

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE RÁBANO CHINO (*Raphanus sativus* L.) CON LA APLICACIÓN DE COMPOST Y HUMUS DE LOMBRIZ A DOS DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO CONDICIONES ATEMPERADAS EN LA ZONA ACHUMANI, MUNICIPIO DE LA PAZ.**

**ROXANA MAMANI ALIAGA**

**La Paz - Bolivia**

**2015**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE RÁBANO CHINO (*Raphanus sativus* L.)  
CON LA APLICACIÓN DE COMPOST Y HUMUS DE LOMBRIZ A DOS  
DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO CONDICIONES ATEMPERADAS EN LA  
ZONA ACHUMANI, MUNICIPIO DE LA PAZ”**

Tesis de Grado presentado como requisito  
Parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo

**ROXANA MAMANI ALIAGA**

**Asesores:**

Ing. M. Sc. Freddy Porco Chiri .....

Ing. Willams Alex Murillo Oporto .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. M. Sc. Eduardo Chilón Camacho .....

Ing. M. Sc. Windson July Martinez .....

Ing. Jorge Gabriel Espinoza Almazán .....

**Aprobada**

**Presidente Tribunal Examinador** .....



***DEDICATORIA:***

***A mí querida madre por darme su amor y apoyo aun en las peores situaciones y a mi hermano Grover que desde el cielo me brinda su protección.***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la vida y por todas las personas y cosas bellas que puso en el mundo que nos hacen feliz y disfrutar de la misma.

A la Universidad Mayor de San Andrés y la Facultad de Agronomía por haberme acogido en sus aulas transmitiendo experiencia y conocimientos a través de los docentes que nos dan su tiempo y su vida para formar personas de bien.

A mis hermanos Ramiro y Grover (†), por sus enseñanzas que me condujeron en la vida que nunca olvidare además de su cariño incalculable y a mi familia por el apoyo, paciencia y comprensión que me brindaron en el transcurso de la realización de la tesis, además de ser parte de mi vida.

A mis asesores: Ing. M.Sc. Freddy Porco Chiri por compartir sus conocimientos y la colaboración en la elaboración de la tesis, un sincero agradecimiento al Ing. Willams Alex Murillo Oporto por su enseñanza, comprensión y valiosos consejos en la ejecución de la tesis.

A los distinguidos miembros del Tribunal Revisor, al Ing. M.Sc. Eduardo Chilón Camacho, agradecerle por sus acertadas sugerencias que enriquecieron el presente trabajo y su colaboración desinteresada que brinda a los tesisistas, al Ing. M.Sc. Windson July Martínez e Ing. Jorge Espinoza Almazán por aportes y sugerencias brindadas en este trabajo.

Un sincero agradecimiento al hogar de ancianos San Ramón y el técnico Esteban Alabi por haberme acogido en los predios para la realización de este trabajo, además haberme colaborado desinteresadamente en la ejecución de la tesis.

A mis amigos (as): Soledad Enríquez, Julián Sarzo, Waldir Cruz, Alfredo Copari, amigos fueron concejo idóneo y demás amigos por la compañía, colaboración, apoyo, enseñanza y amistad brindada durante los años de estudio y en la realización del presente trabajo de tesis.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	ix
RESUMEN .....	x

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos .....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
3.1. Generalidades de las hortalizas.....	3
3.1.1. Origen del cultivo .....	3
3.1.2. Características del cultivo .....	4
3.1.3. Importancia de cultivo .....	5
3.1.3.1. Valor alimenticio del rábano .....	5
3.1.4. Variedades .....	6
3.1.5. Clasificación taxonómica del rábano .....	7
3.1.6. Clasificación morfológica del rábano .....	8
3.1.6.1. Raíz.....	8
3.1.6.2. Hojas .....	8

3.1.6.3.	Tallo floral.....	8
3.1.6.4.	Inflorescencia y flor .....	8
3.1.6.5.	Fruto.....	9
3.1.7.	Factores requeridos para el establecimiento del rábano chino.....	9
3.2.	Abono orgánico.....	10
3.2.1.	Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el crecimiento de los cultivos .....	11
3.2.2.	Importancia de los abonos orgánicos .....	11
3.2.3.	Compost .....	12
3.2.4.	Importancia del compostaje.....	13
3.2.4.1.	Compost solarizado e inoculado .....	13
3.2.4.2.	Preparación del compost.....	14
3.2.5.	El humus de lombriz y su preparación.....	14
3.2.5.1.	Importancia del humus de lombriz .....	15
3.2.5.2.	Características Físico Químicas del humus de lombriz.....	17
3.2.5.3.	Composición del humus de lombriz.....	18
3.2.5.4.	Diferencias del humus con otros abonos orgánicos.....	19
3.2.5.5.	Aplicación y dosificación del humus de lombriz .....	20
4.	LOCALIZACIÓN.....	21
4.1.	Ubicación .....	21
4.2.	Características agroecológicas.....	21
4.3.	Suelos.....	21
4.4.	Vegetación.....	21
4.5.	Actividad agrícola.....	22

4.6.	Actividad pecuaria.....	22
5.	MATERIAL Y METODOLOGÍA.....	23
5.1.	Materiales .....	23
5.1.1.	Material biológico.....	23
5.1.2.	Material de campo .....	23
5.1.3.	Material de gabinete .....	23
5.2.	Metodología .....	23
5.2.1.	Análisis físico químico de suelos .....	23
5.2.2.	Características físico químico del suelo en estudio .....	24
5.2.3.	Preparación del terreno .....	25
5.2.4.	Análisis físico químico de los abonos orgánicos.....	25
5.2.5.	Análisis químico del humus de lombriz.....	26
5.2.6.	Análisis químico del compost.....	26
5.2.7.	Delimitación del área experimental.....	27
5.2.8.	Incorporación del abono orgánico.....	27
5.2.9.	Siembra .....	28
5.2.10.	Riego .....	28
5.2.11.	Desmalezado.....	28
5.2.12.	Aporque .....	28
5.2.13.	Prevención Fitosanitaria .....	29
5.2.14.	Cosecha .....	29
5.2.15.	Manejo post cosecha.....	29
5.3.	Diseño experimental .....	29
5.3.1.	Factores de estudio .....	30

5.3.2.	Formulación de tratamientos .....	30
5.3.3.	Croquis experimental.....	31
5.3.4.	Variables de respuesta .....	31
5.3.4.1.	Variables agronómicas.....	31
5.3.4.2.	Variables de respuesta del suelo .....	32
5.3.4.2.1.	Propiedades físicas y químicas del suelo .....	32
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	35
6.1.	Temperaturas en el ambiente atemperado .....	35
6.2.	Efecto del Humus de Lombriz y Compost a dos densidades de siembra sobre el cultivo de rábano chino .....	37
6.2.1.	Efecto sobre el número de plántulas emergidas.....	37
6.2.2.	Efecto sobre la altura de planta .....	39
6.2.3.	Efecto en el Diámetro de raíz .....	42
6.2.4.	Rendimiento de raíz (Peso de raíz) .....	44
6.2.5.	Longitud de raíz .....	46
6.2.6.	Número de hojas .....	48
6.3.	Efecto del Humus de Lombriz y Compost a dos densidades de siembra sobre el suelo .....	50
6.3.1.	Densidad aparente en el suelo .....	50
6.3.2.	Porcentaje de porosidad en el suelo (%P).....	53
6.3.3.	pH en el suelo.....	55
6.3.4.	Conductividad eléctrica (CE) .....	57
6.3.5.	Capacidad de intercambio catiónico (CIC) .....	59
6.3.6.	Porcentaje de Materia Orgánica (% MO).....	60
6.3.7.	Nitrógeno total .....	62



6.4.	Análisis económico .....	63
6.4.1.	Rendimiento ajustado .....	63
6.4.2.	Beneficio Bruto .....	64
6.4.3.	Costos Variables.....	65
6.4.4.	Costos de producción .....	66
6.4.5.	Beneficios netos .....	67
6.4.6.	Tasa Beneficio - Costo .....	68
7.	CONCLUSIONES .....	70
8.	RECOMENDACIONES.....	72
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	73

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Valor nutritivo del rábano.....	6
Cuadro 2.	Características físico químicas del suelo inicial.....	24
Cuadro 3.	Parámetros físico – químicos de abonos.....	26
Cuadro 4.	Parámetros físico – químicos de abonos.....	27
Cuadro 5.	Fluctuación de temperaturas en el ambiente atemperado.....	35
Cuadro 6.	ANVA porcentaje de emergencia.....	37
Cuadro 7.	ANVA de la altura de planta (cm) .....	39
Cuadro 8.	Prueba de medias Duncan para altura de planta (5%) .....	40
Cuadro 9.	ANVA de diámetro de raíz (cm) .....	42
Cuadro 10.	ANVA del Peso de la raíz (g) .....	44
Cuadro 11.	Prueba de medias Duncan (5%).....	45
Cuadro 12.	ANVA de la longitud de raíz (cm).....	46
Cuadro 13.	Prueba de medias Duncan (5%).....	47
Cuadro 14.	ANVA de número de hojas .....	48
Cuadro 15.	ANVA para densidad aparente del suelo.....	50
Cuadro 16.	ANVA para porcentaje de porosidad del suelo (%P) .....	53
Cuadro 17.	Análisis de varianza para pH en el suelo.....	55
Cuadro 18.	ANVA para Conductividad eléctrica (us/cm).....	57
Cuadro 19.	Rendimiento ajustado del peso de la raíz kg /m <sup>2</sup> .....	64
Cuadro 20.	Rendimiento ajustado del peso de la raíz kg /m <sup>2</sup> .....	65
Cuadro 21.	Costos variables .....	66
Cuadro 22.	Costos de producción .....	66

Cuadro 23. Beneficios netos .....	68
Cuadro 24. Relación beneficio – costo para cada tratamiento .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.	Promedios generales de porcentaje de emergencia .....	38
Figura 3.	Prueba de medias Duncan para altura de planta (5%).....	41
Figura 4.	Prueba de medias Duncan diámetro de raíz (cm).....	43
Figura 5.	Prueba de medias Duncan para peso de raíz (g).....	45
Figura 6.	Prueba de medias Duncan (5%) .....	47
Figura 7.	Promedios numéricos de número de hojas en los 6 tratamientos .....	49
Figura 8.	Promedios numéricos de densidad aparente (Dap) en los 6 tratamientos.....	51
Figura 10.	Promedios numéricos del PH del suelo .....	56
Figura 11.	Promedios de conductividad eléctrica en los diferentes tratamientos.. .....	58
Figura 12.	Promedios de CIC (meq/100 g de suelo).....	59
Figura 13.	Comportamientos de materia orgánica en los tratamientos implantados .....	61
Figura 14.	Promedios de Nitrógeno total en los diferentes tratamientos .....	62
Figura 15.	Total gastos por tratamiento .....	67
Figura 16.	Tasa de Beneficio/costo (Bs).....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis del experimento .....	82
Anexo 2. Análisis físico químico del humus de lombriz .....	83
Anexo 3. Análisis físico químico del compost.....	84
Anexo 4. Base de datos porcentaje de germinación .....	85
Anexo 5. Base de datos altura de planta (cm).....	85
Anexo 6. Base de datos longitud de raíz (cm).....	85
Anexo 7. Base de datos Peso de raíz (g) .....	86
Anexo 8. Base de datos Número de hojas .....	86
Anexo 9. Estudio físico químico tratamiento 1.....	87
Anexo 10. Estudio físico químico tratamiento 2 .....	88
Anexo 11. Estudio físico químico tratamiento 3.....	89
Anexo 12. Estudio físico químico tratamiento 4.....	90
Anexo 13. Estudio físico químico tratamiento 5.....	91
Anexo 14. Estudio físico químico tratamiento 6 .....	92
Anexo 15. Fotografías .....	93

## RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en los predios del Hogar de ancianos San Ramón, ubicado en la zona de Achumani en la ciudad de La Paz a una altitud de 3360 m.s.n.m.

Se evaluó el cultivo de rábano chino bajo el Diseño Completamente al Azar bifactorial, teniendo como el factor "A" las densidades, a1:10 cm y a2: 15 cm y como factor "B" Abonos orgánicos b1:Testigo, b2: Compost y b3: Humus de lombriz y los siguientes tratamientos: T1 (testigo con 10 cm de distancia entre plantas), T2 (10 cm entre plantas y compost), T3 el cual corresponde a 10 cm entre plantas más humus de lombriz, T4 (tratamiento testigo con 15 cm de distancia entre plantas), T5 (15 cm entre plantas y aplicación de compost), T6 (15 cm entre plantas y humus de lombriz).

En los objetivos propuestos fueron conocer los efectos de las densidades de siembra y abonos orgánicos en las características agronómicas del cultivo de rábano chino y en el suelo, para conseguir esto se tomó diferentes variables de repuesta:

En la altura de planta (cm), en la prueba de medias presento 20,61 cm de altura con humus de lombriz, le sigue el tratamiento T5 de con 18,46 cm y finalmente el tratamiento testigo con 15,80 cm, en cuanto a diámetro de raíz fueron T3 (10 cm entre plantas y humus de lombriz) y T6 (15 cm y humus de lombriz) con un promedio de 3,52 y 3,51cm los tratamientos con mejor promedio numérico. Presentó el mayor desarrollo de diámetro de raíz y longitud de raíz con un promedio de 14,90 cm y 64,74 g en peso de raíz el tratamiento con humus de lombriz.

Por otro lado en cuanto al número de hojas el análisis de varianza dio un resultado no significativo pero en la comparación de promedios numéricos el T6 (humus de lombriz) dio el mayor promedio con 9,8.

Respectivamente en las variables del suelo como Dap demostró ser no significativo, en la comparación de promedios el menor valor de Dap fue el T2 (10 cm y compost) con  $1,06 \text{ gr/cm}^3$ , se midió también la porosidad del suelo el cual nos dio resultados no significativos, pero en una comparación de promedios el tratamiento T5 (15 cm y compost), dio 50,33%, por otro lado el pH dio resultados no significativos también se realizó una comparación de medias el T3 (10 cm entre plantas y humus de lombriz) fue el más bajo con 6,74 en cuanto a Conductividad eléctrica fueron resultados no significativos igualmente se realizó una comparación de promedios y e T6 (15 cm y humus de lombriz) dio el valor más bajo.

En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica y Nitrógeno total se realizaron comparación de Promedios numéricos en el caso del CIC el T3 Y T5 resaltan el primero con 14,2 meq/100 g y 13,61meq/100 g. En materia orgánica el T3 y T5 se manifiestan con un valor un poco más alto a los demás tratamientos con 7,05% y 7,02% y finalmente el nitrógeno total en el cual también se realizó una comparación de promedios y el T3 (10 cm y humus de lombriz) y T6 (15 cm y humus de lombriz) con valores más altos de todo el ensayo con 0.52% y 0,51%.

El mejor tratamiento que se presentó en este trabajo fueron los tratamientos con adición de humus de lombriz y en cuanto a densidades de siembra el tratamiento con mayor densidad (15 cm) produjo óptimos resultados.

## SUMMARY

This work was done on the grounds of San Ramon Nursing Home, located in the area of Achumani in the city of La Paz at an altitude of 3360 m

Chinese radish cultivation was evaluated under the Design Completely Random bifactorial, with the factor "A" densities, a1: a2 10 cm and 15 cm and a factor "B" Organic fertilizers b1 Witness, b2: Compost and b3: Vermicompost and the following treatments: T1 (control with 10 cm between plants), T2 (10 cm between plants and compost), T3 which corresponds to 10 cm between plants more vermicompost, T4 (control treatment 15 cm between plants), T5 (15 cm between plants and compost application), T6 (15 cm between plants and vermicompost).

In the proposed objectives it was to determine the effects of seeding rates and organic fertilizers in the agronomic characteristics of the crop of Chinese radish and on the ground, to get this different response variables were taken:

In plant height (cm) in the middle I present proof of 20.61 cm with humus, followed by treatment with T5 18.46 cm and finally the control treatment with 15,80 cm, as a root diameter were T3 (10 cm between plants and vermicompost) and T6 (15 cm and vermicompost) with an average of 3,52 and 3,51cm treatments numeric best average. He presented the further development of root diameter and root length with an average of 14.90 cm and 64.74 g in weight following treatment with vermicompost.

On the other hand on the number of sheets variance analysis gave no significant result, but in comparing the numerical averages T6 (vermicompost) gave the highest average with 9.8.

Respectively in soil variables as Dap proved insignificant in comparison to the lower of average Dap was the T2 (10 cm and compost) with 1.06 g / cm<sup>3</sup>, soil porosity was also measured which we He gave no significant results, but on a



comparison of the mean T5 (15 cm and compost) treatment resulted 50.33%, on the other hand the pH gave no significant results. A comparison of means T3 (10 cm between plants was also performed and vermicompost) was the lowest with 6.74 in terms of electrical conductivity results were not significant comparing averages also yet T6 (15 cm and vermicompost) gave the lowest value was made.

As the cation exchange capacity, organic matter and total nitrogen. Averages numerical comparison performed in the case of CIC T3 and T5 with the first protruding 14.2 meq / 100 g 13,61 meq / 100 g. Organic matter in the T3 and T5 manifest a slightly higher value than the other treatments with 7.05% and 7.02% and finally the total nitrogen in which also a comparison of averages and held T3 (10 cm and vermicompost) and T6 (15 cm and vermicompost) with highest values of all test 0.52% and 0.51%.

The best treatment is presented in this work were the treatments with the addition of humus and as for seeding rates higher density treatment (15 cm) produced optimal results.

## 1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia, en los últimos años las hortalizas han cobrado un auge sorprendente desde el punto de vista de la producción en el aspecto social debido a la gran demanda de mano de obra y a la captación de divisas que generan, sin embargo, si se observa desde la perspectiva de la dieta alimenticia con respecto al consumo de hortalizas es casi, insuficiente, debido al desconocimiento de la gran cantidad de hortalizas con propiedades nutritivas y medicinales que se producen en nuestro país (Pujro, 2002).

García (2011), menciona las bondades del rábano son varios: posee vitamina C, ideal para los dientes, huesos y valiosa por su acción antioxidante, como folatos, geniales para la gestación de glóbulos rojos y blancos. Vale decir, que en los rábanos existe una buena cantidad de minerales.

El uso de abonos orgánicos es ventajoso para el medio ambiente y es considerada como un mejorador de las propiedades físicas y químicas del suelo, también para la alimentación ya que son productos orgánicos sin el uso de agroquímicos.

Existe escasa información científica sobre este cultivo es por eso que el presente trabajo de investigación generará información científica, la misma servirá de referencia a los productores y a otros sectores involucrados en el tema, ya que estará a disposición para que tengan mayores conocimientos acerca de este cultivo.

La alimentación con cultivos convencionales se generalizó en el país el consumo de alimentos orgánicos es mínimo el presente trabajo quiere demostrar la producción de hortalizas usando abonos naturales y dejar el uso de agroquímicos además queremos revalorizar a los rábanos como opción en nuestra dieta alimenticia que muchas veces se basa en carbohidratos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el cultivo de rábano chino (*Raphanus sativus* L.) con la aplicación de compost y humus de lombriz a dos densidades de siembra bajo condiciones atemperadas en la zona de Achumani, municipio de La Paz.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar y comparar los efectos de las densidades de siembra y abonos orgánicos de estudio sobre las características agronómicas del cultivo de rábano chino.
- Evaluar y comparar los efectos del compost y humus de lombriz sobre las características físicas y químicas del suelo.
- Realizar el análisis económico preliminar que implica dicho estudio.

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Generalidades de las hortalizas**

FHJC (2010), sugiere que los rábanos constituyen distintas variedades, las cuales son en su mayoría, comestibles y de gran valor alimenticio, con las plantas del desierto comparten la necesidad de muy poca agua, y de adaptarse para almacenar la que reciben. Las crucíferas conservan el agua debajo de una cutícula cerosa e impermeable.

López (1994), sostiene que la hortaliza es la planta que se consume en estado fresco, cocida o preservada.

Las características generales de las hortalizas pueden agruparse de la siguiente manera:

- a) Son órganos o tejidos suculentos y tiernos. Su alto contenido de celulosa los hace flexibles, y poseen bajo contenido de lignina.
- b) Por lo general todas son de tamaño pequeño.
- c) Calidad: En este punto cabe recalcar que son más importantes los parámetros de calidad que el rendimiento.
- d) Periodos de su ciclo agrícola o vegetativos son muy cortos, los que en promedio son de 85 a 100 días.

##### **3.1.1. Origen del cultivo**

Pinzón e Isshiki (2001). Sostienen que el rábano y el rabanito son originarios del Asia Central y son plantas hortícolas muy antiguas. Las partes útiles de estas hortalizas son sus raíces engrosadas y suculentas. En Colombia se conocen mejor los rabanitos de color rojizo, sin embargo, los llamados rábanos de color blanco ya

aparecen en los mercados por sus cualidades de sabor y textura. Además por la facilidad de producirlos y almacenarlos.

INFOAGRO (2009), sostiene que el origen de los rábanos no se ha determinado de forma concluyente; aunque parece ser que las variedades de rábanos de pequeño tamaño se originaron en la región mediterránea, mientras que los grandes rábanos pudieron originar en Japón. En inscripciones encontradas en pirámides egipcias, datadas 2000 años a. C.; ya se hacía referencia a su uso culinario.

Rábano chino, japonés o daikon: procede de Japón y se caracteriza por su forma cilíndrica y alargada (Zudaire y Yoldi, 2015).

En Bolivia el rábano (*Raphanus sativus* L.), resulta ser un cultivo posible, en todos los valles, altiplano, valles donde se dispone de riego y que se consume a diario en la mesa familiar. En 1971, se cultivaron entre rábanos y nabos 3340 has, con un rendimiento de 5000 kg/ha (Barja y Cardozo, 1971).

### **3.1.2. Características del cultivo**

FHJC (2010) Afirman que una característica de las coles es que son bienales, es decir que almacenan alimentos el primer año de vida, florecen y producen semilla en el segundo. El alimento y energía almacenados durante el primer año de desarrollo, queda a disposición del hombre y de los animales domésticos para la época de humedad o invierno.

Tamaño y peso: las variedades alargadas miden de 10 a 15 cm, mientras que las redondas tienen un diámetro de unos 2 ó 3 cm. Su peso en el mercado suele ser de unos 70 g, si bien hay ejemplares que pueden llegar a pesar hasta 1 kg o más (Zudaire y Yoldi, 2015).

### **3.1.3. Importancia de cultivo**

De Paz (2002), recomienda el consumo de frutas y verduras por los siguientes motivos: por su alto contenido de vitaminas y minerales, por ser regulador de la digestión intestinal, muchos de ellos tienen poder curativo de enfermedades, son fuente económica de alimentación, la mayoría de estos son requeridos para guardar dieta alimenticia, complementan la ración diaria de alimentos y alivian la monotonía.

Las hortalizas desde tiempos muy atrás han sido cultivadas por su alto poder en cualidades que tienen para mantener la salud humana. Ciertas hortalizas son ricas en minerales.

Las bondades del rábano no solamente abarcan a aspectos nutricionales, también se la considero rico en potasio y un cardioprotector ya que ayuda a bajar la tensión arterial además de anticancerígeno por el contenido *isotiocianatos* y de estas la más destacada *sulforafano* que combate el cáncer, por su capacidad para modular las mencionadas enzimas de detoxificación del cuerpo sino también porque tiene acción desinflamatoria (García, 2011).

#### **3.1.3.1. Valor alimenticio del rábano**

Bianchini y Corbetta (1974), sostienen que: Los nabos tienen un valor alimenticio decididamente modesto; contienen, en efecto, mucha agua, un 1% de materias proteicas, trazas de grasa, y un 6 - 7% de glúcidos.

Pinzón e Isshiki (2001), declaran que el rábano blanco contiene vitaminas A, B1, B2 y C1, Hierro, Fosforo, Potasio, Cobre y Sodio. Ayuda a la digestión por contener la enzima diastasa. Elimina los depósitos de grasa del organismo, controla la diarrea y previene la formación de cálculos biliares y renales.

El rábano es una planta de gran importancia por sus propiedades farmacéuticas y altos contenidos vitamínicos y de minerales; 100 g de materia fresca de rábano

contienen 0,86 g de prótidos, 30 UI (unidades internacionales) de vitamina A, 30 mg de vitamina B1, 20 g de vitamina B2 y 24 mg de vitamina C. Presenta además un contenido de 37 mg de Ca, 31 mg de P y 1 mg de Fe (Ramírez y Pérez, 2006).

**Cuadro 1. Valor nutritivo del rábano**

<b>Composición por 100 gramos de porción comestible</b>	
Energía (kcal)	16
Agua (ml)	94,4
Proteínas (g)	1
Hidratos carbono (g)	2,7
Fibra (g)	1
Potasio (mg)	240
Fósforo (mg)	31
Magnesio (mg)	11
Yodo (mcg)	20
Sodio (mg)	27
Folatos (mcg)	45
Vitamina C (mg)	20
mcg = microgramos (millonésima parte de un gramo)	

Fuente: Zudaire y Yoldi, (2015).

#### **3.1.4. Variedades**

Pinzón e Isshiki (2001), plantean que en Japón se han creado variedades e híbridos de gran precocidad (40 días), buen tamaño 28 cm excelente peso (600 gramos) y aptos para diversos climas. Las semillas de estos materiales ya están a disposición de los productores.

Andrews (1981), indica que se presentan raíces agrandadas en los numerosos tipos de variedades de rábano, por ejemplo tomando en cuenta su color, forma, tamaño, época de madurez y textura de la pulpa. Las variedades se clasifican generalmente de acuerdo al tiempo que requieren las raíces para alcanzar la madurez. En este sentido existen tres grupos: (1) de primavera; (2) de verano y (3) de invierno.

Las variedades de primavera crecen rápidamente y sus raíces maduran en un tiempo relativamente corto (25 a 30 días), las de verano crecen menos y sus raíces llegan a la madurez en un intervalo relativamente largo de 45 a 50 días. Finalmente la variedad de invierno crece lentamente y produce raíces grandes que pueden conservarse por largo tiempo en almacenamientos que mantengan condiciones favorables.

### **3.1.5. Clasificación taxonómica del rábano**

La clasificación sistemática fue realizada por Rojas (1990):

**Clase** : Magnoliopsida (Dicotiledóneas)  
**Sub Clase** : Dillenidae (Arquiclamídeas)  
**Orden** : Capparidales (Papaverales)  
**Familia** : Brassicaceae  
**Género** : *Raphanus*  
**Especie** : *R. sativus* L.



### **3.1.6. Clasificación morfológica del rábano**

#### **3.1.6.1. Raíz**

Maroto (1995), señala que el rábano es una planta anual de raíz pivotante que se inserta en la base de un tubérculo hipocotilo comestible, el cual puede ser redondo o alargado y de color diverso. Su sabor es más o menos picante.

Fonnegra y Jiménez (2007), Sugiere que el rábano presenta raíces napiformes, gruesas, rojas algo brillantes, con olor característico muy penetrante.

#### **3.1.6.2. Hojas**

Las hojas son compuestas imparipinadas, con bordes generalmente dentados, vellosas y de color verde intenso en la mayoría de las variedades (Huerres, 1991).

#### **3.1.6.3. Tallo floral**

Huerres (1991), plantea que puede alcanzar más de 1 m. de altura, es cilíndrico y veloso, aunque también los hay lisos, de color verde y muy ramificado. No requiere de condiciones de vernalización para formarse.

#### **3.1.6.4. Inflorescencia y flor**

Maroto (1995), indica que los tallos florales son ramosos y están guarnecidos de flores blancas o lilas, en la floración, el tallo puede alcanzar hasta 1,5 m las flores blancas. La fecundación es alógama.

Flores blancas o ligeramente rosadas, con venillas violáceos, organizadas en racimos terminales. (Fonnegra y Jiménez, 2007).

### **3.1.6.5. Fruto**

Huerres (1991), señala que el fruto es una silicua, indehisciente o silicua alargada, rellena en el interior de tejido parenquimoso, en el cual se sitúan las semillas, que son silicuas patentes alargadas y cónicas.

INFOAGRO (2009), declara que el fruto del rábano es una silícula de 3 - 10 cm de longitud, esponjoso, indehisciente, con un pico largo. Semillas globosas o casi globosas, rosadas o castaño-claras, con un tinte amarillento; cada fruto contiene de 1 a 10 semillas incluidas en un tejido esponjoso.

### **3.1.7. Factores requeridos para el establecimiento del rábano chino**

#### **Suelos**

FHJC (2010), menciona: los diferentes miembros de las brasicas, el pH ideal esta entre 5,5 y 6,8 para favorecer su desarrollo vegetativo. Se requieren suelos sueltos, con muy buen drenaje y capacidad de retención de humedad. De otro lado, unos cuantos aportes elevados de humus son convenientes. En suelos de mala calidad o en condiciones desfavorables, el desarrollo y crecimiento se ven altamente limitados.

Por el gran crecimiento de su raíz (25 cm en promedio) el cultivo del rábano blanco requiere suelos profundos, sueltos profundos, suelos, ricos en materia orgánica y gran capacidad de retención de humedad. (Pinzón e Isshiki, 2001).

#### **Clima**

Pinzón e Isshiki, (2001). Sugieren que el promedio favorable para su crecimiento se encuentra entre los 15 y 18 °C. Con mínimas de 4 y máximas de 21 °C. Una exposición prolongada, de más de un mes, a temperaturas por debajo de 7 °C puede estimular la emisión prematura del tallo floral.

## **Labores**

FHJC (2010), afirma que las crucíferas se trasplantan para mejorar su adaptación y desarrollo. Sin embargo, varias plantas de esta familia comparten siembra directa e indirecta. Cuando se trasplantan, se hace un agujero con un plantador y se coloca la plántula a la misma altura a la cual se encontraba en el semillero. No se retiran las hojas de las crucíferas regularmente.

## **Cosecha**

En verano, la recolección de las raíces pequeñas se realiza a los 45 días, las medianas 10 días después y las grandes a los 70 - 80 días (Sánchez, 2003).

### **3.2. Abono orgánico**

Los abonos orgánicos son los residuos animales o vegetales que son procesados naturalmente para la mejorar la calidad del suelo (Sánchez, 2003).

Tisdale y Nelson (1975), consideran que los abonos orgánicos fueron utilizados como fertilizantes entre las grandes culturas de la antigüedad (2000 a 2500 a. C.), y los centros agrícolas más importantes que desarrollaron en las riberas de los grandes ríos, donde la alta fertilidad de los suelos era debido en gran parte debido en gran parte a su contenido de materia orgánica, unos mil años d. C. se realizó una primera clasificación de los abonos orgánicos y se agruparon como abonos verdes y aguas negras para la producción agrícola.

Según Pollock (2003), la materia orgánica y la fauna que hay en el suelo le proporcionan su fertilidad y su estructura dos aspectos que están estrechamente relacionados. También es esencial para la fertilidad del suelo la amplia gama de microorganismos vivos que habitan en el incluye bacterias beneficiosas y hongos, así como una gama de gusanos y ácaros microscópicos, lombrices y escarabajos, todos ellos dependen de la materia orgánica incorporada de diversos modos o aplicada en los acolchados anuales que se descomponen para formar humus.

### **3.2.1. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el crecimiento de los cultivos**

Chilón (1997), sostiene que la influencia benéfica de la materia orgánica sobre las propiedades físico- química y biológica del suelo y sobre el rendimiento de los cultivos, ha sido comprobada por numerosos investigadores.

Según Fuentes (2002), los fertilizantes orgánicos son aquellos productos que tienen por misión fundamental generar humus. También aportan, en mayor o menor proporción, elementos nutritivos, pero este aspecto se considera secundario, ya que habitualmente el suministro de elementos nutritivos se hace con fertilizantes minerales.

### **3.2.2. Importancia de los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos cumplen un papel de vital importancia en el mejoramiento de los suelos de cultivo, pues su presencia en los mismos cumple las siguientes funciones:

- Aporta los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas durante el proceso de descomposición.
- Activa biológicamente el suelo.
- Mejora la estructura del suelo, a su vez el movimiento del agua y del aire y por ende el desarrollo del sistema radicular de las plantas.
- Incrementa la capacidad de retención de agua.
- Incrementa la temperatura del suelo.
- Incrementa la fertilidad potencial del suelo.
- Contribuye a estabilizar el pH del suelo, evitando los cambios bruscos del pH.
- Disminuye la compactación del suelo.
- Favorece la labranza.

- Reduce las pérdidas del suelo por erosión hídrica o eólica (Chilón, 1997).

Los abonos orgánicos contienen una cantidad ilimitada de elementos nutritivos y sirven sobre toda a mantener y mejorar las propiedades físicas mientras que los abonos minerales ricos en elementos nutritivos deben aplicarse para devolver al suelo la mayor parte de los elementos sacados por el cultivo (FAO, 1999).

Los nutrientes poco móviles como el fosforo y el potasio procedentes de los fertilizantes o de la descomposición de los restos orgánicos se acumulan en los primeros centímetros de suelo (FAO, 1999).

### **3.2.3. Compost**

El compost es un insumo que se utiliza para preparar el substrato en la propagación de las plantas en los viveros comunales. Las técnicas utilizadas para la preparación de compost, son variadas (Castro y Ullilen, 1995).

Es un abono natural que resulta de la transformación de las mezclas de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se la conoce como tierra vegetal o mantillo. Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1,04% de N, 0,8% P y 1,5% de K (Sánchez, 2003).

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (Arenas, 1998).

### **3.2.4. Importancia del compostaje**

El compostaje es un proceso mediante el cual los residuos orgánicos, como restos vegetales, hojas, cascaras, restos de jardinería y otros, se transforman en un producto parecido a la tierra, que puede ser usado como mejorador de suelos. Esta transformación demora varios meses, dependiendo del clima del lugar.

El compostaje es un sistema de tratamiento/ estabilización de los restos orgánicos, basado en una actividad microbiológica compleja, llevada a cabo en condiciones controladas (aeróbicas y termófilas) mediante la que se obtiene un producto utilizable como enmienda o sustrato. (Palmero, 2010).

#### **3.2.4.1. Compost solarizado e inoculado**

Según Duran (2009), para una tonelada de compost solarizado con una relación (Carbono - Nitrógeno) entre 14 y 20, humedad del 40% debemos realizar la mezcla de las siguientes materias primas:

- 500 kg de estiércoles calientes (aves de corral, caballos, ovejas o cabras).
- 400 kg de estiércoles fríos (vacunos o porcinos).
- 450 kg de material vegetal verde o seco (desechos de cosecha, pastos, cortes de prado, rastrojos o ramas de árboles u hojarascas) finamente picados.
- 100 kg de borras (trigo, cebada, cascarilla de arroz, desecho, pedazos de tallos y pulpa de café pre descompuesta).
- 50 kg de abonos minerales naturales no tratados químicamente (calizas trituradas, fosfatadas o cal dolomita, cenizas de leña y roca fosfórica).
- 20 L de caldos microbiales aeróbico y anaeróbico (10 L de cada uno) disueltos en 180 L de agua pura (no clorada).

El compost se logra con la mezcla de restos orgánicos (desechos de cocina, cascaras de frutas, huesos molidos, hierbas, pajas, estiércoles de animales,

cenizas) y tierra. Se junta, se la riega y se la cubre con plástico para que las lluvias no perjudiquen la fermentación. También se lo puede preparar en zanjas abiertas en la tierra o cualquier otro recipiente (Zarate, 2008).

#### **3.2.4.2. Preparación del compost**

Chilón (2010), declara que el compost es un abono orgánico pre-humificado, que resulta de la descomposición y transformación biológica aeróbica de residuos orgánicos de origen vegetal (restos vegetales, rastrojos de cosechas y malezas) y residuos de origen animal (estiércol fresco y/o almacenado), la aplicación de ceniza y agua, bajo condiciones controladas y con un manejo apropiado, con una provisión de humedad y volteos adecuados para facilitar el trabajo de los microorganismos aeróbicos en la descomposición.

Los residuos orgánicos deben colocarse en montones o pilas asegurando un nivel de humedad en los materiales y un abastecimiento de oxígeno adecuado para que ocurra una descomposición aeróbica. Los materiales que se usan para su preparación deben ser combinados residuos de origen animal y vegetal frescos y secos (Rojas, 2004).

Mollinedo (2009), en su proyecto en la provincia Camacho demostró que el tratamiento que consistió en: Residuos de forraje 40%, Mezcla de estiércol de bovino y ovino 30%, Residuos del lago 30% fue la mezcla de compost que mejores resultados mostró, logrando obtener en un menor tiempo de 147 días y motivo por el cual mostró también un mejor rendimiento de 479 kg de compost por cada 1000 kg de materia orgánica sometida a proceso de compostaje

#### **3.2.5. El humus de lombriz y su preparación**

El vocablo humus proviene del latín de igual nombre que significa tierra, suelo y se refiere al conjunto de productos orgánicos estables y finales del proceso de

transformación de los compuestos vegetales y animales que llegan al suelo (proceso de humificación), (Rodríguez *et al.*1998).

El humus es un bio-orgánico, es un producto ligero, suelo fiable, limpio, inodoro, con una granulometría parecida al café molido (Toro, 1995).

Según Pollock (2003), el humus es una mezcla compleja de componentes que proceden de la descomposición de materia orgánica, estos tienen una crucial influencia en la retención y la liberación de nutrientes, en la formación de una buena estructura del suelo y en su capacidad de retención del agua.

La cantidad diaria de humus producida por las lombrices es absolutamente idéntica para cada individuo dentro de un determinado tipo. Consecuentemente no existen diferencias en cuanto a la cantidad de abono producido entre las lombrices explotadas en Estados Unidos y las criadas en Europa y más concretamente en Italia (Ferruzzi,1994).

Actualmente el humus se define como la materia orgánica del suelo en un estado más o menos avanzado de estabilización que no se encuentra en una forma definida, sino en una serie de productos intermedios de transformación, hasta que parte de sus componentes llegan a mineralizarse bajo la acción del agua, oxígeno y principalmente de los microorganismos del suelo (Guerrero, 1996).

#### **3.2.5.1. Importancia del humus de lombriz**

El humus de lombriz es uno de los abonos orgánicos de mejor calidad debido particularmente a su efecto en las propiedades biológicas del suelo. Aviva el suelo debido a la gran flora microbiana que contiene dos billones de colonias de bacterias por gramo de humus de lombriz. Además de sus altos contenidos de ácidos fulvicos favorece la asimilación casi inmediata de nutrientes minerales por las plantas, permite mejorar la estructura del suelo permitiendo aireación, permeabilidad, retención de humedad y disminuye la compactación del suelo,



además los agregados del humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica, (Guerrero, 1993).

Su presencia influye notablemente en la fertilidad y en los procesos edafogénicos. Es ante todo un excelente mejorador biológico se debe a que contiene una rica flora microbiana que le confiere propiedades especiales y diferentes en comparación con otros abonos del suelo según (Rodríguez *et al.* 1998).

Martínez (1994), puntualiza que, el humus de lombriz tiene los siguientes efectos:

- Estimula la fertilidad del suelo
- Regenera la flora bacteriana del suelo
- Anticipa la flora
- Da coloración más vivaz
- Permite el riego menos frecuente
- Devuelve el vigor a las plantas dañadas
- Evita el Shock en el trasplante

La incorporación del humus de lombriz favoreció al suelo brindando una mejora en la densidad del suelo y generando mayor porosidad, para una mayor retención de humedad en el suelo (Amachuy, 2013).

El humus de lombriz es un abono muy eficaz, pues además de poseer todos los elementos nutritivos esenciales, contiene una flora bacteriana riquísima, que permite la recuperación de sustancias nutritivas retenidas en el terreno, la transformación de otras materias orgánicas y la eliminación de muchos elementos contaminantes. El alto contenido de ácidos húmicos aporta una amplia gama de sustancias fitorreguladoras del crecimiento de plantas.

### **3.2.5.2. Características Físico Químicas del humus de lombriz**

Las características físico químicas que se aportan al suelo son sin duda fundamentales en la interacción suelo planta al respecto se menciona que los ácidos húmicos y fulvicos ejercerían una serie de mejoras físicas, químicas y biológicas en suelos que conducen finalmente a un incremento en la productividad y fertilidad (Tradecorp, 2001).

Las mejoras físicas son las siguientes:

- Favorecen la formación de agregados estables actuando conjuntamente con la arcilla y humus mejorando la estructura del suelo (Tisdale y Nelson, 1966). De esta manera da cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos (Tan y Nopamombodi, 1979).
- Da un color oscuro al suelo lo que favorece al incremento de temperatura (Landeros, 1993).
- El humus mejora la capacidad de retención de humedad en el suelo (Tisdale y Nelson, 1966).
- El humus mejora y regula la velocidad de infiltración del agua evitando, la erosión producida por el escurrimiento superficial (Bollo, 1999).
- Es un fertilizante biorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos (Bollo, 1999).

En cuanto a las mejoras químicas estas serían:

- Las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al unirse con las arcillas para formar el complejo arcillo-húmico (Landeros, 1993).

- Forman complejos fosfo-húmicos, manteniendo el fósforo en un estado asimilable por la planta (Tisdale y Nelson, 1966).
- El humus eleva la capacidad tampón de los suelos. Así para producir cambios en el pH del suelo puede ser necesario adicionar mayores cantidades de ácidos o bases (Landeros, 1993).
- Su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes para la planta (Bollo, 1999).
- El humus es una fuente de gas carbónico que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales, con lo que facilita su absorción para la planta (Tisdale y Nelson, 1966).
- El humus aporta elementos minerales en bajas cantidades y es una fuente importante de carbono (Guerrero, 1996).
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del humus de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo.

### **3.2.5.3. Composición del humus de lombriz**

Rodríguez *et al.* (1998), sostienen que el humus está constituido por compuestos orgánicos con grandes moléculas que incluyen una estructura cíclica y cadenas alifáticas obtenidas como resultados de la reelaboración de las sustancias orgánicas (estiércol, hojas, residuos de la industria agropecuaria, etc.) por parte de las lombrices y expulsadas al ambiente circundante a través del tracto digestivo de estas.

Por lo tanto, este no es más que las deyecciones sólidas de las lombrices durante el proceso de descomposición de la materia orgánica.

La presencia de abundante cantidad de microorganismos le confiere al producto:

- Propiedades antibióticas.
- Presencia de enzimas de crecimiento.
- Presencia de otras enzimas que benefician al suelo y los cultivos (por ejemplo los rizogenos).

Según Ferranda (1994), los ácidos húmicos son el conjunto de sustancias que se encuentran en fase de transformación bioenzimática, cuyo proceso se ha originado de polímeros biológicos muy complejos estructuralmente y ricos en energía acumulable.

El Ácido húmico es soluble en la solución alcalina, pero precipita cuando se acidifica el extracto. Es de color café oscuro de alto peso molecular, altamente polimerizado, íntimamente ligado a las arcillas y resistente a la degradación. Contiene alrededor de 50 - 62% de carbono (Florenza, 1991).

#### **3.2.5.4. Diferencias del humus con otros abonos orgánicos**

Rodríguez *et al.* (1998), sugieren que el humus se diferencia sustancialmente de los compuestos orgánicos originales en que:

- Prácticamente no aparecen moléculas pequeñas libres, metabolizables con factibilidad por los microorganismos.
- Tiene mayor grado de carbonización y menor cantidad de oxígeno, menor entropía y mayor cantidad de nitrógeno.
- Todas sus moléculas son diferentes.
- Tienen grupos carboxilos e hidroxilos y características acidas intercambian bases con el medio.
- Son de colores oscuros.

### **3.2.5.5. Aplicación y dosificación del humus de lombriz**

La dosificación depende básicamente del cultivo. Sin embargo se recomienda como una referencia general un promedio de 5000 kg/ha. (Pineda, 1994).

La cantidad de abonos orgánicos en las hortalizas de hoja de 10 a 30 gramos en la base, hortalizas de tubérculo o que forman cabeza hasta 80 gramos, tomate, papa y pimentón de 100 a 120 gramos. En hortalizas de ciclo corto como el rábano, con una sola aplicación es suficiente. (Bongcam, 2003).

## **4. LOCALIZACIÓN**

### **4.1. Ubicación**

El presente trabajo se realizó en los predios del Hogar de ancianos San Ramón, ubicado en la zona de Achumani de la ciudad de La Paz. Geográficamente se localiza a una latitud -16.5333 y a una longitud de -68.0667 a altitud de 3360 m.s.n.m. (SENAMHI, 2014)

### **4.2. Características agroecológicas**

La zona Achumani se encuentra a una altura de 3420 m.s.n.m., la precipitación anual media es de 512,8 mm y una humedad relativa del 50% aproximadamente, una temperatura promedio máxima de 19 °C, una temperatura promedio mínima de 2 °C, (SENAMHI, 2014).

### **4.3. Suelos**

Los suelos de la zona presentan pendientes inclinadas a muy escarpadas, de muy poco profundos a profundos, la textura es Franco Arcillo limoso. Son suelos con pH levemente ácidos con afloramiento rocosos en las áreas escarpadas, con una capa arable de 15 a 20 cm de profundidad. (Copari, 2015).

### **4.4. Vegetación**

Ecológicamente el área experimental se encuentra situado en un bosque seco montañoso sub tropical, donde el tipo de vegetación predominante se compone de especies arbóreas como, Eucalipto (*Eucaliptus globulus*), Pinos (*pinus radiata*), retama (*retama monospera*), de especies herbáceas con un estrato alto como Jichu (*Stipa ichu*), Iru jichu (*Festuca ortophilla*), herbáceas de estrato bajo como Chiji (*Distichis humilis*), Layo Layo (*trifolium amabilis*), cebadilla (*Bromus catarticus*), Cola de ratón (*Hordeum andinicola*), Alfalfa (*Medica sativa*). (Copari, 2015).

#### **4.5. Actividad agrícola**

Entre los cultivos más importantes en producción son, lechuga (*Lactuca sativa*), Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Zanahoria (*Daucus carota*), Espinaca de carpa (*Espinacea oleracea*), Nabo (*Brassica campestris*), Remolacha (*Beta vulgaris*), Brócoli (*Brassica oleracea*), Coliflor (*Brassica oleracea* var. botrytis), Acelga (*Beta vulgaris* var. cicla), Perejil (*Petroselinum sativum*), Morrón (*Capsicum anuum*), Maíz (*zea mayz*), cebolla (*Allium cepa*), Apio (*Apium graveolans* var. dulce), Vainita (*Phaseolus vulgaris*), Rabanito (*Raphanus sativus*). (Copari, 2015).

#### **4.6. Actividad pecuaria**

La actividad pecuaria en los predios del asilo “San Ramón” está más enfocada a la crianza del considerado ganado menor como ser; cuyes (*Cavia apereá porcellus*), conejos (*Oryctolagus cuniculus*), ganado porcino, y ganado ovino.

## **5. MATERIAL Y METODOLOGÍA**

### **5.1. Materiales**

#### **5.1.1. Material biológico**

- Semilla de Rábano chino
- Abonos orgánicos (humus de lombriz, compost)

#### **5.1.2. Material de campo**

- Cinta métrica
- Estacas de madera
- Letreros
- Herramientas para la labranza del suelo
- Vernier
- Regla de 50 cm
- Balanza de precisión

#### **5.1.3. Material de gabinete**

- Impresora
- Memorias, CD
- computadora portátil
- cámara fotográfica

### **5.2. Metodología**

#### **5.2.1. Análisis físico químico de suelos**

Antes de la siembra del cultivo se tomó muestras del suelo del ambiente atemperado para su respectivo análisis en laboratorio.



Se tomaron 10 submuestras según la metodología propuesta por Villarroel (1998), que consiste en un método sistemático de dos dimensiones y semi alineado en zig zag, las cuales fueron debidamente mezcladas y homogeneizadas, por el método del cuarteo, se repitieron dicho procedimiento hasta obtener una muestra de 1 kg de suelo. El análisis físico químico de suelos se realizó en los laboratorios de Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear (IBTEN).

### 5.2.2. Características físico químico del suelo en estudio

En el cuadro 2 se observa un resumen de los resultados que lanzo el laboratorio en algunos parámetros:

**Cuadro 2. Características físico químicas del suelo inicial**

Parámetro	resultado	unidades
Clase textural	FYE	-
pH en KCL	6,16	-
C. E.	0,743	dS/m
C.I.C.	7,20	meq/100 g
Nitrógeno total	0,36	%
Materia Orgánica	5,5	%

Fuente: análisis físico químico de suelos (IBTEN 2014)

Las muestras de suelo sustraídas los mismos que se observan, estos datos nos permiten la interpretación del nivel de fertilidad del suelo sobre la base del análisis de laboratorio, los cuales se evalúan a continuación según tablas de interpretación de fertilidad del suelo descrito por Chilón (1997).

Textura: la textura del suelo fue de franco arcilloso arenoso (FYA) lo cual nos permite inferir que los suelos son apropiados para este cultivo como reporta (CNPSH-JICA, 1996), menciona que el rábano requiere suelos de buena textura y de una adecuada retención de humedad, aunque pueden cultivarse en suelos ligeros, arenosos y areno-arcillosos.

Según el análisis químico del sustrato se tiene un pH de 6,16 la cual es considerada ligeramente ácido, según FHJC (2010), afirma que para los diferentes miembros de las brasicas, el pH ideal esta entre 5,5 y 6,8 para favorecer su desarrollo vegetativo.

La conductividad eléctrica (C.E.) en el sustrato fue 0,743 mMhos/cm, este valor nos indica que no hay problemas de sales (Chilón, 1997).

La Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) del sustrato tiene el valor de 7,20 meq/100 g lo cual lo cual nos indica un bajo calificación en cuanto a C.I.C. (Chilón 1997).

Nitrógeno total fue de 0,36% lo cual nos indica un alto porcentaje.

Materia Orgánica 5,5% lo cual nos indica un alto porcentaje de materia orgánica.

### **5.2.3. Preparación del terreno**

Para la preparación del terreno se realizó el roturado, rastreado, nivelado como en cualquier cultivo.

Consistió en hacer una limpieza de la parcela posteriormente se realizó un roturado manual del suelo, que consistió en el desterronado del suelo y descompactación del mismo finalmente se realizó un nivelado del terreno para que no exista encharcamiento en el momento del riego.

### **5.2.4. Análisis físico químico de los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos fueron obtenidos de la Estación Experimental de Cota Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad, tanto el humus de lombriz como el compost.

El análisis de los abonos nos determinó resultados de parámetro físico químico de ambos abonos compost y humus de lombriz, el cual consistió en el pesado de 1 kg

de muestra de humus de lombriz y 1 kg de compost el cual en un plástico cerrado fue llevado al laboratorio de análisis IBTEN.

### 5.2.5. Análisis químico del humus de lombriz

Con respecto al humus de lombriz, los resultados de la composición química realizado en la División del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, (ver anexo 2) fueron los siguientes:

**Cuadro 3. Parámetros físico – químicos de abonos**

Parámetro	resultado	unidades
pH en KCL	7,92	-
C. E.	1,32	dS/m
Nitrógeno total	2,22	%
Fosforo	0,4	%
Potasio	0,59	%
Materia Orgánica	17,94	%
humedad	38,59	%

Fuente: Análisis físico- químico de abonos (IBTEN 2014)

El cuadro 3, se presenta los resultados del análisis físico - químico del humus de lombriz.

Con un pH de 7,92 y 1,32 dS/m de Conductividad eléctrica en cuanto a nitrógeno total tiene 2,22%.

De fosforo 0,4% y de potasio 0,59% y un porcentaje de 17,94 de materia orgánica y finalmente una humedad de 38,59%.

### 5.2.6. Análisis químico del compost

Una muestra de 1kg compost fue llevado a IBTEN (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología nuclear) para su análisis químico y lanzo los siguientes resultados (ver anexo 3):

**Cuadro 4. Parámetros físico – químicos de abonos**

<b>Parámetro</b>	<b>resultado</b>	<b>Unidades</b>
pH en KCL	8,78	-
C. E.	6,62	dS/m
Nitrógeno total	2,36	%
Fosforo	0,63	%
Potasio	1,59	%
Materia Orgánica	13,65	%
humedad	64,11	%

Fuente: Análisis físico- químico de abonos (IBTEN 2014)

El cuadro 4, se presenta los resultados del análisis físico - químico del compost. Con un pH de 8,78 y 6,62 dS/m de Conductividad eléctrica en cuanto a nitrógeno total tiene 2,36%.

De fosforo 0,63% y de potasio 1,59% y un porcentaje de 13,65% de materia orgánica y finalmente una humedad de 64,11%.

#### **5.2.7. Delimitación del área experimental**

La demarcación se realizó con las mediciones correspondientes de acuerdo al croquis de la parcela anexo 1 que se basa en el diseño experimental planteado, posteriormente se realizó el estacado, y finalmente la incorporación de abono orgánico por unidad experimental.

#### **5.2.8. Incorporación del abono orgánico**

El abono orgánico el cual deriva del área de fertilidad y nutrición de suelos perteneciente a la estación experimental de Cota Cota de la facultad de Agronomía, en estado sólido fue incorporado a los distintos tratamientos mezclando con la tierra a una profundidad de 20 cm esto para que el cultivo fácilmente lo asimile durante su desarrollo, se colocó 1 kg de cada abono orgánico (compost y humus de lombriz) por unidad experimental (1m<sup>2</sup>).

### **5.2.9. Siembra**

La siembra se realizó de manera directa a campo definitivo a dos diferentes densidades: densidad 1= (10 x 20) cm, densidad 2= (15 x 20) cm, se realizó la siembra con tres semillas por punto de siembra para asegurar la emergencia de los mismos y a una profundidad de 0,5 cm posteriormente se realizó el raleo del cultivo.

### **5.2.10. Riego**

El riego en el cultivo del rabanito chino es muy importante y es uno de los factores que determina la calidad del producto.

Se lo realizó con la ayuda de una regadera de 6 L de volumen con agua potable, se lo hizo en la primera semana cada día para favorecer la emergencia del cultivo, en el resto del ciclo del cultivo se hizo el riego día por medio y solo por las tardes de modo que no evapore el agua se usó alrededor de 144 L de agua en cada riego realizado.

### **5.2.11. Desmalezado**

El retirado de la maleza para evitar la competencia entre plantas con el cultivo la cual no fue un problema por el trabajo en un ambiente atemperado.

Se lo realizó dos veces en todo el ciclo hasta la cosecha del cultivo, con la ayuda de herramientas menores como chontillas, se realizó el desmalezado en toda la parcela del cultivo.

### **5.2.12. Aporque**

Se cubrió con suelo alrededor de la planta especialmente cuando ya se formó la raíz y cerca la cosecha. Esta práctica fue realizada dos veces hasta la cosecha del cultivo.

### **5.2.13. Prevención Fitosanitaria**

Se realizó el constante monitoreo de la parcela para evitar el ataque de plagas y enfermedades lo cual no se evidencio la presencia de plagas en el ensayo.

### **5.2.14. Cosecha**

La cosecha consistió en recolectar las raíces engrosadas de rábano chino en si toda la planta ya posteriormente se realiza la separación de la misma. Se lo realizó en un solo día cumpliendo los 70 días después de la siembra donde ya se pudo evidenciar la madurez del cultivo.

### **5.2.15. Manejo post cosecha**

Consistió en la separación de la parte comercial del cultivo y las hojas que son usadas también como forrajes para ciertos animales, se embolso el producto para el posterior pesado del mismo y posterior venta del producto.

## **5.3. Diseño experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó bajo el Diseño Experimental de Completamente al azar con arreglo factorial con cuatro repeticiones (Ochoa, 2009). Donde los niveles del factor "A" fueron las dos densidades de siembra (10 cm y 15 cm) y los niveles del factor "B" los abonos orgánicos (testigo, compost y humus de lombriz).

El diseño que se está usando es el diseño completamente al azar bifactorial:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto de la i-ésima densidad

$\beta_j$  = Efecto de la j-ésima abono orgánico

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción de la densidad y abonos orgánicos

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

### 5.3.1. Factores de estudio

**Factor A:** distancia entre plantas

$$a_1 = 10 \text{ cm}$$

$$a_2 = 15 \text{ cm}$$

**Factor B:** Abonos orgánicos

$$b_1 = \textit{testigo}$$

$$b_2 = \textit{compost}$$

$$b_3 = \textit{humus de lombriz}$$

### 5.3.2. Formulación de tratamientos

$$T_1 = a_1b_1 = 10 \text{ cm entre plantas con testigo}$$

$$T_2 = a_1b_2 = 10 \text{ cm entre plantas con compost}$$

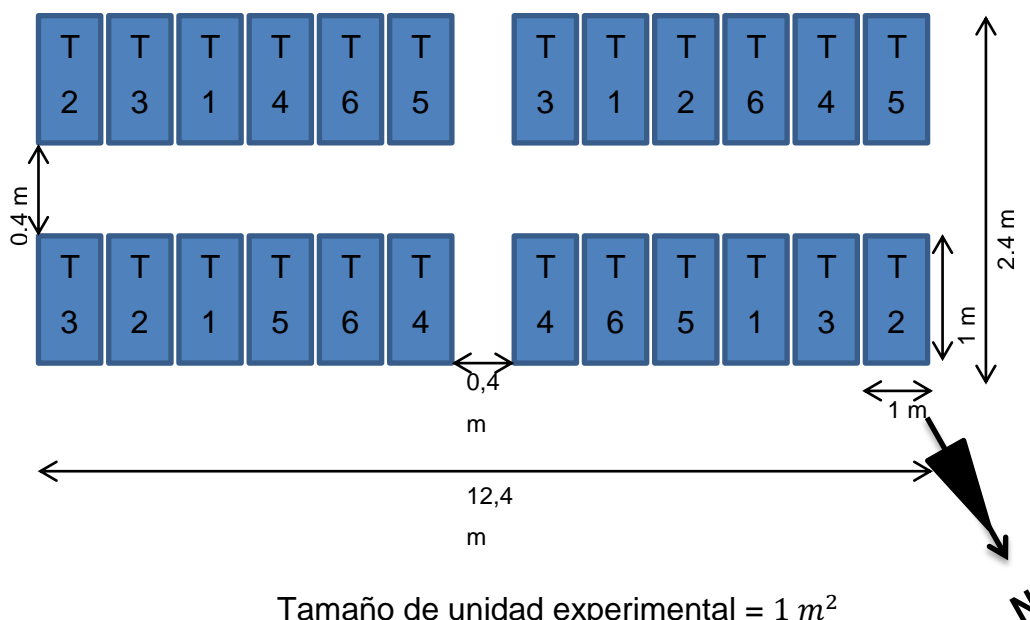
$$T_3 = a_1b_3 = 10 \text{ cm entre plantas con humus de lombriz}$$

$$T_4 = a_2b_1 = 15 \text{ cm entre plantas con testigo}$$

$$T_5 = a_2b_2 = 15 \text{ cm entre plantas con compost}$$

$$T_6 = a_2b_3 = 15 \text{ cm entre plantas con humus de lombriz}$$

### 5.3.3. Croquis experimental



### 5.3.4. Variables de respuesta

#### 5.3.4.1. Variables agronómicas

##### a) Porcentaje de emergencia

Se realizó el conteo de las plantas que emergieron a los 5 días de la siembra esto se midió por metro cuadrado, la cual corresponde a una unidad experimental. Esta evaluación se realizó únicamente al inicio del cultivo.

##### b) Altura de planta (cm)

La altura de la planta se midió día por medio tres veces por semana con una regla milimetrada la medición se realizó después de la primera semana y durante todo el desarrollo del cultivo hasta la cosecha.



### **c) Diámetro de raíz (cm)**

En el caso de diámetro de raíz se realizó la medición a partir de la tercera semana ya que en ese tiempo se vio el desarrollo de la raíz del cultivo, la medición fue realizada dos veces por semana como en el caso de la altura de la planta este se realizó con la ayuda de un vernier manual.

### **d) Peso de raíz (g)**

El peso de la raíz fue medido después de la cosecha del cultivo cinco muestras por unidad experimental esto con el objetivo en la balanza analítica, con 0,1g de precisión en el laboratorio perteneciente a la facultad de ciencias químicas.

### **e) Longitud de raíz (cm)**

La longitud de raíz se evaluó al final de la cosecha con una regla milimétrica en los predios del hogar san ramón se realizara el conteo en centímetros al igual que las otras variables de respuesta se tomaron cinco muestras por unidad experimental como en un principio se las marco.

### **f) Número de hojas**

De igual manera se realizó el conteo de número de hojas por plantas que han sido marcadas al principio al delimitar los tratamientos, este conteo fue realizado durante el desarrollo del cultivo y al final antes de la cosecha.

## **5.3.4.2. Variables de respuesta del suelo**

### **5.3.4.2.1. Propiedades físicas y químicas del suelo**

#### **a) Densidad aparente (Dap)**

La densidad aparente se refiere al peso del suelo seco sobre el volumen del suelo este se calculara para cada tratamiento y repetición después de la cosecha del

rábano chino, se tomó muestras al azar a 5 cm de la superficie de cada unidad experimental, al final del ciclo de cultivo. Se utilizó el método del cilindro (Chilón, 1997), para lo que se utilizó la medición de la masa del suelo seco a la estufa a 110 °C, además de la masa humedad contenida en un cilindro de volumen conocido según la siguiente relación:

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Masa de suelo seco (g)}}{\text{Volumen total del suelo (cm}^3\text{)}}$$

#### **b) Porcentaje de porosidad (%P)**

La porosidad es definida como la capacidad de aire y capacidad de agua, de acuerdo con distribución de poros por tamaño y fenómenos de capilaridad. (Jaramillo 2002). De manera igual se calculara a través de la fórmula, para cada tratamiento y repetición:

$$\%P = \left(1 - \frac{D_{ap}}{D_r}\right) * 100$$

#### **c) pH**

Se realizaron las mediciones tomando una muestra por tratamiento de suelo de, el cual será tamizado y un peso de 10 g en 50 cc de agua destilada se realizaron las mediciones al final del ensayo con el pH-metro en los laboratorios de la Facultad de Agronomía.

#### **d) Conductividad eléctrica (CE)**

Se refiere a la concentración de sales en solución del suelo y esto se mide con la ayuda del conductímetro esta medición se la realizo en los laboratorios de la facultad de Agronomía pertenecientes a la materia de Edafología el análisis se realizó usando 10 g de muestra tamizada del suelo en 50 cm<sup>3</sup> de agua destilada que fue llevado al agitador por media hora y finalmente se realizó la medición de cada muestra.

#### **e) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

Para determinar la capacidad de intercambio catiónico se tomó 5 muestras en zeta a 15 cm de profundidad de la superficie de cada unidad experimental, posteriormente se mezcló las sub muestras para formar una muestra compleja, recomendada por (Chilón, 1997), realizando el cuarteo se sacó 1 kg la cual se envió al laboratorio de IBTEN.

#### **f) Materia orgánica (%MO)**

Para determinar el porcentaje de materia orgánica se tomó 5 muestras en zeta a 15 cm de profundidad de la superficie de cada unidad experimental, posteriormente también se mezcló las muestras para formar una muestra compleja, recomendada por (Chilón, 1997), realizando el cuarteo se sacó 1 kg la cual se envió al laboratorio de IBTEN.

#### **g) Nitrógeno total**

Se tomaron muestras de suelo de cada tratamiento y no de las repeticiones, esto al final de la cosecha y se obtuvieron resultados en laboratorio IBTEN. En el laboratorio se hizo el análisis de nitrógeno por método de kjeldahl.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El presente trabajo de investigación estableció el efecto de la aplicación de humus de lombriz y compost a diferentes densidades de rábano chino, es decir, encontrar el abono y la densidad adecuada con la cual se pueda obtener mayor rendimiento; para ello se tomaron las siguientes variables (% de emergencia, número de hojas, diámetro de tallo, altura de planta, diámetro de pella, peso de raíz o rendimiento).

El análisis de varianza se realizó mediante el sistema de aplicaciones IBM SPSS Statistics 20.

### 6.1. Temperaturas en el ambiente atemperado

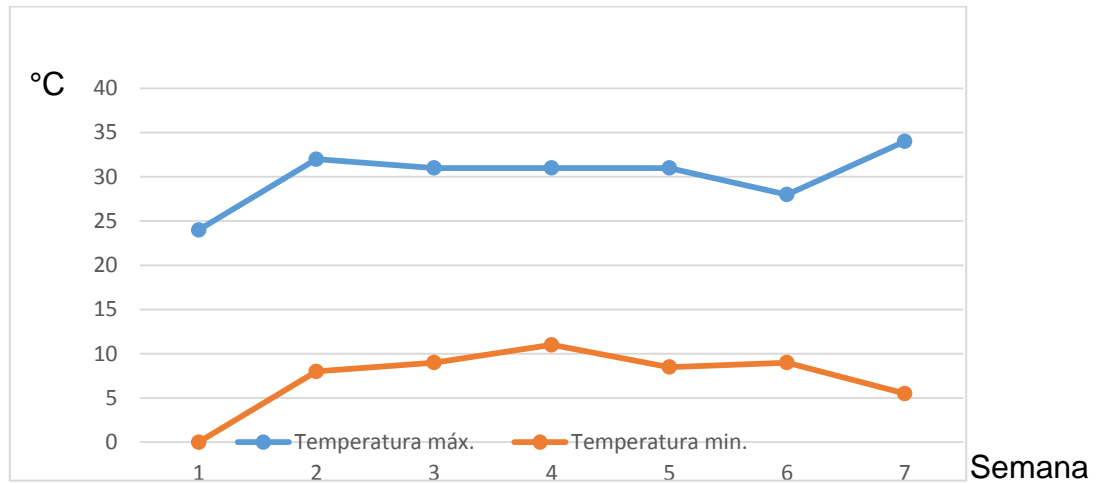
Las variaciones de temperatura durante el experimento dentro el ambiente protegido, tanto máximas como mínimas para cada mes se indican en el cuadro 5, donde muestran las fluctuaciones a lo largo del ciclo del cultivo.

Estas temperaturas se registraron con termómetros de máximas y mínimas, las cuales estaban ubicadas al centro del ambiente protegido, este registro comprendió un periodo entre el 22 de octubre hasta el 2 de diciembre del 2014.

**Cuadro 5. Fluctuación de temperaturas en el ambiente atemperado**

<b>Promedios de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo</b>							
Temperatura máx.	24	32	31	31	31	28	34
Temperatura min.	0	8	9	11	8,5	9	5,5

**Figura 1. Fluctuación de las temperaturas**



En la figura 1, se observa que la temperatura promedio más alta fue de 34 °C que se presentó en el mes de noviembre. La temperatura promedio baja, se registró en el mes de noviembre la cual registro 0 °C. Las temperaturas máximas y mínimas registradas estuvieron dentro de los rangos recomendados en la revisión de literatura.

Como indica Vigliola (1993), que el rango de temperatura para la germinación y crecimiento de las plantas son de: Mínima 1,6 °C, Óptima 24 °C, Máxima 35 °C.

A la vez Quino (2014) en su proyecto en la zona Cota Cota, reporto que las temperaturas durante el ciclo vegetativo del cultivo en el ambiente atemperado en el mes de octubre y noviembre, fueron: las máximas de 40 a 47°C, mientras que las mínimas son de 1 a 8°C.

## 6.2. Efecto del Humus de Lombriz y Compost a dos densidades de siembra sobre el cultivo de rábano chino

### 6.2.1. Efecto sobre el número de plántulas emergidas

El análisis de varianza (Cuadro 6), indico que no existieron diferencias significativas (ns) en el porcentaje de emergencia en cuanto al factor A que son densidades de siembra, y el factor B (tipos de abonos) y en la interacción de los mismos no se visualizaron diferencias significativas en los tratamientos. El conteo de emergencia del cultivo se realizó a los 5 días después de la siembra.

**Cuadro 6. ANVA porcentaje de emergencia**

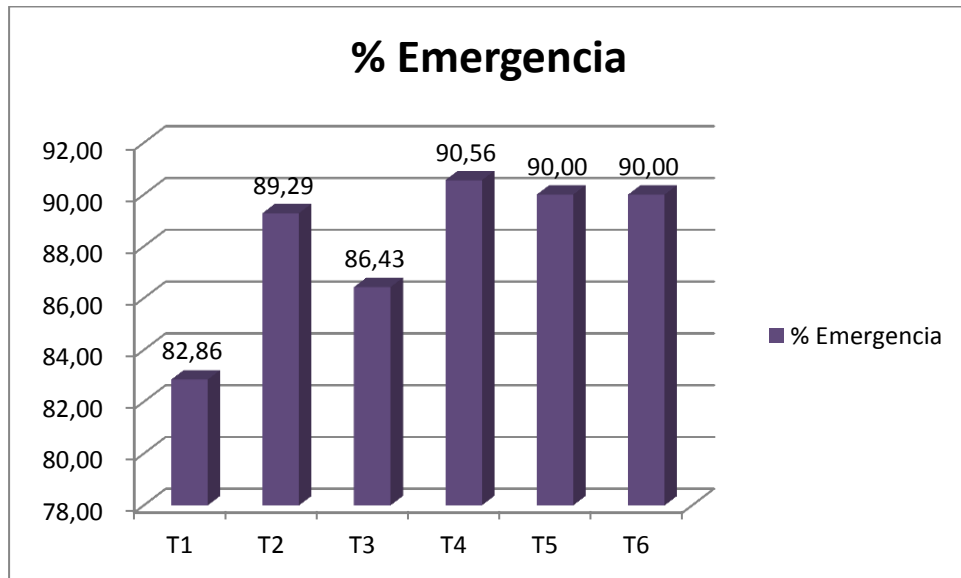
	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>Densidad</b>	1	0,375	0,375	0,006	0,937 ns
<b>Abonos</b>	2	252,583	126,292	2,178	0,142 ns
<b>D*A</b>	2	9,25	4,625	0,08	0,924 ns
<b>Error exp.</b>	18	1043,75	57,986		
<b>Total</b>	23	1305,958			

CV: 21,83%

Se realizó en análisis de varianza la cual dio un resultado no significativo esto se presume al manejo homogéneo de las semillas y de la siembra en un solo día en coeficiente de variabilidad que es 21,83% muestra un porcentaje que se encuentra en el nivel permisible en carpas solares.

En la figura 2 se observan los promedios generales de los 6 tratamientos se pueden visualizar las leves diferencias que existen entre tratamientos ya que los porcentajes de emergencia tienen similar comportamiento.

**Figura 2. Promedios generales de porcentaje de emergencia**



En la figura 2 se observa que en los tratamientos existe escasa diferencia entre tratamientos, se puede identificar en los tratamientos testigos a dos densidades de siembra que tienen un valor de T1 con un aproximado de 82,86% , y el T4 90,56% de emergencia, estos dos tratamientos representan a los tratamientos testigos el primero a la densidad de 10 cm y el segundo es el de 15 cm. el T2 Y T5 el primero con 89,29% y el T5 con un 90%, que son los tratamientos con incorporación de compost y por ultimo están los T3 y T6 que fueron incorporados humus de lombriz en el último tratamiento de 20 cm y humus de lombriz nos muestra un mayor número de plantas emergidas, con 86,43 % y 90 % lo cual nos da como definición que en este tratamiento hubo un mayor porcentaje de emergencia.

Los resultados obtenidos para el porcentaje de emergencia se estima que el humus de lombriz influyo notoriamente en el tiempo de emergencia, mostrando que los tratamientos con humus de lombriz emergieron en menor tiempo, esto debiéndose a que las unidades experimentales con humus y compost mejoraron las propiedades físicas y químicas del suelo, específicamente la humedad. Al

respecto Evans (1983) manifiesta que las condiciones físicas del suelo, así los factores ambientales durante el desarrollo de la plántula, ejercen una notoria influencia sobre la emergencia.

Cortbaqui (2008) manifiesta que la germinación y la emergencia de las plantas influyen las condiciones de semilla y del suelo. Las condiciones del suelo están determinadas por su estructura, humedad y temperatura. El suelo debe ser fino, suelto y sin niveles compactos que impidan la penetración de las raíces. Los niveles compactos también restringen el drenaje del agua. Los terrones y las piedras reducen el contacto de las raíces con el suelo.

El medio debe ofrecer buenas condiciones de producción, una buena fertilidad, humedad y buena estructura del suelo para obtener mayor cantidad de plántulas (Maroto, 1995).

### 6.2.2. Efecto sobre la altura de planta

El análisis de varianza (Cuadro 7), indico que no existieron diferencias significativas en ambos factores de estudio, en cuanto al factor A que son densidades de siembra donde se presentó una diferencia significativa (\*), y existe un efecto altamente significativo (\*\*) en el factor B los cuales corresponden a tipos de abonos estos datos corresponden a la última semana de evaluación.

**Cuadro 7. ANVA de la altura de planta (cm)**

	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>Densidad</b>	1	22,215	22,215	5,012	0,038 *
<b>Abonos</b>	2	92,639	46,32	10,45	0,001**
<b>D*A</b>	2	15,916	7,958	1,795	0,195 ns
<b>Error exp.</b>	18	79,784	4,432		
<b>Total</b>	23	210,553			

CV: 11,51 %



El coeficiente de variación fue de 11,51% encontrándose en un rango por debajo del 30%, lo que indica la confiabilidad de los datos.

El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas para el caso de las densidades de plantación, lo indica que existió influencia de los tratamientos sobre la variable altura de planta, así mismo para el caso de densidades de siembra presenta diferencias significativas, esto se debe probablemente a que existe menor competencia por nutrientes existentes en el suelo.

Por otra parte no se presentaron diferencias altamente significativas en el caso de los tipos de abonos se cree que influencio el tipo de suelo el cual es tipo franco arenoso arcilloso según el análisis químico del mismo.

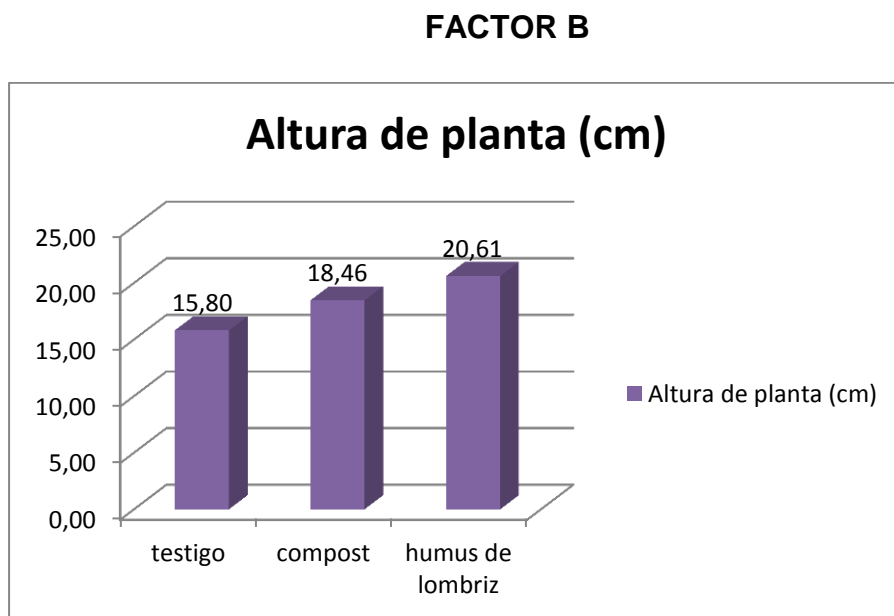
**Cuadro 8. Prueba de medias Duncan para altura de planta (5%)**

**FACTOR B**

	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha=5\%</math>)</b>
<b>Testigo</b>	15,802	b
<b>Compost</b>	18,455	a
<b>Humus</b>	20,606	a

Cuadro 8 nos anuncia que la prueba Duncan al 5%, presenta diferencias estadísticas entre los promedios de altura de planta en el cultivo de rábano chino.

**Figura 3. Prueba de medias Duncan para altura de planta (5%)**



En la figura 3 muestra la prueba de medias presento 20,61 cm de altura de planta que pertenece al tratamiento con adición de humus de lombriz, le sigue el tratamiento con adición de compost con 18,46 cm y finalmente el tratamiento testigo con 15,80 cm.

Se sospecha que este comportamiento se debe al contenido de nitrógeno en el suelo ya que con los tratamientos de humus de lombriz se obtuvo mejores resultados en nitrógeno total.

Al respecto (Chilón, 1997) indica que el nitrógeno favorece el desarrollo de los órganos vegetativos principalmente de los foliáceos.

Se menciona que el Humus de lombriz contiene buenas cantidades de auxinas y hormonas vegetales que actúan sobre el crecimiento de las plantas (Suquilanda, 1995).

Por otra parte (Somarriba, 1998) concluye que la variable altura de planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la

planta, la altura de la planta depende de la acumulación de nutrientes en el tallo que se producen durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la raíz de la planta, esta función puede verse afectada por la acción conjunta de cuatro factores fundamentales los cuales son luz, calor, humedad y nutrientes.

Taiz y Zeiger (2006) definen el crecimiento como un incremento constante en el tamaño de un organismo determinado por procesos de morfogénesis y diferenciación; el primero es el desarrollo de la forma o modelo de la célula u órgano, mientras que el segundo es el proceso por el cual las células cambian estructural y bioquímicamente para formar o adquirir funciones especializadas.

FAO (2005), manifiesta que una buena densidad de población es un requisito imprescindible para obtener una buena cosecha, ya que es importante no olvidar que cuando las siembras quedan claras.

### 6.2.3. Efecto en el Diámetro de raíz

Según el análisis de varianza del cuadro 9, se registran diferencias no significativas con 5,38% coeficiente de variabilidad; el cual es menor a 30% lo que indica que los datos son confiables.

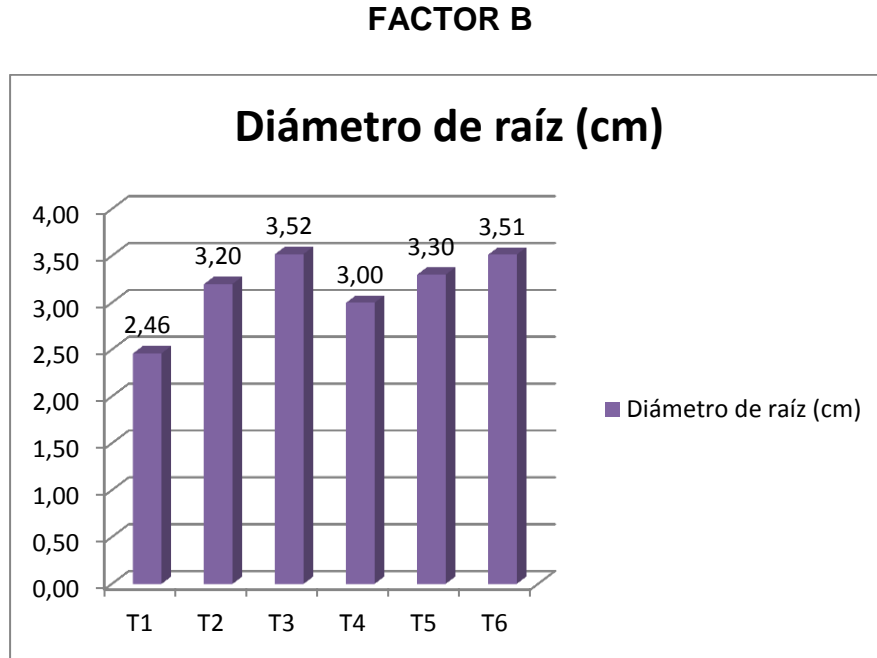
**Cuadro 9. ANVA de diámetro de raíz (cm)**

	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>Densidad</b>	1	0,20	0,20	0,60	0,45 ns
<b>Abonos</b>	2	1,92	0,96	2,86	0,10 ns
<b>D*A</b>	2	0,25	0,13	0,38	0,70 ns
<b>Error exp.</b>	12	4,03	0,34		
<b>Total</b>	17	6,40			

CV: 5,38 %

Según el análisis de varianza en el cuadro 9, se registran diferencias no significativas lo cual refiere a un manejo homogéneo de los tratamientos.

**Figura 4. Prueba de medias Duncan diámetro de raíz (cm)**



En la figura 4 nos muestra la diferencia que existe de los tratamientos testigo T1 y T4 los cuales nos anuncian que existió un promedio de 2,46 y 3,00 cm con respecto al diámetro de raíz del rábano chino, los tratamientos que presentaron una mayor diámetro de raíz fueron los que corresponden a la adición de humus de lombriz T3 y T6 con un promedio de 3,52 y 3,51cm dejando en segundo lugar al compost T2 y T5 que da un promedio de 3,20 y 3,30 cm de diámetro.

Al respecto Jurado (1994), señala que para un buen tamaño de diámetro de raíz y su distribución, está afectada en gran medida por una buena aireación, temperatura y fertilidad de suelo, dado que en los suelos pobres en fertilidad y condiciones físicas desfavorables la superficie activa de las raíces puede ser reducida; estas diferencias en diámetro de raíz entre las zonas se justifican por las aseveraciones hecha por el anterior autor.

Por otra parte Quino (2014) reporto en su trabajo un promedio de diámetro de raíz de 4,33 cm.

Mamani (2014) argumenta que los mayores diámetros de raíz que obtuvo son de 4,53 cm y 4,08 cm. y sugiere que son los componentes importantes en el rendimiento de raíz por presentar una relación directa.

#### 6.2.4. Rendimiento de raíz (Peso de raíz)

El análisis de varianza (Cuadro 10), indico que no existieron diferencias significativas (ns) en el peso de raíz en cuanto al factor A que son densidades de siembra, pero si existe un efecto altamente significativo (\*\*) en el factor B los cuales corresponden a tipos de abonos estos datos corresponden a la última semana de evaluación.

**Cuadro 10. ANVA del Peso de la raíz (g)**

	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>Densidad</b>	1	2,28	2,28	1,51	0,24 ns
<b>Abonos</b>	2	255,50	127,75	85,01	0,00 **
<b>D*A</b>	2	1,32	0,66	0,44	0,65 ns
<b>Error exp.</b>	12	18,03	1,50		
<b>Total</b>	17	277,13			

CV: 15,1 %

El coeficiente de variación fue de 15,1%, lo que indica la aceptación del buen manejo de las unidades experimentales en ambos casos, debido a que los mismos son valores aceptables dentro del rango y la confiabilidad de los datos registrados durante el tiempo de duración del ensayo.

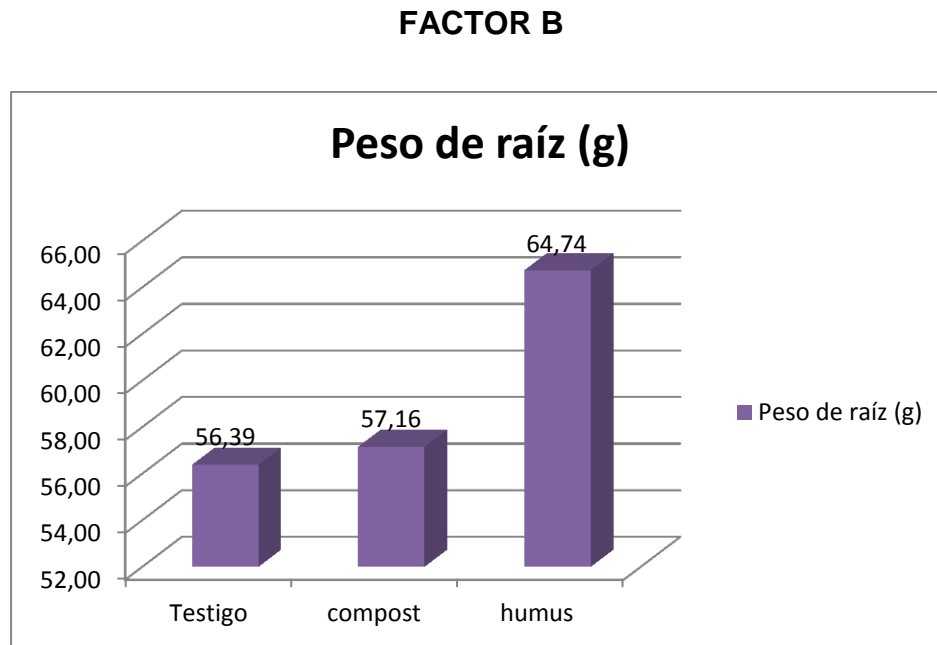
El análisis de varianza a un nivel de 5% de error, de la variable peso de raíz (cuadro 10), determinó que existieron diferencias altamente significativas entre los tres tipos de abonos (testigo, compost y humus de lombriz).

**Cuadro 11. Prueba de medias Duncan (5%)**

	peso de raíz (g)	Duncan ( $\alpha=5\%$ )
<b>Testigo</b>	56,39	b
<b>Compost</b>	57,16	b
<b>Humus</b>	64,74	a

El cuadro 11 muestra la prueba Duncan al 5%, presenta diferencias estadísticas entre los promedios de peso de raíz en el cultivo de rábano chino.

**Figura 5. Prueba de medias Duncan para peso de raíz (g)**



La prueba Duncan (cuadro 11) y (figura 6) estadísticamente muestra que el tratamiento con adición de humus de lombriz presentó el mayor desarrollo del peso de raíz con un promedio de 64,74 g obteniendo así la calificación de “a”, por otro lado el abono compost con la calificación “b” presentó menor peso de raíz con media igual a 57,16 g y finalmente el tratamiento testigo con una media de 56,39 g de peso.

Mamani (2014), en su proyecto con biol reporta un peso promedio de 64,24 g y T5 76,00 g en T6 78,28 g de peso de rábano chino.

El peso del rábano es otro componente para su comercialización, puesto que los horticultores muestran mayor interés en la obtención de buenas cosechas, lo cual la igual que el tamaño del producto deseado, es mostrado también por el peso de sus cosechas (Laguna y Contreras, 2000).

### 6.2.5. Longitud de raíz

El análisis de varianza (Cuadro 12), indico que no existieron diferencias significativas (ns) en el peso de raíz en cuanto al factor A que son densidades de siembra, y también presentaron resultados altamente significativos en el factor B los cuales corresponden a tipos de abonos estos datos corresponden a la última semana de evaluación.

**Cuadro 12. ANVA de la longitud de raíz (cm)**

	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>Densidad</b>	1	0,57	0,57	2,75	0,12 ns
<b>Abonos</b>	2	13,49	6,74	32,54	0,00 **
<b>D*A</b>	2	0,24	0,12	0,58	0,57 ns
<b>Error exp.</b>	12	2,49	0,21		
<b>Total</b>	17	16,78			

CV: 0,77 %

Según el análisis de varianza del cuadro 12, se registran diferencias no significativas lo cual refiere a un manejo homogéneo de los tratamientos en cuanto al factor A (densidades de siembra).

El coeficiente de variación fue de 0,77%, lo que indica la aceptación del buen manejo de las unidades experimentales en ambos casos, debido a que los mismos son valores aceptables dentro del rango y la confiabilidad de los datos registrados durante el tiempo de duración del ensayo.

**Cuadro 13. Prueba de medias Duncan (5%)**

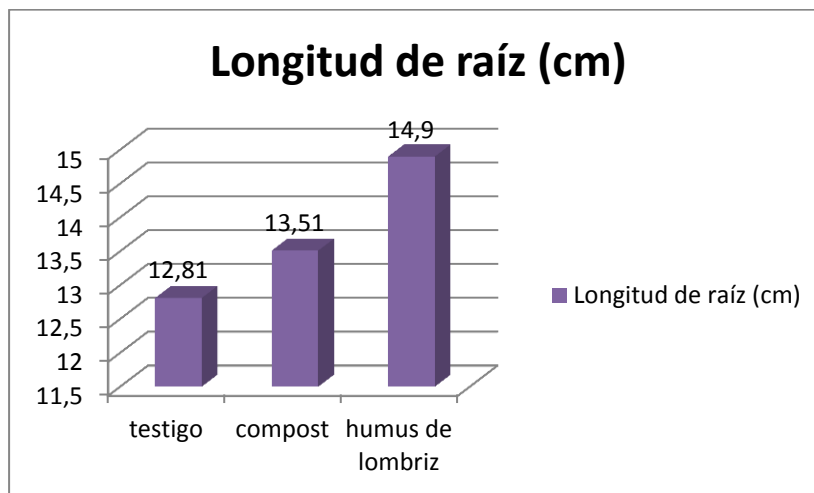
**Factor B**

	<b>Longitud de raíz (cm)</b>	<b>Duncan (<math>\alpha=5\%</math>)</b>
<b>Testigo</b>	12,81	c
<b>Compost</b>	13,51	b
<b>Humus</b>	14,90	a

La prueba Duncan al 5%, presenta diferencias estadísticas entre los promedios de longitud de raíz en el cultivo de rábano chino.

**Figura 6. Prueba de medias Duncan (5%)**

**Factor B**



La prueba Duncan demostrada en el cuadro 13 y figura 6, estadísticamente muestra que el tratamiento con adición de humus de lombriz presentó el mayor desarrollo longitud de raíz con un promedio de 14,90 cm obteniendo así la calificación de “a”, por otro lado el abono compost con la calificación “b” presentó una longitud de raíz con media igual a 13,51 cm y finalmente el tratamiento testigo con una media de 12,81 cm de longitud de raíz. Se especula que esta diferencia



es debido a las propiedades físicas del suelo que han sido aportadas por parte del humus de lombriz el cual brinda también los nutrientes que el cultivo requiere.

Mamani (2014), al respecto obtuvo resultados de 16,9 cm de profundidad, esta superioridad se puede atribuir a la mayor cantidad de nutrientes absorbidos por el cultivo con la concentración del biol.

Quino (2014), en su trabajo con purín de cerdo alcanzo 55,10 cm, mientras el que tuvo una menor longitud fue el testigo con 35,80 cm de longitud atribuyo estas diferencias encontradas entre los tratamientos, a los nutrientes que contenía cada bioestimulante orgánico, también se debe a factores edafoclimáticos (suelo y temperatura), propio de la zona.

#### 6.2.6. Número de hojas

El análisis de varianza (Cuadro 14), indico que no existieron diferencias significativas (ns) en el peso de raíz en cuanto al factor A que son densidades de siembra, y también presentaron resultados no significativos en el factor B los cuales corresponden a tipos de abonos estos datos corresponden a la última semana de evaluación.

**Cuadro 14. ANVA de número de hojas**

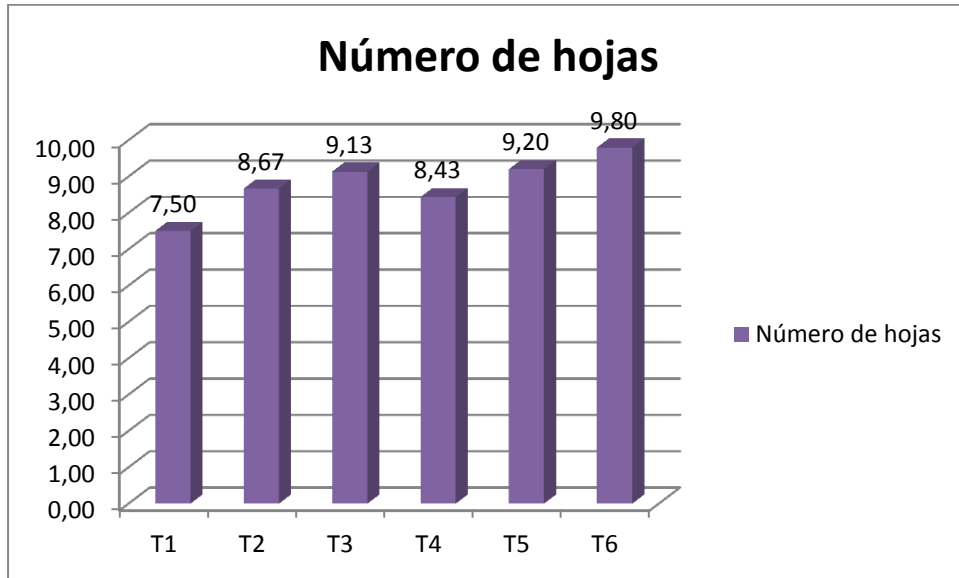
	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>Densidad</b>	1	2,569	2,569	1,183	0,298 ns
<b>Abonos</b>	2	1,013	0,507	0,233	0,795 ns
<b>D*A</b>	2	1,724	0,862	0,397	0,681 ns
<b>Error exp.</b>	12	26,053	2,171		
<b>Total</b>	17	31,36			

CV: 11,88 %

El coeficiente de variación fue de 11,88%, lo que indica la aceptación del buen manejo de las unidades experimentales en el caso del número de hojas, debido a que los mismos son valores aceptables dentro del rango y la confiabilidad de los datos registrados durante el tiempo de duración del ensayo.

El análisis de varianza refleja la no significancia para los dos factores de estudio: Factor A (densidades de siembra), y factor B (abonos orgánicos), en la variable de respuesta número de hojas.

**Figura 7. Promedios numéricos de número de hojas en los 6 tratamientos**



La figura 7 nos muestra los promedios numéricos los cuales nos muestran una leve diferencia entre tratamientos, con un promedio mayor de número de hojas se tiene al tratamiento T6 (15 cm entre plantas y humus de lombriz) con 9,8 en número de hojas, luego se encuentra al T5 (15 cm entre plantas y aplicación de compost) refleja 9,20 de promedio en número de hojas, en seguida se encuentra con un promedio de 9,13 el T3 el cual corresponde a 10 cm entre plantas y adición de humus de lombriz con un promedio no muy lejos se encuentra el T2 (10 cm entre plantas y compost) el cual muestra un promedio de 8,67 y finalmente se puede observar a los tratamiento testigo con un comportamiento similar el T4 (tratamiento testigo con 15 cm de distancia entre plantas) con 8,43 de promedio y muy cerca está el T1 (testigo con 10 cm de distancia entre plantas) que nos dio un promedio de 7,50 de número de hojas. Se asocia estos resultados a las altas temperaturas registradas las cuales se presume causan mayor desarrollo foliar. Avilés (1992) menciona que, el efecto de la temperatura es de fundamental

importancia los fenómenos de los vegetales son directamente influenciados por este factor.

Barrios (1979), señala que dependiendo de la superficie de contacto que tenga las plantas estas tienen influencia en el desarrollo fisiológico en la planta mostrando una carencia con la falta de desarrollo y acelerando su ciclo vegetativo con la formación prematura.

Según Clavijo (1989), cuando se siembran diferentes densidades de plantas, su respuesta a los factores ambientales difiere según la densidad de población.

También, estas observaciones coinciden con Jolliffe y Gaye (1995) quienes afirman que un rápido crecimiento y una mayor expansión de hojas y raíces se presenta cuando no hay otras plantas competidoras en la cercanía; cuando hay mayor densidad, una planta que crece más rápido que su vecina utilizará una mayor cantidad de un determinado recurso disponible e incrementará su tasa de crecimiento en general. La mayor extensión de las hojas permitirá a la planta poseer una mayor área de interceptación de luz y una mayor producción fotosintética por planta.

### 6.3. Efecto del Humus de Lombriz y Compost a dos densidades de siembra sobre el suelo

#### 6.3.1. Densidad aparente en el suelo

**Cuadro 15. ANVA para densidad aparente del suelo**

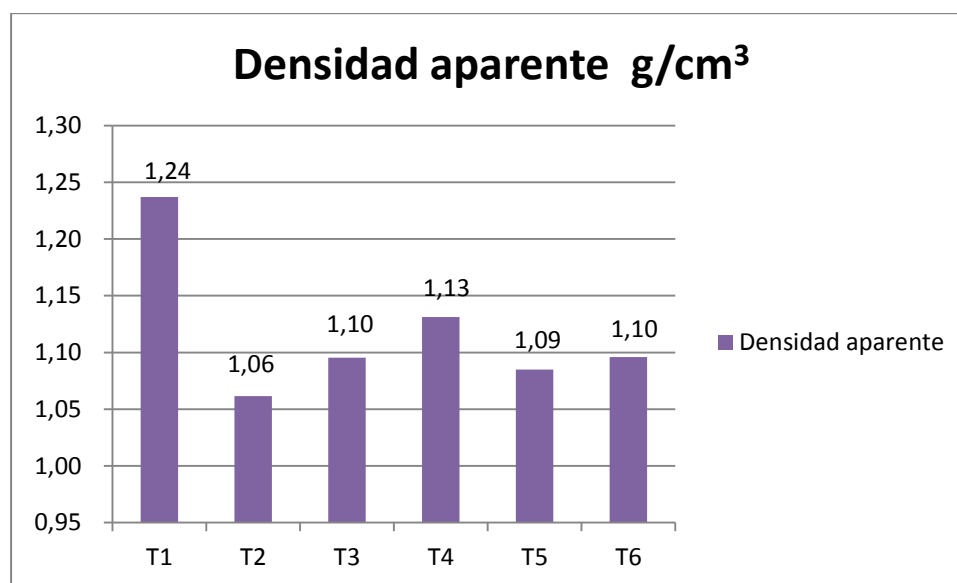
	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>Densidad</b>	1	0,005	0,005	0,441	0,515 ns
<b>Abonos</b>	2	0,057	0,028	2,597	0,102 ns
<b>D*A</b>	2	0,018	0,009	0,826	0,454 ns
<b>Error exp.</b>	18	0,196	0,011		
<b>Total</b>	23	0,276			

CV: 9,38%

De acuerdo al análisis de varianza realizado, se pueden apreciar los resultados en el cuadro 15 que las diferencias entre tratamientos, no son significativas. Esto refleja que los tratamientos con fertilización con humus de lombriz y compost tuvieron un efecto favorable en la variable densidad aparente del suelo. Por otra parte, el coeficiente de variación es de 9,38% lo que nos indica que la información es confiable.

La figura 8 confirma los resultados de no significancia entre los tratamientos tanto en los factores de estudio (densidades y abonos orgánicos), no existe significancia entre los abonos orgánicos compost y humus de lombriz realizadas y no existe significancia en la interacción entre los factores de densidades de siembra y abonos orgánicos.

**Figura 8. Promedios numéricos de densidad aparente (Dap) en los 6 tratamientos**



Se observó que el mayor valor de densidad aparente, que guarda concordancia con la textura franco arcilloso arenoso del suelo corresponde al Tratamiento testigo sin aplicación de compost con 1,61 g/cm<sup>3</sup>; esta densidad es semejante a

los valores teóricos esperados para esta clase textural, manifestándose su disminución con la aplicación de compost y humus de lombriz.

En la figura 8 de promedios de densidad aparente, se observan gran diferencia en especial con el tratamiento T1 el que corresponde al tratamiento testigo con densidad de siembra de 10 cm el cual da un promedio de  $1,24 \text{ gr/cm}^3$  y el T4 que también corresponde al tratamiento testigo con 15 cm de densidad de siembra el cual nos muestra una densidad de  $1,13 \text{ gr/cm}^3$  seguidos por los tratamientos T3 y T6 los cuales corresponden a tratamientos con humus de lombriz el primero T3 (10cm con humus de lombriz) y T6 (15 cm con humus de lombriz) que nos muestra una densidad del suelo de  $1,10 \text{ gr/cm}^3$  y finalmente el tratamiento con bajo promedio de densidad aparente corresponden a los tratamientos T2 ( 10 cm con compost) y T5 (20 cm con compost) el primero refleja un promedio de  $1,06 \text{ gr/cm}^3$  y el T5 con  $1,09 \text{ gr/cm}^3$ .

Al respecto Ferruzi (1996), señala que el compost genera un menor valor de densidad aparente, y da una mejor estructura a los suelos arcillosos haciéndolos menos compactos ya que se forma un puente con menos carga iónica entre moléculas de arcilla.

Guerrero (1993), cita que el humus de lombriz mejora la estructura y la aireación, permeabilidad, retención de humedad y reducción la compactación del suelo.

Miranda (2003), indica que los valores de densidad aparente aumentan con la profundidad en el perfil del suelo, con niveles bajos de materia orgánica, mayor compactación y menor agregación. Mientras que las labores de cultivo y la incorporación de materia orgánica aumentan espacio poroso y por ende disminuye la densidad aparente.

### 6.3.2. Porcentaje de porosidad en el suelo (%P)

Según el análisis de varianza del cuadro 16, se registran diferencias no significativas con 11,76% coeficiente de variabilidad; el cual es menor a 30% lo que indica que los datos son confiables.

**Cuadro 16. ANVA para porcentaje de porosidad del suelo (%P)**

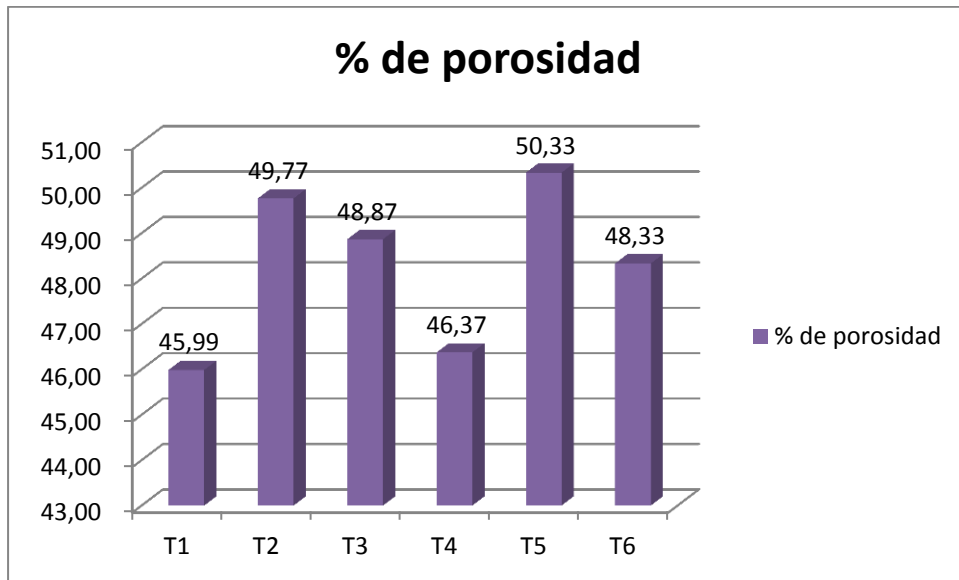
	GL	SC	CM	Ft	Fc
Densidad	1	0,088	0,088	0,008	0,931 ns
Abonos	2	45,872	22,936	2,019	0,175 ns
D*A	2	1,044	0,522	0,046	0,955 ns
Error exp.	12	136,304	11,359		
Total	17	183,308			

CV: 11,76%

De acuerdo al análisis de varianza realizado, se pueden apreciar los resultados en el cuadro 16 que las diferencias entre tratamientos, no son significativas a una probabilidad de 5% ( $p \leq 0.05$ ). Esto refleja que los tratamientos con fertilización con humus de lombriz y compost tuvieron un efecto no significativo en el porcentaje de porosidad. Por otra parte, el coeficiente de variación es de 11,76% lo que nos indica que la información es confiable.

La figura 9 confirma los resultados de no significancia entre los tratamientos (densidades y abonos orgánicos), no existe significancia entre los abonos orgánicos compost y humus de lombriz realizadas y no existe significancia en la interacción entre los factores de densidades de siembra (Factor A) y abonos orgánicos (Factor B).

**Figura 9. Promedios numéricos de porcentaje de porosidad (% P) en los 6 tratamientos**



En la figura 9 se puede apreciar los tratamientos T1 y T4 presentan un porcentaje del primero día (45,99% de porosidad) y el tratamiento T4 con 46,37% de porosidad seguido por los tratamientos T3 y T6 estos tratamientos corresponden a la adición de humus de lombriz el T3 (10 cm y humus de lombriz) con un promedio de 48,87% y T6 (15 cm y humus de lombriz) con 48,33% los cuales tienen poca diferencia lo cual nos dice que no influyeron las densidades en la porosidad del suelo el mejor promedio es decir el más alto es el que presentan los tratamientos T2 y T5 los cuales refieren a tratamientos con incorporación de compost el T2 (10 cm y compost) con un promedio 49,77% y T5 (15 cm y compost) con un promedio de 50,33% de porosidad.

Esta misma tendencia fue observada por Palacios (1999) y Mamani (1997) quienes encontraron que a mayor dosis de abono orgánico, ocurre una disminución de la densidad aparente y un incremento de la porosidad, lo que apoya los datos obtenidos. Estos hallazgos también coinciden con lo manifestado por Chilón (1997) sobre que la porosidad se incrementa gradualmente y la

densidad aparente disminuye con el tiempo en suelos franco arcilloso y arcilloso cuando se aplica materia orgánica al suelo, por la capacidad de esponjamiento que tiene el compost aumentando así su porosidad y capacidad de retención de agua en el suelo.

### 6.3.3. pH en el suelo

Según el análisis de varianza del cuadro 17, se registran diferencias no significativas con 0,25% coeficiente de variabilidad; el cual es menor a 30% lo que indica que los datos son confiables.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para pH en el suelo**

	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>Densidad</b>	1	0,01	0,01	0,297	0,596 ns
<b>Abonos</b>	2	0,01	0,005	0,147	0,865 ns
<b>D*A</b>	2	0,053	0,026	0,759	0,489 ns
<b>Error exp.</b>	12	0,416	0,035		
<b>Total</b>	17	0,489			

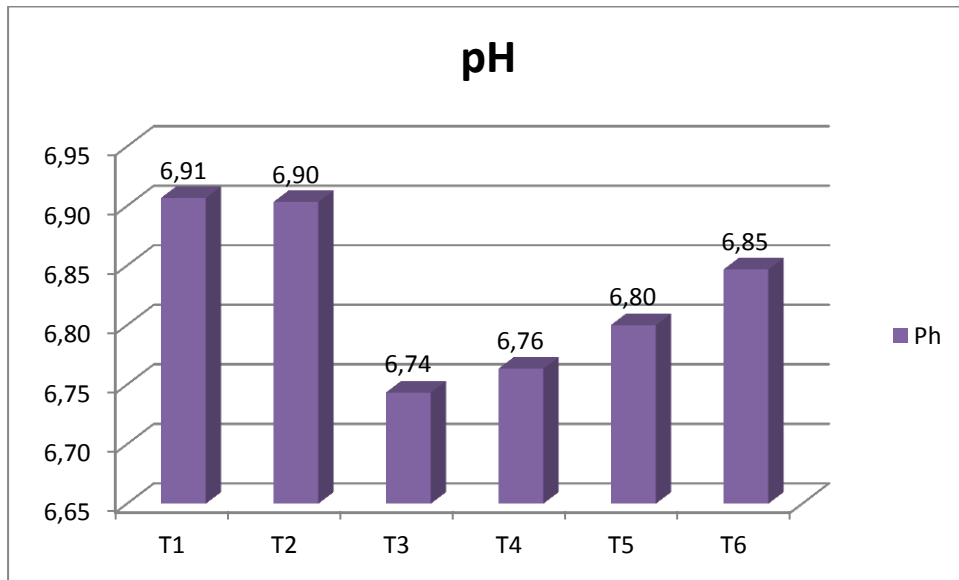
CV: 0,25 %

De acuerdo al análisis de varianza realizado, se pueden observar los resultados en el cuadro 17 que las diferencias entre tratamientos, no son significativas a una probabilidad de 5% ( $p \leq 0.05$ ). Esto refleja que los tratamientos con fertilización con humus de lombriz y compost tuvieron un efecto similar en el pH del suelo.

El coeficiente de variación es de 0, 25% lo que nos indica que la información es confiable.



**Figura 10. Promedios numéricos del PH del suelo**



En la figura 10 muestra la diferencia entre tratamientos en el tratamiento T1 (testigo) presenta un pH alto 6,91 en comparación a los demás tratamientos en segundo lugar está el tratamiento T2 (10 cm entre plantas y Compost) con 6,9 en tercer lugar el tratamiento T6 (15 cm y humus de lombriz) con 6,85 el T5 el cual corresponde (15 cm y compost) con pH de 6,80 el siguiente es el T4 (testigo) con 6,76 y finalmente el T3 (10 cm y humus de lombriz) con 6,74.

En la figura se puede apreciar que el pH disminuyó con la adición de humus de lombriz y compost. Siendo el menor de los tratamientos es el que fue adicionado con humus de lombriz.

Chilón (1997), establece que en un suelo que se encuentra con un pH de 6,6 a 7,3 pertenece a una definición de suelo Neutro, por lo que consideramos el suelo del experimento como un suelo neutro.

El pH deseado es de 6,0 a 6,8 el fosforo es más disponible cuando el pH es de 5,5 a 6,5, no habiéndose sembrar con este pH (5,5 a 6,5). (De Paz, 2002)

La determinación del pH, que mide el grado de acidez o alcalinidad de la tierra. El pH, o “potencial hidrogeno”, mide la concentración de los iones de hidrogeno en la solución acuosa presente en la tierra.

#### 6.3.4. Conductividad eléctrica (CE)

El análisis de varianza (Cuadro 18), para la conductividad eléctrica, determina que no existieron diferencias significativas entre tratamientos, además de tener un coeficiente de variabilidad de 9,05% el cual indica la confiabilidad de los datos.

**Cuadro 18. ANVA para Conductividad eléctrica (us/cm)**

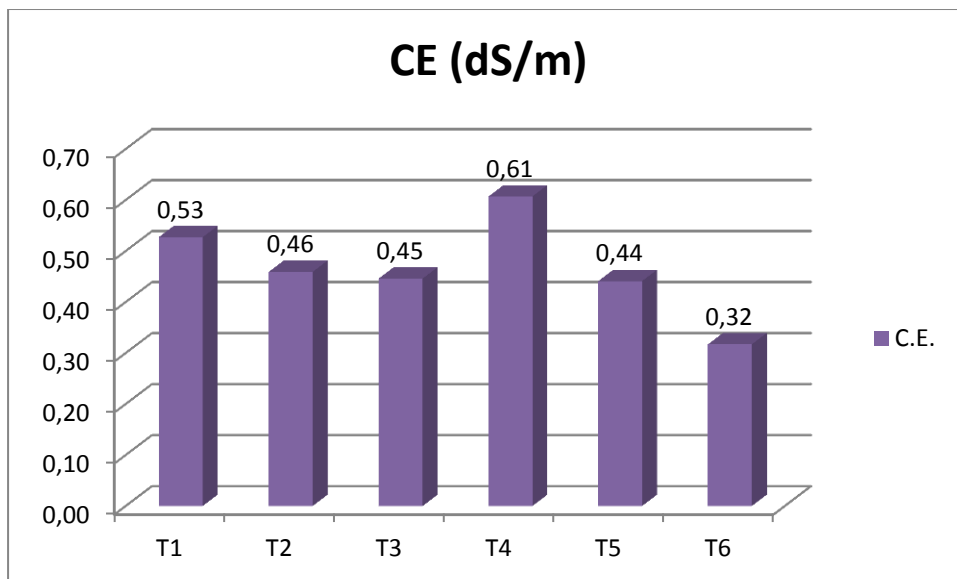
	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>Densidad</b>	1	32853,389	32853,389	3,745	0,077 ns
<b>Abonos</b>	2	57760,444	28880,222	3,292	0,072 ns
<b>D*A</b>	2	2088,444	1044,222	0,119	0,889 ns
<b>Error exp.</b>	12	105272	8772,667		
<b>Total</b>	17	197974,278			

CV: 9,05 %

De acuerdo al análisis de varianza realizado, se pueden observar los resultados en cuadro 18 que las diferencias entre tratamientos, no son significativas a una probabilidad de 5% ( $p \leq 0.05$ ).

Esto refleja que los tratamientos con fertilización con humus de lombriz y compost no presentaron un efecto significativo sobre la variable de CE.

**Figura 11. Promedios de conductividad eléctrica en los diferentes tratamientos**



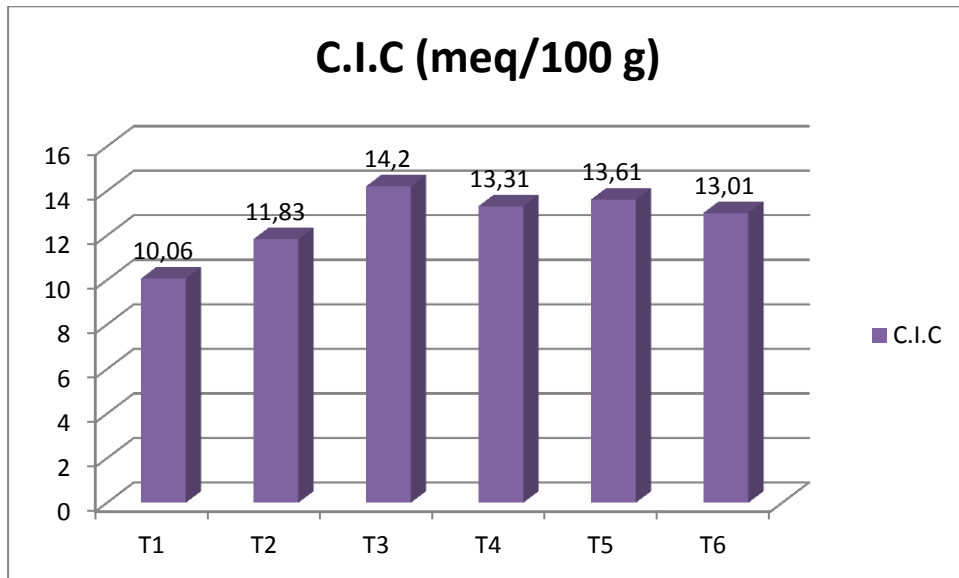
En la figura 11 nos muestra el comportamiento de la conductividad eléctrica en los diferentes tratamientos es el siguiente: con un promedio mayor ce está el tratamiento T1 (Testigo) con un valor de 0,53 y le sigue el T4 (testigo) el cual muestra un valor 0,61 continua el tratamiento T2 (10 cm y compost) con un valor de 0,46 continúan el T3 y T5 (10 cm y humus de lombriz) y (15 cm y compost) T3 con 0,45 dS/m y T5 con un valor de 0,44 dS/m y finalmente el tratamiento con menor valor en conductividad eléctrica está el T6 (15 cm y humus de lombriz) con 0,32 dS/m.

Se observa la disminución de CE en los tratamientos con abonos orgánicos por lo tanto Chilón (1997), indica que cuando todo el tratamiento se mantiene con una conductividad eléctrica menor a 2 dS/m indica suelo sin problemas de salinidad ni sodicidad lo que quiere decir que los datos pertenecen a un suelo sin problemas de sales.

### 6.3.5. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Se midió la capacidad de intercambio catiónico una muestra por tratamiento como indicamos en la metodología por lo cual se realizó una comparación de los valores que nos da el laboratorio:

**Figura 12. Promedios de CIC (meq/100 g de suelo)**



En la Figura 12, para capacidad de intercambio catiónico en el suelo muestra la conformación de tres grupos. El primero conforman T3 (10 cm y humus de lombriz) con CIC de 14,2 meq/100 g de suelo, T5 (15 cm de distancia entre plantas y compost) con 13,61 meq/100 g, supero estadísticamente a los otros tratamientos, seguido por el T4 (testigo con 15 cm de distancia entre plantas) con 13,31 meq/100 g y con un promedio de 13,01 meq/100 g que corresponde al tratamiento T6 (15 cm de distancia entre plantas y humus de lombriz) seguido por el tratamiento T2 (10 cm de distancia y compost) con 11,83 meq/100 g y finalmente el tratamiento testigo T1 con 10,06 meq/100 g el cual registro el menor CIC entre los seis tratamientos.

Se puede apreciar que el comportamiento del CIC en el suelo de estudio se elevó significativamente en comparación con la muestra inicial del suelo el cual reflejó un CIC bajo con un valor de 7,20 meq/100 g como se observó en el anexo 2 (muestra inicial del suelo de ensayo).

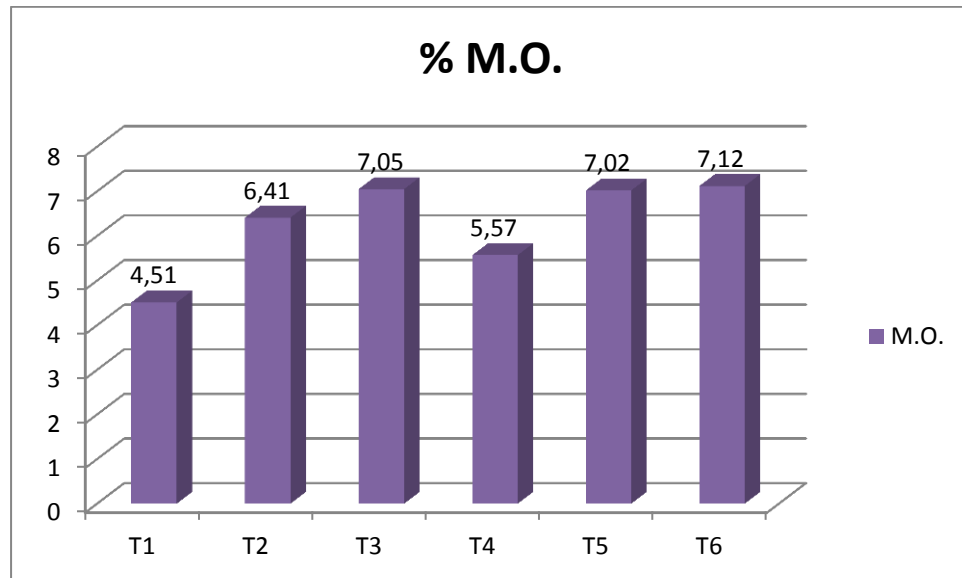
Al respecto Bohn (1991) señala que la materia orgánica aplicada al suelo, incrementa la CIC, porque del 20% al 70% de su valor se debe a la materia orgánica, siendo rica en coloides orgánicos y cationes intercambiables, que hacen que las cargas negativas de los coloides húmicos atraigan y retengan cationes como el Ca, Mg, K, Na y otros iones.

Los abonos orgánicos tienen un efecto en el CIC, aumentándolo, porque junto con la arcilla constituye parte fundamental del complejo de cambio, regulador de la nutrición de la planta (Chilón 1997).

#### **6.3.6. Porcentaje de Materia Orgánica (% MO)**

En la figura 13 podemos observar la diferencia en cuanto a materia orgánica entre tratamientos este análisis es notable en que los tratamientos con adición de abonos orgánicos destacan con un mayor porcentaje de nitrógeno total.

**Figura 13. Comportamientos de materia orgánica en los tratamientos implantados**



En la figura 13 podemos apreciar el porcentaje de materia orgánica encontrada por tratamiento al final del ensayo, en un principio los tratamientos con mayor porcentaje es el T3 y T6 los cuales corresponden a tratamientos con adición de humus de lombriz el T3 (10 cm y humus de lombriz) con 7,05% de materia orgánica, el T6 (20 cm y humus de lombriz) con 7,12% de materia orgánica a este tratamiento le sigue el tratamiento el cual fue adicionado compost y son el T2 y T5 el T2 (10 cm y compost) con un porcentaje de materia orgánica de 6,41% y el T5 (20 cm y compost) 7,02% de materia orgánica y por último lugar están los tratamientos testigo así como el T1 y T4 el tratamiento T1 (testigo con 10 cm) presenta un porcentaje de materia orgánica de 4,51% y el T4 (testigo con 20 cm) de 5,57%.

A su vez (Amachuy, 2013) reporto 3,78% de materia orgánica con la aplicación de humus de lombriz en su proyecto con acelgas con una dosis de 0,48 kg/m<sup>2</sup>.

Así mismo varios autores coinciden en la importancia del contenido de materia orgánica en el suelo:

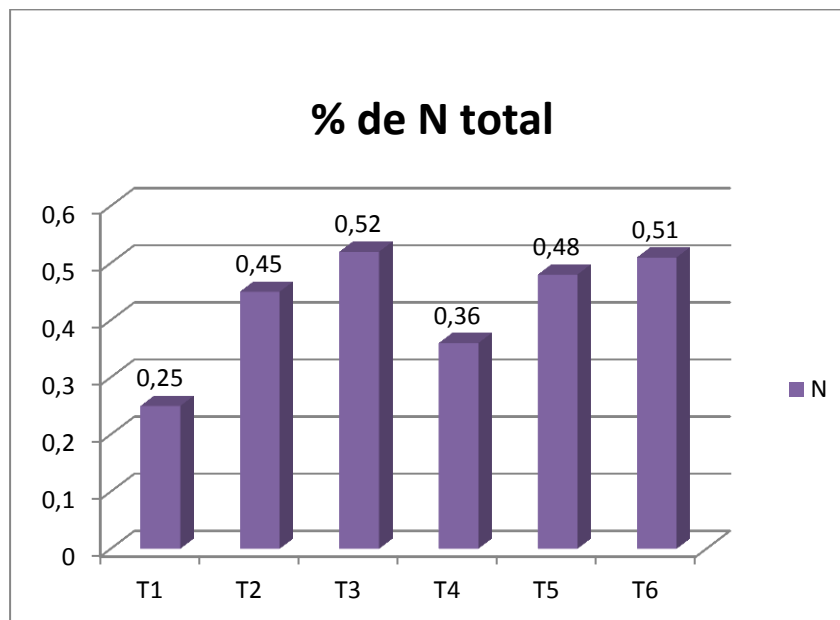
Los abonos orgánicos cumplen un papel de vital importancia en el mejoramiento de los suelos de cultivo (Chilón, 1997).

Los abonos orgánicos contienen una cantidad ilimitada de elementos nutritivos y sirven sobre toda a mantener y mejorar las propiedades físicas mientras que los abonos minerales ricos en elementos nutritivos deben aplicarse para devolver al suelo la mayor parte de los elementos sacados por el cultivo (FAO, 1999).

### 6.3.7. Nitrógeno total

Se puede apreciar en la figura 14 el porcentaje de nitrógeno encontrado en cada uno de los tratamientos implantados.

**Figura 14. Promedios de Nitrógeno total en los diferentes tratamientos**



En la figura 14 podemos apreciar que el tratamiento con adición de humus de lombriz supera a los demás en el T3 (10 cm y humus de lombriz) con 0,52% de nitrógeno total seguido por su par el T6 (20 cm y humus de lombriz) con 0,51% de nitrógeno total, continua con 0,48% de nitrógeno total el T5 el cual corresponde a

20 cm con compost y su par T2 con un porcentaje de 0,45% de nitrógeno total y finalmente no muy lejos están los tratamientos testigos como el T1 con 0,25% de nitrógeno total y su par T4 con 0,46% de nitrógeno total.

Amachuy (2013) logro obtener con una aplicación de 0,60 kg/m<sup>2</sup> de humus de lombriz un porcentaje de nitrógeno total 0,24%

Chilón (1997), refiere a que el nitrógeno favorece el desarrollo de órganos vegetativos el de los foliáceos.

Vigliola (1992) alega que, el nitrógeno forma parte de todo el proceso de fotosíntesis, cuando la planta absorbe en gran cantidad, desarrollará mejor las hojas y también influye sobre el momento de la cosecha, acelerando la madurez comercial en las hortalizas cuya parte comestible es la vegetativa.

#### **6.4. Análisis económico**

El análisis económico de los diferentes tratamientos en estudio se realizó utilizando la técnica de la relación Beneficio/Costo (Perrin *et al.*, 1995).

Para el análisis económico se tomó en cuenta los siguientes cálculos, rendimiento ajustado, beneficio bruto, costos variables, costos de producción, beneficios netos y beneficio/costo.

##### **6.4.1. Rendimiento ajustado**

Es el rendimiento promedio de cada tratamiento, menos el 10% que refleja la diferencia entre el promedio del experimento y el posible rendimiento que se puede obtener en condiciones de un productor promedio. Este ajuste toma en cuenta la diferencia entre el tamaño de una parcela experimental y una parcela de producción, también se toma en cuenta el manejo del cultivo.



**Cuadro 19. Rendimiento ajustado del peso de la raíz kg /m<sup>2</sup>**

Densidad de siembra (cm)	Abono orgánico	Tratamiento	Rendimiento promedio (kg/m <sup>2</sup> )	Ajuste 10%	Rendimiento ajustado (kg/m <sup>2</sup> )
10 X 20	Testigo	T1	1,967	0,020	1,948
	Compost	T2	1,995	0,020	1,975
	Humus de lombriz	T3	2,240	0,022	2,217
15 X 20	Testigo	T4	2,545	0,025	2,520
	Compost	T5	2,579	0,026	2,553
	Humus de lombriz	T6	2,946	0,029	2,917

Al observar el cuadro 19 podemos apreciar que el T6 presenta mayor rendimiento con 2,92 (kg/ m<sup>2</sup>) seguido por el tratamiento T5 (15 cm de distancia y compost) con un promedio de 2,55 (kg/ m<sup>2</sup>) seguido por el tratamiento testigo T4 con 15 cm entre plantas con un promedio de rendimiento de 2,52 (kg/ m<sup>2</sup>) continua el T3 que corresponde a la aplicación de compost con distancia entre plantas de 10 cm con 2,22 (kg/ m<sup>2</sup>) y en un grupo final con menor rendimiento se encuentra el T2 el tratamiento con contenido de compost y densidad de 10 cm entre plantas con un promedio de 1,97 (kg/ m<sup>2</sup>) y finalmente el tratamiento testigo de 10 cm entre plantas con un promedio de 1,95 (kg/ m<sup>2</sup>).

#### **6.4.2. Beneficio Bruto**

En el cuadro 20 el beneficio bruto consiste en el beneficio total que se obtiene de multiplicar el rendimiento ajustado por el precio del producto.

**Cuadro 20. Rendimiento ajustado del peso de la raíz kg /m<sup>2</sup>**

Densidad de siembra (cm)	Abono orgánico	Tratamiento	Rendimiento ajustado (kg/m <sup>2</sup> )	Precio (Bs/kg)	Beneficio bruto Bs/m <sup>2</sup>
10 X 20	Testigo	T1	1,95	3,50	6,82
	Compost	T2	1,97	3,50	6,91
	Humus de lombriz	T3	2,22	3,50	7,76
15 X 20	Testigo	T4	2,52	3,50	8,82
	Compost	T5	2,55	3,50	8,94
	Humus de lombriz	T6	2,92	3,50	10,21

En el cuadro 20 se observa entre las densidades la densidad 2 (15 x 20) cm es la que obtuvo mayor rendimiento bruto y dentro de los tratamientos con abonos orgánicos el tratamiento con adición de humus de lombriz obtuvo un mayor beneficio bruto en el T3 (10 cm y humus de lombriz) con 7,76 Bs/m<sup>2</sup> y el T6 (15 cm con humus de lombriz) con 10,21 Bs/ m<sup>2</sup>, esto debido a que estos tratamientos presentaron mayor rendimiento en peso.

#### **6.4.3. Costos Variables**

En este análisis se tomaron en cuenta los costos que varían entre tratamientos, el análisis se realizó tomando en cuenta solamente los relacionados con insumos, mano de obra y herramientas utilizadas (Cuadro 21).

Todos los gastos adicionales que se realizaron se consideraron como gastos fijos y son constantes para todos los tratamientos.

**Cuadro 21. Costos variables**

INSUMOS	10 X 20			15 X 20		
	Testigo	Compost	Humus de lombriz	Testigo	Compost	Humus de lombriz
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Semilla	1,02	1,02	1,02	0,48	0,48	0,48
Abono org.	0	3	3,2	0	3	3,2
Riego	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Mano de obra	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Comercialización	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
<b>Total Bs/m<sup>2</sup></b>	<b>2,2</b>	<b>5,2</b>	<b>5,4</b>	<b>1,66</b>	<b>4,66</b>	<b>4,86</b>

En el cuadro 21 se puede percibir que entre las densidades que en la densidad (10 x 20) cm los costos variables son más elevados que en la segunda densidad en cuanto a los tratamientos entre abonos el tratamiento con mayor costo variable es el tratamiento con humus de lombriz debido al mayor costo de humus de lombriz.

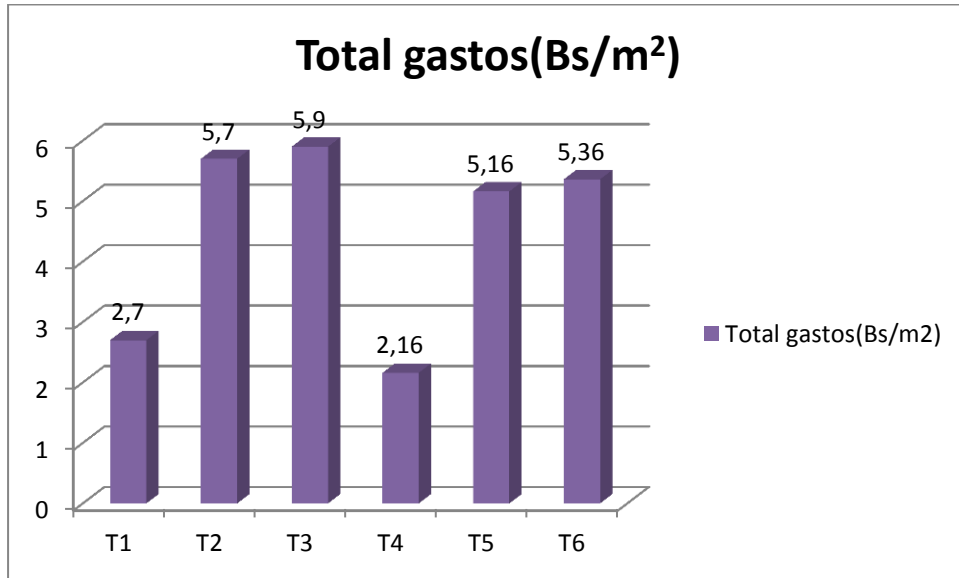
#### 6.4.4. Costos de producción

El total de los costos de producción se define como la suma de los costos fijos (infraestructura y herramientas) y los costos variables que corresponden a gastos de un proceso productivo (Cuadro 22).

**Cuadro 22. Costos de producción**

	10 X 20			15 X 20		
	Testigo	Compost	Humus de lombriz	Testigo	Compost	Humus de lombriz
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
TOTAL CF	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
TOTA CV	2,2	5,2	5,4	1,66	4,66	4,86
<b>TOTAL COSTOS (Bs/m<sup>2</sup>)</b>	<b>2,7</b>	<b>5,7</b>	<b>5,9</b>	<b>2,16</b>	<b>5,16</b>	<b>5,36</b>

**Figura 15. Total gastos por tratamiento**



En la figura 15 se puede observar que el tratamiento que tuvo un mayor costo de producción fue el tratamiento T3 (densidad de 10 cm entre plantas y humus de lombriz) siguiéndole el tratamiento T2 la cual corresponde al tratamiento con compost y 10 cm entre plantas siguiendo el T6 (15 cm y humus de lombriz) y tratamiento T5 (15 cm y compost) finalmente los testigos T1 y T4 uno con 10 cm entre plantas y el ultimo con 15 cm entre plantas.

#### **6.4.5. Beneficios netos**

Es el valor de todos los beneficios netos de la producción que se percibirá de los tratamientos menos el total de los costos de producción. En el cuadro 23 se puede observar estos valores de beneficios netos por tratamiento.

**Cuadro 23. Beneficios netos**

	10 X 20			15 X 20		
	Testigo	Compost	Humus de lombriz	Testigo	Compost	Humus de lombriz
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>Beneficio bruto</b>	6,82	6,91	7,76	8,82	8,94	10,21
<b>Costo de producción</b>	2,7	5,7	5,9	2,16	5,16	5,36
<b>Beneficio neto Bs/m<sup>2</sup></b>	4,12	1,21	1,86	6,66	3,78	4,85

En el caso del beneficio neto que muestra el cuadro 23 el tratamiento con mayor valor en beneficio neto es el T4 (testigo con 15 cm) con 6,66 Bs/m<sup>2</sup> seguido por el T6 (15 cm con humus de lombriz) con un 4,85 Bs/m<sup>2</sup> y finalmente el T1 (testigo con 10 cm) con 4,12 Bs/m<sup>2</sup>.

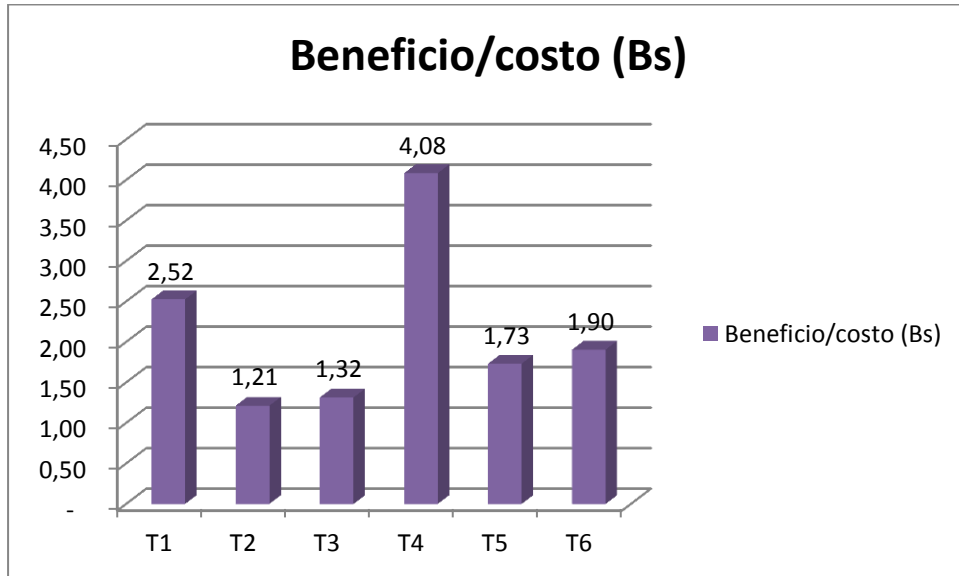
#### 6.4.6. Tasa Beneficio - Costo

En el Cuadro 24, se observa los valores del índice beneficio/costo de los seis tratamientos en estudio.

**Cuadro 24. Relación beneficio – costo para cada tratamiento**

	10 X 20			15 X 20		
	Testigo	Compost	Humus de lombriz	Testigo	Compost	Humus de lombriz
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>Beneficio bruto</b>	6,82	6,91	7,76	8,82	8,94	10,21
<b>Costo de producción</b>	2,7	5,7	5,9	2,16	5,16	5,36
<b>beneficio/costo</b>	2,52	1,21	1,32	4,08	1,73	1,90

**Figura 16. Tasa de Beneficio/costo (Bs)**



En la figura 16 se puede apreciar que los tratamientos testigos T1 y T4 (testigo y 15 cm) con 4,08 bs y (testigo y 10 cm) con 2,52 Bs.

Con los tratamientos incorporados como compost y humus de lombriz: el tratamiento T6 (15 cm con humus de lombriz) con 1,90 bs por 1 bs, le sigue T5 (15 cm con compost) con 1,73 bs y en un segundo grupo están T2 Y T3 (10 cm con humus de lombriz) con 1,32 bs y finalmente T2 (10 cm con compost) se gana 1,21 bs.

Quino (2014), quien realizo el ensayo con el mismo cultivo aclaro que el tratamiento T4 que tiene una relación B/C de 3,15 lo que significa que al invertir (Bs 1) se recupera la inversión y se gana 2,15 Bs respectivamente, y el valor más bajo presenta el tratamiento T1 con 1,58 de B/C y utilidad de 0,58 Bs.

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y en función a los objetivos planteados, se puede concluir lo siguiente:

- En la variable altura de planta, se percibió una diferencia significativa entre tratamientos presentando una mayor altura el tratamiento que corresponde a la adición de humus de lombriz con 20,61 cm.
- Estadísticamente el tratamiento con adición de humus de lombriz presentó el mayor peso de raíz con un promedio de 64,74 g.
- El tratamiento con adición de humus de lombriz presentó el mayor desarrollo longitud de raíz con un promedio de 14,90 cm, por otro lado el abono compost presentó una longitud de raíz con una media igual a 13,51 cm y finalmente el tratamiento testigo con una media de 12,81 cm de longitud de raíz.
- En cuanto a la densidad aparente, que guarda concordancia con la textura franco arcilloso arenoso del suelo corresponde al Tratamiento testigo sin aplicación de compost con  $1,06 \text{ g/cm}^3$ ; esta densidad es semejante a los valores teóricos esperados para esta clase textural, manifestándose su disminución con la aplicación de compost y humus de lombriz.
- En cuanto a porosidad los tratamientos con mayor promedio fueron el T2 y T5 el primero con uso de compost a una distancia entre plantas de 10 cm dio 49,77% y el más alto presento el tratamiento con compost y 15 cm 50,33%.
- El valor de pH tuvo un comportamiento desigual mostrando un valor bajo para el T3 tratamiento con humus de lombriz y el valor más alto 6,91 con el tratamiento testigo.
- Para capacidad de intercambio catiónico en el suelo muestra altos valores los tratamientos T3 y T5 respectivamente el tratamiento con adición de humus de lombriz a 10 cm de distancia entre plantas 14,2 meq/ 100 g de

suelo y con 13,61meq/ 100g de suelo el T5 que representa al compost con 15 cm entre plantas.

- El porcentaje de materia orgánica encontrada por tratamiento al final del ensayo, en un principio los tratamientos con mayor porcentaje es el T3 y T6 los cuales corresponden a tratamientos con adición de humus de lombriz el T3 (10 cm y humus de lombriz) con 7,05% de materia orgánica, el T6 (20 cm y humus de lombriz) con 7,12% de materia.
- En cuanto a Nitrógeno total en el suelo, el tratamiento con adición de humus de lombriz supera a los demás en el T3 con 0,52% de nitrógeno total seguido por su par el T6 con 0,51% de nitrógeno total.
- El análisis económico realizado nos da como los tratamientos incorporados como compost y humus de lombriz: el tratamiento T6 (15 cm con humus de lombriz) con 1,90 bs por 1 bs, le sigue T5 (15 cm con compost) con 1,73 bs y en un segundo grupo están T2 Y T3 (10 cm con humus de lombriz) con 1,32 bs y finalmente T2 (10 cm con compost) se gana 1,21 bs.



## 8. RECOMENDACIONES

- Por los resultados obtenidos se recomienda, el uso del abono humus de lombriz ya que dio mejores resultados en comparación a los demás en cuanto a mejorador del suelo.
- Se recomienda aplicar cualquier abono orgánico tres meses antes de la siembra y después de la desinfección del mismo para la correcta absorción y disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- Se debe controlar muy bien las temperaturas del ambiente protegido y debe existir una buena ventilación, ya que a mayores temperaturas existe el riesgo de aceleración del desarrollo en órganos de la planta así como las hojas y escapo floral.
- Se recomienda usar densidades mayores en trabajos futuros ya que en densidades menores dio un menor rendimiento.
- Realizar ensayos en este cultivo que aún no es muy popular en la ciudad ya que presenta varias ventajas el consumirlo y presenta una buena ganancia económica.
- Es importante realizar la cosecha en el momento oportuno, ya que después de los 65 días comienza el desarrollo del tallo floral y para evitar lesiones del producto comercial que influye en la calidad del producto.
- Estudiar el comportamiento de los mismos tratamientos en invierno y en ambiente atemperado, puesto que este ambiente tiene mejores condiciones para este cultivo.
- Realizar un estudio sobre los efectos residuales de los abonos orgánicos y también en otros cultivos agrícolas.
- Se recomienda el estudio microbiológico del suelo para establecer el efecto de las fuentes orgánicas sobre las propiedades biológicas de suelo.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Amachuy, Irala A. 2013. Efecto de tres dosis de humus de lombriz provenientes de residuos sólidos orgánicos urbanos en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) en la zona de Mallasa. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. La Paz – Bolivia. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. 84 p.

Andrews, E. 1981. Principios de la Horticultura. Ed. Continental S.A. México D.F. 318 p.

Arenas, S. 1998. Compilación de las bases técnicas en uso por el servicio de análisis de suelo y sistema de formulación automatizada de dosis de nutrimento y manejo agronómico de fertilizantes (SILAB) del CENIAP. 134 p.

Avilés, D. 1992. Producción de hortalizas bajo diferentes condiciones microclimáticas en el altiplano. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.

Barja, B. y Cardozo G. 1971. Geografía Agrícola de Bolivia. Editorial los amigos del libro. La Paz – Bolivia. 258 p.

Barrios, J., 1979. In.: "Evaluación de Yacimientos de fosfatos GEOBOL. pp. 1-10.

Bianchini, F. y Corbetta F., 1974. Atlas de las plantas alimenticias Frutos de la Tierra. ed. aedos Barcelona, España.

Bohn, L. 1991. Química del suelo. Primera edición, Edit. LIMUSA, México D. F. 236 p.

Bollo, E. 1999. Lombricultura, una Alternativa de Reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona - España. 150 p.

Bongcam V. Elkin. 2003. Guia para compostaje y manejo de suelos. Primera edición. Bogota – Colombia. 18 p.

Castro, Z. y Ullilen L. 1995. El Compost: Una alternativa para preparar el substrato para la producción de plantas en los viveros forestales comunales. Lima, Perú. 5 - 21 pp.

Chilón, E. 1997. Manual de Fertilidad de Suelos Nutrición de Plantas Ed. Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas para el Desarrollo (C.I.D.A.T.). La Paz – Bolivia.

Chilón, E. 2010. Compostaje Altoandino, Suelo Vivo y Cambio Climático. Ciencia Agro Vol. 2. Facultad de agronomía Universidad Mayor de San Andrés. 222 p.

CNPSH- JICA. 1998. Centro de Producción de Semillas de Hortalizas. El Rábano y la Producción de Semilla. Cochabamba, Bolivia.

Clavijo, J. 1989. Análisis de crecimiento en malezas. Revista Comalfi 16, 52-63 pp.

Copari, Y. 2015. Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de biol en dos variedades del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea v. italica*) bajo el sistema de riego por goteo en carpa solar. Para optar el grado de ingeniero agrónomo. La Paz – Bolivia. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. 32- 33 pp.

Cortbaqui, R. 2008. Boletín de información 11, Siembra de haba, Lima - Perú.

De Paz, Gómez, Rony G. 2002. Producción de cultivos hortícolas. Guatemala-Quetzaltenango 1- 20 pp.

Duran, F. 2009 .Abonos Lombricultura y Compostaje. Ed. Grupo Latino Editores. Colombia.

Evans, F. 1983. Fisiología de los cultivos. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 301 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación). 1999. Proyecto FAO Fertisuelos Bolivia. La fertilización orgánica mineral. 5-7 pp.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación) 2005. Manual técnico “La huerta hidropónica popular” de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO). [En línea] [http://www.veterinaria.uchile.cl/mundogranja2005/proyectos/integrando\\_ciencias/archivos/MANUAL\\_HIDROPONÍA.pdf](http://www.veterinaria.uchile.cl/mundogranja2005/proyectos/integrando_ciencias/archivos/MANUAL_HIDROPONÍA.pdf) [consulta 2/mayo/2012].

Ferranda, G. 1994. Curso teórico y práctico de “Lombricultura”. Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*). MUNDI-PRENSA; Madrid. 45-48 p.

Ferruzzi, C. 1994. Manual de Lombricultura. Ed. Mundi - Prensa. Madrid, España. 24-25 p.

Florenza, P. y Martínez J. 1991. Horticultura y Materia Orgánica. Ediciones Mundiprensa España- Bilbao, 60 p.

Fonnegra, J. y Jiménez S. 2007. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Segunda edición. Medellín Colombia 218 p.

Fundación Hogares Juveniles Campesinos. 2010. Cultivo Ecológico de Hortalizas. Bogotá, D. C., Colombia.

Fuentes, J. 2002. Manual Práctico sobre Utilización de Suelo y Fertilizante.

García, A. 2011. Correrás Sin Fatigarte y Andarás Sin desmayar. Ed. Palibrio. EEUU. 39-62 pp.

Guerrero, B. J. 1993. Abonos Orgánicos. Tecnología para el manejo Ecológico de suelos. Ed. Mauro Regalado. Lima Perú. 90 p.

Guerrero, A. 1996. El Suelo, los abonos y la Fertilización de Cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao España. 206 p.

- Huerres, C. (1991). Horticultura. Ed. Pueblo y Educación. Habana – Cuba. 312 p.
- INFOAGRO, 2009. El cultivo de rábano. (En línea). Consultado el 28 de febrero de 2014. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/rabano.htm>
- Jaramillo, D. 2002. Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Medellín, Colombia. 201 – 370 p.
- Jolliffe, P. A. y Gaye M. M. 1995. Dynamic of growth and yield components of bell peppers (*Capsicum annuum* L) to row covers and population density. Scientia. Citado por Criollo H. y García J. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero. Revista Ciencias Hortícolas. Colombia.
- Jurado, P. 1994. “Comportamiento de Cinco Variedades de rábano Chino Bajo Tres Densidades de Siembra en el Valle de Alto Cochabamba”. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia. UMSS- Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales. 13 -100 pp.
- Laguna, R. J. y Contreras J. C. 2000. Efecto de biofertilizante (EM -BOKASHI) sobre el crecimiento y rendimiento del rábano. Ed. La Calera. Managua, Nicaragua 28 p.
- Landeros, F. 1993. Monografía de los Ácidos Fulvicos y Húmicos. Facultad de Agronomía. Valparaíso Chile. 145 p.
- López, T. M. 1994. Horticultura. Ed. Trillas. Primera edición. México, D.F. 96 p.
- Mamani, M. T. 2014. Efecto de biol en cultivo asociado de rábano (*Raphanus sativus* L.) y lechuga suiza (*valerianella locusta*), en ambiente atemperado de Cota Cota - la paz, Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. 84 p.

Maroto, J 1995. Horticultura Herbácea Especial. 4ta Ed. Mundi Prensa. Madrid - España. 37-40 p.

Martínez, 1994. Efecto de humus de lombriz en cultivo de acelga (*Beta vulgaris* Var. L.) Bajo carpa solar UMSA. La Paz – Bolivia. 8 p.

Miranda, R. 2003. Apuntes de edafología, propiedades física químicas del suelo. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 59 p.

Mollinedo, Z. 2009. Determinación de la calidad de compost, elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el municipio de Puerto Mayor Carabuco, provincia Camacho. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. 66 p.

Ochoa, R. 2009. Diseños Experimentales. Facultad de agronomía. UMSA. La Paz Bolivia. 134 p.

Palacios, N. 1999. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos, en el cultivo de la lechuga en el suelo bajo carpa solar. Tesis de grado. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés. La Paz- Bolivia 43 – 55 pp.

Palmero R. 2010. Elaboración de compost con restos vegetales por el sistema tradicional en pilas o montones. Información Técnica. Agrocabildo. Santa Cruz Bolivia.

Perrín, *et al.*, 1995. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT.DF México. 1-74 pp.

Pineda, M. R. 1994. Lombricultura: Humus de Lombriz, Preparaciones. Cipca-Piura/Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, Perú. 7-72 pp.

Pinzón, H. e Isshiki M., 2001. El Cultivo de Algunas Hortalizas Promisorias en Colombia. Agencia de Cooperación del Japón, Jica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Primera Edición. Bogotá – Colombia.

Pollock, M. 2003. Enciclopedia del Cultivo de Frutas y Hortalizas. Editorial BLUME. 272 p.

Pujro, V. Víctor. 2002. Introducción de seis variedades de nabo (*Brassica napus* L.) en dos zonas agroecológicas del departamento de La Paz. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. 1 p.

Quino, L. Javier. 2014. Evaluación de tres tipos de bioestimulantes líquidos en la producción de rábano japonés (*Raphanus sativus longipinnatus*) en ambiente atemperado en la estación experimental de Cota Cota. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Facultad de agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. 41 p.

Ramírez, R. y M. Pérez, M. 2006. Evaluación del potencial de los sólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus*, L.). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 59 p.

Rodríguez, A. C. *et al.* 1998. Lombrices de tierra con valor comercial - Biología y técnicas de cultivo. Ed. Magdalena Mulia Cabrera. Impreso en México. 45 p.

Rojas, F. 1990. Apuntes de Botánica Sistemática y Catalogo de Plantas. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. s/p.

Rojas, L. 2004. Preparación y utilización del compost en hortalizas. Revista informativa INIA INTIHUASI. Gobierno de Chile- Ministerio de Agricultura.

Sánchez, R. Cristian (2003). Abonos Orgánicos y Lombricultura. Ed. Ripalme. Lima - Perú.

SENAMHI, 2014. Boletín Climatología, La Paz – Bolivia.

Somarriba, R. 1998. Texto granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 1-57 pp.

Suquilanda, M. 1995. Fertilización Orgánica. Manual Técnico FUNDAGRO. Ed. UPS Quito - Ecuador.

Taiz, L. y Zeiger E. 2006. Plant physiology. Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA.I

Tan, K. H. y Nopamombodi V. 1979. Efecto de diferentes niveles de ácido húmico en el contenido de 3 nutrientes y crecimiento del maíz (*Zea mays*). 287 p.

Tiscornia, Julio R., 1982 y 1988. Cultivo de hortalizas terrestres. Ed. Albatros, SACI. Buenos Aires Argentina. 90-150 pp.

Tisdale, S. L. y Nelson W. 1966. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 2da Ed. Macmillan Company. New York. Estados Unidos. 694 p.

Tisdale, S. L. y Nelson W. 1975. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 3ra Ed. Macmillan Company. New York. Estados Unidos.

TRADE CORP. 2001. Informe Técnico Humistar. España.

Toro, 1995. Curso de Lombricultura. Manual del participante. Sica Sica- Bolivia.

Valadez, L. A. 1998. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa, S.A. Octava impresión. México, D. F.

Vigliola, M. L. 1993. Manual de Horticultura. Segunda reimpresión de la 2da edición. Buenos Aires- Argentina. Ed. Hemisferio Sur SA. 70-161 pp.



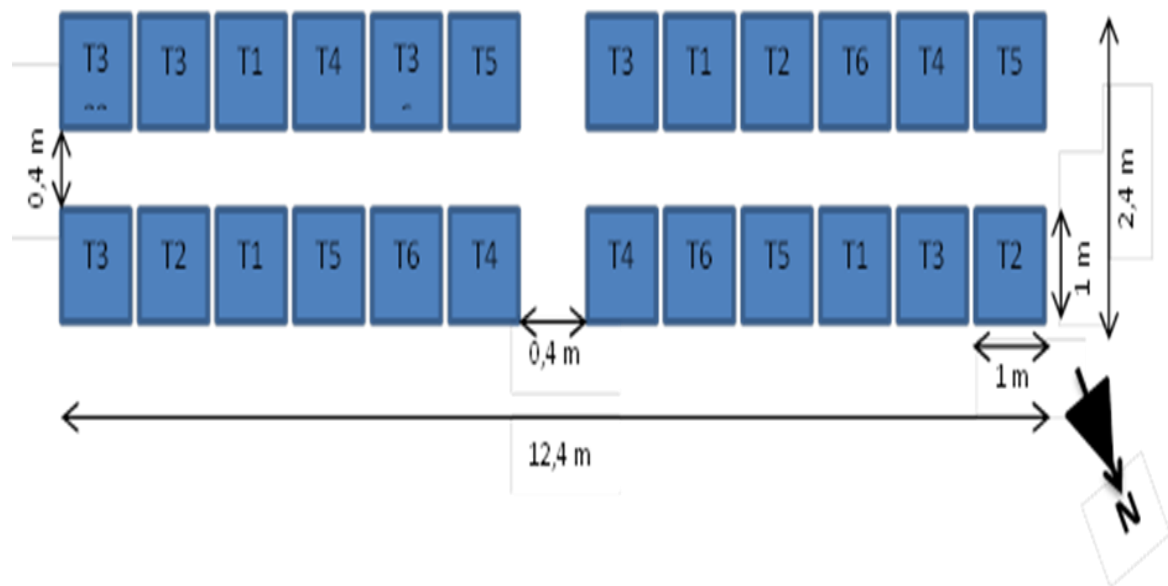
Villarroel, J., 1998. Manual para interpretación de análisis de suelos. Santa Cruz Bolivia. 81 p.

Zarate, L. 2008. La huerta Orgánica. Ed. CESATCH (Centro de Servicios Agropecuarios Técnicos Chuquisaca). Sucre- Bolivia.

Zudaire, Maite y Yoldi Gema. 2015. Verduras y hortalizas. Eroski consumer, Volumen 13, sin páginas. Disponible en <http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/rabano/intro.php>

# ANEXOS

### Anexo 1. Croquis del experimento



## Anexo 2. Análisis físico químico del humus de lombriz



### MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANALISIS FÍSICO-QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : **ROXANA MAMANI ALLAGA**  
PROCEDENCIA : **Departamento LA PAZ,**  
**Provincia MURILLO. COTA COTA**  
**ESTACION EXPERIMENTAL COTA COTA**

Nº SOLICITUD: **127B / 2014**  
FECHA DE RECEPCION : **25 / Abril / 2014**  
FECHA DE ENTREGA : **28 / Mayo / 2014**  
Nº Factura : **7446 / 14**

PRODUCTO : **HUMUS DE LOMBRIZ**

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
224-01 /2014	Nitrógeno	2,22	% N	Kjeldahl
224-02 /2014	Fósforo	0,40	% P	Espectrofotometría UV-Visible
224-03 /2014	Potasio	0,59	% K	Emisión atómica
224-04 /2014	Carbono orgánico	8,97	%	Walkley Black
224-05 /2014	pH (1 : 10)	7,92	-	Potenciometría
224-06 /2014	Coductividad eléctrica	1,32	mS / cm	Potenciometría
224-07 /2014	Materia orgánica	17,94	%	Walkley Black
224-08 /2014	Humedad	38,59	%	Gravimetría
224-09 /2014	Materia seca	61,41	%	Gravimetría

OBSERVACIONES.- *Resultados en base seca.*



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

### Anexo 3. Análisis físico químico del compost



## MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANALISIS FÍSICO-QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : **ROXANA MAMANI ALIAGA**  
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*  
*Provincia MURILLO. COTA COTA*  
*ESTACION EXPERIMENTAL COTA COTA*

Nº SOLICITUD: **127A / 2014**  
FECHA DE RECEPCION : **25 / Abril / 2014**  
FECHA DE ENTREGA : **28 / Mayo / 2014**  
Nº Factura : **7446 / 14**

PRODUCTO : **COMPOST**

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
223-01 /2014	Nitrógeno	2,36	% N	Kjeldahl
223-02 /2014	Fósforo	0,63	% P	Espectrofotometria UV-Visible
223-03 /2014	Potasio	1,59	% K	Emisión atómica
223-04 /2014	Carbono orgánico	6,83	%	Walkley Black
223-05 /2014	pH (1 : 10)	8,78	-	Potenciometria
223-06 /2014	Coductividad eléctrica	6,62	mS / cm	Potenciometria
223-07 /2014	Materia orgánica	13,65	%	Walkley Black
223-08 /2014	Humedad	64,11	%	Gravimetria
223-09 /2014	Materia seca	35,89	%	Gravimetria

OBSERVACIONES.- *Resultados en base seca.*



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

**Anexo 4. Base de datos porcentaje de germinación**

	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 4
T1	88,57	82,86	80,00	80,00
T2	100,00	85,71	85,71	85,71
T3	71,43	94,29	94,29	85,71
T4	88,89	86,67	95,56	91,11
T5	93,33	88,89	93,33	84,44
T6	95,56	88,89	88,89	86,67

**Anexo 5. Base de datos altura de planta (cm)**

	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 4
T1	15,38	15	15,3	16
T2	16,76	17	16,5	22
T3	17,94	16,9	17	22,13
T4	15,14	15,1	15,5	19
T5	16,08	18,9	18	22,4
T6	20,38	23,9	22,6	24

**Anexo 6. Base de datos longitud de raíz (cm)**

	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
T1	17,77135	34,60384	37,24552
T2	15,6803167	20,3168	36,0226
T3	20,7019	32,71862	39,5693
T4	17,5672	24,70372	26,41706
T5	17,0848	32,559	25,28442
T6	16,89305	50,94296	30,58618


**Anexo 7. Base de datos Peso de raíz (g)**

	<b>REPETICIÓN 1</b>	<b>REPETICIÓN 2</b>	<b>REPETICIÓN 3</b>
<b>T1</b>	56,77135	56,60384	55,24552
<b>T2</b>	57,6803167	57,3168	56,0226
<b>T3</b>	62,7019	65,71862	63,5693
<b>T4</b>	55,5672	56,70372	57,41706
<b>T5</b>	57,0848	58,559	56,28442
<b>T6</b>	65,89305	66,94296	63,58618

**Anexo 8. Base de datos Número de hojas**

	<b>REPETICIÓN 1</b>	<b>REPETICIÓN 2</b>	<b>REPETICIÓN 3</b>
<b>T1</b>	7	8	7,5
<b>T2</b>	7,2	8,8	10
<b>T3</b>	8	8,6	10,8
<b>T4</b>	8	9	8,3
<b>T5</b>	9,6	8,8	9,2
<b>T6</b>	9,2	10,4	9,8

## Anexo 9. Estudio físico químico tratamiento 1



**IBTEN**

**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**  
INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
 UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

### ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

**INTERESADO :** ROXANA MAMANI ALIAGA  
**PROCEDENCIA :** Departamento LA PAZ,  
 Provincia MURILLO,  
 Zona ACHUMANI, ASILO SAN RAMON

**NO SOLICITUD:** 083A / 2015  
**FECHA DE RECEPCION :** 14 / Abril / 2015  
**FECHA DE ENTREGA :** 19 / Mayo / 2015

**DESCRIPCIÓN :** MUESTRA DE SUELO : Asilo San Ramón - Tratamiento 1


N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
272-01 /2015	<b>T E X T U R A</b>	ARENA	39	%	Hidrómetro de Bouyoucos
272-02 /2015		ARCILLA	29	%	Hidrómetro de Bouyoucos
272-03 /2015		LIMO	32	%	Hidrómetro de Bouyoucos
272-04 /2015		CLASE TEXTURAL	FY	-	Hidrómetro de Bouyoucos
272-05 /2015		GRAVA	16,4	%	Gravimetría
272-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
272-07 /2015	pH en agua 1:5	6,25	-	Potenciometría	
272-08 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,527	dS/m	Conductancia	
272-09 /2015	Capacidad de Intercambio Catiónico	10,06	meq/100 g	Volumetría	
272-10 /2015	Materia Orgánica	4,51	%	Walkley Black	
272-11 /2015	Nitrógeno total	0,25	%	Kjeldahl	

**OBSERVACIONES,-**

**CARBONATOS LIBRES; A:** Ausente, **P:** Presente, **PP:** Presente en gran cantidad

**CLASE TEXTURAL**

<b>F :</b> Franco	<b>Y :</b> Arcilloso	<b>FA :</b> Franco Arenoso.	<b>YL :</b> Arcilloso Limoso
<b>L :</b> Limoso	<b>YA :</b> Arcilloso Arenoso	<b>AF :</b> Arenosos Franco	<b>FYL :</b> Franco Arcilloso Limoso
<b>A :</b> Arenoso	<b>FYA :</b> Franco Arcilloso Arenoso	<b>FY :</b> Franco Arcilloso	<b>FL :</b> Franco limoso





**RESPONSABLE DE LABORATORIO**  
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia Casilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo \* Página Web: www.ibten.gob.bo



## Anexo 10. Estudio físico químico tratamiento 2



IBTEN

### MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *ROXANA MAMANI ALIAGA*  
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*  
*Provincia MURILLO,*  
*Zona ACHUMANI, ASILO SAN RAMON*

NO SOLICITUD: *083B / 2015*  
FECHA DE RECEPCION : *14 / Abril / 2015*  
FECHA DE ENTREGA : *19 / Mayo / 2015*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO : Asilo San Ramón - Tratamiento 2*

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
273-01 /2015	T E X T U R A	ARENA	39	%	Hidrómetro de Bouyoucos
273-02 /2015		ARCILLA	25	%	Hidrómetro de Bouyoucos
273-03 /2015		LIMO	36	%	Hidrómetro de Bouyoucos
273-04 /2015		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
273-05 /2015		GRAVA	10,9	%	Gravimetría
273-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
273-07 /2015	pH en agua 1:5	6,36	-	Potenciometría	
273-08 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,459	dS/m	Conductancia	
273-09 /2015	Capacidad de Intercambio Catiónico	11,83	meq/100 g	Volumetría	
273-10 /2015	Materia Orgánica	6,41	%	Walkley Black	
273-11 /2015	Nitrógeno total	0,45	%	Kjeldahl	

OBSERVACIONES,-

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

#### CLASE TEXTURAL

F : Franco      Y : Arcilloso      FA : Franco Arenoso      YL : Arcilloso Limoso  
L : Limoso      YA : Arcilloso Arenoso      AF : Arenosos Franco      FYL : Franco Arcilloso Limoso  
A : Arenoso      FYA : Franco Arcilloso Arenoso      FY : Franco Arcilloso      FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

## Anexo 11. Estudio físico químico tratamiento 3



### MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : **ROXANA MAMANI ALLAGA**  
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*  
*Provincia MURILLO,*  
*Zona ACHUMANI, ASILO SAN RAMON*

NO SOLICITUD: **083C / 2015**  
FECHA DE RECEPCIÓN : **14 / Abril / 2015**  
FECHA DE ENTREGA : **19 / Mayo / 2015**

DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO : Asilo San Ramón - Tratamiento 3**

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
274-01 /2015	T E X T U R A	ARENA	42	%	Hidrómetro de Bouyoucos
274-02 /2015		ARCILLA	25	%	Hidrómetro de Bouyoucos
274-03 /2015		LIMO	33	%	Hidrómetro de Bouyoucos
274-04 /2015		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
274-05 /2015		GRAVA	10,9	%	Gravimetría
274-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
274-07 /2015	pH en agua 1:5	6,29	-	Potenciometría	
274-08 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,466	dS/m	Conductancia	
274-09 /2015	Capacidad de Intercambio Catiónico	14,20	meq/100 g	Volumetría	
274-10 /2015	Materia Orgánica	7,05	%	Walkley Black	
274-11 /2015	Nitrógeno total	0,52	%	Kjeldahl	

#### OBSERVACIONES,-

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad


#### CLASE TEXTURAL

F : Franco      Y : Arcilloso      FA : Franco Arenoso.      YL : Arcilloso Limoso  
L : Limoso      YA : Arcilloso Arenoso      AF : Arenosos Franco      FYL : Franco Arcilloso Limoso  
A : Arenoso      FYA : Franco Arcilloso Arenoso      FY : Franco Arcilloso      FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

## Anexo 12. Estudio físico químico tratamiento 4



**IBTEN**

**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGIA**  
 INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
 UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

### ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *ROXANA MAMANI ALIAGA* NO SOLICITUD: *083D / 2015*  
 PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,* FECHA DE RECEPCION : *14 / Abril / 2015*  
*Provincia MURILLO,* FECHA DE ENTREGA : *19 / Mayo / 2015*  
*Zona ACHUMANI, ASILO SAN RAMON*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO : Asilo San Ramón - Tratamiento 4*


N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
275-01 /2015	T E X T U R A	ARENA	38	%	Hidrómetro de Bouyoucos
275-02 /2015		ARCILLA	26	%	Hidrómetro de Bouyoucos
275-03 /2015		LIMO	36	%	Hidrómetro de Bouyoucos
275-04 /2015		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
275-05 /2015		GRAVA	12,6	%	Gravimetría
275-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
275-07 /2015	pH en agua 1:5	6,19	-	Potenciometría	
275-08 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,607	dS/m	Conductancia	
275-09 /2015	Capacidad de Intercambio Catiónico	13,31	meq/100 g	Volumetría	
275-10 /2015	Materia Orgánica	5,57	%	Walkley Black	
275-11 /2015	Nitrógeno total	0,36	%	Kjeldahl	


**OBSERVACIONES,-**

**CARBONATOS LIBRES; A:** Ausente, **P:** Presente, **PP:** Presente en gran cantidad

**CLASE TEXTURAL**

<b>F :</b> Franco	<b>Y :</b> Arcilloso	<b>FA :</b> Franco Arenoso.	<b>YL :</b> Arcilloso Limoso
<b>L :</b> Limoso	<b>YA :</b> Arcilloso Arenoso	<b>AF :</b> Arenosos Franco	<b>FYL :</b> Franco Arcilloso Limoso
<b>A :</b> Arenoso	<b>FYA :</b> Franco Arcilloso Arenoso	<b>FY :</b> Franco Arcilloso	<b>FL :</b> Franco limoso





RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia Casilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: [ibtent@entelnet.bo](mailto:ibtent@entelnet.bo) \* Página Web: [www.ibtent.gob.bo](http://www.ibtent.gob.bo)

## Anexo 13. Estudio físico químico tratamiento 5



### MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : ROXANA MAMANI ALIAGA

NO SOLICITUD: 083E / 2015

PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,

FECHA DE RECEPCION : 14 / Abril / 2015

Provincia MURILLO,

FECHA DE ENTREGA : 19 / Mayo / 2015

Zona ACHUMANI, ASILO SAN RAMON

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO : Asilo San Ramón - Tratamiento 5

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
276-01 /2015	T E X T U R A	ARENA	38	%	Hidrómetro de Bouyoucos
276-02 /2015		ARCILLA	25	%	Hidrómetro de Bouyoucos
276-03 /2015		LIMO	37	%	Hidrómetro de Bouyoucos
276-04 /2015		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
276-05 /2015		GRAVA	10,3	%	Gravimetría
276-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
276-07 /2015	pH en agua 1:5	6,30	-	Potenciometría	
276-08 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,441	dS/m	Conductancia	
276-09 /2015	Capacidad de Intercambio Catiónico	13,61	meq/100 g	Volumetría	
276-10 /2015	Materia Orgánica	7,02	%	Walkley Black	
276-11 /2015	Nitrógeno total	0,48	%	Kjeldahl	

OBSERVACIONES,-

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

#### CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso

FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso

L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso

AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso

A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso


FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

## Anexo 14. Estudio físico químico tratamiento 6



**IBTEN**

**MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA**  
INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
 UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

**INTERESADO :** ROXANA MAMANI ALLAGA  
**PROCEDENCIA :** Departamento LA PAZ,  
 Provincia MURILLO,  
 Zona ACHUMANI, ASILO SAN RAMON

**NO SOLICITUD:** 083F / 2015  
**FECHA DE RECEPCION :** 14 / Abril / 2015  
**FECHA DE ENTREGA :** 19 / Mayo / 2015

**DESCRIPCIÓN :** MUESTRA DE SUELO : Asilo San Ramón - Tratamiento 6


Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
277-01 /2015	T E X T U R A	ARENA	40	%	Hidrómetro de Bouyoucos
277-02 /2015		ARCILLA	25	%	Hidrómetro de Bouyoucos
277-03 /2015		LIMO	35	%	Hidrómetro de Bouyoucos
277-04 /2015		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
277-05 /2015		GRAVA	11,8	%	Gravimetría
277-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
277-07 /2015	pH en agua 1:5	6,30	-	Potenciometría	
277-08 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,317	dS/m	Conductancia	
277-09 /2015	Capacidad de Intercambio Catiónico	13,01	meq/100 g	Volumetría	
277-10 /2015	Materia Orgánica	7,12	%	Walkley Black	
277-11 /2015	Nitrógeno total	0,51	%	Kjeldahl	


**OBSERVACIONES,-**

**CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad**

**CLASE TEXTURAL**

<b>F :</b> Franco	<b>Y :</b> Arcilloso	<b>FA :</b> Franco Arenoso.	<b>YL :</b> Arcilloso Limoso
<b>L :</b> Limoso	<b>YA :</b> Arcilloso Arenoso	<b>AF :</b> Arenosos Franco	<b>FYL :</b> Franco Arcilloso Limoso
<b>A :</b> Arenoso	<b>FYA :</b> Franco Arcilloso Arenoso	<b>FY :</b> Franco Arcilloso	<b>FL :</b> Franco limoso

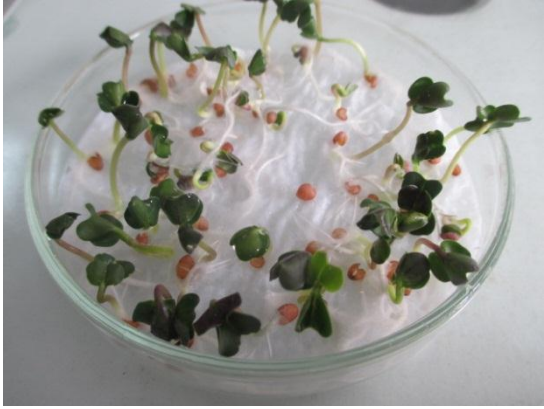




**RESPONSABLE DE LABORATORIO**  
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf.-2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibten@entelnet.bo \* Página Web: www.ibten.gob.bo

## Anexo 15.Fotografías



## Germinación en cajas Petri y en ambiente atemperado



## Desarrollo del cultivo a los 10 días de la siembra



**Altura de planta y desarrollo de raíz (derecha)**



**Medición de variables de respuesta**



**Cosecha y empaquetado de las raíces**