enero se tuvo menores valores, los mayores valores se registra en la última evaluación en el mes de marzo – abril donde ha desarrollado un mayor altura y madurez fisiológica.

Los resultados son avalados por Pozo (2015), quien al investigar el efecto del guano de isla y trébol en el rendimiento del cultivo de maíz morado en condiciones de Azángaro, Huanta, Ayacucho, tuvo resultados similares estadísticamente entre sus tratamientos evaluados, sin embargo logró obtener mayor contenido de materia seca con el tratamiento conformado por guano de isla y trébol con 879.71 g, y el testigo trébol tuvo 779.02 g., lo cual indica que existe un efecto por parte del guano de isla y trébol sobre la materia seca de los cultivos.

Por su parte Quillca y Rubelo (2012), indican que al investigar el efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) asociado al trébol (*Medicago hispida*), en condiciones de secano, también tuvo diferencias en materia seca del maíz, donde la mayor materia seca se logró con el tratamiento conformado por trébol + EM al suelo y foliar con 279.36 g, trébol + EM foliar con 276.63 g, trébol + EM foliar con 278.96 g y el testigo tuvo menor peso de materia seca en el cultivo de maíz con 238.15, lo cual demuestra, el efecto de la aplicación de abonos y trébol en el diferente contenido de materia seca del cultivo por tratamiento.

4.2.7. Altura de planta de Cañihua

En la Tabla 20, se observa el análisis de varianza para altura de planta en Cañihua, en donde para los tratamientos en estudio existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre tratamientos existe diferencias en altura de planta de Cañihua. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 6.08% manifiesta que los datos evaluados son confiables.

Tabla 20. Análisis de varianza para altura de planta de Cañihua

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	46.66750000	15.55583333	4.25*	0.0292
Error	12	43.97000000	3.66416667		
Total correcto	15	90.63750000			

CV=6.08% $\bar{X} = 31.49 \text{ cm}$

En la Tabla 21, se observa la prueba de Duncan para altura de planta de Cañihua, en donde el tratamiento T3 tuvo mayor altura de planta con 32.90 cm, seguido del tratamiento T2 con 32.75 cm; en último lugar se ubica el tratamiento T1 con 28.65 cm en altura de planta de Cañihua.

Tabla 21. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para altura de planta de Cañihua.

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de altura de planta (cm)	Duncan Agrupamiento
1	T3	32.90	A
2	T2	32.75	A
3	T4	31.65	A
4	T1	28.65	C

Mediante los resultados obtenidos en la investigación son similares a lo que se obtuvo Pozo (2015), afirma que el efecto del guano de isla y trébol en cultivo de maíz morado en condiciones de Azángaro, Huanta, Ayacucho, tuvo alturas de planta similares estadísticamente entre sus tratamientos evaluados, sin embargo logró obtener mayor altura de planta con el tratamiento conformado por guano de isla y trébol con 231.20 cm, el testigo trébol tuvo menor porcentaje de emergencia con 226.40 cm. En cambio se obtuvo con mayor altura el tratamiento T3 conformado Cañihua, trébol carretilla con una altura 32.90cm seguido por el tratamiento T2 con Cañihua y guano de isla 32.75cm de altura y la altura de planta son similares estadísticamente entre los tratamiento y el ultimo tratamiento T1 que se ubica con 28.68cm. y sin embargo el tratamiento T4 tiene una altura de 31.65cm. Debido a la afectación de la granizada que sufrió mayores daños en el ápice de la plante en plena floración, porque eran más grandes y erectos la planta y por tal razón tiene menor altura

Sin embargo Quillca y Rubelo (2012), indican que un asociado al trébol (*Medicago hispida*), en condiciones de secano, también tuvo diferencias en altura de

planta del maíz, donde la mayor altura de planta se logró con el tratamiento conformado por trébol + EM al suelo y foliar con 238.88 cm, trébol + EM foliar con 238.83 cm, trébol + EM foliar al suelo con 238.73 cm, y el testigo tuvo menor altura de planta en el cultivo de maíz con 234.63 cm, lo cual demuestra, el efecto de la aplicación de abonos y trébol en el crecimiento del cultivo.

En la Figura 19, se observa que la altura de planta fue incrementados conforma pasaba el tiempo de evaluación, destacando en la mayoría de las evaluaciones el tratamiento T3 y T2, la menor respuesta fue con el tratamiento T1, por no tener las condiciones adecuadas que lo brinda como el guano de isla y trébol carretilla. Respecto a los resultados obtenidos, se observa claramente que la superioridad de un tratamiento se debe a varios factores entre ellos, el clima del valle del altiplano puneño, frecuencia de las precipitaciones pluviales y la fertilización con el guano de islas. La dosis empleada tuvo un efecto desde la segunda evaluación del cultivo y fue suficiente para conservar esa superioridad conforme transcurre el tiempo y se compara con los tratamientos sin aplicación del guano de islas.

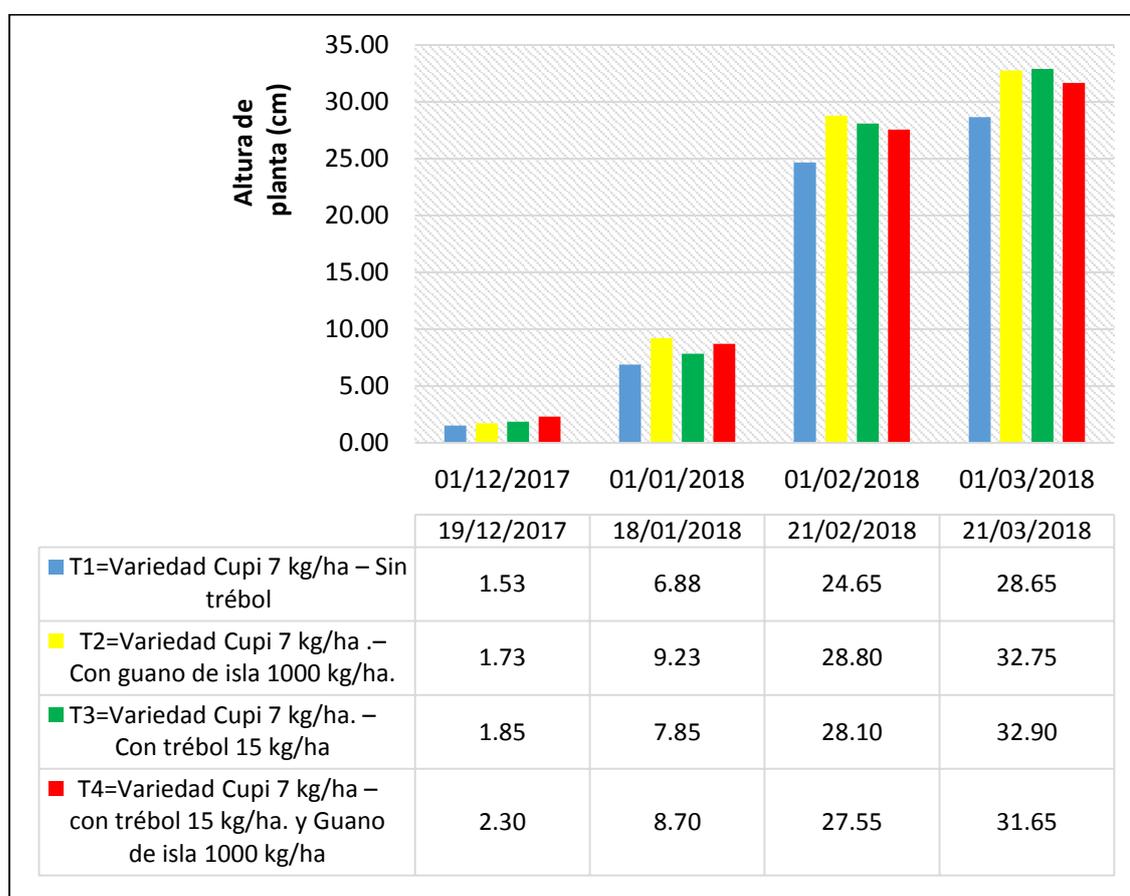


Figura 19. Altura de planta de las evaluaciones realizadas en plantas de Cañihua.

4.2.8. Porcentaje de emergencia de plantas de Cañihua

En la tabla 22, se observa el análisis de varianza para porcentaje de emergencia de plantas de Cañihua, en donde para los tratamientos en estudio no existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre tratamientos no existe diferencias en el porcentaje de emergencia de plantas de Cañihua. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 0.90% manifiesta que los datos evaluados son confiables.

Tabla 22. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia de plantas de Cañihua.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	2.25000000	0.75000000	0.95n.s.	0.4485
Error	12	9.50000000	0.79166667		
Total correcto	15	11.75000000			
CV=0.90%		$\bar{X} = 99.38\%$			

En la tabla 23, se observa la prueba de Duncan para porcentaje de emergencia de plantas de Cañihua, en donde no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, asumiéndose que hubo similitud en el porcentaje de emergencia, pero el tratamiento T2 tuvo mayor porcentaje de emergencia con 100.00%, seguido de los tratamientos T3 y T4 con 99.25%; en último lugar se ubica el tratamiento T1 con 99.00% de emergencia de plantas de Cañihua.

Tabla 23. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para porcentaje de emergencia de plantas de Cañihua.

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de porcentaje de emergencia (%)	Duncan Agrupamiento
1	T2	100.00	A
2	T3	99.25	A
3	T4	99.25	A
4	T1	99.00	A

Estos resultados guardan relación con se muestra en la tabla 23 datos obtenidos en la investigación como se muestra que no hay diferencia estadística, Así mismo sostiene Pozo (2015), quien al investigar el efecto del guano de isla y trébol en el rendimiento del cultivo de maíz morado en condiciones de Azángaro, Huanta, Ayacucho, tuvo porcentajes de emergencia similares estadísticamente entre sus tratamientos evaluados, sin embargo logro mayor porcentaje con el tratamiento conformado por guano de isla y trébol con 88.26%, el testigo trébol tuvo menor porcentaje de emergencia con 84.59%.

Por otro lado Quillca y Rubelo (2012), indican que al investigar el efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) asociado al trébol (*Medicago hispida*), en condiciones de secano, también tuvo porcentajes de emergencia similares estadísticamente entre sus tratamientos evaluados, sin embargo logro mayor porcentaje con el tratamiento conformado por trébol + EM al suelo con 88.75%, trébol + EM suelo y foliar con 88.25%, el testigo tuvo menor porcentaje de emergencia con 87.25%.

Mientras Chunhuay (2017), justifica que la preparación del suelo para oxigenar la capa arable fue suficiente, porque son los factores: suelo, oxígeno, temperatura y humedad, los que determinan la germinación y emergencia de plantas.

4.3. INFLUENCIA DE LA COBERTURA DEL TRÉBOL SOBRE LA HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO.

4.3.1. Humedad gravimétrica del suelo

En la Tabla 24, se observa el análisis de varianza para humedad gravimétrica final del suelo en donde para los tratamientos en estudio existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre tratamientos existe diferencias en el porcentaje de humedad gravimétrica del suelo. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 8.62% manifiesta que los datos evaluados son confiables.

Tabla 24. Análisis de varianza para humedad gravimétrica final del suelo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	23.05700000	7.68566667	6.70*	0.0487
Error	4	4.59080000	1.14770000		
Total correcto	7	27.64780000			
CV=8.62%		$\bar{X} = 12.43\%$			

En la tabla 25, se observa la prueba de Duncan para humedad gravimétrica del suelo, en donde el tratamiento T4 tuvo mayor porcentaje de humedad gravimétrica con 14.71%, seguido de los tratamientos T3 y T2 13.09 y 11.82%; en último lugar se ubica el tratamiento T1 con 10.08% de humedad gravimétrica del suelo.

Tabla 25. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para humedad gravimétrica del suelo.

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de humedad gravimétrica (%)	Duncan Agrupamiento
1	T4	14.71	A
2	T3	13.09	A B
3	T2	11.82	A B
4	T1	10.08	B

Estos resultados de humedad gravimétrica de suelo son promedios obtenidos, se tomó dos repeticiones por de tratamiento, lo que es humedad gravimétrica se puede observar en el anexo en la tabla 35, estos resultados solo tiene una diferencia numérica, debido al tener guano de isla y trébol carretilla en donde evita la evapotranspiración del agua en el suelo, en cambio el tratamiento T1 con facilidad se evapora el agua del suelo por no tener cobertura vegetal. La humedad de suelo es de gran importancia en el desarrollo de la planta para si obtener buenos resultado y un buen rendimiento, no hay diferencia estadística más bien hay diferencia numérica, como nos respalda Pozo (2015), quien al investigar el efecto del guano de isla y trébol en el rendimiento del cultivo de maíz morado en condiciones de Azángaro, Huanta, Ayacucho, tuvo porcentajes de emergencia diferentes estadísticamente entre sus tratamientos evaluados, sin embargo logró tuvo mayor humedad gravimétrica con el tratamiento conformado por el testigo trébol con 27.90%, y los tratamientos conformados por guano de isla y guano de isla más trébol tuvieron 22.94 y 27.49% de humedad gravimétrica respectivamente.

Mientras que ellos Quillca y Rubelo (2012), manifiestan que al investigar el efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) asociado al trébol (*Medicago hispida*), en condiciones de secano, también tuvo porcentajes de humedad similares estadísticamente entre sus tratamientos evaluados, logrando mayor porcentaje de humedad con el tratamiento conformado por trébol + EM al suelo con 15.07%, trébol + EM suelo y foliar con 14.99%, el testigo tuvo menor porcentaje de emergencia con 13.78%.

En cambio Chunhuay (2017), reporta que al evaluar el rendimiento del maíz amiláceo mediante la aplicación del guano de islas y trébol asociado al maíz en Allpas-Acobamba, tuvo diferencias estadísticas en humedad gravimétrica del suelo, donde la mayor humedad gravimétrica se logró con el tratamiento conformado por el abonamiento

vía suelo con guano de islas y asociación con trébol con 21.08 %, seguido del tratamiento fertilización vía foliar eal 3 % con guano de islas y asociación con trébol con 20.66% y el tratamiento sin guano de islas y asociación con trébol con 20.21%, abonamiento vía suelo con guano de islas y sin asociación con trébol con 17.37% y sin guano de islas y sin asociación con trébol tuvo 17.29%, lo cual demuestra que la aplicación del guano de isla y la asociación con trébol influyen sobre el porcentaje de humedad gravimétrica del suelo.

En la figura 20, se observa que el tratamiento T4 tuvo mayor respuesta en las tres evaluaciones de las 4, seguido de los tratamientos T3, T2 y T1 respectivamente, además se observa una tendencia decreciente desde la primera evaluación hasta la última evaluación.

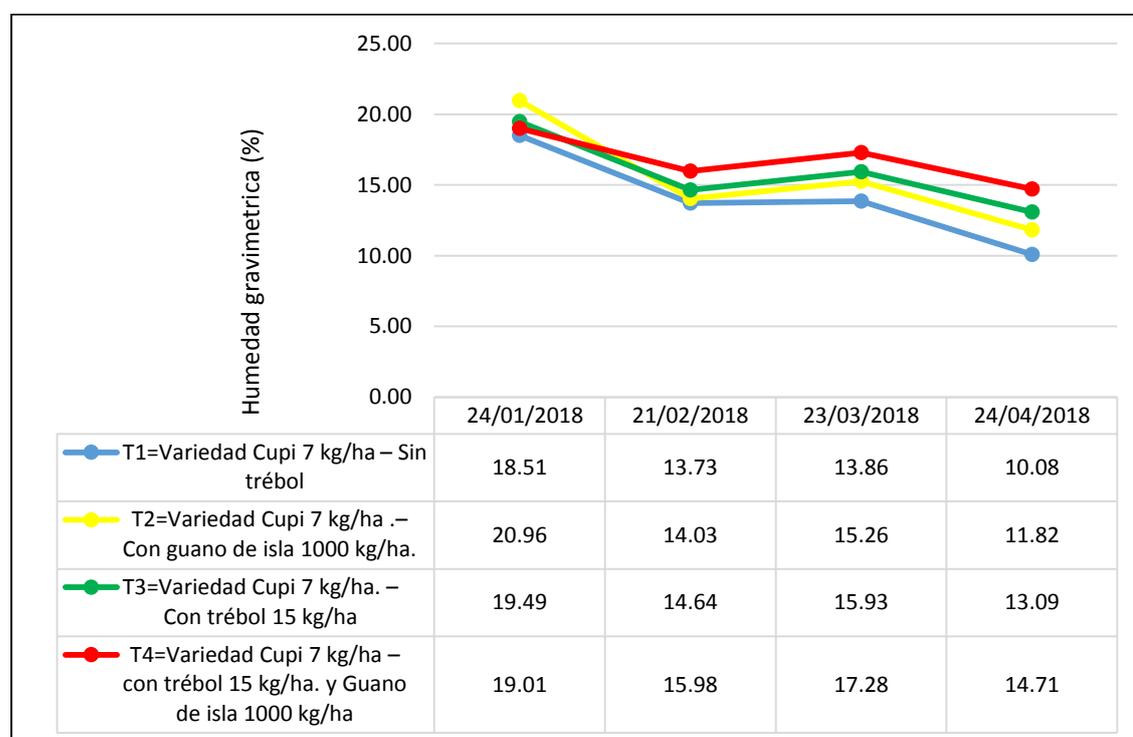


Figura 20. Comportamiento de la humedad gravimétrica en los tratamientos evaluados.

Mientras tanto son aclarados por (Kar y Kumar, 2007) quien manifiesta que la conservación de la humedad en el suelo proveniente del agua de lluvia en las chacras de las familias campesinas es crucial para la producción de alimentos, dado que la mayor parte de la producción de cosechas en la Sierra peruana se desarrolla en secano (70%), por lo que el empleo de la cobertura vegetal es vital, no solamente para la familias

campesinas, sino para todas las familias que dependemos de estas cosechas para nuestra alimentación.

Estas diferencias numéricas se deben posiblemente al efecto del trébol, ya que el trébol en este periodo vegetativo está en pleno crecimiento y todavía no cubren totalmente la superficie del suelo y hay mayor pérdida de agua por efectos de la evaporación.

Además, Quillca y Rubelo (2012), indican que el trébol influye en el porcentaje de humedad del suelo después de siembra del cultivo de maíz, con tratamientos trébol + EM al suelo, trébol+ EM foliar y trébol+ EM suelo y foliar hay diferencia significativa en comparación al testigo. Indicando que, estas diferencias significativas se deben posiblemente al efecto del trébol como menciona Arone (2007), quien indica ya el trébol juega un rol substancial en la conservación de la humedad del suelo, ya que en este periodo vegetativo cubre totalmente el superficie del suelo por tanto la perdida de agua por efecto de la evaporación es menor comparado con el testigo. El trébol juega un rol substancial en la conservación de la humedad del suelo En general el trébol influye en el porcentaje de humedad del suelo.

Sin embargo, Sanclemente (2009), aclara que está documentado el efecto que tienen los cultivos de cobertura sobre la conservación de la humedad. La reducción de la evaporación del agua, promovida por la cobertura del trébol, mejora el almacenamiento de la humedad en el suelo y tiene una ventaja significativa, porque evita el stress del cultivo (Casas, 2007). Asimismo, esta reducción de la evaporación del agua desde el suelo, ayuda a mantener estable la temperatura del suelo (Blanchart *et al.*, 2006).

4.3.2. Temperatura del suelo

En la tabla 26, se observa el análisis de varianza para temperatura final del suelo en donde para los tratamientos en estudio no existe diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que entre tratamientos no existe diferencias en temperatura final del suelo. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 3.29% manifiesta que los datos evaluados son confiables.

Tabla 26. Análisis de varianza para temperatura final del suelo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	4.37500000	1.45833333	3.89 n.s.	0.1113
Error	4	1.50000000	0.37500000		
Total correcto	7	5.87500000			

CV=3.29%

 $\bar{X} = 18.63 \text{ }^{\circ}\text{C}$

En la tabla 27, se observa la prueba de Duncan para temperatura final del suelo, en donde el tratamiento T1 tuvo mayor temperatura con 19.50 °C, seguido de los tratamientos T4 y T3 con 19.00 y 18.50 °C; en último lugar se ubica el tratamiento T2 con 17.50 °C.

Tabla 27. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para temperatura final del suelo.

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de temperatura (°C)	Duncan Agrupamiento
1	T1	19.50	A
2	T4	19.00	A
3	T3	18.50	A
4	T2	17.50	A

Los resultados obtenidos no existe diferencia estadística entre tratamiento, pero si existe diferencia numérica, debido a la radiación solar la temperatura de suelo es mayor en donde el suelo esta descubierto sin cobertura vegetal y por tal razón hay la perdida de humedad del suelo, son respaldados a lo reportado por Pozo (2015), quien al investigar el efecto del guano de isla y trébol en el rendimiento del cultivo de maíz morado en condiciones de Azángaro, Huanta, Ayacucho, tuvo promedios de temperatura final diferentes estadísticamente entre sus tratamientos evaluados, sin embargo logró tuvo mayor humedad gravimétrica con el tratamiento conformado por el tratamiento de solo guano de isla con 21.80 °C, y los tratamientos conformados por solo trebol y guano de isla más trébol tuvieron 15.83 y 15.07°C de humedad gravimétrica respectivamente.

En cambio Chunhuay (2017), reporta que al evaluar el rendimiento del maíz amiláceo mediante la aplicación del guano de islas y trébol asociado al maíz en Allpas-Acobamba, tuvo diferencias estadísticas en temperatura del suelo, donde la mayor temperatura se logró con el tratamiento sin guano de islas y sin asociación con trébol tuvo 18.50 °C, seguido del tratamiento de fertilización vía foliar al 3 % con guano de islas y sin asociación de trébol con 18.31 °C, el tratamiento abonamiento vía suelo con guano de

islas y sin asociación con trébol con 18.13%, el tratamiento sin guano de islas y asociación con trébol con 11.20 °C, el tratamiento fertilización vía foliar al 3 % con guano de islas y asociación con trébol con 11.10% y el tratamiento abonamiento vía suelo con guano de islas y asociación con trébol con 10.73 °C, lo cual demuestra que la aplicación del guano de isla y la asociación con trébol influyen sobre la temperatura del suelo.

En la Figura 21, se observa que las temperaturas tuvieron un comportamiento regular con incrementos y manteniendo un comportamiento regular al realizar las evaluaciones en campo, siendo el tratamiento T3 que tuvo mayo temperatura en la segunda y tercera evaluación; el tratamiento T4 tuvo comportamiento de ascenso desde la primera evaluación hasta la última; T2 de igual forma tuvo un comportamiento de ascenso, y el tratamiento T1 tuvo un periodos de incrementos y mantención de la temperatura.

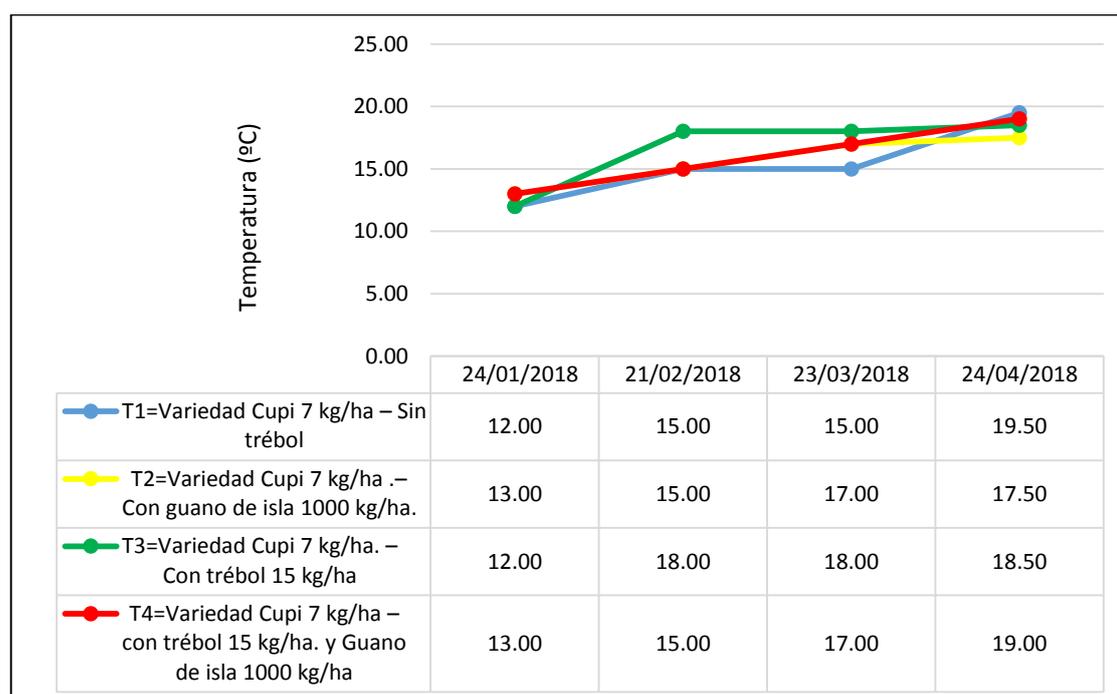


Figura 21. Comportamiento de la temperatura (°C) de los tratamientos en estudio.

Por otro lado Teasdale y Mohler (1993), quienes indican que diversos autores concuerdan que los cultivos de cobertura reducen la temperatura del suelo y la evaporación del agua.

Blanco, (2007) Señala que el contenido de agua de un suelo sin cobertura decrece con el incremento de la temperatura del suelo. De esta manera el incremento de la temperatura del suelo puede acelerar la evaporación y mermar el agua almacenado, con ello merma la producción de cosechas (Blanco, 2010).

Asevera Casas (2007), manifiesta que el cultivo de cobertura reduce la temperatura superficial del suelo y la evaporación del agua. Por el contrario, el contenido de agua de un suelo sin cobertura decrece con el incremento de la temperatura del suelo (Pelá *et al.*, 1999). De esta manera el incremento de la temperatura del suelo puede acelerar la evaporación y mermar el agua almacenado, con ello merma la producción de cosechas. Además, el incremento de la temperatura del suelo puede acelerar la madurez de las cosechas y reducir la producción (Barbazán, 1998).

4.3.3. Cuantificación de macroorganismos

En la Figura 22, se observa que los tratamientos tuvieron diferentes cantidades a evaluar en cada fecha, llegando a obtener 22 macroorganismos en el tratamiento T3, seguido del tratamiento 4 con 20, mientras que los tratamientos T1 y T2 tuvieron la cantidad de 7 organismos:

Siendo el promedio de las 4 evaluaciones de la siguiente forma:

- El tratamiento T4 tuvo un promedio de 13.5 organismos.
- El tratamiento T3 tuvo un promedio de 10.8 organismos.
- El tratamiento T1 tuvo un promedio de 10.3 organismos
- El tratamiento T2 tuvo un promedio de 7.8 organismos

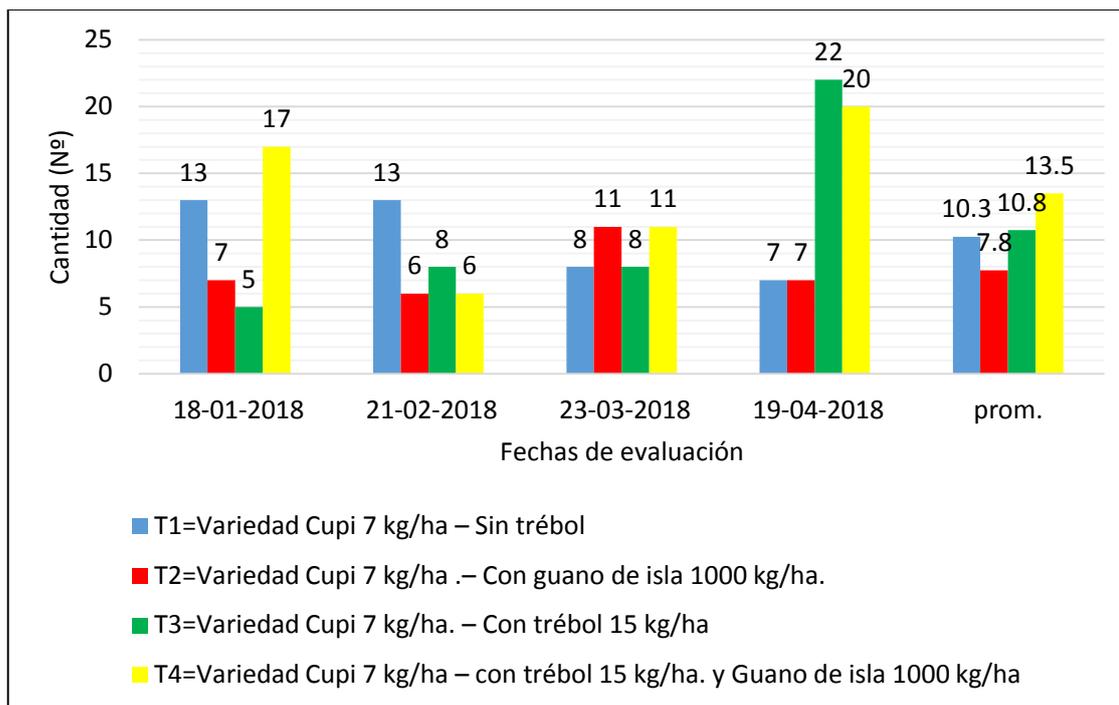


Figura 22. Cantidad de macroorganismos en suelo de los tratamientos evaluados.

Los resultados obtenidos son respaldado por Silicuana (2017), quien manifiesta que la cantidad de macrofauna de los organismos detritívoros como las lombrices de tierra, las termitas, los milpiés, algunos escarabajos entre otros pueden ser afectados por factores como el clima, la humedad, la textura y las propiedades químicas del suelo, en particular por temperaturas elevadas y la falta de cobertura vegetal, tienden a desaparecer, estos invertebrados dependen primordialmente de la presencia de agua, materia orgánica y un suelo no muy degradado, ya que les facilita su movimiento en la tierra, respirar y reproducirse, y también de la entrada de materia orgánica que es su principal fuente energética o de alimento, los cambios en la fertilidad física, química, biológica del suelo se debe a que la superficie del suelo se mantiene contante cubierto de materia orgánica.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

El mayor contenido y aporte de macronutrientes esenciales del cultivo asociado de Cañihua con Trébol carretilla, que se obtuvo mayor en los tratamientos, T4 conformado por, Variedad Cupi 7 kg/ha – con trébol 15 kg/ha mas Guano de isla 1000 kg/ha, que se obtuvo N: 0.14%, P: 12.35ppm., y K: 482.62. Seguido por el tratamiento T3 conformado Variedad Cupi 7 kg/ha. – Con trébol 15 kg/ha con N: 0.13%, P: 11.41ppm., y K: 377.63 en los parámetros de N, P, K disponible y materia orgánica.

En la materia verde se obtuvo al respecto la materia verde de Cañihua donde los resultados del tratamiento T4 tuvo mayor materia verde con 49.2 %, el cual fue superior al tratamiento T1 con 45.6%, T3 que tuvo menor materia verde de 42.3 %. El mayor rendimiento de grano del cultivo de Cañihua asociado con trébol carretilla, se tuvo con el tratamiento T4 conformado por Variedad Cupi 7 kg/ha – con trébol 15 kg/ha mas Guano de isla 1000 kg/ha tuvo 1400.6 kg/ha, seguido del tratamiento T3 Variedad Cupi 7 kg/ha. – Con trébol 15 kg/ha con 1290.0 kg/ha.

En la influencia de la cobertura del trébol sobre la humedad gravimétrica y temperatura del suelo, se tuvo que el tratamiento T4 conformado por Variedad Cupi 7 kg/ha – con trébol 15 kg/ha mas Guano de isla 1000 kg/ha tuvo mayor humedad gravimétrica de 14.71%, seguido del tratamiento T3 Variedad Cupi 7 kg/ha. – Con trébol 15 kg/ha con 13.09%. En temperatura, el tratamiento T1 conformado por Variedad Cupi 7 kg/ha – Sin trébol tuvo mayor temperatura con 19.50 °C, seguido del tratamiento T4 Variedad Cupi 7 kg/ha – con trébol 15 kg/ha mas Guano de isla 1000 kg/ha que tuvo 19.00 °C.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos se recomienda la aplicación de guano de isla más la siembra del trébol, ya que las asociaciones contribuyen a conservar la humedad y a mejorar la fertilidad natural del suelo, mediante la producción de biomasa, fijación biológica del nitrógeno, que favorece al cultivo de Cañihua y puede también favorecer a diferentes cultivos.

Realizar estudios en asociaciones de la Cañihua con otras especies nativas de la familia de leguminosas con la finalidad de conocer el grado de recuperación de la conservación y fertilidad de los suelos.

Se recomienda utilizar el trébol carretilla como un cultivo asociado por sus características propias del cultivo que incorpora el nitrógeno atmosférico al suelo los mismos y favorecen a otros cultivos asociados.

Se recomienda realizar más trabajos de investigación de esta índole para tener mejores resultados con las especies de leguminosa y de igual manera de realizar costo y beneficio con diferentes cultivos de la zona altiplánica Puneña.

VII. CAPITULO VII

REFERENCIAS

Apaza, V. (2010). *Manejo y mejoramiento de Kañihua*. INIA. EEA Illpa.IFAD. Puno, Perú. 48 p.

Armson, K. A. (1979). *Forest Soils, Properties and Processes*. University of Toronto Press, 390 p. Disponible en <http://af2.wikispace.com/file/view/>(Fecha de consulta 20-02-13)

Arone, G.J. (2007). *Efecto de dos sistemas de rotación de cultivos en Oyolo (Ayacucho-Perú) en la presencia de hongos micorrícicos y bacterias fijadoras de nitrógeno y su influencia en los rendimientos*. Tesis para optar el grado de magíster Scientiae en la Escuela de Post Grado UNALM. 350 p.

Barbara S, Eduardo H, Angel M. (2009)*Malezas comestibles del cono sur y otras partes del planeta*. Disponible en: http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Rapoport_Malezas.Comestibles.dei.Cono.Sur.pdf. Conectado el 20 de octubre del 2013. 2009.

Barbazan, M. (1998). *Analisis de planta y sitomas visuals de deficiencia de nutrients*. Montevideo – Uruguay pp.35-45

Benacchio, S. (1982). *Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico americano*. Un compendio. FONAIAP, Caracas, 202 p.

Blaise, D. y C, Ravindran (2003): *Influence of tillage and residue management on growth and yield of cotton grown on a vertisol over 5 years in a semi-arid region of India*. Soil&TillageResearch 70 (2003) 163–173. Disponible en:

Blanco-Canqui H, Lal R. (2007). *Soil quality and productivity effects of harvesting com residues for biofuel production*. *Geoderma* pp.141:355-362. 2007.

Blanco-Canqui H, Lal R. (2010). *Principles of Soil Conservation and Management*. Springer, New York. 626 p.

Blanchart E, Villenave C, Viallatoux A, Barthès B, Girardin C, Azontonde A. Feller C. (2006). *Long-term effect of a legume cover crop (Mucuna pruriens var. utilis) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin*. European Journal Soil Biology N° 42. Pp. 136:144.

Bueno, J. (2012). *Diplópodos: los desconocidos formadores de suelo*. CONABIO. Biodiversitas, 102:1-5.

Burneo, P. C. (2012). *Evaluación biológica de la fertilidad de un suelo desarrollado sobre andesita tratado con carbón vegetal, cal y nutrientes en el sur de la Amazonía Ecuatoriana*. Escuela de la carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad nacional de Loja. Ecuador. 168p. (Fecha de consulta 10- 03 -13).

Bruin, W. (2016) Thesis by tree Functions in Agroforestry and their impacts on farming conditions in the Andes region of Bolivia.

Caballero, A. (2012). *Comportamiento del nitrógeno y biomasa microbiana en suelos con diferente manejo, en la localidad de villa patarani* (tesis de grado) Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Cabrera, D. (2014). *Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en cuba*, recuperado de <http://www.rufford.org/files/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf>

Callohuanca, A. y Mamani E. (2011). *Producción de 6 Cultivares seleccionadas de mayor rendimiento grano determinación de posibilidades de procesamiento de la Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen)*. Artículo Científico. Facultad de Ciencias agrarias, Universidad Nacional del Altiplano - Puno 11p.

Calle, Ch. E. (1980). *Morfología y variabilidad de la Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen.)* Cultivada en el Altiplano Boliviano, Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Agrícolas y Pecuarias Cbba, Bolivia pp.88

Campillo, RR; Barrientos, DL. (2000). *Potencial de fijación simbiótica de nitrógeno en ecosistemas con leguminosas forrajeras en el sur de Chile*, p. 89-100. In: J. J. Peña C.; (editor). *La fijación biológica de nitrógeno en leguminosas en América Latina y El Caribe: el aporte de las técnicas nucleares*. ARCAL, Irapuato, Gto. México.

Canihua J. & Salcedo, S.. (2016). *Nutrición y fertilidad de suelo en la provincia - Puno*. Estación experimental agraria Illpa - Puno, INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA INIA. PUNO – PERÚ. 18- 25 p.

Cano, V. I. (1973) *el cultivo de la Cañihua*, Universidad Técnica del Altiplano, Facultad de Agronomía Puno, Perú Boletín N° 2, pp.10

Casanova, E. (2005). *Introducción a la ciencia del suelo*. Consejo de desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela. 2da Ed. Caracas Venezuela. pp 213 - 244.

Casas R. (2007). *Cultivos de Cobertura: una alternativa sustentable*. La Nación. Suplemento El Campo.

Cárdenas J, Franco O, Romero C, Vargas D. (1970). *Malezas de clima frío*. Instituto Colombiano Agropecuario, Sociedad Colombiano de control de malezas y fisiología vegetal. Oregon State University AID. 127 p.

Conti, M.E. (2000). *Dinámica de liberación y fijación de potasio en el suelo*. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. INPOFOS N° 8. Diciembre de 2000.

Chilón, E. (1997). *Manual de Edafología, práctica de campo y laboratorio*. La Paz Bolivia, Editado en la facultad de Agronomía UMSA. p.139 -173.

Chilón, E. (2014). *Manual de fertilidad de suelo y nutrición de planta*. 2da Ed. Editorial CIDAT. La Paz-Bolivia. pp. 140-142

Chunhuay, Y. (2017). *Evaluación del rendimiento del maíz amiláceo mediante la aplicación del guano de islas y trébol asociado al maíz en Allpas-Acobamba*. Tesis de Ing. Agrónomo. Escuela profesional de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Huancavelica. Acobamba, Huancavelica. 50 - 156 p.

Delgadillo, O. (2016). *Medición de la infiltración del agua en el suelo*. Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA) Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. Pp 25 - 32

FAO. (2016). *Legumbres y suelos - promover la simbiosis a través de la rotación de cultivos* <http://www.fao.org/pulses-2016/news/news-detail/es/c/462422/> fecha de consulta (15-11-2018)

FAO. (2010). *Los abonos orgánicos*. En anexos. (En línea). Consultado el 4 de febrero del 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s07.pdf>

FAO. (2001) *Organismo de las naciones unidad para la agricultura y la alimentación, Cultivos Marginales* atrás perspectiva de 1494) Cultivos Andinos versión 1.00

Ferreres, N., Gundel S, Keane B, Anderson S, Pound B. (1997). *Cultivos de Cobertura: componentes de sistemas integrados*". Taller Regional Latinoamericano. 3-6 de Febrero 1997. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Apartado 116-4, Merida 97100, Y u catan, Mexico.

Flores, R. (2006) Tesis de Grado “*Evaluación Preliminar Agronómico y Morfología del germoplasma de Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen)* en la estación experimental Belén “Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.

Fuentes, R. (2007). *Agrosistemas sostenibles y ecológicos: la reconversión agropecuaria*. Universidad Santiago de Compostela. 250 pg.

Ibañez, V. (2009). *Métodos estadísticos*. Escuela de Post-Grado. Universidad nacional del Altiplano. Editorial Universitaria. Puno, Perú. 582 p.

IMTA (INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA). (2016). *Salinidad del suelo*, 2010.

Kar, G y Kumar, A (2007). *Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India*. J. Agricult.l Water Manag. 94(1 09), 116.

Kaizzi C, Ssali H, Vlek P. (2006). *Differential use and benefits of Velvet bean (Mucuna pruriens var. utilis) and N fertilizers in maize production in contrasting agroecological zones of E. Uganda*. Journal Agricultura! systems No 88: 44-60.

Labrador, J. (2001). *La materia orgánica en los agroecosistemas*. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. 279 pg.

Lagos, S. (2017). *Las arañas características principales y especies más comunes* [artículo]. Recuperado de (http://wiki.mendoza-conicet.gob.ar/images/e/e6/Ar%C3%A1cnidos_comunes_de_Mendoza.pdf r).

Leon, J. (1964). *Plantas alimenticias andinas*. Instituto interamericano de ciencias agrícolas, Boletín Técnico N°6 lima, Peru.

Lescano JL. (1994) *Genética y mejoramiento de cultivo alto andino Quinoa, Kañihua, Tarwi, Papa amarga, Olluco Mashua y oca*. Programa interinstitucional de Waru Waru. Puno – Peru.

Liotta, M. (2009). *Aplicación de la técnica del riego en función del tipo de suelo y requerimientos de los cultivos*. INTA. EEA San Juan.

López, E.A. (2004). *Estadística aplicada a la producción agrícola*. Notas para acompañar el curso. Facultad de Agronomía, Sub área de Métodos de Cuantificación e Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 129 p.

Maunoury N., Kondorosi A., Kondorosi E. and Mergaert P. (2008). *Cell biology of nodule infection and development*. En M.J. Dilworth et al. (eds.), Nitrogen-fixing Leguminous Symbioses. Springer. 2008. 153 -189.

Milz J. (2005). *Sexto taller internacional en agroforestería sucesional*. 13 de marzo al 20 de marzo 2005. Ecotop S.R.L., Sapecho-Bolivia.

MINAG.(2009). *Ministerio de agricultura, Direccion Regional Agraria Puno, Direccion estadística agraria e informática*, Boletín pp.1-7
https://www.agropuno.gob.pe/files/estadistica/sintesis/sintesis_agrario_04_2016.pdf
fecha de consulta (14-10-2018)

Mujica, A; Jacobsen, S.; Ortiz, R.; Canahua, A; Apaza, V.; Aguilar, P.; Dupeyrat, R. (2002). *La cañihua en la nutrición humana del Perú*. INIA, CARE, CINFO, UNA- Puno. Perú. 71 p.

Montañez, L.; Sanz, M; yHeras, L. (1975) *Actual fertility of the irrigated soils Supporting fruit trees in the Ebro Valley*. An. Aula Dei, 13 (1/2),167178.
Disponiblen <http://digital.csic.es/bitstream/10261/21539/1/VO%2013%20N%C2%BA1-2Monta%C3%B1s,Sanz.pdf>. (Fecha de consulta 13- 03 -13).

Ojiem J, Vanlauwe B, Ridder N, Giller K. (2007). *Niche-based assessment of contributions of legumes to the nitrogen economy of Western Kenya smallholder farms*. Journal Plant soil No 292: 119-135.

Plaster, J. (2000). *La ciencia del suelo y su manejo*. Editorial Paraninfo, España.

Peña, T. (2016). *Materia orgánica y humus del suelo: todo sobre la alquimia del suelo*. España. 31 p.

Pelá A. M. S; Silva L. A; Costa C.J; Silva C; Zucarelli L. D; Decarli y Matter U. F. (1999). *Descomposición de especies de plantas de cobertura*. En: Revista Plantio Direto. Vol 53: 26. Brasil.

Pinot, R, H. (2015). *Manual de Edafología*. Revista ingeniería agrícola, issn-2306-1545, rnps-0622, vol. 5, no. 2 (abril-mayo-junio) pp. 55-60, Chile.

Pozo, H. (2015). *Efecto del guano de islas y trébol (medicago hispida g.) en el rendimiento del cultivo de maíz morado (Zea mays L.), en condiciones de Azangaro ~ Huanta - Ayacucho*. Tesis de Pregrado. Escuela Académico Profesional de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Huancavelica. Acobamba. 129 p.

Quillca, A. y Rubelo, A. (2012). *Efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) asociado al trébol (Medicago hispida), en condiciones de secano*. Tesis de Ing. Agrónomo. Escuela Académico Profesional de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Huancavelica. Acobamba, Huancavelica. 115 p.

Restrepo, J.G. (2002). *Abonos verdes y cultivos de cobertura, alternativas para una agricultura ecológicamente apropiada en el trópico*. Medellín. 35 p.

Rzedowski, GC, Rzedowski J. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Ruffo M, Parsons A. (2004). *Cultivos de Cobertura en Sistemas Agrícolas*.
Informaciones Agronómicas del Cono SUR. IPNI. N° 21.

Sanclemente, O.E. (2009). *Efecto del cultivo de cobertura: Mucuna ruriens, en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo typic aplustalfs, cultivado con maíz (Zea mays l.) en zona de ladera del municipio de palmira, valle*.

Sampat, A. Gavande (1991). *Física de suelo principios y aplicaciones*. Editorial Limusa, México. p.17 Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajospdf4/caracterizacionfiscasuelos/caracterizacion-fisica-suelos.pdf>. (Fecha de consulta 13- 02 -13).

Sheifa, J. (2013). *Laboratorio de Servicios Analíticos Centro Internacional de Agricultura Tropicalciat*. Agosto. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente.

Silicuana, N. (2017). *Evaluación de la fertilidad del suelo en parcelas con sistemas agroforestales en zona semiarida en la provincia Tapacari-Cochabamba*. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. LA PAZ – BOLIVIA.122 p. recuperado de web:

Schroeder, D. (1983). *Bodenkunde in Stichworten Ferdinand Hirt, Bern*. 160 p. Disponible en <http://af2.wikispaces.com/file/view/Fertilidad-SCHLATTER.pdf>

Schlatter, J.E. (1993). *Fertilidad del suelo, concepto y su aplicación a la producción forestal*. En: Actas XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, San Carlos de Bariloche, Argentina, 19 p. Disponible en <http://af2.wikispaces.com/file/view/Fertilidad-SCHLATTER.pdf> (Fecha de consulta 02-02-13).

Tapia, M. (1990). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA., FAO oficina para América Latina y el Caribe Santiago de Chile pp50-64

Vallenas, M. y V. Carpio. (1974). La Cañihua y su cultivo. Boletín N° 25, ministerio de agricultura, Zona Agraria XII Puno, Perú pp.34

Teasdale JR. and Mohler, C.L. (1993). Light transmission, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agronomy Journal* 85, 673-80. 1993.

ANEXOS

Tabla 28. Biomasa foliar de trébol en tratamientos de trébol

Fecha de Evaluación: 19/04/2017		Lugar: Chancarani		
Estado de desarrollo del cultivo: TREBOL foliar				
N°	Repetición	Tratamiento	Peso materia verde	Promedio
1	R1	T3-A	3.8911	2.47
	R1	T3-B	1.3793	
	R1	T3-C	2.1451	
	R1	T4-A	1.6771	1.11
	R1	T4-B	0.9472	
	R1	T4-C	0.706	
2	R2	T3-A	1.0031	1.30
	R2	T3-B	1.6387	
	R2	T3-C	1.2558	
	R2	T4-A	2.1783	1.22
	R2	T4-B	0.6756	
	R2	T4-C	0.7912	
3	R3	T3-A	15.084	6.45
	R3	T3-B	0.9541	
	R3	T3-C	3.3	
	R3	T4-A	0.7158	0.61
	R3	T4-B	0.5703	
	R3	T4-C	0.5575	
4	R4	T3-A	3.3892	3.06
	R4	T3-B	3.47	
	R4	T3-C	2.3115	
	R4	T4-A	1.4646	3.91
	R4	T4-B	2.9978	
	R4	T4-C	7.2753	

Tabla 29. Biomasa radicular de trébol en tratamientos de trébol

Fecha de Evaluación: 19/04/2017		Lugar: Chancarani		
Estado de desarrollo del cultivo: TREBOL RAIZ				
N°	Repetición	Tratamiento	Peso biomasa radicular	Promedio
1	R1	T3-A	0.4462	0.284
	R1	T3-B	0.1899	
	R1	T3-C	0.215	
	R1	T4-A	0.1919	0.176
	R1	T4-B	0.1875	
	R1	T4-C	0.1488	
2	R2	T3-A	0.1083	0.113
	R2	T3-B	0.1294	
	R2	T3-C	0.1004	
	R2	T4-A	0.2199	0.146
	R2	T4-B	0.1225	
	R2	T4-C	0.0949	
3	R3	T3-A	1.323	0.560
	R3	T3-B	0.1098	
	R3	T3-C	0.2462	
	R3	T4-A	0.0693	0.088
	R3	T4-B	0.1133	
	R3	T4-C	0.0818	
4	R4	T3-A	0.1502	0.152
	R4	T3-B	0.1706	
	R4	T3-C	0.1337	
	R4	T4-A	0.0994	0.278
	R4	T4-B	0.2555	
	R4	T4-C	0.4803	

Tabla 30. Datos de rendimiento de canihua (kg/parcela)

Rep	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	
I	3.34	4.39	4.21	4.78	
II	3.82	4.70	4.74	5.50	
III	4.88	5.63	6.31	6.53	
IV	3.66	4.99	5.38	5.60	
Total	15.70	19.71	20.64	22.41	78.46
Prom.	3.93	4.93	5.16	5.60	4.90

Tabla 31. Datos de rendimiento de canihua (kg/ha)

Rep	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	
I	835.00	1097.50	1052.50	1195.00	
II	955.00	1175.00	1185.00	1375.00	
III	1220.00	1407.50	1577.50	1632.50	
IV	915.00	1247.50	1345.00	1400.00	
Total	3925.00	4927.50	5160.00	5602.50	19615.00
Prom.	981.25	1231.88	1290.00	1400.63	1225.94

Tabla 32. Datos de evaluación de microorganismos presentes en suelo

Microorganismos	18/01/2018				21/02/2018				23/03/2018				19/04/2018			
	T1	T2	T3	T4												
Lombriz	13	7	4	10	13	6	7	4	4	3	5	3	2	4	6	5
Lacato	0	0	0	6	0	0	0	2	2	4	3	4	5	3	13	15
Carabido	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	0	4				
Otros	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0			3	
Total	13	7	5	17	13	6	8	6	8	11	8	11	7	7	22	20

Tabla 33. Porcentaje de materia seca del cultivo de canihua

Rep.	20-12-2017				18-01-2018				21-02-2018				23-14-2018				19-05-2018			
	T1	T2	T3	T4																
R1	23.40	15.24	16.73	15.02	11.25	10.30	11.91	10.64	13.0	15.3	12.9	13.4	30.8	23.4	27.9	25.1	48.9	50.2	50.5	68.0
R2	29.45	26.34	24.44	29.86	9.63	9.83	10.92	10.66	9.0	12.0	12.7	14.9	26.9	25.1	22.0	26.2	61.3	56.7	50.3	50.4
R3	24.09	22.61	22.69	20.04	10.44	9.50	9.35	9.79	13.9	12.6	15.1	14.4	26.4	25.4	23.7	23.7	55.2	49.9	59.2	66.4
R4	21.65	15.98	31.40	26.33	9.79	9.54	9.77	9.94	12.9	27.0	14.0	16.2	21.0	25.7	20.2	30.3	54.3	48.7	53.3	47.1
Prom.	24.65	20.04	23.81	22.81	10.28	9.79	10.49	10.26	12.21	16.71	13.69	14.72	26.28	24.88	23.45	26.33	54.91	51.36	53.31	57.97

Tabla 34. Altura de planta del cultivo de canihua

Rep.	19/12/2017				18/01/2018				21/02/2018				21/03/2018										
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	Prom.	R1	R2	R3	R4	Prom.					
T1	2.2	1.2	1.5	1.2	1.53	T1	7.4	6.8	7.7	5.6	6.88	T1	25.2	26.2	24	23	24.65	T1	29	27	28	31	28.65
T2	1.8	1.2	2.4	1.5	1.73	T2	7.2	9.6	10	9.8	9.23	T2	25.6	29.6	30.2	30	28.80	T2	32	32	34	33	32.75
T3	1.6	1	2.8	2	1.85	T3	5	6.2	11	9.6	7.85	T3	20.6	25	37	30	28.10	T3	30	33	37	32	32.90
T4	1.6	1.4	3.2	3	2.30	T4	7.8	8	8.9	10	8.70	T4	27.6	26	26.6	30	27.55	T4	33	30	32	32	31.65

Tabla 35. Porcentaje de humedad gravimétrica del suelo

N° muestra	Trat	24-01-2018	21-02-2018	23-03-2018	24-04-2018
1	T1	18.64	12.72	14.26	8.91
2	T2	20.97	12.39	14.23	11.67
3	T3	21.58	13.29	16.79	14.01
4	T4	18.72	15.61	16.26	14.47
5	T1	18.37	14.73	13.46	11.25
6	T2	20.96	15.67	16.29	11.97
7	T3	17.40	15.99	15.07	12.17
8	T4	19.30	16.36	18.30	14.95

Tabla 36. Porcentaje de temperatura del suelo

N° muestra	Trat	24/01/2018	21/02/2018	23/03/2018	24/04/2018
1	T1	12	15	15	19
2	T2	13	15	17	17
3	T3	12	18	18	18
4	T4	13	15	17	19
5	T1	12	15	15	20
6	T2	13	15	17	18
7	T3	12	18	18	19
8	T4	13	15	17	19

M Á P A DE GEOREFERENCIACION DE LA PARCELAS EXPERIMENTAL DEL CULTIVO DE CAÑIÚA ASOCIADO CON TEBROL

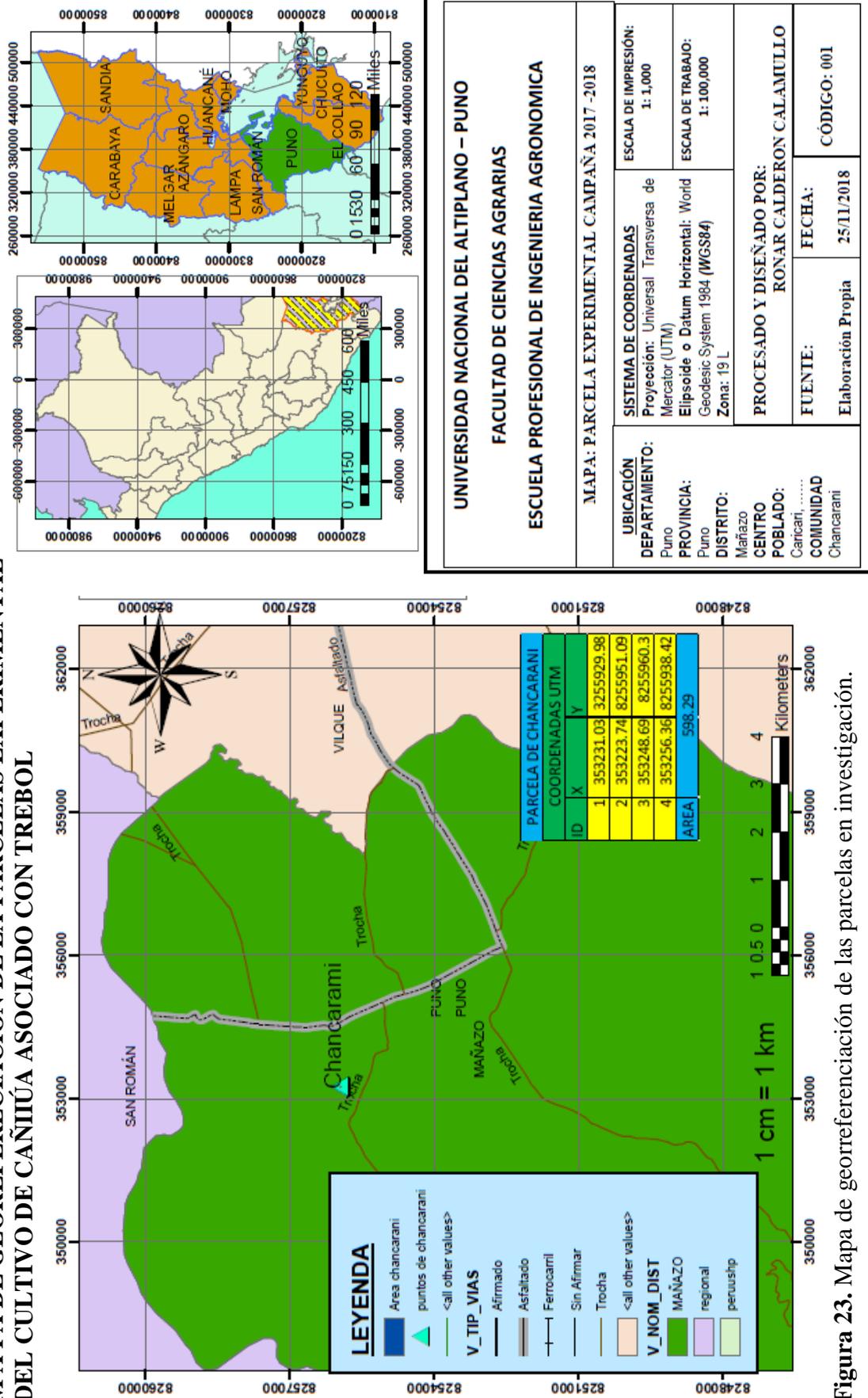
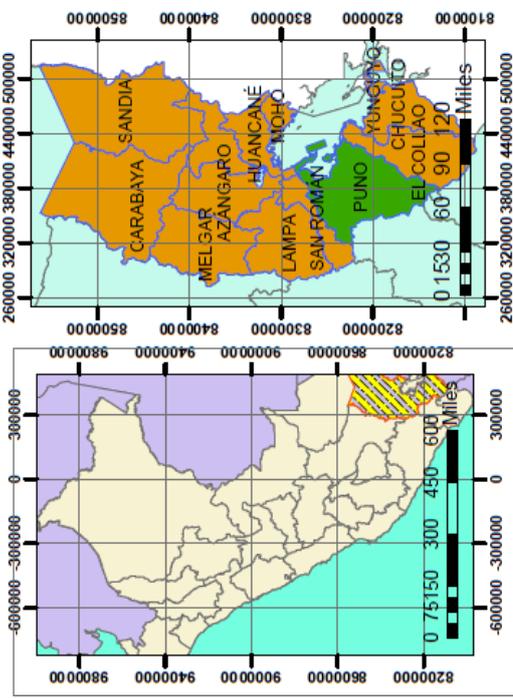


Figura 23. Mapa de georeferenciación de las parcelas en investigación.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO	
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA	
MAPA: PARCELA EXPERIMENTAL CAMPAÑA 2017 -2018	
UBICACIÓN: Puno	SISTEMA DE COORDENADAS Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)
DEPARTAMENTO: Puno	ESCALA DE IMPRESIÓN: 1: 1,000
PROVINCIA: Puno	ESCALA DE TRABAJO: 1: 100,000
DISTRITO: Mañazo	PROCESADO Y DISEÑADO POR: RONAR CALDERON CALAMULLO
CENTRO: Chancarami	FUENTE: Elaboración Propia
COMUNIDAD: Chancarami	FECHA: 25/11/2018
	CÓDIGO: 001





MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
 SERVICIO NACIONAL DE LABORATORIOS
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 ANEXO SALCEDO
 Of. Principal: Av. La Molina 1981 - La Molina Lima



ANALISIS DE CARACTERIZACION

Nombre: PP-089 RDSA. Ronar Claderon Calamullo.
 Procedencia: Restablecimiento de la Fertilidad Natural del suelo mediante el Empleo del Trebol (*Medicago hispida G.*) Asociado con Cañihua (*Chenopodium pallidicaule A.*) en Chancarani Mañazo.
 Fecha de Recepción: 06 de Octubre del 2017. Fecha de Certificación: 20 de Octubre del 2017.
 Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo.

N°	Cod. Lab.	MARCAS	ANALISIS		MECANICO		CO ₂ Ca %	Yeso me/100g	Mat. Org. %	N. TOTAL %
			Arena	Arcilla	Limo	Textura				
			%	%	%					
1	306A2	M1 Comunidad Chancarani	37	16	47	F	0,00		1,18	0,04
2										
3										
4										

Caracterización del Estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo.

N°	Suelo: Agua 1:2.5		NUTRIENTES DISPONIBLES				Boro Soluble (ppm)	CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	Suma Cationes
	pH	C.E. mmhos/cm	P (ppm)	K (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)		Al me/100g	Ca me/100g	Mg me/100g	Na me/100g	K me/100g		
	1	6,33	0,0003	8,63	31,00				0,00	5,34	2,96	1,30		
2														
3														
4														

Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, División of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpresión, Octubre 1988. 195p.

Conclusiones:

La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales. (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.



ING. JORGE CANIQUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Los resultados son aplicables a estas muestras.

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
 Puno. Puno. Perú
 T: (051) 363-812

Figura 24. Análisis de suelo inicial de parcela de investigación.

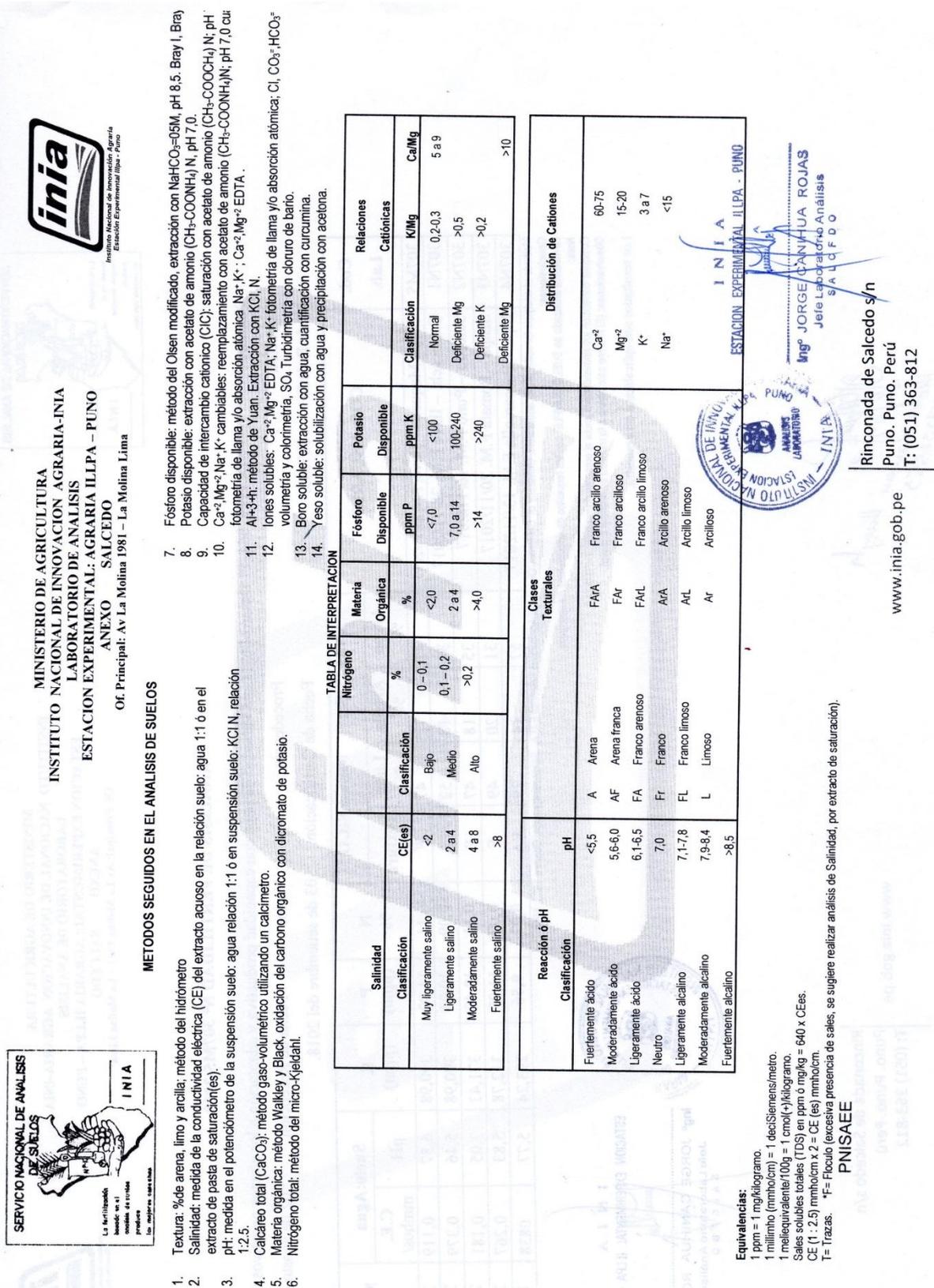
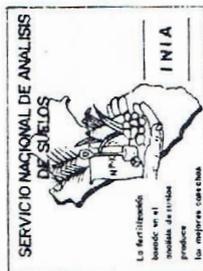


Figura 25. Tabla de interpretación para parámetros evaluados del suelo y métodos de análisis realizados para el suelo



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
 LABORATORIO DE ANALISIS
 ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
 ANEXO SALCEDO
 Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima



ANALISIS DE FERTILIDAD N° 306R5-2018

Nombre : PP089: Reduccion de la Degradación de Suelos Agrarios. **Ronar Calderon Calamullo**
 Restablecimiento de la Fertilidad Natural del Suelo Mediante el Empleo del Trebol (Medicago hispida G.) Asociado con cañihua (Chenopodium Pallidicaule A.) en Chancarani Mañazo.

Dirección : : Mañazo : Fecha de Recepción : 06 de Junio del 2018.
 Procedencia : :
 N° de Bolefín : 306R5 . Fecha de Certificación : 30 de julio del 2018

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANALISIS			MECANICO		N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo:Agua 1:2.5		M.O. %	Al (meq/100 gr)	CO ₃ Ca %
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	pH				C.E. mmhos/c				
306R5	R1 - T1	42	14	44	F	0,06	7,46	273,00	6,53	0,063	1,72	0,00	0,00	
306S1	R1 - T2	42	14	44	F	0,09	8,93	292,50	6,42	0,038	2,42	0,00	0,00	
306S2	R1 - T3	46	17	37	F	0,11	12,56	312,00	6,26	0,033	2,82	0,00	0,00	
306S3	R1 - T4	44	19	37	F	0,13	13,74	331,50	6,29	0,031	3,49	0,00	0,00	
306S4	R2 - T1	44	15	41	F	0,07	6,34	234,00	6,26	0,034	1,82	0,00	0,00	
306S5	R2 - T2	48	15	37	F	0,10	8,66	273,00	6,48	0,021	2,60	0,00	0,00	
306T1	R2 - T3	42	21	37	F	0,12	12,18	321,00	6,27	0,023	3,26	0,00	0,00	
306T2	R2 - T4	42	17	41	F	0,14	11,79	331,50	6,28	0,039	3,69	0,00	0,00	
306T3	R3 - T1	44	19	37	F	0,06	8,29	192,50	6,22	0,029	1,58	0,00	0,00	
306T4	R3 - T2	44	21	35	F	0,09	9,89	234,00	6,29	0,028	2,48	0,00	0,00	

Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988.

Conclusiones:

La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. T= Trazas

Observaciones: (El informe solo ateca a la muestra sometida a ensayo).

Los resultados son aplicables a esta muestra.



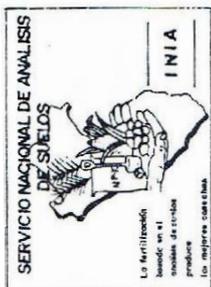
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Mg° JORGE CANHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Analisis
 S A L C E D O

Rinconada de Salcedo s/n
 Puno. Puno. Perú
 T: (051) 363-812

www.inia.gob.pe

Figura 26. Análisis de suelo final por cada repetición y tratamiento



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
 LABORATORIO DE ANALISIS
 ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
 ANEXO SALCEDO
 Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima



ANALISIS DE FERTILIDAD N° 306T5-2018

Nombre : PP089; Reducción de la Degradación de Suelos Agrarios, **Ronar Calderon Calamullo**
 Restablecimiento de la Fertilidad Natural del Suelo Mediante el Empleo del Trebol (Medicago hispida G.) Asociado con cañihua (Chenopodium Pallidicaule A.) en Chancarani Mañazo.

Dirección :
 Procedencia : Mañazo
 Fecha de Recepción : 06 de Junio del 2018.
 N° de Boletín : 306T5
 Fecha de Certificación : 30 de julio del 2018

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANALISIS			MECANICO			N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo:Agua 1:2.5		M.O. %	Al (meq/100 gr)	CO ₃ Ca %
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	pH	C.E. mmhos/c								
306T5	R3 - T3	44	13	43	F	0,13	11,49	273,00	6,81	0,070	3,35	0,00	0,00		
307A1	R3 - T4	46	15	39	F	0,15	12,6	468,00	6,63	0,038	3,82	0,00	0,00		
307A2	R4 - T1	42	20	38	F	0,05	6,94	331,50	6,21	0,037	1,38	0,00	0,00		
307A3	R4 - T2	43	14	43	F	0,11	8,03	331,50	6,25	0,026	2,98	0,00	0,00		
307A4	R4 - T3	43	20	37	F	0,14	9,39	604,50	6,35	0,036	3,68	0,00	0,00		
307A5	R4 - T4	42	16	42	F	0,15	11,28	799,50	6,30	0,038	3,94	0,00	0,00		

Referencias: Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1986-1989.
Conclusiones: La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.
Nota: Cualquier corrección y/o emendadura anula al presente documento. T= TRAZAS
Observaciones: (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).
 Los resultados son aplicables a esta muestra.



ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 Ing° JORGE CANALIZA ROJAS
 Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos

Rinconada de Salcedo s/n
 Puno. Puno. Perú
 T: (051) 363-812
 www.inia.gob.pe

PLAN FOTOGRAFICO

Figura 27. Preparación del terreno para la instalación del trabajo de investigación.



Figura 28. Muestreo inicial de suelo de la parcela en investigación.



Figura 29. Surcado del terreno con maquinaria y abonamiento con estiércol de ovino para mejorar la estructura.



Figura 30. Pesado de semilla para cada unidad experimental.



Figura 31. Siembra a chorro continuo en los surco de cada tratamiento.



Figura 32. Evaluación de parcelas en porcentaje de emergencia de la Cañihua



Figura 33. Toma de muestra de planta para materia seca de la planta de Cañihua



Figura 34. Embolsado y etiquetado de muestras para llevar al laboratorio de suelo.



Figura 35. Evaluación de microorganismo del suelo dentro del cuadrado identificado.



Figura 36. Seguimiento del cultivo y evaluación durante los primeros 30 días desde la siembra.

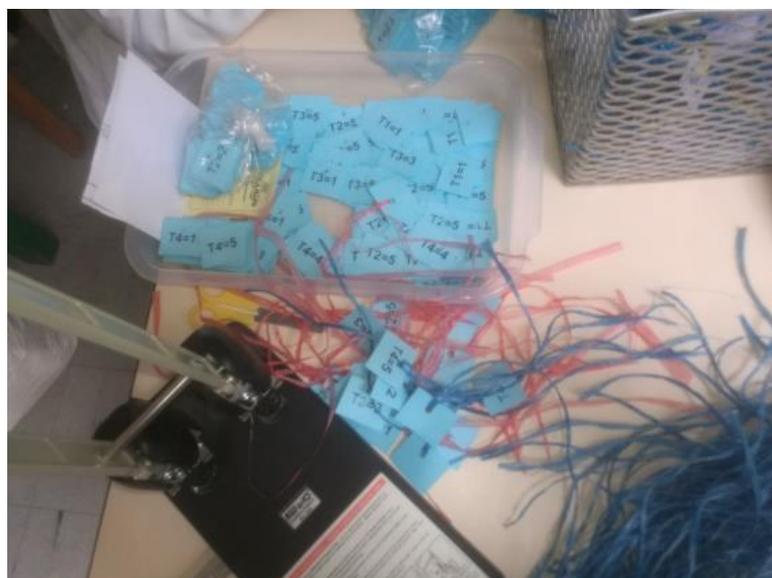


Figura 37. Preparación de etiquetas para las plantas evaluadas



Figura 38. Pesado de guano de isla para los tratamientos que va incorporar.



Figura 39. Preparación de semilla de trébol carretilla



Figura 40. Pesado de la semilla de trébol carretilla



Figura 41. Aporque del cultivo de Cañihua



Figura 42. Abonamiento con guano de isla en primer aporque en los tratamientos que corresponden.



Figura 43. Toma de muestra para la determinación de la humedad suelo en las tara de los tratamientos



Figura 44. Etiquetado de plantas que van a ser evaluadas en la altura de planta