

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE ABONO LÍQUIDO ORGÁNICO EN LA
PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE NABO (*Brassica napus*) A CAMPO ABIERTO EN
EL MUNICIPIO DE ACHOCALLA**

MARINA MARIBEL PASCUAL QUISPE

La Paz – Bolivia

2015

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE ABONO LIQUIDO ORGÁNICO EN LA
PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE NABO (*Brassica napus*) A CAMPO ABIERTO EN
EL MUNICIPIO DE ACHOCALLA**

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

MARINA MARIBEL PASCUAL QUISPE

Asesor:

Ing. René Calatayud Valdez

Tribunal Examinador

Ing. M. Sc. Freddy Porco Chiri

Ing. M. Sc. Celia Fernández Chávez

Ing. M. Sc. Eduardo Chilon Camacho

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

2015

DEDICATORIA

De todo corazón a quien hizo posible que este trabajo de investigación se realice a DIOS quien fue mi maestro, mi compañero y mi amigo, a mis padres Heriberto Pascual y Teodora Quispe símbolo de nobleza, perseverancia y amor que dedican cada día todo su esfuerzo para lograr en mi este triunfo esperado, a mi punto de apoyo mi hermano, mis abuelos, además a mis familiares y amigos quienes me supieron apoyar en todo momento para poder finalizar una de las metas propuestas en mi vida.

MARINA MARIBEL PASCUAL QUISPE

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecer a mi asesor el Ing. René Calatayud, por haberme ayudado con sus concejos y sugerencias, estar en todo el proceso y etapas que se realizo en la elaboración de la presente investigación, a él de todo corazón mil gracias.

También agradecer a mis revisores Ing. Freddy Porco Chiri, Ing. Celia Fernández Chávez y al Ing. Eduardo Chilon Camacho por haberme dado todas las sugerencias necesarias y estar en cada etapa del presente trabajo.

A la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía, Carrera Ingeniería Agronómica por haberme acogido para realizar mi sueño más anhelado el de ser Ingeniero Agrónomo.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
Índice General	i
Índice de Cuadros	vi
Índice de Mapa y Figuras	vii
Índice de Anexos	viii
Resumen	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 objetivos Específicos	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Horticultura	4
3.2 Abono Orgánico	4
3.2.1 Características del abono orgánico	5
3.2.2 Definición del estiércol	5
3.3 Definición del abono liquido (te de estiércol)	6
3.4 Características del té de estiércol	7
3.4.1 Funciones del té de estiércol	7
3.4.2 Ventajas del abono liquido	8
3.4.3 Desventajas del abono liquido	8
3.5 Cultivo de nabo (<i>Brassica napus</i>)	9
3.5.1 Origen	9
3.6 Taxonomía	9
3.7 Morfología del cultivo de nabo	10
3.8 Variedades de nabo	11

3.9 Utilización	11
a) Beneficios para la salud	11
3.10 Composición química	12
3.11 Exigencias climáticas y edáficas	13
3.11.1 Temperatura	13
3.12 Precipitación pluvial y humedad relativa	14
3.12.1 Suelos	14
3.13 Practicas agronómicas	14
3.13.1 Preparación de terreno	14
3.14 Fertilización	15
3.14.1 Fertilización orgánica	16
3.14.2 Fertilización química	16
3.15 Siembra	16
3.15.1 Época de siembra	16
3.15.2 Calidad de semilla	17
3.15.3 Densidad de siembra	18
3.15.4 Rendimiento	18
3.16 Labores culturales	19
3.16.1 Raleo	19
3.16.2 Riego	19
3.16.3 Escarda y aporque	20
3.16.4 Control de malezas	20
3.17 Cosecha o recolección	21
3.18 Plagas y enfermedades	21
3.18.1 Plagas	21
3.18.2 Enfermedades	22
3.19 Desordenes fisiológicos	22
3.19.1 Bifurcaciones en la raíz	22
3.19.2 Agrietamiento de las raíces	22
3.19.3 Formación de huecos	23
3.19.4 Presencia de manchas	23

3.19.5 Deficiencia de boro	23
3.20 Conservación	24
3.21 Costos de producción	24
4. MATERIALES Y MÉTODOS	26
4.1 Descripción de la zona de estudio	26
4.1.1 Ubicación geográfica	26
4.1.2 Pisos ecológicos	26
4.2 Materiales	32
4.2.1 Material vegetal	32
4.2.1.1 Variedad	32
4.2.2 Insumos	32
4.2.3 Equipos y herramientas	33
4.3 Procedimiento experimental	33
4.3.1 Diseño experimental	33
4.3.1.1 Tratamientos	34
4.3.2 Características del campo experimental	34
4.3.2.1 Diseño experimental	34
4.3.2.2 Unidad experimental	34
4.3.2.3 Bloque experimental	34
4.3.2.4 Croquis de campo	35
4.4 Método de campo	35
4.4.1 Determinación de la calidad de suelo	35
4.4.2 Preparación del terreno	36
4.4.3 Siembra	36
4.4.4 Aplicación del abono líquido orgánico	36
4.4.5 Labores culturales	37
4.4.5.1 Riego	37
4.4.5.2 Raleo	37
4.4.5.3 Control de malezas	37
4.4.5.4 Escarda y aporque	38

4.4.5.5 Prevención fitosanitaria	38
4.4.5.6 Cosecha	38
4.5 Variables de estudio	39
4.5.1 Variables agronómicas	39
4.5.1.1 Altura de planta	39
4.5.1.2 Índice de área foliar	39
4.6 Variedades Morfológicas	39
4.6.1 Numero de hojas	39
4.6.2 Longitud de raíz	40
4.6.3 Diámetro de raíz	40
4.7 Variedades fenológicas	40
a) Tiempo de emergencia	40
b) Tiempo de emergencia a la aparición del primer par de hojas verdaderas	40
c) Tiempo de aparición del primer par de hojas verdadera a la hinchazón de la raíz	40
d) Tiempo de hinchazón de la raíz a la cobertura foliar completa	41
e) Tiempo de cobertura foliar completa a la maduración de cosecha	41
4.8 Rendimiento	41
4.9 Variables edafológicas	42
a) Análisis físico del S°	42
b) Análisis químico del S°	42
c) Análisis físico químico del abono liquido (té de estiércol)	42
4.10 Evolución económica	43
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	44
5.1 Características del abono liquido orgánico (te de estiércol)	44
5.2 Variables de estudio	44
5.2.1 Variables agronómicas	44
5.2.1.1 Análisis de varianza para la altura de planta	44
5.2.1.2 Análisis de varianza para índice de área foliar (IAF)	48

5.2.2 Variables morfológicas	50
5.2.2.1 Análisis de varianza para el numero de hojas	50
5.2.2.2 Análisis de varianza para la longitud de raíz	53
5.2.2.3 Análisis de varianza para el diámetro de raíz	55
5.2.2.4 Análisis de varianza rendimiento/m ²	58
5.2.3 Variables fenológicas	61
5.2.3.1 Tiempo de emergencia	62
5.2.3.2 Tiempo de emergencia a la aparición del primer par de hojas verdaderas	62
5.2.3.3 Tiempo de aparición del primer par de hojas verdaderas a la hinchazón de la raíz	63
5.2.3.4 Tiempo de hinchazón de la raíz a la cobertura foliar completa	63
5.2.3.5 Tiempo de cobertura foliar completa a la maduración de cosecha	64
5.2.4 Plagas y enfermedades	64
5.2.5 Variables edafológicas	65
5.2.5.1 Efecto del abono liquido orgánico en el suelo	65
5.2.5.1.1 Comparación del suelo de antes de la siembra y después de la cosecha del cultivo de nabo	65
5.2.5.1.2 Comparación de datos obtenidos por tratamientos	66
5.2.6 Análisis económico	66
6. CONCLUSIONES	68
7. RECOMENDACIONES	69
8. BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	Pág.
Cuadro Nº 1	Valor nutritivo del cultivo de nabo	12
Cuadro Nº 2	Especies que existen en el Municipio de Achocalla	28
Cuadro Nº 3	Características del cultivo de nabo	32
Cuadro Nº 4	Características del té de estiércol	32
Cuadro Nº 5	Cantidad utilizado del té de estiércol	35
Cuadro Nº 6	Fecha de siembra del cultivo de nabo	36
Cuadro Nº 7	Fechas de aplicación del té de estiércol	37
Cuadro Nº 8	Principales malezas observadas en el área de estudio	38
Cuadro Nº 9	Resultados obtenidos del té de estiércol	44
Cuadro Nº 10	Análisis de varianza para altura de planta	45
Cuadro Nº 11	Prueba Duncan para altura de planta al 5% de error	46
Cuadro Nº 12	Análisis de varianza para índice de área foliar	48
Cuadro Nº 13	Prueba Duncan para índice de área foliar al 5% de error	49
Cuadro Nº 14	Análisis de varianza para número de hojas	50
Cuadro Nº 15	Prueba Duncan para número de hojas al 5% de error	51
Cuadro Nº 16	Análisis de varianza para longitud de raíz	53
Cuadro Nº 17	Prueba Duncan para longitud de raíz al 5% de error	54
Cuadro Nº 18	Análisis de varianza para diámetro de raíz	55
Cuadro Nº 19	Prueba Duncan para diámetro de raíz al 5% de error	56
Cuadro Nº 20	Análisis de varianza para el rendimiento t/ha	58
Cuadro Nº 21	Prueba Duncan para la producción/m ² al 5% de error	59
Cuadro Nº 22	Rendimiento del cultivo por unidad experimental	60
Cuadro Nº 23	Ciclo agrícola del cultivo de nabo.	62
Cuadro Nº 24	Días de emergencia a la aparición del primer par de hojas	63
Cuadro Nº 25	Tiempo de aparición del primer par de hojas verdaderas a la hinchazón de la raíz	63

Cuadro Nº 26	Tiempo de la hinchazón de la raíz a la cobertura foliar	63
Cuadro Nº 27	Tiempo de cobertura completa a la maduración de cosecha	64
Cuadro Nº 28	Comparación del suelo antes y después de la cosecha	66
Cuadro Nº 29	Comparación del suelo por tratamientos	66
Cuadro Nº 30	Análisis económico del cultivo de nabo variedad cuello violeta globo blanco	67

ÍNDICE DE MAPA Y FIGURAS

Mapa	Descripción	Pág.
Mapa Nº 1	Ubicación geográfica del municipio de Achocalla	33

Figura	Descripción	Pág.
Figura Nº 1	Disposición de las unidades experimentales	37
Figura Nº 2	Muestreo de suelo	37
Figura Nº 3	Muestras identificadas	37
Figura Nº 4	Tamaño ideal para la cosecha o recolección	41
Figura Nº 5	Se observa cómo se realiza el pesado del cultivo	44
Figura Nº 6	Diferencias estadísticas de la altura de planta	50
Figura Nº 7	Diferencia estadística del área foliar de los tratamientos	53
Figura Nº 8	Diferencia estadística del número de hojas por tratamientos	56
Figura Nº 9	Diferencia estadística de la longitud de raíz de los tratamientos	59
Figura Nº 10	Diferencia estadística del diámetro de raíz de los tratamientos	62
Figura Nº 11	Diferencia estadística del rendimiento /m ² por tratamiento	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Análisis físico químico de suelos	A
Anexo 2	Calculo de oferta del suelo	A
Anexo 3	Análisis físico químico de abono	
Anexo 4	Calculo de abono orgánico liquido (te de estiércol)	A
Anexo 5	Análisis físico químico de suelos después de la cosecha	A
Anexo 6	Análisis físico químico de suelo después de la cosecha T 1	A
Anexo 7	Análisis físico químico de suelo después de la cosecha T 2	A
Anexo 8	Análisis físico químico de suelo después de la cosecha T 3	A
Anexo 9	Tabla de niveles críticos para interpretación de fertilidad de suelo en base al análisis de laboratorio	A
Anexo B – 1	Costos de producción del cultivo de nabo por hectárea (Bs)	B
Anexo C	Fotografías	

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Municipio de Achocalla tercera Sección Municipal de la Provincia Murillo, Departamento de La Paz, que se encuentra entre los paralelos 16°33' y 16°37' de latitud sur y 68°06' y 68°11' longitud oeste, a una altura promedio de 3600 a 4200 m.s.n.m. ubicado a una distancia aproximada de 34 km. de la ciudad de La Paz.

El objetivo del presente trabajo de investigación, fue evaluar el efecto de tres niveles de aplicación del abono líquido orgánico (té de estiércol) en la producción del cultivo de nabo (*Brassica napus L.*) con la finalidad del efecto que podría causar en el suelo como también en el cultivo de nabo.

Para tal efecto se utilizó el "Diseño de bloques completamente al azar" en el cultivo de nabo la variedad de cuello violeta globo blanco que fue utilizada y proporcionada por el semillero "DALIA" que se empleó en cuatro bloques, cuatro repeticiones y tres tratamientos, la unidad experimental fue de 2 m de largo y 0.75 m de ancho lo cual nos da un total de 1.5m² de cada unidad experimental y área útil; en el que se determinó el efecto de la aplicación del té de estiércol en diferentes niveles aplicados directamente al cultivo de nabo.

El ciclo agrícola del cultivo de nabo fue de 96 días, el tratamiento 3 fue el que mejor asimiló los nutrientes del té de estiércol debido a que obtuvo un mayor número de hojas, mayor altura de planta, mayor diámetro de raíz, mejor longitud de raíz y mejor rendimiento seguido de tratamiento 2, tratamiento 1 y testigo 0 respectivamente.

Por otro lado los de mayores rendimientos de raíz del cultivo fue el tratamiento 3 (2 L té de estiércol/1 agua), con 115 t/ha, tratamiento 2 (1/2 L té de estiércol/1 agua), con 86

t/ha, el tratamiento 1 (1 L te de estiércol/1agua), con 84 t/ha y por último el testigo (0 de té de estiércol) con 74 t/ha.

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo se explotan y consumen alrededor de 120 especies hortícolas. En América del sur, Perú, Ecuador y Bolivia se encuentran los centros productores de Hortalizas en los cuales se encuentran 62 especies cultivadas. El cultivo y consumo en América es desde tiempos pre – colombino siendo las especies más conocidas en ese entonces el ají, tomate, brócoli, acelga y diversas especies de crucíferas los cuales ocupan un lugar importante en la dieta alimenticia.

En la actualidad en el mundo entero; la agricultura orgánica viene adquiriendo gran importancia social, por la seguridad que ofrece a la salud humana y al medio ambiente. Así una agricultura intensiva bajo estas condiciones exige la ocupación de mano de obra permitiendo ingresos a corto plazo ante la demanda creciente del consumidor.

El cultivo de hortalizas en Bolivia constituye una práctica habitual, especialmente en las regiones de los valles, sin embargo existen varios factores técnicos y de manejo que inciden en el rendimiento de los cultivos evitando una óptima producción. Así también la falta de información básica respecto al comportamiento agronómico de las especies. Sin embargo la producción de esta hortaliza así como la producción agrícola en general son afectadas por factores adversos que hacen que sea disminuida en calidad y cantidad.

Los abonos orgánicos líquidos se obtienen por la transformación del estiércol del animal y los restos de cosecha, su tratamiento conduce a la formación de abonos líquidos este tipo de abonos nos permiten obtener fertilizantes eficaces, altamente ricos en N, P, K que son necesarios para la planta.

El nabo es una hortaliza que se adapta muy bien a los climas fríos. Pertenece a la familia de las Crucíferas, que engloba 380 géneros y unas 3.000 especies propias de regiones templadas o frías del hemisferio norte. La importancia de esta familia de hortalizas, a la que también pertenecen las coles y los berros, reside en que contienen compuestos de azufre considerados como potentes antioxidantes que ayuda a prevenir las enfermedades.

Respecto al cultivo de nabo en el Municipio de Achocalla, particularmente en la Comunidad de Pucarani, no se tiene mucho conocimiento debida a que esta actividad está dada a pequeñas superficies y en algunas familias sin ningún tipo de manejo. El presente trabajo tubo como base la tesis realizada por Huallpa (2010). Que realizo un trabajo del comportamiento productivo de variedades de nabo con diferentes abonos orgánicos en el altiplano norte de La Paz.

El presente trabajo de investigación plantea como una alternativa la producción de nabo con la aplicación de abono líquido orgánico en este caso el té de estiércol. Es un cultivo que constituye en la alimentación básica para las familias tanto en el campo como en la ciudad.

La agricultura es una práctica básica del hombre y la producción hortícola ha permitido cultivar especies para la alimentación humana. En la actualidad existe uso de fertilizantes químicos los cuales son aplicados en exceso, sin respetar la dosis adecuada para cada cultivo por esa razón existe la degradación de los suelos que va incrementando cada vez más.

El Municipio de Achocalla tiene vocación hortícola y siendo la única fuente de ingreso económico son con la actividad productiva de algunos cultivos (leguminosas y hortalizas). Con una alternativa para la producción intensiva, se pone a consideración el cultivo de nabo con la variedad más consumida por la población, teniendo en cuenta la relación B/C de cada variedad de estudio.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de tres niveles de abono líquido orgánico en la producción del cultivo de nabo (*Brassica napus*) a campo abierto en el Municipio de Achocalla.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de nabo (*Brassica napus*) con la aplicación del té de estiércol a campo abierto en el Municipio de Achocalla.
- Comparar el efecto en la aplicación del abono líquido orgánico en el cultivo de nabo.
- Realizar el análisis beneficio/costo.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Horticultura

Según Porco y Terrazas, (2009), la palabra horticultura deriva de la voz griega “Hortus” que significa Huerta; por tanto la horticultura se refiere a los cultivos que se realizan en las huertas. Comprende tres ramas: la fruticultura, floricultura y la olericultura, esta última que abarca el estudio de las hortalizas. Aunque normalmente el término de horticultura se emplea para el estudio de hortalizas.

Para Ramírez, (2007), la horticultura es una rama de la agricultura que se ocupa del cultivo de las hortalizas en general, como la cebolla, zanahoria, tomate, repollo, betarraga, lechuga, coliflor, rabanitos, nabo y diferentes leguminosa.

En la actualidad se ha comprobado que el incremento de beneficios y logros en la producción de hortalizas depende principalmente del satisfactorio abastecimiento de semillas. La producción de las mismas juega un papel muy importante en la distribución de plantas hortícolas, porque tienen la finalidad de ser utilizadas en la reproducción, más que su empleo como semillas de consumo (Raymond, 1989).

3.2 Abono Orgánico

Es todo abono natural, que aporta abundante materia orgánica al suelo para mejorar sus propiedades químicas y/o físicas; aumentando la fertilidad y regenerando la estructura de la tierra (AOPEB, 2010).

Constituyen un grupo muy diverso de materiales procedentes de residuos de animales y vegetales transformados y que presenta un contenido muy alto de materia orgánica (Chilon, 1997).

Los abonos orgánicos pueden considerarse como base de la fertilización ya que al componerse de residuos vegetales y animales contiene sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas. El nitrógeno de estos abonos se mineralizan paulatinamente siendo una fuente lenta y continua de este elemento evitando así su pérdida (Agruco, 1998).

3.2.1 Características del abono orgánico

Galarza (2003), indica que el estiércol, purín, turba, fecales, gallinaza, compost, desperdicios domésticos, abonos verdes, se refieren a los abonos orgánicos es el estiércol que se encuentra difundido por todas partes. Bajo la denominación de abonos orgánicos, se incluyen todas las sustancias orgánicas de origen animal, vegetal o una mezcla de ambos que se añade al suelo con el objeto de mejorar su fertilidad, el abono orgánico constituye una de las técnicas tradicionales y eficientes para mejorar los cultivos.

Por otra parte Tambillo (2002), menciona que aparte de proveer nitrógeno y otros nutrientes, el uso de abonos orgánicos también mejora las características del suelo otorgándole mayor capacidad de retención de agua, elementos minerales nutritivos, además favorece el crecimiento de las plantas y sus procesos vitales, modificador de la flora microbiana útil, enmienda mejoradora de las propiedades físicas del suelo.

Galarza (2006), indica que los abonos, son sustancias constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar las características físicas, biológicas y químicas, esta clase de abono no solo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que también influyen en la estructura del suelo.

El mismo autor señala que el abonamiento retribuye los elementos nutritivos extraídos por los cultivos con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes, el uso de abonos orgánicos se recomienda sobre todo en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada.

3.2.2 Definición del estiércol

Laura, (1999), define el estiércol como al residuo de la ganadería compuestos principalmente de excremento de animales, además en dependencia de las condiciones concretas de las granjas, en la composición del estiércol puede entrar la cama de los animales, por este síntoma se distinguen el estiércol corriente de cama y el estiércol semilíquido sin cama.

Sequilanda (2007), afirma que el estiércol es un desecho proveniente de las granjas pecuarias, los cuales se consideraron por mucho tiempo como un subproducto de gran valor, en la actualidad son recogidos y usados con éxito en muchas partes del mundo, el valor de estos estiércoles depende de su contenido en nutrientes para las plantas tales como macro y micro nutrientes, y su efectividad como agente conservador y construcción del suelo.

Los estiércoles son material energético y fuente nutritiva para los microorganismos del suelo, además el estiércol son de por sí muy ricos en micro flora, y junto con ello entra al suelo gran cantidad de microorganismo, debido a esto, el estiércol intensifica en el suelo la actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno, amonificadores, nitrificador y otros (Huallpa, 2010).

3.3 Definición del abono líquido (te de estiércol)

Los abonos líquidos son los desechos que resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles. Funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas, se ha comprobado que aplicados foliar - mente a los cultivos de alfalfa, papa y algunas hortalizas en concentraciones de 20 y 50% se estimula el crecimiento, mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de la planta para favorecer el desarrollo radicular (Chilon, 1997).

Los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos, estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo (AOPEB 2010).

Tambillo (2002), afirma que el estiércol es el abono orgánico completo que contiene todos los elementos indispensables para las plantas, la accesibilidad de nutrientes del estiércol para las plantas, depende de su composición, grado de descomposición antes de la aplicación, de la velocidad de mineralización después de enterrado en el suelo.

3.4 Características del té de estiércol

De acuerdo a AOPEB (2010), el estiércol es el excremento de los animales que resultan como desecho del proceso de digestión de los alimentos que consumen.

Pujro (2002), afirma que el estiércol de los tres elementos esenciales en la nutrición de la planta, el potasio es el que se encuentra en mayor proporción y además en la forma más móvil es característico que el potasio en el estiércol esta presentado en la forma sin cloro y por eso tiene mayor ventaja que el potasio de los abonos minerales que contiene cloro, el potasio del estiércol y de fertilizantes minerales es asimilado por el primer cultivo de manera semejante entre el 60 a 70% de la cantidad aplicada.

Según Paye (2006), indica que la descomposición y los cambios producidos en sus constituyentes específicos, depende en gran parte de la naturaleza y composición del abono y de las condiciones bajo las cuales dicha descomposición tiene lugar. En los distintos procesos de la descomposición de los abonos de establo, la importancia del estiércol puede considerarse desde el punto de vista.

- La formación de humus mediante la descomposición de la materia orgánica.
- La formación de complejos nitrogenados de la cedula microbiana mediante los productos liberados en los procesos de oxidación, reducción y síntesis.

3.4.1 Funciones del té de Estiércol

AOPEB (2010), indica las siguientes funciones del té de estiércol:

- ❖ Aporte de nutrientes suelo – planta
- ❖ Incremento de la retención de humedad
- ❖ Mejora la actividad biológica del suelo
- ❖ Incrementa la fertilidad del suelo
- ❖ Inhibe el ataque de plagas y enfermedades

3.4.2 Ventajas del abono liquido

Los abonos líquidos orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y en caso de su utilización correcta elevan de manera acusada la cosecha de los cultivos agrícolas (Huallpa, 2010).

Es un fertilizante líquido que mejora la actividad biológica del suelo generando una mayor resistencia y producción de las plantas debido a un funcionamiento más equilibrado del vegetal (Restrepo, 2000).

Mismo autor menciona que el té de estiércol también es como hormona vegetal que al ser aplicada aumenta el número y calidad de las raíces de diversas plantas, mejorando e incrementando su capacidad de nutrición y su resistencia a las condiciones del medio además aplicado sobre la planta repele a muchos insectos que pueden causar daño al cultivo.

Estas propiedades se deben a la riqueza en microorganismos y sustancias naturales que contiene la boñiga fresca obtenida de vacas sanas alimentadas con pastos sin fertilización química ni plaguicidas. (AOPEB, 2010).

3.4.3 Desventajas del abono liquido

A diferencia de los fertilizantes minerales, los abonos líquidos orgánicos por el contenido de sustancias nutritivas son mucho menos concentrados (Pujro, 2002).

Con el empleo solo de abonos orgánicos la correlación entre los nutrientes en ellos pueden ser lo que se necesita para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas (AOPEB, 2010).

Tambillo (2002), menciona que es necesario tener en cuenta que gran parte de las sustancias nutritivas de los abonos orgánicos, incluyendo el estiércol, se hace asimilable para las plantas solo a medida de su mineralización.

3.5 Cultivo de nabo (*Brassica napus*)

3.5.1 Origen

Ruano (1999), considera que su origen tuvo lugar en dos sitios diferentes, uno en el área mediterráneo y otro en una zona que abarca territorio de Afganistán y Pakistán. Las primeras referencias a esta especie proceden de China. También lo conocían los antiguos griegos y romanos. En la edad media se cita en los herbarios europeos y era frecuente encontrar en los huertos de los monasterios. Su presencia en el continente americano es reciente; al parecer lo llevaron emigrantes procedentes de Europa. En la actualidad se produce en las regiones templadas y frías de todo el mundo.

Por su parte AOPEB (2010), menciona que el nabo deriva de plantas silvestres en el N. O. de Europa y Escandinavia, aunque también se ha propuesto como posible centro de origen Asia Central. Desde estas zonas se ha extendido por todo el mundo.

El nabo ha sido hasta la llegada de la patata desde el Nuevo Mundo una hortaliza de importancia básica en Europa, y de hecho cumplía una función similar en la alimentación, como ingrediente de asados, guisos, purés, o simplemente como guarnición de numerosos platos (Ramírez, 1992).

3.6 Taxonomía

La descripción taxonómica del nabo según Maroto (1995), es la siguiente:

Reino.....Plantae
Sub reino.....Embryobionta
División.....Magnoliophyta
Clase.....Magnoliopsida
Orden.....Capparidales
Familia.....Cruciferae
Género.....Brassica
Especie.....*Brassica napus*
Nombres Comunes.....Nabo y Colza

3.7 Morfología del cultivo de nabo

Ruano (1999), afirma que el cultivo de nabo presenta las siguientes características morfológicas:

Se trata de una planta bianual, de raíz tuberosa. El tallo tiene la base carnosa, engrosada en forma de tubérculo y puede llegar a medir más de 1,5 m de altura. Las hojas de la base y las de la parte superior son dentadas; las primeras, lobuladas o con forma de lira y provistas de peciolo, las superiores, lanceoladas y con el borde dentado. Las flores se sitúan a la misma altura del racimo, tienen de 1,5 a 2 cm de diámetro y los pétalos de color amarillo.

Los frutos de forma alargada, están formados por una especie de vainas (silicuas) casi cilíndricas de 5 a 10 cm de longitud, con pico de 1 a 2 cm, pedicelo de 1 a 3 cm y hasta 20 semillas por lóculo, las semillas presentan una forma globosa, tienen de 2 a 2,5 mm de diámetro y son ligeramente angulosas y reticuladas o recubiertas de alveolos, de un color que varía de castaño a rojizo o puede ser negruzco.

El nabo es una especie diploide con un número básico de cromosomas ($2n = 20$ cromosomas). Es una especie de ciclo biológico bienal. Presenta raíz pivotante, engrosada en la parte superior y unida a una porción del tallo, también engrosada, formada una sola unidad, que corresponde al órgano de consumo de la especie. Este órgano presenta un gran polimorfismo, pudiendo agruparse en dos tipos varietales distintos: nabo globoso o achatado y nabo alargado (Serrano, 2000).

Según Huallpa (2010), menciona que la coloración varía normalmente entre blanco y rojo y presenta por lo común pulpa blanca o amarillenta. El color rojo de la raíz es producido por la antocianina, la que se halla presente en células exteriores de la corteza: el verde lo producen los cloroplastidios encontrados en el parénquima y el amarillo es un pigmento presente en células corchosas en la periferia.

Por otro lado, presenta un ciclo biológico diferente al de la mayoría de las hortalizas, motivo por el cual podemos aprovechar para su cultivo los espacios de la huerta que dejan otras plantas. Por todo ello, existen pocas disculpas para no sembrar unas cuantas

semillas de esta crucífera de tubérculo, hasta hace poco casi despreciada y desplazada por la patata, y así ampliar nuestra dieta de vegetales siempre tan sana desde cualquier punto de vista (Pujro, 2002).

3.8 Variedades de nabos

Ruano (1999), indica que las variedades cultivadas se clasifican por la forma de las raíces. Citaremos las siguientes:

- **De estructura radicular alargada:** virtudes, virtudes – martillo, Nantais semilargo de Croissy raza Paros, Fuencarral y blanco alargado esta última que se produce en zonas tropicales.
- **De estructura radicular redondeada:** cuello violeta globo blanco, bola de nieve, rojo de Milán, bola de oro, just right (hibrido), de Nancy, shogoin, supertop bency y rojo redondo.

3.9 Utilización

Ruano (1999), acota que el nabo se cultiva tanto las raíces como también sus hojas, las raíces se utilizan, por lo general en sopas y ensaladas, después de haberla cocido. Las hojas consumirlas crudas envueltos y cocidas. Las variedades forrajeras se emplean en la alimentación de ganado.

Por otra parte Galicia (1999), afirma que la raíz de nabo tiene numerosísimas utilidades unas para el consumo humano y otras para alimentación del ganado. Es un alimento gastronómicamente poco relevante, mero acompañante de otros vegetales en sopas y menestras, pero su valor dietético es evidente, debido a su alto aporte vitamínico y a su elevado contenido en fibra vegetal, que favorece el tránsito intestinal e impide o disminuye la absorción de colesterol.

a) Beneficios para la salud del cultivo de nabo: Nabos se utilizan en el tratamiento de la artritis y son buenos antioxidantes, sino que reduce el riesgo de obesidad, presión arterial alta, diabetes y cánceres de estómago, páncreas, vejiga y pulmón.

Reporte publicado en el DIARIO (2001), informa que el consumo de verduras y naranjas es el mejor defensa contra las enfermedades cardiacas y la hipertensión. Al respecto el Dr. Franz Speizer, de la Escuela de Medicina de la Universidad de Harvard, manifestó que se ha podido confirmar que el consumo de crucíferas (nabo, col y brócoli) esta “vinculada a un menor riesgo de enfermedades coronarias y embolias”.

3.10 Composición química

Lorente (1997) indica que el cultivo de nabo se caracteriza por tener grandes cantidades de vitaminas y minerales en las raíces como también en las hojas por lo cual es importante su consumo en la alimentación, sus principales componentes nutritivos se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Valor nutritivo del cultivo nabo.

Composición por 100 gramos de porción comestible

Energía (kcal)	24,7
Agua (ml)	90,5
Proteínas (g)	0,8
Hidratos de carbono (g)	5
Fibra (g)	2,8
Potasio (mg)	240
Yodo (mcg)	20
Fosforo (mg)	34
Vitamina C (mg)	23

Fuente: Elaboración propia descrito en base a Lorente (1997).

Según VIDA SANA (2001), la vitamina C además de poseer una potente acción antioxidante, interviene en la formación de colágeno, huesos, dientes y glóbulos rojos. Asimismo favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones.

El calcio de estas raíces no se asimila apenas en relación con los lácteos y otros alimentos ricos en dicho mineral.

El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, además de regular el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula.

El yodo es indispensable para el buen funcionamiento de la glándula tiroides, que regula el metabolismo. El fósforo juega un papel importante en la formación de huesos y dientes, al igual que el calcio, y participa en procesos de obtención de energía del organismo (Serrano, 2000).

Pujro (2002), menciona que es importante tener en cuenta que las hojas del nabo o grelos son más nutritivas que el propio nabo. Los grelos aportan casi el doble de proteínas y de fibra que la raíz y mucho calcio, contiene cantidades varias veces superiores a las del nabo de provitamina A o beta – caroteno, vitamina C y folatos. El beta-caroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita y posee una acción antioxidante.

La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico.

3.11 Exigencias climáticas y edáficas

3.11.1 Temperatura

Ruano (1999), señala que el nabo es una hortaliza de clima fresco, pero no soporta las heladas repetidas. Se puede cultivar en cualquier región, incluso en el área tropical, si se aprovecha la época más fría del año, o en zonas altas, pero procurando siempre que disponga de suficiente agua.

Según Maroto (1995), indica que el cultivo de nabo requiere un clima fresco y húmedo; el calor estival afecta negativamente a este cultivo y es una planta exigente en agua. Existen variedades que pueden soportar heladas ligeras; en algunos casos, la incidencia de bajas temperaturas puede inducir la subida a flor prematura, aunque se trate de una planta bianual, pudiendo así mismo ser la sequía la causa de una “subida prematura”.

El cultivo de nabo no da bien en climas cálidos, en los cuales tienden a florecer en seguida, prefiere los templados y aun fríos húmedos. Requiere cielo brumoso y atmosfera húmeda (Ramírez, 1992).

3.12 Precipitación Pluvial y Humedad Relativa

Según Serrano (2000), indica que el cultivo de nabo puede desarrollarse a partir de 400 mm de lluvia, siempre que se encuentre bien repartido. Le perjudican un estancamiento prolongado de aguas sobre terrenos y presenta, además resistencia a la sequía invernal. En cambio responde muy bien a lluvias abundantes de primavera en la floración y en el cuajado del fruto (para obtención de semilla).

3.12.1 Suelos

Laura (1999), enfatiza que para un buen desarrollo de la raíz en forma y tamaño se recomienda el cultivo en suelos frescos, de textura media incluso algo arcilloso, aunque no en exceso. Los suelos muy pesados no permiten el cultivo de esta especie.

Chilon (1997), indica que los suelos excesivamente ligeros, pedregosos o con un contenido en caliza excesiva originan raíces fibrosas y de mal sabor; el pH óptimo está entre 6,5 a 7,0.

Por otro lado Tito (1997), acota que el sabor, tamaño y dureza de los nabos varía mucho según el terreno donde se los cultiva, incluyendo también el clima y la humedad. Esta hortaliza aprovecha bien la fertilidad del suelo y nunca debe ser cultivada en tierra que haya sido estercolada recientemente, pero si conviene hacerlo en un terreno que haya sido bien abonada con suficiente anticipación.

3.13 Practicas Agronómicas

3.13.1 Preparación del terreno

SEMTA (1995), indica que la preparación del terreno se hace con el fin de dejar en suelo en las mejores condiciones posibles para su cultivo y se tiene las siguientes acciones:

- ❖ Favorece la germinación de la semilla
- ❖ Favorece el desarrollo radicular
- ❖ Mejora su aireación
- ❖ Facilita las operaciones de cultivos posteriores
- ❖ Incorpora y destruye las malezas destruye insectos (huevos, pupas y larvas).
- ❖ Favorece la vida microbiana aumentando la actividad química

Para lograr una buena implantación del cultivo es necesario contar con una adecuada “cama” de siembra, suelo mullido, sin grandes terrones ni rastrojo sin descompones, sin capas densas que dificultan el desarrollo de raíces y con una adecuada humedad que permita una rápida germinación y emergencia de las plántulas (ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA, 1995).

AOPEB (2010), indica que los terrenos donde se va a sembrar el cultivo de nabo, deben estar bien abonados y así se van a obtener nabos dulces y de buena calidad. Conviene implementar mantillo bien descompuesto o cultivarlos en terrenos abonados con estiércol el año precedente. A su vez Noza et al. (1995), argumenta al respecto que el cultivo requiere suelos mullidos y sueltos con buena aireación.

3.14 Fertilización

Van Haeff (1997), indica que las hortalizas necesitan gran cantidad de nutrientes debido a su rápido desarrollo y a su corto periodo vegetativo. Por esto, para la explotación intensiva, en horticultura se requiere aplicaciones abundantes y frecuentes.

Según Lorente (1997), sostiene que la incorporación al suelo los elementos nutritivos necesarios para un buen desarrollo del cultivo se obtienen mayores rendimientos.

Por otra parte Pujro (2002), menciona que los fertilizantes en las hortalizas se deben usar en cantidades necesarias, dependen de la reserva y disponibilidad de nutrientes en el suelo, y también de la clase de hortaliza que se va cultivar.

3.14.1 Fertilización Orgánica

Palomino (2010), menciona que la fertilización orgánica es una alternativa para la agricultura en el cual el cultivo de nabo es sensible a las aportaciones recientes de estiércol; es aconsejable incorporarlo en el cultivo anterior. Lo recomendable abono de 40 Kg de N; 128 Kg de P₂ O₅ y 164 Kg de K₂ O.

Sin embargo AOPEB (2010), señala que la cantidad de materia orgánica a aplicarse es de 18 a 20 t/ha, con dosis de fertilización de 80 – 60 – 20 NPK; esto con bastante anticipación a la siembra.

3.14.2 Fertilización Química

Suquilanda (2007), considera que el abono mineral se incorpora por medio de una labor complementaria. Las dosis a emplear son: 200kg/ha de nitrato de amonio, 500 kg/ha de superfosfato de cal, y 250 kg/ha de sulfato potásico.

Según Tiscornia (1982), recomienda utilizar abono preferentemente potásico y nitrogenado; así, aparte del abono orgánico a partir del estiércol que debe ser bien distribuido en dosis de 50 metros cúbicos/ha unos 3 meses antes de la siembra. También se puede aplicar abonos artificiales de acuerdo a la siguiente fórmula: nitrato de sodio, 200 kg; sulfato de potasio, 250 kg; escorias Thomas, 400 kg para toda una hectárea.

López (1994), reporta algunas dosis de fertilización mineral para el cultivo de nabo de 8 – 24 – 24 de NPK y de 8 kg/ha de superfosfato, 6 kg/ha de nitrato de sodio y 8 kg de cloruro de potasio.

3.15 Siembra

3.15.1 Época de siembra

López (1994), mencionado por Pujro (2002), indica que el nabo puede sembrarse todo el año en zonas de clima templado, preferentemente en primavera u otoño.

En cambio Tiscornia (1982), menciona que en Perú en prácticas realizadas en la Universidad Nacional Agraria “La Molina” el nabo puede cultivarse en otoño, invierno y primavera.

Pascual (2013), menciona que en las zonas altas, se recomienda iniciar la siembra desde el mes de septiembre hasta fines de diciembre, siempre con adición de agua de riego en prolongadas sequias; en cambio en los valles (con disponibilidad de riego) la siembra puede realizarse todo el año. En el Altiplano Norte y Central también se puede cultivar esta hortaliza en época de lluvia asociada con haba o quinua; en época seca en condiciones atemperadas, pero no se justifica la inversión.

El mismo autor, al respecto argumenta que el nabo no prospera en climas tropicales como Santa Cruz, Beni y Pando, prolongándole el alargamiento del ciclo vegetativo, aparte de florecer anticipadamente y no desarrollar la raíz. Lo cual conviene sembrar en épocas de invierno en estas regiones y no así en primavera, otoño y verano.

3.15.2 Calidad de semilla

Huallpa (2010), afirma que normalmente el abastecimiento de semilla, tiene los siguientes orígenes; importada, hija o nieta de importada y producida por el productor. Mientras no sea resuelto el problema de abastecimiento de semilla, el productor debe buscar su propia solución, sembrando lotes destinados para tal fin, partiendo de semilla importada o hija importada en las cuales deberán eliminar todas aquellas plantas fuera de tipo.

Jurado (1994), señala que una semilla puede considerarse de buena calidad cuando reúne las siguientes condiciones:

- Los granos o semillas deben ser uniformes en tamaño y color de acuerdo a la variedad.
- Poseer material sano y libre de impurezas.
- El tegumento en un alto porcentaje no debe estar dañado
- No debe tener olor fuerte, signo de mal conservación.
- El poder germinativo debe ser mayor a 90%.

Pujro (2002), menciona que la cantidad de semilla para obtener buenos rendimientos, está determinada por las variedades locales, suelo y clima del lugar donde se quiere cultivar.

3.15.3 Densidad de siembra

Ruano (1999), dice que la plantación se realiza sobre suelos húmedos, utilizando la siembra directa, al voleo o en líneas. Se emplea entre 3 a 4 kg/ha de semilla, aproximadamente. Cuando se siembra en líneas, la distancia entre ellas va de unos 40 cm. se abre primero un pequeño surco, sobre el que se deposita la semilla a chorrillo, y de inmediato se da un ligero pase de rastrillo para cubrirla, esta operación puede realizarse de forma mecánica.

En la siembra al voleo se cubre la semilla de la misma manera o por medio de un ligero pase de rastra. Después de la emergencia de las plántulas (aproximadamente a los 8 días de siembra) se efectúa el raleo. Sea cual sea el tipo de siembra realizado, después del raleo se dejara una distancia entre plantas de entre 15 a 20 cm.

Según López (1994), señala que el nabo se siembra a una densidad de 6 a 8 kg/ha (al voleo) y de 3 a 3,5 kg/ha (en hilera).

Para las siembras conviene emplear semillas de dos años, que tienen menor tendencia al florecimiento (Tiscornia, 1982). La siembra se hace siempre al voleo o en surcos, empleando la semilla a razón de 70 a 100 g por cada 100 m².

3.15.4 Rendimiento

Ruano (1999), menciona que los rendimientos son muy variables y depende de factores como el cultivar, la época de siembra, la vegetación del cultivo, el tamaño que deja alcanzar la raíz, etc. La producción alcanza entre 25 a 40 t/ha.

Según López (1996), menciona que en los cultivos al aire libre se obtienen 200 kg de raíces por área (100 m² y 80 a 100 g de semilla por planta).

Por otra parte Serrano (2000), menciona que se obtienen de 200 a 300 kg de nabos por área (100 m²). En otros países es corriente alcanzar hasta 500.000 kg/ha. En la segunda cosecha se produce, de 15.000 a 20.000 kg de nabos y unos 5.000 a 10.000 kg de hojas, que pueden darse al ganado lanar o vacuno. Además reporta que la variedad sembrada en Tiwanacu dio un rendimiento d 60.000 kg de hortalizas.

3.16 Labores culturales

3.16.1 Raleo

AOPEB (2010), indica que el raleo se realiza cuando las plantas han emergido, se procede a raleas dejando a una distancia sobre los surcos comprendidas entre 10 y 20 cm en función del desarrollo de cultivar utilizado. Al respecto Lorente (1997), coincide en afirmar que la distancia entre plantas oscila entre 10 a 20 cm.

Por otra parte Cataños (1993), menciona que esta práctica se realiza cuando estas tienen 1 cm de altura es decir cuando se ha formado la tercera o cuarta hoja, se aclara entre las plantas una distancia de 10 a 15 cm si se trata de las variedades más precoces, y de 15 a 20 cm de tratarse de las tardías, o de ciclo vegetativo más largo.

Mismo autor menciona que no conviene distanciar demasiado a las raíces, pues de lo contrario se desarrollan excesivamente, se quiebran fácilmente y resultan huecas en perjuicio del consumo puesto que el producto queda irreversiblemente dañado.

Según SEMTA (1997), sostiene que los nabos no deben crecer apretados, se comienza con el raleo cuando todavía son de pequeño tamaño. Hay que dejar unos 23 cm entre planta.

3.16.2 Riego

Ramírez (2010), indica que en la primera época de cultivo, todavía con temperaturas templadas y sin lluvia, se necesitan riegos para conseguir un crecimiento rápido y que la raíz haga tierna y sabrosa.

Se recomienda también hacer riegos frecuentes y ligeros esto para facilitar la formación de raíz, siempre debe evitarse los golpes de agua (AOPEB, 2010).

Zapata (2004), menciona que después de la siembra mejor esperar la lluvia inmediata, o conviene regar después de la siembra, procurando que en lo sucesivo no falte la humedad. Cuando la época de siembra se realiza en verano deben regarse con frecuencia y con moderada cantidad de agua para que se cosechen los nabos tiernos y sabrosos.

3.16.3 Escarda y aporque

Por su parte Pujro (2002), define que el aporque es una acumulación de la masa de tierra mullida, realizado para algunos cultivos, y cumple diversas finalidades como ser: protección contra el frío en el invierno, aumenta la resistencia al encamado y favorece el desarrollo órganos subterráneos.

Jurado (1994), menciona que la escarda tiene el objeto de eliminar las malas hiervas, esto se puede realizar manualmente o con algún tipo de herbicida selectivo y lo que respecta al aporcado esta labor se realiza principalmente para evitar las heladas.

Para Laura (1999), indica que el nabo como las otras hortalizas requiere de escardas; esto según el método de siembra empleado ya se al voleo, chorro continuo o en líneas, si se siembra al voleo, exige alguna escarda, o si se siembra en líneas, es recomendable una o dos escardas.

3.16.4 Control de malezas

Pujro (2002), indica que para un buen control de malezas durante el cultivo debe realizarse escardas, para que la plantación se mantenga limpia de malas hierbas y en suelo mullido.

Por otro lado SEMTA (1995), dice que el control eficiente de malezas, se efectúa cuando el terreno no está aún sembrado o plantado; en particular, las malezas de propagación vegetativa se pueden agotar mediante la aradura constante a diferentes profundidades.

En terreno sembrado, se puede efectuar labranzas de cultivo entre las hileras al momento en que las malezas están en el periodo de emergencia.

Para Maroto (1995), en cuanto al control de malezas en el cultivo de nabo, recomiendan emplear herbicidas específicos, como ser clortal y el propacloro en post – siembra pero también menciona que, el cloral puede inducir deformaciones.

3.17 Cosecha o recolección

Serrano (2000), considera que la cosecha debe efectuarse antes que complete su crecimiento la planta pues si se recolecta tarde, las raíces se vuelven fibrosas y duras.

Según Enciclopedia Agropecuaria (1995), señala que los nabos están listos para la cosecha a las 6 semanas después de la siembra, cuando tengan alrededor de 5 cm de diámetro o ancho. Es importante no dejar crecer demasiado porque se vuelven desagradablemente picantes.

Por su parte Huallpa (2010), indica que los nabos se recolectan arrancando las raíces después que hayan adquirido un volumen conveniente, que varía según la especie. No se debe esperar mucho, pues el aumento del peso de las raíces se haría a expensas de su calidad.

3.18 Plagas y enfermedades

3.18.1 Plagas

Según Ramírez (2007), las plagas más comunes en el cultivo de nabo son:

Pulguilla de las crucíferas.- principalmente (*Phyllotreta nemorum lineo.*), coleópteros halticinos, cuyas larvas perforan la epidermis foliar y realizan galerías en el limbo, mientras que los adultos devoran hojas tiernas.

Falsa potra de los nabos y de las coles.- (*Ceuthorrynchus pleurostigma Marsch*), curculionido que provoca en base del tallo unas excrecencias redondeadas en cuyo interior está la larva de este coleóptero.

Falsa oruga de los nabos.- *Athalia colibrí Christ*, himenóptero tentredinido cuyas larvas son devoradoras de hojas.

Dípteros minadores diversos.- como *Chorthophilla brassicae Bouche*, son los que construyen galerías en la base del tallo.

3.18.2 Enfermedades

Porco y Terrazas (2009), considera tres enfermedades importantes en el cultivo de nabo.

Roya blanca.- El agente causal de la enfermedad es el hongo (*Alugo candida*), la principal característica que presenta es en el haz de las hojas se observan manchas cloróticas en distintas partes del área foliar, en el envés, debajo de estas manchas cloróticas se presentan estructuras polvorientas de color blanco que corresponden a las esporas del hongo encerradas dentro de una membrana delgada y transparente.

Mancha foliar.- el agente causal de la enfermedad es el hongo (*Alternaría brassicae Berk. Sacc.*), donde las hojas presentan necróticas de forma circular, en diferentes partes de las hojas.

3.19 Desordenes Fisiológicos

3.19.1 Bifurcaciones en la raíz

Noza et al. (1995), dice que las razones para la deformación y bifurcación de la raíz del nabo, son debido a la presencia de climas fríos.

Pujro (2002), afirma que puede tener bifurcaciones, bigotes y estar chueca debido a: aplicación reciente de estiércol y abono químico, ataque de nematodos e insectos, raleo y aporque tardío, empleo de semilla vieja y de mala calidad, y terreno húmedo o seco.

3.19.2 Agrietamiento de las raíces

Duran (2004), indica que el crecimiento del nabo es alterado cuando se somete a periodos alternados de humedad y sequía. Hay un crecimiento desequilibrado del

mesodermo y la epidermis que originan las rajaduras, cuando a un periodo seco, le sigue un periodo con humedad abundante. Las rajaduras disminuyen la calidad de la raíz.

3.19.3 Formación de huecos

Pujro (2002), manifiesta que dentro de la raíz se origina una ruptura de tejidos, formándose normalmente en la parte final de la raíz, desconociéndose el motivo.

También indica que la susceptibilidad en el cultivo de nabo forma huecos esta variable según la variedad.

3.19.4 Presencia de manchas

Ramírez (2007), manifiesta que el problema más serio que desmejora la calidad del nabo, es la presencia de mancha roja en la pulpa, mancha que tiende a color café y es de color negro en su fase más avanzada. Se ve la parte central de la raíz, sobre todo si esta dura y acida.

Para Pujro (2002), menciona que la temperatura del suelo influye en la incidencia de mancha roja, en un ensayo de diferentes coberturas de suelo, mostro que una cobertura de plástico transparente con relación a suelo descubierto tubo mayor incidencia.

3.19.5 Deficiencia de boro

Lorente (1997), sostiene que las *brassicaceas* son sensibles a la falta de boro. Si hay deficiencia de boro en el suelo, la parte más afectada es la raíz, presentándose podredumbre en el interior de la raíz hasta a su total descomposición.

También por otra parte Maroto (1995), coincide en indicar que cuando existen carencias de boro, por lo general se presentan necrosis gomosas internas que pueden ocasionar la total descomponían de la raíz.

3.20 Conservación

Pujro (2002), indica que los nabos deben tener las terminaciones verdes enrolladas; las cuales deben almacenarse únicamente las hortalizas sanas, que deben empacarse en cajas con arena seca o con cenizas de madera para impedir que se arruguen o se estropeen por la helada y deben almacenarse en bodegas o cubiertos. Si el lugar de almacenamiento es muy seco, ocasionalmente debe humedecerse el suelo para contribuir a que las hortalizas se conserven en buen estado.

Según Laura (1999), menciona que las raíces deben almacenarse en condiciones frigoríficas a una temperatura de 0 °C y una humedad relativa de 90 a 95 %, esto permite un almacenamiento aproximado de 4 a 5 meses.

Por otro lado Huallpa (2010), menciona que las hojas son muy susceptibles a las pérdidas de agua, por lo que deben almacenarse cuidando bastante la humedad relativa del ambiente. Las raíces generalmente se almacenan en bodegas bien ventiladas y frescas. El apilamiento debe ser cuidadoso, para no llegar a causar daños a los frutos que se encuentran abajo.

3.21 Costos de producción

Alvarado (2005), define el costo de producción como el desembolso o gasto de dinero que se hace en la adquisición de los insumos o recursos empleados, para producir bienes y servicios. Sin embargo el termino costo es más amplio, ya que significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado.

Por otra parte Paredes (1999), indica que los costos deben ordenarse en términos de mano de obra, maquinaria, fertilizantes y otros insumos usados, como también puede ordenarse los costos en términos de diferentes operaciones que se llevan a cabo en la producción agrícola.

Las operaciones consideradas comprenden:

- ❖ Arado tradicional
- ❖ Preparación del terreno
 - Mullido
 - Desterronado
 - Nivelado
- ❖ Siembra
- ❖ Aplicación del té de estiércol
- ❖ Control fitosanitario
- ❖ Labores culturales
- ❖ Riego
- ❖ Raleo, deshierbe
- ❖ Escarda y aporque
- ❖ Cosecha

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción de la zona de Estudio

4.1.1 Ubicación Geográfica

El Municipio de Achocalla es la tercera sección municipal de la Provincia Murillo, departamento de La Paz, que se encuentra entre los paralelos 16°33' y 16°37' de latitud sur y 68°06' y 68°11' longitud oeste, a una altura promedio de 3600 a 4200 m.s.n.m. ubicado a una distancia aproximada de 34 km de la ciudad de La Paz. Sus límites a nivel cantonal son:

Norte	:	Con las ciudades de La Paz y El Alto
Sur	:	Municipio Calamarca Provincia Aroma
Este	:	Municipios La Paz y Mecapaca
Oeste	:	Municipio de El Alto y Viacha

4.1.2 Pisos ecológicos

Según las características topográficas y altitudinales la región puede ser dividida en tres zonas bien diferenciadas:

- **Región altiplánica o planicie**

En esta región están la mayoría de las comunidades como Amachuma, Layuri, Ventilla, Kajchiri, Kella kella, Taucachi, Tuni, Antaque, Untura, Achicala. Las cuales se encuentran en altitudinales que varían de 4000 – 4280 m.s.n.m. terrenos con una pendiente de 5 – 10% con clima frío y temperaturas entre 8 – 12 °C.

- **Región Media o cabecera de valle húmedo**

Se encuentran las comunidades de Pucarani, Pacajes, Marquierivi, Cututo, Junthuma, Allancachu, Los terrenos son ligeramente planos y ondulados con pendientes que varían de 15 – 30%, una altitud de 3500 – 3950 m.s.n.m.

En esta región se encuentra la mayor parte de terrenos con cultivo bajo riego debido a la existencia de vertientes naturales de agua permanente. La zona se caracteriza por tener vegetación permanente y lagunas.

- **Región baja o cabecera de valle seco**

Esta región se encuentra a una altura aproximada de 3200 – 3500 m.s.n.m. Presenta una topografía ondulada y pendientes mayores a 30%, la región muestra un paisaje típico de valle interandino, con tierras empinadas de relieve suave cerca de las montañas, existen algunas terrazas aluviales con ligeras pendientes y con frecuencia terrenos muy erosionados y seccionados a lo largo del río La Paz, los suelos son profundos de textura media a moderadamente fina. Están las comunidades de Cañuma, Huancarami, Ariendo Chico, Surusaya, Uypaca, Ayma, Pocollita, Saythu.

- **Clima**

Achocalla por su localización y su característica fisiográfica esta subdividida en dos regiones bien diferenciada por lo que el clima es variado presentando un clima de sub húmedo a semiárido.

La región altiplánica está ubicada en la parte planicie, se caracteriza por ser una zona árida con presencia de helada en época de invierno. En tanto que la microcuenca por encontrarse en áreas con pendiente posee un microclima diferenciada siendo un clima templado con predominancia.

- **Precipitación**

La precipitación pluvial anual fluctúa entre 450 a 500 mm/año, con un promedio anual de 475 mm/año (SEMTA, 1995).

- **Temperatura**

La temperatura que se registra varían según el sector y el ecosistema, la temperatura promedio anual es de 7,0 a 9,2 °C.

- **Humedad**

La humedad relativa promedio que se presenta en época de lluvias (noviembre a marzo) refleja el 75 – 80% y en época seca de 60 – 65%.

- **Flora**

De acuerdo a formaciones vegetales y formas de vida esta región corresponde a la faja Montano Templado Fría, con vegetación Transicional de estepa de Bosques Húmedos.

En el cuadro 2 mostramos las principales especies naturales existentes donde se destacan especies medicinales y pastos nativos que son palatables para la ganadería.

Cuadro 2. Especies existentes en el Municipio de Achocalla

PLANTAS QUE SE ENCUENTRAN EL MUNICIPIO DE ACHOCALLA			
PLANTAS MEDICINALES		PLANTAS NATURALES	
Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Alcachofa	<i>Cynara scolymus</i>	Reloj reloj	<i>Trifolium sp.</i>
Menta	<i>Menta peperita</i>	Timillo	<i>Azorelia glabra</i>
Toronjil	<i>Melisa officinalis</i>	Cebadilla	<i>Bromus uniolooides</i>
Llantén	<i>Plantago major</i>	Chiji	<i>Muhlebergia peruviana</i>
Sillu sillu	<i>Lachemilla erodifilia</i>	Sanu sanu	<i>Ephedra americana</i>
Andreshuaylla	<i>Castrum parquii</i>	Huaycha	<i>Senecio clivicolus</i>
Manzanilla	<i>Solanum grandiflorum</i>	Kela kela	<i>Lupinus sp.</i>
Chijchipa	<i>Tagetes graveolens</i>		
Moztasa	<i>Brassica shirta</i>		
Wira wira	<i>Achyrocline saturejoides</i>		

Fuente: Elaboración propia

- **Fauna**

Las condiciones climáticas y las lagunas existentes han permitido resguardar una amplia diversidad, sin embargo la creciente demográfica han ocasionado que muchas especies hayan disminuido en cantidad y otros hayan extinguido.

En la actualidad el recurso fauna con que se cuenta está constituido por aves, reptiles, peces, mamíferos silvestres (conejos silvestres, viscachas).

- **Topografía**

La cuenca de Achocalla se extiende a partir de los flancos de la Ceja de El Alto y termina en el río de Achocalla a la altura de Mallasilla al sur de la ciudad de La Paz.

- **Características del Suelo**

Achocalla por sus características fisiográficas se subdivide en dos regiones bien diferenciadas. Región altiplánica y la microcuenca.

La parte altiplánica presenta pequeñas ondulaciones con capa arable superficial a poco profundo entre 15 – 30 cm. En tanto que en la región de la microcuenca favorecido por el microclima es apto para la agricultura siendo la capa arable de 15 – 35 cm.

Los contenidos de materia orgánica son bastante variables, encontrándose en poca cantidad en la parte planicie y en mayor cantidad en la microcuenca. Debido a la escasa aplicación de estiércol y fertilizantes de tipo biológico y químico, existen deficiencias considerables en la fertilidad de los suelos.

La textura del suelo de acuerdo a la predominancia es de textura franco a franco arcilloso en la capa arable y franco arcilloso a arcilloso, arenoso, pedregoso en los horizontes B y C (INIDEM, 2005).

- **Características del suelo donde se realizó el trabajo de investigación del antes de la siembra y después de la cosecha:**

- ❖ **Antes de la siembra del cultivo de nabo**

La **textura de suelo** en la zona de estudio es Franco Arcillo Arenoso (FYA) como se ve en el anexo B – 1, la cual nos permite inferir que los suelos son apropiados para realizar la siembra del cultivo de nabo, los estudios realizados del suelo Físico – Químico son similares a lo que reportan (Serrano, 2000 y Pujro 2002), quienes también mencionan

que el nabo es poco exigente, debido a que el ciclo de desarrollo es corto. Se adapta a suelos de toda clase, pero mejor si son algo arcillosos y con cualquier grado de fertilidad.

La **Conductividad Eléctrica (C.E.)**, fue de 0,169 mMhoms/cm, este valor es bastante inferior al rango de tolerancia de sales para este cultivo, tal como indican Chilon (1997), Serrano (2000) y Pujro (2002), quienes mencionan que el nabo tolera hasta 3 a 5 mMhoms/cm de salinidad en el suelo.

Los suelos del área experimental son superficiales con bastante presencia de gravas en sus horizontes. La capacidad de intercambio catiónico muy alto, materia orgánica alto, nitrógeno total alto, fosforo alto, potasio bajo en los cuales se constituye que es un suelo que va de media a alta fertilidad, lo cual indica que es apropiado para la actividad agrícola (IBTEN, 2014).

❖ **Después de la cosecha del cultivo de nabo**

Los parámetros que se tomaron fue:

El pH que después de la cosecha subió de 6,94 a 7,16 lo cual nos indica que es un suelo apto para la producción agrícola. Conductividad eléctrica fue de 0,200 mMhoms/cm, el valor bastante inferior al rango de tolerancia de sales para el cultivo de nabo (IBTEN, 2014).

Según los datos obtenidos de antes de la siembra y después de la cosecha realizando una comparación se ve claramente que algunos parámetros incrementaron y otros redujeron con la aplicación del té de estiércol.

• **Riesgos Climáticos**

Los factores que limitan drásticamente la producción agrícola y pecuaria son las sequías prolongadas, las heladas y granizadas. La escasa disponibilidad de lluvias durante el desarrollo de las plantas por efecto de las sequías, afecta a la producción de cultivos (INDEM, 2005).

4.2 Materiales

4.2.1 Material Vegetal

En el presente ensayo se utilizaron semillas de nabo variedad cuello violeta globo blanco, que fueron compradas del semillero DALIA ubicado en la Zona Rodríguez de la Ciudad de La Paz.

4.2.1.1 Variedad

Las características agronómicas del material vegetal que se utilizó en el área experimental se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características del cultivo de nabo.

Especie	Nombre de la variedad	Porcentaje de germinación	Días de madures	Características particulares
Nabo	Cuello violeta globo blanco	95%	96 días	Presenta el cuello de color violeta, hojas medianas y buena textura.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Insumos

- ✓ **Te de estiércol;** el cual fue elaborado manualmente y las características físicas y químicas del abono líquido orgánico se detallan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Características del té de estiércol

Muestra del abono	pH	N total %	P mg/kg total	P mg/kg total	M. O. %
Te de estiércol	6,70	0,03	19,20	21,29	0,03

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Equipos y herramientas

- ❖ Ardo (yunta)
- ❖ Picota
- ❖ Pala
- ❖ Rastrillo
- ❖ Chonta
- ❖ Estacas
- ❖ Hilo cáñamo
- ❖ Letreros de identificación
- ❖ Regla graduada
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Romana
- ❖ Libreta de campo
- ❖ Equipo de computación
- ❖ Calibrador vernier

4.3 Procedimiento experimental

4.3.1 Diseño Experimental

En el trabajo de investigación realizado se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar/con tres tratamientos (diferentes niveles de aplicación del té de estiércol) y cuatro repeticiones.

El modelo lineal aditivo corresponde a:

$$X_{ij} = \mu + B_j + \alpha_i + E_{ij} \text{ (Arteaga, 2004).}$$

Dónde:

X_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

B_j = Efecto del j – esimo bloque

α_i = Efecto del i – esimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

4.3.1.1 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por diferentes niveles de abonamiento líquido orgánico (té de estiércol), los cuales fueron distribuidos al azar en los bloques según las cantidades necesitadas de acuerdo a cálculo.

Cuadro 5. Cantidad utilizado del té de estiércol

Tratamientos	Cantidad lit. en 22 m ²
T ₀ ; sin aplicación de té de estiércol	Ningún abono
T ₁ ; 1 L/agua y 1 L/ té de estiércol	108 litros de té de
T ₂ ; 1 L/agua y 1 ¹ / ₂ L/ té de estiércol	estiércol aplicada en el
T ₃ ; 1 L/agua y 2 L/ té de estiércol	área experimental

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Características del Campo Experimental

4.3.2.1 Dimensión experimental

El estudio se llevó a cabo en un terreno uniforme, con una pendiente de 2%, considerado como plano o casi plano; planteado en su diseño con las siguientes dimensiones (croquis adjunto).

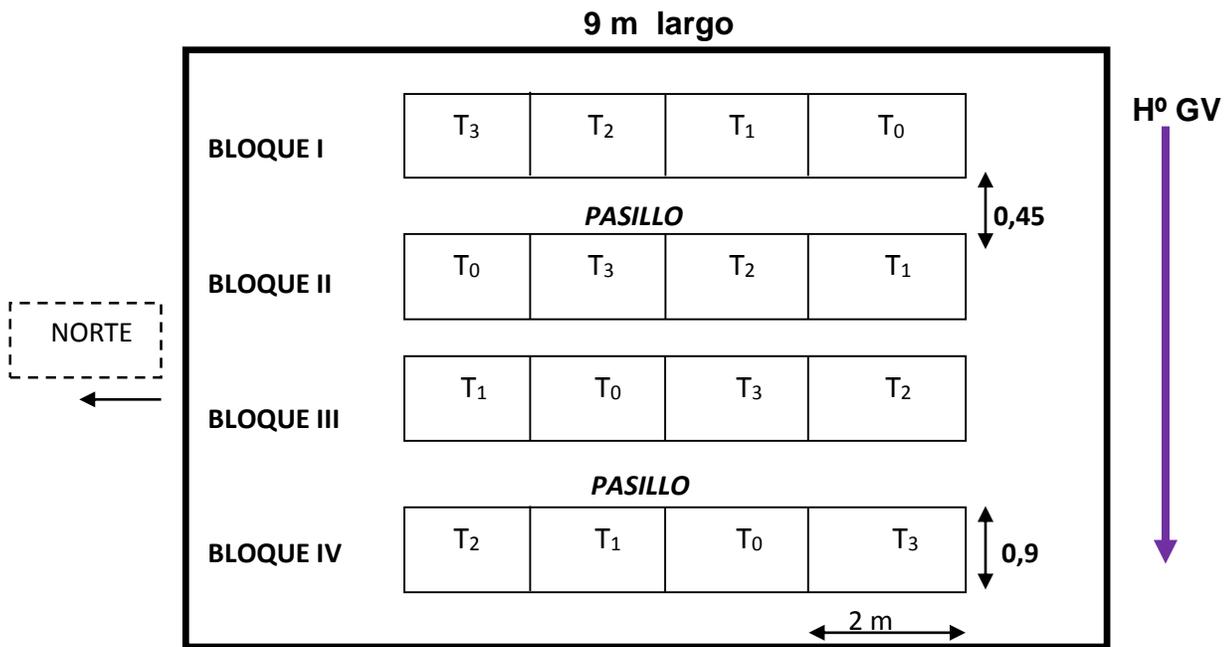
4.3.2.2 Unidad experimental

Largo.....2 m
Ancho.....0,9 m
Sup. de unid. exp.....1,8 m²

4.3.2.3 Bloque experimental

Largo.....9 m
Ancho.....4,5 m
Sup. de bloque.....40,5 m²
Núm. de bloques.....4

4.3.2.4 Croquis de campo



En la figura 1. Disposición de las unidades experimentales

4.4 Método de Campo

4.4.1 Determinación de la calidad del suelo

Se tomaron muestras de suelo con el fin de conocer bajo qué condiciones físico – químico estaba el suelo se procedió a la toma de muestras, recogidas en zic zac a lo largo del área experimental, con una profundidad de 20 cm. El muestreo se realizó de forma homogénea antes de la siembra del cultivo, debidamente mezclada cuarteada e identificada. Para su posterior análisis en laboratorio.



Figura 2. Muestreo del suelo



Figura 3. Muestras identificadas

4.4.2 Preparación del terreno

La labranza primaria se inició con una limpieza de las malezas existentes, para el cual se utilizó hoz y con la tracción animal (yunta) se hizo el roturado del terreno a una profundidad de 30 cm aproximadamente, en dos sentidos una longitudinal y la otra transversal, a dos semanas antes de la siembra con la finalidad de que algunos patógenos perjudiciales murieran con la remoción del suelo ya que estarían expuestas al sol.

La labranza secundaria consistió en la remoción, el mullido, la limpieza de rastrojos y nivelación del terreno esto con la ayuda de una picota y rastrillo, esta labor que se realizó un día antes de la siembra.

4.4.3 Siembra

La siembra se realizó en forma manual empleando el método de siembra al voleo y posteriormente se realizó el rastrillado para cubrir las semillas de nabo y una vez cubierta las semillas se identificaron los diferentes tratamientos en el área experimental para posteriormente aplicar el abono líquido orgánico que en este caso fue el té de estiércol (diferentes niveles de aplicación) y por último se cubrió con paja para evitar que las aves se coman las semillas.

La fecha de siembra se presenta en el siguiente cuadro 6.

Cuadro 6. Fecha de siembra del cultivo de nabo

Comunidad	Fecha de siembra	Cultivo anterior
Pucarani	15 – 01 – 2014	Cebolla y lechuga

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Aplicación del abono líquido orgánico

La aplicación del té de estiércol fue aplicada en diferentes niveles según los tratamientos y esto fue desde el momento de la siembra hasta antes de la cosecha.

Las fechas de aplicación se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Fechas de aplicación del té de estiércol

N ^a de aplicación	Fecha de aplicación	Día de la aplicación
1^{ra} aplicación	15 – 01 – 2014	Miércoles
2^{da} aplicación	04 – 02 – 2014	Martes
3^{ra} aplicación	24 – 02 – 2014	Lunes
4^{ta} aplicación	16 – 03 – 2014	Domingo
5^{ta} aplicación	05 – 04 – 2014	Sábado
6^{ta} aplicación	25 – 04 – 2014	Viernes

Fuente: Elaboración propia

4.4.5 Labores culturales

4.4.5.1 Riego

El riego fue por el método superficial (tradicional) la cual se realizó después de la siembra dando un lapso de 2 días hasta que más del 50% de semillas de nabo fueron emergidas, posteriormente se realizó el riego semanal. Esto de acuerdo a los requerimientos del cultivo y a las escasas precipitaciones pluviales de la zona en esa temporada.

4.4.5.2 Raleo

Una alta densidad significaría un efecto competitivo entre las plantas por luz, agua, nutrientes y espacio físico, en la superficie del suelo, y para establecer un espacio suficiente para un desarrollo normal de las raíces, se efectuó esta labor a los 30 días después de la siembra, solo dejando las mejores plantas, a una distancia de 0,10 m de planta a planta.

4.4.5.3 Control de malezas

Durante el desarrollo del cultivo el control de malezas fue realizado de forma manual con la ayuda de una chonta, primero a los 25 días después de la emergencia y la segunda a los 60 días. Entre las principales malezas encontradas en el área experimental de la comunidad de Pucarani son detallados en el cuadro 8.

Cuadro 8. Principales malezas observadas

Achocalla Comunidad Pucarani	
Nombre común	Nombre científico
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursa pastoris</i>
Leche leche	<i>Euhorbia hirta</i>
Kanapaco	<i>Sonchus oleracea</i>
Diente de león	<i>Taraxacum officinalis</i>
Mostaza	<i>Brassica hirta</i>
Trébol	<i>Trifolium ssp.</i>

Fuente: Elaboración propia

4.4.5.4 Escarda y aporque

En primera instancia se realizó la escarda con la finalidad de eliminar los patógenos que atacan al cultivo de nabo, seguidamente se realizó el aporque esto para fijar mejor la raíz de la planta al suelo y para evitar la exposición de las raíces a la radiación solar la cual causa daños en la raíz y así también cuidar de las heladas que existen en esa temporada.

4.4.5.5 Prevención fitosanitaria

Se realizó una revisión periódica cada 10 días, así llegando a la conclusión de que no se manifestó la presencia de enfermedades, durante todo el ciclo agrícola del cultivo. Por otra parte no existió la presencia de plagas según esto fue debido a que hubo aplicación del abono líquido orgánico (te de estiércol) en la parte foliar lo cual evito la presencia de los pulgones.

4.4.5.6 Cosecha

La cosecha más oportuna de las raíces del cultivo de nabo es cuando las raíces están tiernas y cuando tienen el tamaño adecuado es decir cuando estas no se ponen fibrosas, también es importante considerar la apariencia del diámetro, follaje y longitud de raíz.



Figura 4. Tamaño ideal para la cosecha

4.5 Variables de estudio

4.5.1 Variables agronómicas

4.5.1.1 Altura de planta

Se tomaron en cuenta al azar 5 plantas (muestras por tratamiento) por unidad experimental; la altura de planta se tomó desde el cuello o nudo vital, hasta el ápice de la hoja superior la cual fue expresada en cm. La toma de datos fue cada 15 días después de la emergencia del cultivo y la aparición del primer par de hojas, finalmente para facilitar el análisis estadístico se promedió los datos por unidad experimental.

4.5.1.2 Índice de área foliar

El índice de área foliar se determinó por método de mínimos cuadrados. La cual consiste en medir el área foliar de tres plantas, después se proyecta para en número total de plantas por metro cuadrado.

4.6 Variables morfológicas

4.6.1 Número de hojas

Se procedió al conteo de hojas de forma mecánica cada 15 días en las muestras elegidas al azar.

4.6.2 Longitud de raíz

La longitud de la raíz se realizó una vez terminando el trabajo de investigación la misma que fue desde la cofia de la raíz hasta el cuello de la planta con ayuda de una cinta métrica, una regla y la planilla para registrar los datos la cual una vez obtenidos fueron expresadas en cm.

4.6.3 Diámetro de raíz

El diámetro de la raíz se midió al finalizar el trabajo en la altura media de la raíz con ayuda de un calibrador vernier.

4.7 Variables fenológicas

Para la caracterización y evaluación de las fases fenológicas, se utilizó el método de observación directa cada tres días a partir de siembra, hasta la maduración de la cosecha de la planta, donde se observaron en forma permanente los cambios periódicos que ocurren en las parcelas de los tratamientos, tomando en días la duración de cada fase fenológica y se consideró las siguientes fases:

- a) Tiempo de emergencia.-** Se determinó a través de la observación directa de cada unidad experimental, tomando en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra, hasta el momento de la emergencia del más del 50% de las plántulas. Expresados en días.
- b) Tiempo de emergencia a la aparición del primer par de hojas verdaderas.-** Es el tiempo transcurrido desde la emergencia, hasta el momento en que más

del 50% de las plantas de las unidades experimentales lleguen a exhibir el primer par de hojas verdaderas entre los cotiledones. Expresado en días.

- c) Tiempo de aparición del primer par de hojas verdadera a la hinchazón de la raíz.-** Fase que abarca desde la aparición del tercer par de hojas verdadera, hasta el momento en que más de 50% de planta presentan la hinchazón de raíz. Expresado en días.
- d) Tiempo de hinchazón de la raíz a la cobertura foliar completa.-** Esta fase comprende desde la hinchazón de la raíz, hasta el momento en que las hojas han alcanzado su máximo tamaño, formando un diámetro de cobertura foliar más o menos continuas y las hileras son apenas visibles. Medida expresada en días.
- e) Tiempo de cobertura foliar completa a la maduración de cosecha.-** Fase que abarca desde la cobertura foliar completa, hasta la maduración de cosecha, para esta fase se tomó en cuenta los siguientes aspectos:
- ✓ El momento en que las raíces tenían un diámetro de 4 a 7 cm.
 - ✓ Cuando las hojas basales comenzaron a amarillar (no a causa de enfermedades o plagas).

4.8 Rendimiento

Para cuantificar el rendimiento se evaluó la totalidad de las plantas de todas las unidades experimentales, que equivale a una superficie de 1,5 m², los pesos se lograron mediante la utilización de un yute y una romana, la misma que después de obtener los resultados esperados se expresó en t/ha.

En la figura 5 se puede observar cómo fue que se obtuvo el rendimiento.



Figura 5. Se observa del cómo se realiza el pesado del cultivo

4.9 Variables edafológicas

Para determinar las condiciones edafológicas de la zona en estudio, se recurrió al análisis físico y químico del suelo y también del abono líquido (te de estiércol) que se utilizó en el trabajo de campo. El análisis se realizó en el Laboratorio de IBTEN y donde obtuvieron los siguientes datos:

a) Análisis físico (S^o)

- Textura.- Hidrómetro de Bouyoucos y gravimétrica.

b) Análisis químico (S^o)

- Determinación de pH.- Proporción Potenciométrica 1:5.
- Determinación de conductividad eléctrica (C.E.).- Proporción Potenciométrica 1:5.
- Determinación de capacidad de intercambio cationico (C.I.C.).- Volumetría.
- Determinación de materia orgánica (M.O.).- Walkley Black.
- Saturación de bases.- Cálculo Matemático.
- Determinación de nitrógenos totales.- Kjeldahl.

- Determinación de fósforo.- Espectrofotometría UV – Visible.
- Determinación de potasio.- Emisión atómica.

c) Análisis físico químico del abono líquido (te de estiércol)

- Determinación de pH.- Proporción Potenciométrica 1:5.
- Determinación de conductividad eléctrica (C.E).- Proporción Potenciométrica 1:5.
- Determinación de materia orgánica (M.O).- Walkley Black.
- Determinación de nitrógenos totales.- Kjeldahl.
- Determinación de fósforo.- Espectrofotometría UV – Visible.
- Determinación de potasio.- Emisión atómica.
- Determinación de la densidad.- Pictometría.
- Determinación de proteínas.- Kjeldahl.

4.10 Evaluación Económica

El desglose y deducción de las fórmulas para la evaluación económica, descrito por Alvarado (2005) es la siguiente:

▪ **Ingreso bruto (IB):**

También llamado ingreso total (IT), resulta de multiplicar la producción total (q_t) por el precio del producto unitario (p_q).

$$IB = IT = q_t * p_q$$

▪ **Ingreso Neto (IN):**

También llamado utilidades, ganancias, etc. Resulta de la diferencia existente entre el ingreso bruto (IB) y costos totales (CT) de producción:

$$IN = IB - CT$$

▪ **Relación beneficio costo (RBC):**

Paredes (1999), define que es el indicador de la pérdida o ganancia bruta por unidad monetaria invertida, se estima dividiendo el ingreso bruto (IB) entre el costo total (CT). Si la relación es mayor que uno se considera que existe un apropiado beneficio, si es igual a uno los beneficios son iguales a los costos de producción y la actividad no es rentable, valores menores que uno indica pérdida y la actividad no es productiva (Paredes, 1999).

$$RBC = IB/CT$$

- **Rentabilidad a la Inversión (RI):**

Indica la ganancia o pérdida neta por cada unidad monetaria invertida, se expresa en porcentaje, mediante la relación de los ingresos netos (in) y el costo total (CT) de producción:

$$RI = IN / CT * 100\%$$

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Caracterización del abono líquido orgánico (té de estiércol)

En el siguiente cuadro 9 se puede observar los resultados obtenidos del análisis físico – químico del té de estiércol (IBTEN, 2014).

Cuadro 9. Resultados obtenidos del té de estiércol

VARIABLE EDAFOLÓGICAS	RESULTADO
pH en agua 1:5	6,70
Conductividad eléctrica en agua 1:5	0,427 ms/cm
Nitrógeno	0,03%
Fosforo	19,20 mg/L
Potasio	21,29 mg/L
Materia orgánica	0,03%
Nitratos	ND
Densidad aparente	0,99 g/ml

Proteínas	0,19%
-----------	-------

Fuente: Elaboración propia

Con resultados obtenidos en los análisis realizados del té de estiércol, se observa claramente que tiene un pH de 6,70 donde indica que dicho pH es neutro lo que nos dice que es apto para el cultivo de nabo.

5.2 Variables de estudio

5.2.1 Variables Agronómicas

5.2.1.1 Análisis de Varianza para la Altura de Planta

En el cuadro 10 se presenta el análisis estadístico de varianza para la variable de respuesta altura de planta, la cual fue valorada en centímetros.

Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de planta

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F	
BLOQ	3	119,31	39,77	6,03	0,0155	*
TRAT	3	242,86	80,95	12,27	0,0016	**
EE	9	59,37	6,60			
TOTAL	15	421,54				
C.V.	12,59%					

En análisis de varianza para esa variable indica que existe diferencias significativas para las fuentes de variabilidad bloques y tratamientos, lo que quiere decir que estadísticamente existe diferencias significativas en altura de planta entre tratamientos por lo que se asume que siquiera un tratamientos es la de mayor altura que obtuvo. Además que la diferencia significativa entre bloques nos indica que el diseño experimental no pierde precisión.

El coeficiente de variación igual a 12,59% indica que los datos son confiables puesto que este no sobre pasa el rango permitido.

Pujro (2002), indica que la respiración aeróbica e las raíces de las plantas corresponde un proceso continuo de absorción de oxígeno y excreción de anhídrido carbónico.

Además el mismo autor sostiene que el crecimiento vegetal en relación con las composiciones el aire del suelo, suelen determinarse el oxígeno y el anhídrido carbónico; por regla general los resultados señalan que una inhibición en el crecimiento u otra función fisiológica se correlaciona con el aumento en la concentración del anhídrido carbónico y una disminución en la del oxígeno.

Puesto que en el análisis de varianza dio altamente significativo para la fuente de variación de tratamientos, se procede a realizar la prueba Duncan al 5% de error con el objeto de identificar el tratamiento que mayor altura de planta tuvo, la cual se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11. Prueba Duncan para altura de planta al 5% de error

PRUEBA DUNCAN 5%		
TRAT	PROM	INTERP
T3	26,60	a
T2	20,70	b
T1	17,85	b
T0	16,55	c

La prueba de Duncan estadísticamente da como resultado que el tratamiento 3 es la de mayor altura de planta que obtuvo con una media igual a 26,60 cm, seguida por el tratamiento 2, 1 y testigo, las cuales estadísticamente tienen la misma altura de planta, con promedios igual a 20,70, 17,85 y 16,55 cm respectivamente.

Por otro lado Pujro (2002), quien obtuvo una mayor altura de planta a campo abierto para el cultivo de nabo de 17,26 cm y de 20,86 (en seis variedades de nabo en dos zonas agroecológicas Achocalla y Collpani) y una altura menor de 16,27 y 19,90 cm en las dos zonas agroecológicas lo que indica que en la zona de Achocalla se registraron diferencia

significativa, no se puede afirmar que sea homogéneas, sino que fenotípicamente registran diferencias esto es principalmente debido a propiedades físicas de suelo, es decir, en la zona de Achocalla no fue favorecida por la estructura del suelo (mayor presencia de grava en sus horizontes), por lo general en este tipo de suelos hay una mayor compactación del suelo, mayor drenaje, mayor infiltración del agua de riego y por ende menor disponibilidad de oxígeno en el suelo.

Según Serrano (2000), obtuvo una mayor altura de planta, en condiciones de invernadero, para el cultivo de nabo de 49,72 cm (con riego subsuperficial aplicado a 55 cm de profundidad) y una altura menor de 38,66 cm (con riego subsuperficial aplicado a 55 cm de profundidad); los valores obtenidos en el presente ensayo son menores a estos valores, esto se atribuye a que el presente trabajo de investigación se realizó en condiciones de campo donde las alturas de planta por lo general van a ser menores y que en condiciones de invernadero y con riego subsuperficial van a ser mayores.

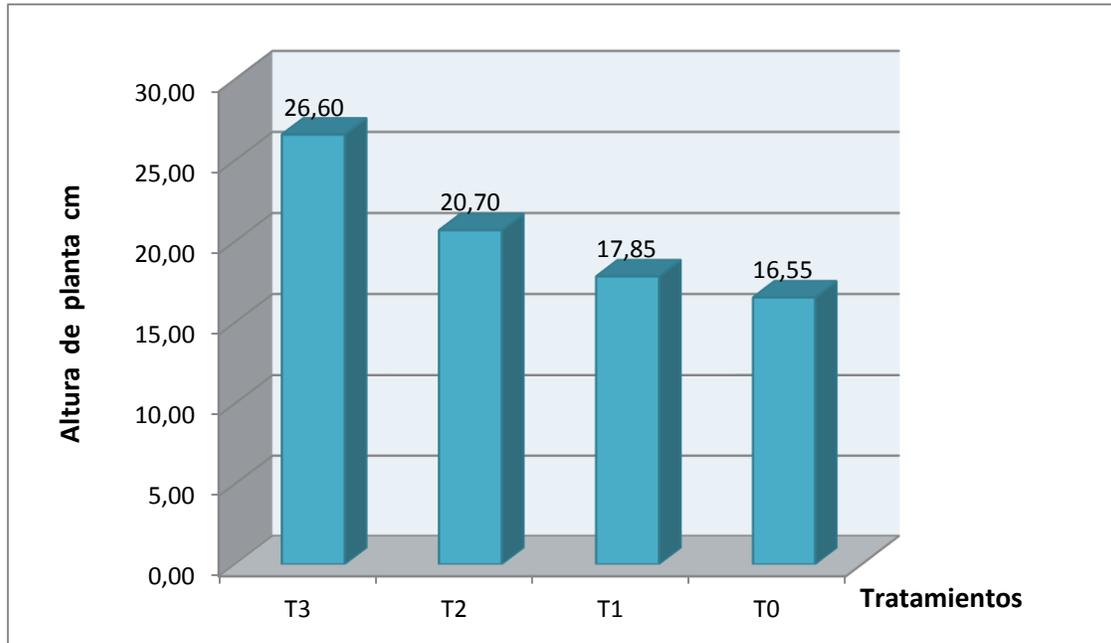
Huallpa (2010), indica que los elementos nitrógeno y fósforo pueden estar disponibles en mayor proporción en el suelo en pH del medio fluctúa entre valores de 7 a 8 incluyendo sobre estos la humedad y la temperatura.

Estos datos obtenidos en la investigación dan a entender que si utilizamos el abono líquido orgánico (te de estiércol) en el cultivo de nabo se podría tener una mayor altura de planta sin afectar al crecimiento de las raíces, por más que la aplicación del abono líquido orgánico sea en las hojas y no así directamente en la raíz.

Tambillo (2002), dice que los nutrientes se aplican a las hojas porque pueden penetrar la cutícula por difusión. Estos atraviesan la cutícula penetrando a la hoja a través de las células de la epidermis por unas finas estructuras submicroscópicas, que se extienden desde la superficie interna de la cutícula hasta la membrana citoplasmática a través de las paredes celulares de la epidermis.

En la figura 6 se puede observar claramente la diferencia de la altura de planta que se obtuvo por tratamientos.

Figura 6. Diferencia estadística de la altura de planta



Fuente: Elaboración propia

5.2.1.2 Análisis de varianza para Índice de área foliar (IAF)

El análisis estadístico que se realizó para la variable índice de área foliar se presenta en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza para índice de área foliar

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F	
BLOQ	3	0,19	0,06	5,06	0,0252	*
TRAT	3	1,79	0,59	47,18	<,0001	**
EE	9	0,11	0,01			
TOTAL	15	2,09				
C.V.	5,44%					

Este análisis estadístico muestra la diferencia significativa entre bloques y la diferencia altamente significativa para los tratamientos, para el segundo caso se refiere a que existe

diferencias altas en el índice de área foliar habiendo entre estos al menos un tratamiento que mayor índice de área foliar formo hasta el momento de la cosecha.

Pujro (2002), menciona que en los cultivos de raíz, la variable de IAF, es importante porque permite cubrir de sombra la superficie de suelo, con fines de conservar la humedad en el suelo, evitando la excesiva evaporación de la superficie del suelo, que como consecuencia permite reducir el movimiento de ascensión capilar del agua. Por otra parte también afirma que una buena vegetación hace prever una intensa actividad fotosintética, dando un crecimiento activo y una cosecha abundante.

Por otro lado el coeficiente de variación igual a 5,44% indica que los datos son confiables puesto que este no sobre pasa el rango permitido, además que indica el buen manejo de las unidades experimentales.

Puesto que existe diferencias estadísticas entre tratamiento, se procede a realizar la prueba de Duncan con un margen de error del 5%, con el objeto de identificar el tratamiento que mayor índice de área foliar obtuvo con la aplicación del té de estiércol, la cual se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 13. Prueba Duncan para índice de área foliar al 5% d error

PRUEBA DUNCAN 5%		
TRAT	PROM	INTERP
T3	2,46	a
T2	2,29	a
T1	1,93	b
T0	1,60	c

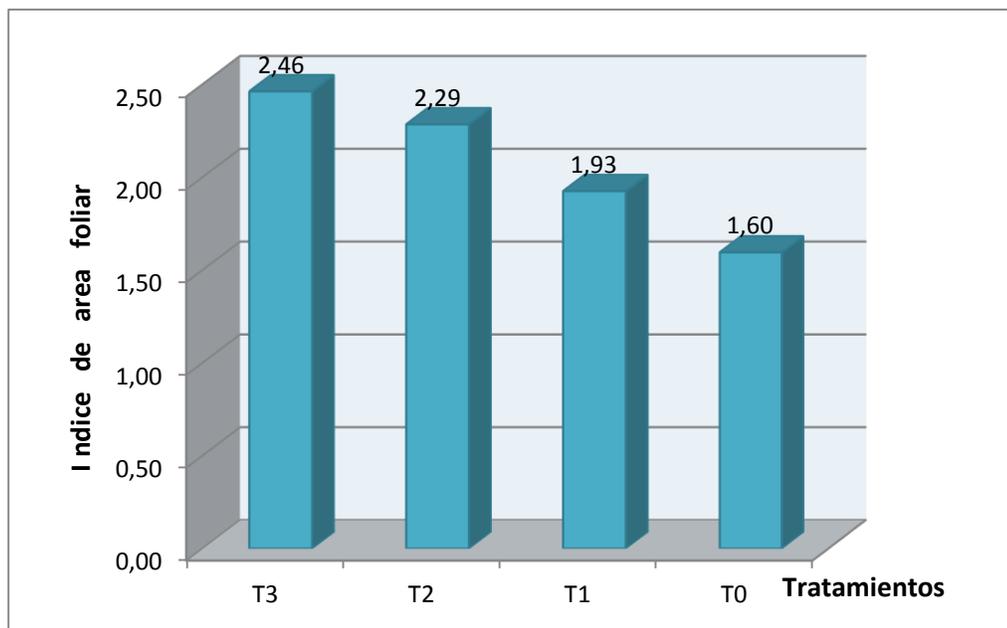
Estadísticamente la prueba Duncan muestra las diferencias entre tratamientos, formándose así tres grupos, el primero de ellos corresponden a los tratamientos 3 y 2 con promedios iguales a 2,46 y 2,29 respectivamente, en segundo lugar el tratamiento 1 con media igual a 1,93 y por último el testigo con 1,60.

Las diferencias entre los tratamientos 3 y 2 son mínimas por lo que estadísticamente estos dos datos son similares obteniendo así el primer lugar, quien formo mayor índice de área foliar, seguida por el tratamiento 1 con un índice de área foliar igual a 1,93 seguida por el ultimo tratamiento testigo con 1,60 de índice de área foliar.

De acuerdo a Ruano (1999), sostiene que el área foliar está íntimamente relacionada con la densidad de planta. El área foliar es menor cuando existe una elevada densidad poblacional por que la fotosíntesis se reduce; con esta afirmación indicar que los bajos IAF a través del área de estudio, posiblemente se debe a una inadecuada distancia entre planta u otro factor que puede atribuirse a las condiciones edafoclimaticas (suelo y clima).

Estas diferencias estadísticas se muestran de manera gráfica en la figura 7 y se observa claramente que el tratamiento 3 obtuvo el mejor resultado con la aplicación del té de estiércol.

Figura 7. Diferencia estadística del área foliar de los tratamientos



Fuente: *Elaboración propia*

5.2.2 Variables morfológicas

5.2.2.1 Análisis de Varianza para el Número de hojas

Se presenta el análisis estadístico de varianza (cuadro 14) para el variable número de hojas por planta.

Cuadro14. Análisis de varianza para número de hojas

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F	
BLOQ	3	3,50	1,167	1,40	0,3050	N.S.
TRAT	3	11,00	3,67	4,40	0,0363	*
EE	9	7,50	0,83			
TOTAL	15	22,00				
C.V.		12,17%				

El análisis de varianza (cuadro 14) de la variable de respuesta, número de hojas estadísticamente presenta variabilidad alta entre tratamientos, entendiéndose a este como la existencia de siquiera un tratamiento que obtiene mayor número de hojas.

El manejo de las unidades experimentales fue bueno puesto que el coeficiente de variación igual a 12,17% indica la confiabilidad de los datos puesto que este no sobre pasa el rango permitido.

Debido a que en el análisis de varianza muestra diferencias significativas entre tratamiento, se procedió a realizar la prueba de Duncan al 5% de error el cual se presenta en el cuadro 15.

Cuadro 15. Prueba Duncan para número de hoja al 5% de error

PRUEBA DUNCAN 5%		
TRAT	PROM	INTERP
T3	9	a
T2	8	a b
T1	7	b
T0	7	b

La prueba Duncan (cuadro 14) presenta el resultado, en la que se evidencia que el tratamiento 3 estadísticamente es la que mayor número de hojas obtuvo con una media igual a 9 hojas, seguida por los tratamientos 1 y testigo con medias igual a 7 hojas en ambos casos.

El número de hojas se debió a la aplicación proporcional de 2 L de té de estiércol/1 L agua, y en la figura 8 se observa claramente que el tratamiento 3 tiene mayor número de hojas esto debido a la aplicación en mayor cantidad del té de estiércol ya que dicho abono es más utilizado para los cultivos de hojas y no así para las raíces.

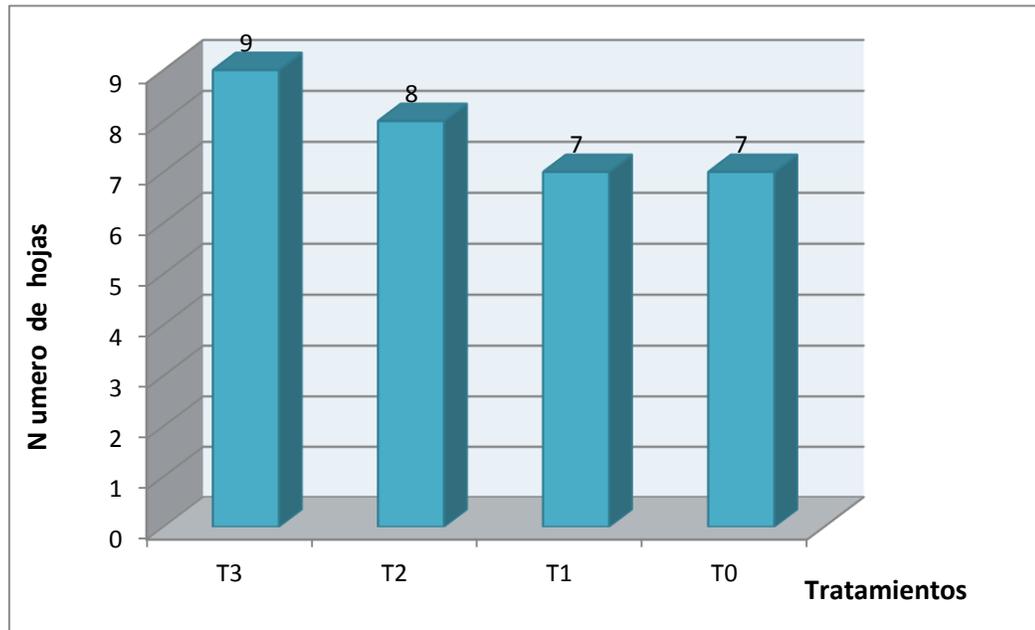
Según Huallpa (2010), las diferencias de numero de hojas se dan por factores genéticas que presenta cada una de las variedades, estas características las mismas puede deberse a que la planta asimile más los nutrientes para su desarrollo, el nitrógeno, más que cualquier otro elemento facilita el crecimiento de las hojas, mientras los abonos orgánicos tengan mayor cantidad de nitrógeno tendrán una buena cantidad y calidad de hojas.

Serrano (2000), en la investigación realizada con riego subsuperficial en ambientes atemperados para la producción intensiva del cultivo de nabo respecto se puede especular que el aumento de número de hojas en la planta fue rápido con relación al crecimiento de la raíz de la planta, para luego presentar un comportamiento proporcional a la altura de planta hasta llegar a un desarrollo máximo.

Por otra parte Pujro (2002), menciona que una buena estructura del suelo es indispensable y muy importante desde el punto de vista de la agricultura, permite la respiración, crecimiento de las raíces y un aprovechamiento óptimo del agua y los nutrientes, también una buena estructura cumple otras funciones como ser: condiciona y regula los procesos químicos y biológicos del suelo los cuales son indispensables desde el punto de vista de la fertilidad de suelos.

Estos resultados (cuadro 15) se encuentran graficados, para una mayor comprensión, en la figura 8.

Figura 8. Diferencia estadística del Número de hojas por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico realizado se puede observar claramente la diferencia en cuanto al número de hojas obtenidas por los diferentes tratamientos planteados.

Ruano (1999), en general, el nitrógeno suscita el crecimiento vegetativo (crecimiento de tallos y hojas) más que el crecimiento de desarrollo de flores y frutas, las plantas necesitan mucha cantidad de nitrógeno porque forma parte de muchos compuestos importantes.

Tambillo (2002), menciona que la efectividad de la fertilización foliar depende en gran medida de la cantidad absorbida del elemento a través de la superficie y de su traslado por los conductos floemáticos, requiriendo un gasto de energía metabólica.

5.2.2.2 Análisis de varianza para la longitud de raíz

El cuadro 16, presenta los resultados del análisis de varianza para la variable de respuesta longitud de planta en centímetros.

Cuadro 16. Análisis de varianza para longitud de raíz

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F	
BLOQ	3	11,28	3,76	3,14	0,0794	N.S.
TRAT	3	17,20	5,73	4,80	0,0291	*
EE	9	10,76	1,20			
TOTAL	15	39,24				
C.V.		18,38%				

Este análisis de varianza indica la diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se entiende que existe un tratamiento de mayor longitud de planta siendo este, estadísticamente altamente significativo.

El coeficiente de variación igual a 18,38% indica que los datos son confiables además del buen manejo de las unidades experimentales ya que este valor no sobre pasa el rango permitido a campo abierto.

La prueba Duncan al 5% de error se presenta en el cuadro 17, con el objeto de identificar el tratamiento que mayor longitud de planta obtuvo al momento de la cosecha.

Cuadro 17. Prueba Duncan para longitud de raíz al 5% de error

PRUEBA DUNCAN 5%		
TRAT	PROM	INTERP
T3	7,55	a
T2	5,85	a b
T1	5,75	a b
T0	4,65	b

Esta prueba muestra la diferencia que existe entre tratamientos, siendo que el tratamiento 3 con una media igual a 7,55 cm fue el tratamiento que mayor longitud de planta formo al momento de la cosecha, seguida por el testigo con una media igual a 4,65 cm, estadísticamente los tratamientos 2 y 1 no se puede interpretar obteniendo los mismos medias similares con 5,85 y 5,75 cm respectivamente.

La diferencia entre tratamientos en cuanto a longitud de raíz es evidente siendo que el tratamiento 3 con una media de 7,55 cm es la de mayor altura seguida por los tratamientos 2 y 1 observándose entre ellos una mínima diferencia de 0,10 cm y por último se encuentra el testigo con una media igual a 4,65 cm de altura.

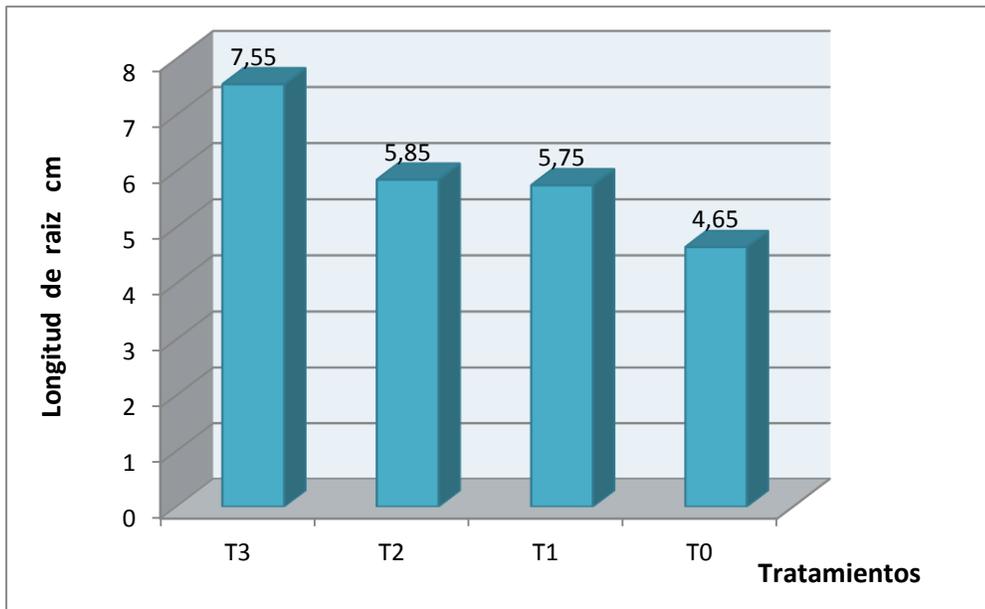
Jurado (1994), realizó la introducción de cinco variedades de nabo chino, en el departamento de Cochabamba quien obtuvo una longitud de raíz promedio de 21.96 cm estos valores altos se deben a que esta especie tiene raíces largas y a su vez que el experimento se realizó en un suelo de textura franco sin presencia de grava.

Huallpa (2010), quien realizó una investigación sobre el comportamiento de variedades de nabo con diferentes abonos orgánicos obtuvo un diámetro de 7.86 cm de la variedad cuello violeta globo blanco.

Por lo mismo se puede justificar que esta variedad utilizada en este estudio (cuello violeta globo blanco) es buena en porcentaje de germinación, altura y diámetro en comparación a otras variedades, también se puede mencionar que la aplicación del té de estiércol en las hojas del cultivo no interfiere en el desarrollo del nabo ya que los nutrientes que requiere el cultivo va pasando por la cutícula y penetrando la epidermis a así llega hasta el sistema radicular del cultivo.

La figura 9, muestra las diferencias estadísticas entre los tratamientos, para la variable longitud de raíz.

Figura 9. Diferencia estadística de la Longitud de raíz de los tratamientos



Fuente: Elaboración propia

5.2.2.3 Análisis de varianza para Diámetro de raíz

En análisis de varianza para la variable de respuesta diámetro de raíz se presenta en el cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis de varianza para diámetro de raíz

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F	
BLOQ	3,00	3,20	1,07	3,89	0,0491	*
TRAT	3,00	11,48	3,83	13,96	0,0010	**
EE	9,00	2,47	0,27			
TOTAL	15,00	17,14				
C.V.	8,90%					

En análisis estadístico de la variable diámetro de raíz presenta diferencias estadísticamente significativas en las fuentes de variabilidad bloques y tratamiento, por lo que se entiende que existe siquiera un tratamiento que obtuvo mayor diámetro de raíz en comparación con los demás tratamientos.

El coeficiente de variación igual a 8,90% indica el buen manejo de las unidades experimentales, además de indicar que los datos son confiables puesto que este no sobre pasa el rango permitido a campo abierto.

Puesto que para esta variable dio altamente significativo, para la fuente de variabilidad tratamiento se procede a realizar la prueba Duncan a un 5% de error, la cual se presenta en el cuadro 19.

Cuadro 19. Prueba Duncan para diámetro de raíz al 5% de error

PRUEBA DUNCAN 5%		
TRAT	PROM	INTER
T3	6,81	a
T2	6,53	a
T1	5,51	b
T0	4,68	b

La prueba Duncan, indica que existen dos grupos, el primero de ellos el tratamiento 3 y 2 con medias igual a 6,81 y 6,53 cm de diámetro de raíz respectivamente, seguido por los tratamientos 1 y testigo con promedios igual a 5,52 y 4,68 cm de diámetro respectivamente, siendo estos últimos los de menor diámetro formado al momento de la cosecha.

Huallpa (2010), que las características de desarrollo diametral de raíz pueden deberse a que la planta al encontrarse en un periodo de adaptación crece más diametralmente que longitudinalmente, para luego alcanzar un desarrollo proporcional en ambas direcciones de crecimiento.

Mismo autor menciona que el diámetro de raíz de dan a la genética propia de cada variedad de nabo en respuesta a una buena fertilidad de suelo así de esta manera se tendrá un buena aireación la cual es fundamentalmente para el crecimiento diametral de la raíz del nabo.

La diferencia de diámetro de raíz es evidente en la figura 10, en la cual se observa que el tratamiento 3 y 2, estadísticamente fueron los que formaron mayor diámetro de raíz al momento de la cosecha con promedios igual a 6,81 y 6,53 cm respectivamente siendo estos similares estadísticamente.

Pujro (2002), menciona 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 suelos pobres en fertilidad y condiciones físicas desfavorables la superficie activa de las raíces puede ser reducida.

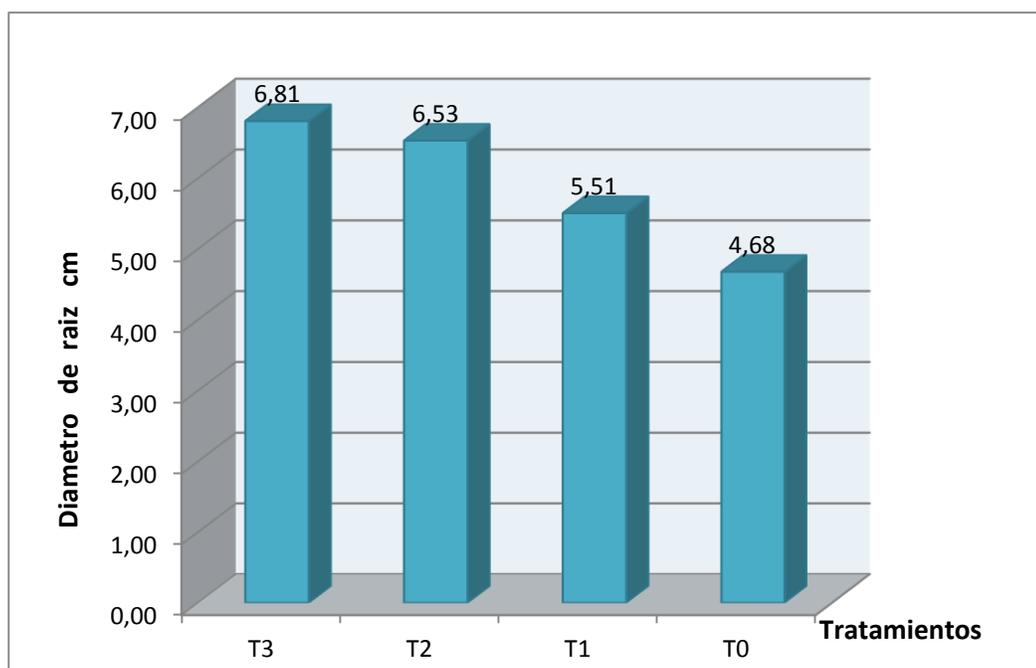
Los resultados obtenidos concuerdan con Pujro (2002), quien obtuvo diámetros de raíces comprendidos entre 6,15 a 2,06 cm (en dos zonas agroecológicas Achocalla y Collpani), esto en condiciones a campo abierto y con 6 variedades del cultivo de nabo.

Por otro lado Serrano (2000), en su ensayo de riego subsuperficial y con riego tradicional aplicados a 55 cm de profundidad respectivamente, reporto un diámetro de raíz 7,4 a 3,48 cm y un rendimiento de raíz promedio de 37,33 t/ha.

Por las aseveraciones hechas por los anteriores autores, podemos afirmar que las variedades con raíces globulares tienen mayor diámetro de raíz, si bien esto tiene relación con el rendimiento de raíz, cabe destacar que cuando mayor es el carácter citado mayor la posibilidad de encontrar rendimientos mayores, debido posiblemente a la expresión del carácter vegetal y dependiendo de otros factores inherente a la planta.

Los resultados obtenidos en cuanto al diámetro de raíz se presentan gráficamente en la figura 10.

Figura 10. Diferencia estadística del Diámetro de raíz de los tratamientos



Fuente: Elaboración propia

5.2.2.4 Análisis de varianza del rendimiento/m².

El análisis estadístico para la variable, rendimiento/m² es presentado en el cuadro 20.

Cuadro 20. Análisis de varianza del rendimiento/m².

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F	
BLOQ	3,00	0,73	0,24	0,45	0,7256	N.S.
TRAT	3,00	36,87	12,29	22,68	0,0009	**
EE	9,00	4,88	0,54			
TOTAL	15,00	42,49				
C.V.	8,18%					

El análisis de varianza para esta variable (cuadro 19) indica las diferencias altamente significativas entre tratamiento, entendiéndose al mismo como la existencia de un tratamiento que estadísticamente obtuvo mayor producción en un metro cuadrado.

El coeficiente de variación igual a 8,18% indica que los datos son confiables además del buen manejo de las unidades experimentales, puesto que este dato no sobre pasa el rango permitido a campo abierto.

La prueba Duncan con un 5% de error se muestra en el cuadro 20 para la variable producción por metro cuadrado, con el objeto de identificar el tratamiento que mayor producción obtuvo al momento de la cosecha.

Cuadro 21. Prueba Duncan para el rendimiento/ha al 5% de error

PRUEBA DUNCAN 5%		
TRAT	PROM	INTERP
T3	11,50	a
T2	8,67	b
T1	8,42	b c
T0	7,42	c

La prueba Duncan muestra la diferencia estadística en el rendimiento del cultivo de nabo, encontrándose en primer lugar el tratamiento 3 con una media igual a 11,50 kilos por metro cuadrado, seguida por el tratamiento 2 con una producción de 8,67 kilos por metro cuadrado y el testigo fue el tratamiento que estadísticamente tuvo la producción más baja con media igual a 7,42 kilos por metro cuadrado.

Esta característica del rendimiento está relacionado directamente con el peso de los nabos la misma que el diámetro que cada uno alcanza así se podría decir que a que a mayor diámetro el peso será mayor.

Por otra parte realizando algunos cálculos ajustados a los resultados obtenidos en el rendimiento m²/kilos se obtiene el rendimiento ya expresada en t/ha, de cada uno de los tratamientos con la aplicación del abono liquido orgánico (te de estiércol) en diferentes niveles de aplicación.

En el cuadro 22 se observa claramente las diferencias de los rendimientos obtenidos por tratamientos.

Cuadro 22. Rendimiento del cultivo por unidad experimental.

Tratamiento	Aplicación	Rendimiento t/Ha
T 0	0	74
T 1	1 agua/1 abono	84
T 2	1 agua/1.5 abono	86
T 3	1 agua/2 abono	115

Serrano (2000), quien obtiene en condiciones de invernadero un rendimiento biológico de 29,98 t/ha (con riego subsuperficial aplicados a 55 cm de profundidad) y 108,81 t/ha (con riego subsuperficial aplicado a 55 cm de profundidad); por otra parte Pujro (2002), trabajo realizado en dos zonas agroecológicas (Achocalla y Collpani), reporta un rendimiento biológico promedio de cinco variedades de nabo de 73,86 t/ha.

Mismo autor indica que en la investigación realizada con riego subsuperficial en ambientes atemperados para la producción intensiva del cultivo de nabo (var. Puple top White globe), obtiene los siguientes resultados 57,28 t/ha.

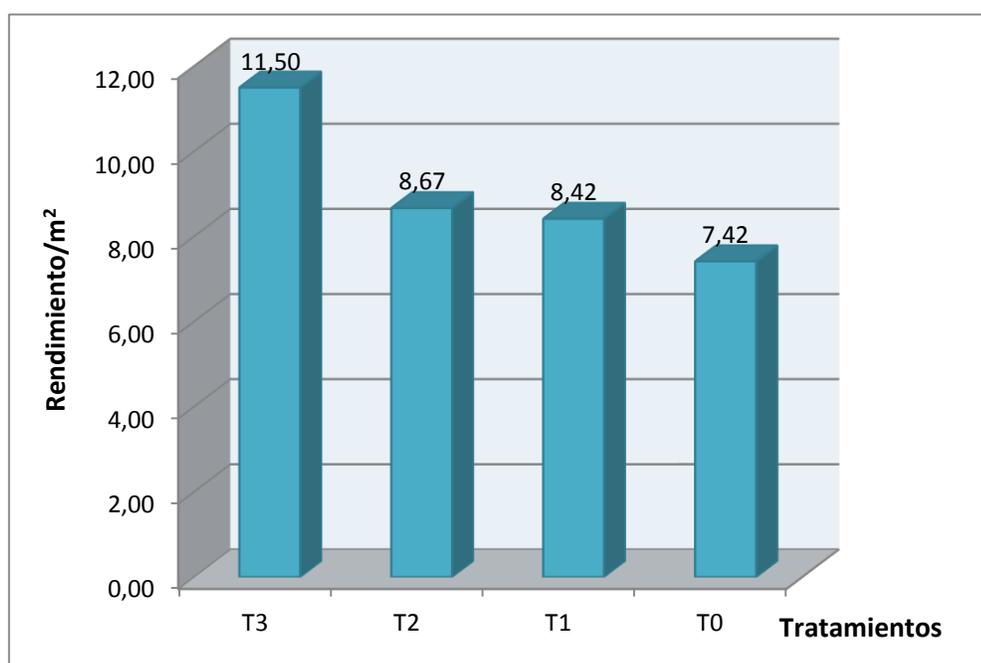
De lo anterior se estima que los altos rendimientos del cultivo obtenidos con riego subsuperficial es logrado gracias a la acción aditiva d los efectos de riego subsuperficial, que colaboraron para crear una mejor condición en el mantenimiento de la humedad y la asimilación de nutrientes disueltos en el medio. Así mismo se deduce que para los cultivos de raíz sería mejor aplicar un riego subsuperficial y no así un riego tradicional, siempre tomando en cuenta los costos que constarían instalar un sistema de riego subsuperficial.

Por otra parte Huallpa (2010), en el ensayo realizado sobre el comportamiento productivo de variedades de nabo con diferentes abonos orgánicos obtuvo un rendimiento de 140 t/ha de la variedad de cuello violeta globo blanco.

Por lo que se puede afirmar que es una de las variedades con mayor rendimiento debido a que en el ensayo que se realizó y utilizó la misma variedad, se obtuvo un rendimiento de 115 t/ha aproximándose al rendimiento que obtuvo Huallpa (2010) como ya se describió.

En la figura 11 claramente se puede observar que existe diferencia en cuanto al rendimiento/ha producidos en el área experimental.

Figura 11. Diferencia estadística del rendimiento/m² por tratamientos



Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Variables fenológicas

De acuerdo al cuadro 23 el cultivo de nabo tuvo un ciclo agrícola de 90 a 96 días. Del anterior análisis se infiere que la variedad de cuello violeta globo blanco presentado en el ciclo agrícola de 98 días es considerado como una variedad tardía. El ciclo agrícola de esta variedad coincide con los siguientes autores: Serrano (2000) y Pujro (2002), donde mencionan que el ciclo agrícola varía de 69 a 94 días; por otra parte SEMTA (1995), también reporta que el ciclo agrícola del cultivo de nabo es de 3 meses.

Cuadro 23. Ciclo agrícola del cultivo de nabo

Variedad	Ciclo agrícola
Cuello violeta globo blanco	96 días

Fuente: elaboración propia

Por otro lado Serrano (2000), indica que las temperaturas para una óptima inducción floral de esta variedad están comprendidas entre 5 a 7 °C.

Se han observado 5 fases importantes en el ciclo agrícola del cultivo de nabo, las cuales fueron.

5.2.3.1 Tiempo de emergencia

Esta fase se consideró desde la siembra, hasta que más del 50% de las plantas emergieron. Se pudo observar que el cultivo de nabo emergió en 6 días mostrando un periodo de emergencia corto.

Por otra parte los suelos de la zona son pedregosos, esto provocó la muerte de algunas plantas, debido a que obstruye la emergencia de las plantas; por lo anterior podemos afirmar que el cultivo de nabo prospera mejor en suelos sueltos, sin presencia de grava, buena aireación y con buen contenido de humedad en el suelo.

Al respecto Pujro (2002), menciona que el nabo es una planta bastante resistente a las heladas. Por lo cual se puede deducir que este cultivar es adaptable a las condiciones del Altiplano Norte.

5.2.3.2 Tiempo de emergencia a la aparición del primer par de hojas verdaderas.

Para determinar los días de emergencia a la aparición del primer par de hojas verdaderas entre los cotiledones, se procede a observar la parcela experimental cuando más del 50% de plantines presentaban este carácter; los resultados de esta fase se muestran en el cuadro 24.

Cuadro 24. Días de emergencia a la aparición del primer par de hojas

Zona	Variedad	Tiempo (días)
Pucarani	Cuello violeta globo blanco.	14

Fuente: Elaboración propia

5.2.3.3 Tiempo de aparición del primer par de hojas verdadera a la hinchazón de la raíz.

En el cuadro 25 se muestran los resultados de esta fase, estos datos se tomaron en cuenta desde la aparición del primer par de hojas verdaderas, hasta que más del 50% de las plantas mostraban la hinchazón de las raíces.

Cuadro 25. Tiempo de aparición del primer par de hojas verdaderas a la hinchazón de la raíz del cultivo de nabo.

Zona	Variedad	Tiempo (días)
Pucarani	Cuello violeta globo blanco.	32

Fuente: Elaboración propia

La fase dura aproximadamente 30 días, esta fase se considera como la más larga en el periodo vegetativo del cultivo, también se manifiesta mejor su potencial genético, la mejora del factor climático y la otra probabilidad es que la planta aprovecha mejor la aplicación del fertilizante líquido orgánico.

5.2.3.4 Tiempo de hinchazón de la raíz a la cobertura foliar completa

Los resultados de esta fase se muestran en el cuadro 26, esta fase se tomó en cuenta desde el inicio de la hinchazón de la raíz, hasta que el diámetro de la cobertura foliar era más o menos continuo y las hileras eran apenas visibles.

Cuadro 26. Tiempo de hinchazón de la raíz a la cobertura foliar completa del cultivo de nabo.

Zona	Variedad	Tiempo (días)
Pucarani	Cuello violeta globo blanco.	30

Fuente: Elaboración propia

Esta fase tuvo una duración de 30 días, esta fase se considera como la segunda fase más larga, porque en esta fase es donde hay mayor acumulación de biomasa vegetal y también mayor desarrollo de las raíces.

También indicar que en esta fase, el cultivo requiere aporque, principalmente para evitar la exposición de las raíces a la radiación solar, la cual provoca rajaduras en la raíces y afecta de manera significativa en la calidad de la misma.

En esta fase no afecta las heladas al cultivo de nabo, hasta llegan ser más resistentes que el cultivo de papa.

5.2.3.5 Tiempo de cobertura foliar completa a la maduración de cosecha

Los resultados de esta fase se muestran en el cuadro 27, la cosecha se realizó cuando el 75% de las plantas mostraban diámetros mayores a 5 cm y también las hojas basales se tornaron de color amarillento.

Cuadro 27. Tiempo de cobertura foliar completada a la maduración de cosecha del cultivo de nabo.

Zona	Variedad	Tiempo (días)
Pucarani	Cuello violeta globo blanco.	20

Fuente: *Elaboración propia*

Por otro lado se deduce que los factores abióticos (heladas, sequías prolongadas y granizadas), son los factores que impiden la producción de hortalizas en el sector del Altiplano Norte; por lo que se debe buscar variedades tales como las de hojas más gruesas, por lo que son las que mejor resistente a estos factores adversos en esta especie.

Esta fase no es fija a la maduración de cosecha, principalmente se tomó como referencia el mercado de la Ceja de la Ciudad de El Alto, donde va distando el producto, debido a que el consumidor prefiere raíces pequeñas por la razón de que son más dulces y a medida que va aumentando el tamaño de la raíz, pues la raíz se vuelve más picante, es decir mayor acumulación del compuesto llamado metil mercaptan.

5.2.4 Plagas y Enfermedades

En la zona de estudio, el cultivo de nabo no fue atacado por ningún tipo de enfermedad, ni en el follaje ni en la raíz; aunque se observaron algunos accidentes fisiológicos de poca significancia como ser rajaduras y formación de huecos en las raíces.

Con respecto a la presencia de plagas se observó muy distantemente, sin la necesidad de aplicar ningún tipo de insecticida, esto fue debido a que el abono utilizado fue aplicado a las hojas lo que impedía el acercamiento de algunos insectos hacía en cultivo de nabo.

Tambillo (2002), afirma que los abonos líquidos utilizadas en los cultivos de hojas, también cumplen la función de ser repelentes de los insectos ya que no les gustan los olores fuertes.

5.2.5 Variables edafológicas

5.2.5.1 Efecto del abono liquido orgánico en el suelo

Las muestras de suelos, extraídas antes de la siembra del cultivo y después de la cosecha presentan los siguientes valores mismos que se observan en el (anexo B - 1), estos datos nos permiten la interpretación de niveles de fertilidad del suelo sobre la base de análisis de laboratorio, los cuales se evalúan a continuación, según tablas de interpretación de la fertilidad de suelos que se describen en el anexo B – 5, descrito por Chilon (1997).

5.2.5.1.1 Comparación del suelo de antes de la siembra y después de la cosecha del cultivo de nabo.

En el siguiente cuadro 28 se presenta una comparación de los resultados obtenidas en el laboratorio se observan con claridad en el (anexo B – 1 y B – 6).

Cuadro 28. Comparación del suelo antes y después de la cosecha

Variable	Suelo antes de la siembra	Suelo después de la cosecha
pH	6,94	7,16
CE	0,169 dS/m	0,200 dS/m
DAP	1,35 gr/cm ³	1,04 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

5.2.5.1.2 Comparación de datos obtenidos por tratamientos

A continuación se observa en el cuadro 29 las diferencias y efectos que causó la aplicación del abono líquido orgánico en diferentes proporciones.

Cuadro 29. Comparación del suelo por tratamientos

Variables edafológicas	pH	CE mS/cm	Nitrógeno %	Fosforo ppm	Potasio meq/100 g	CIC meq/100 g
T ₁ = 1 L agua/1 L abono líquido	7,15	0,199	0,349	90,64	1,66	16,18
T ₂ = 1 L agua/1 ^{1/2} L abono líquido	7,23	0,222	0,371	98,66	1,79	15,89
T ₃ = 1 L agua/2 L abono líquido	7,27	0,249	0,365	91,05	2,10	16,47

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de IBTEN, 2014.

Como se puede observar en los datos obtenida en el laboratorio de IBTEN se podría decir que si existe efecto en el suelo con la aplicación del abono líquido orgánico en relación de los diferentes niveles ver anexos (B – 7, B – 8 y B – 9).

5.2.6 Análisis económico

El cálculo de beneficio neto, fue efectuado sobre la base de rendimiento de raíz del cultivo de nabo ajustando previamente por supuestas pérdidas en la cosecha, costo de producción y además tomando en cuenta el precio del kilo de nabo.

Para la comercialización de las raíces, se tomó en cuenta el precio del mercado de la Ceja (El Alto - La Paz); por ser el centro de comercialización más concurrido y por disponer de productos agrícolas de diferentes regiones.

De acuerdo al análisis económico que se tiene en el cuadro 30, los costos de producción están dados en los costos directos respectivamente en el marco de prácticas agronómicas y labores culturales de una tecnología tradicional, se detallan en (anexo C – 1).

Cuadro 30. Análisis económico del cultivo de nabo variedad cuello violeta globo blanco.

Especificación	Nabo variedad cuello violeta globo blanco
Precio por (Bs/kg)	1,00
Ingreso bruto (Bs/Ha)	20.000,00
Costo de producción (Bs/Ha)	6.793,00
Ingreso neto (Bs/Ha)	13.207,00
Relación B/C	2,94
Rent. a la inversión (%)	194

Por otro lado teniendo conocimiento de relación B/C cuando es menor a 1 existe perdida, pero sin embargo cuando la relación B/C es mayor a 1 significa que hay ganancia, por lo tanto en este caso la variedad de cuello violeta globo blanco es de (2,94) lo que indica que existe ganancia con la producción del cultivo de nabo.

6. CONCLUSIONES

- El tratamiento que mejor respuesta tuvo a la aplicación del abono líquido orgánico (té de estiércol) en todos los aspectos de variables de respuesta planteadas en el trabajo de investigación fue el tratamiento 3.
- En cuanto a las características agronómicas del cultivo el tratamiento que obtuvo mayor porcentaje de germinación fue el tratamiento 3 (aplicación de 2 L de té de estiércol/1 L de agua).
- En cuanto a la altura de planta, el tratamiento que mejor respondió fue el tratamiento 3 con 26,60 cm, seguida del tratamiento 2 con 20,70 cm, tratamiento 1 con 17,85 y dejando como último al testigo con 16,55 cm.
- Por otra parte con respecto al diámetro y longitud de raíz el tratamiento que mejor respuesta presentó con la aplicación del abono líquido (2 L de estiércol/1 L agua) fue el tratamiento 3.
- Así mismo el promedio con una mejor producción y rendimiento de raíz fue el tratamiento 3 con 115 t/ha, seguida del tratamiento 2 con 86 t/ha, el tratamiento 1 con 84 t/ha, finalmente dejando como último al testigo que no fue aplicada con ningún tipo de abono.
- El comportamiento de los demás tratamientos fueron diferentes en sus respuestas en cuanto a diámetro y longitud de raíz se refiere.
- Desde un punto de vista económico realizando un análisis de rentabilidad y costos existe una relación $B/C = 2.94$ lo que indica que existe ganancia para aquellos agricultores que se dediquen a la producción del cultivo de nabo y utilizando los abonos líquidos orgánicos las mismas que son utilizadas solo en hortalizas de hojas y no así en hortalizas de raíz.

7. RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos se emplean las siguientes recomendaciones:

- a) En el presente trabajo se utilizó como abono líquido orgánico el té de estiércol por lo mismo se recomienda realizar investigaciones con otras variedades con el objetivo de estudiar el rendimiento del cultivo de nabo.
- b) Realizar más estudios en el cultivo de nabo (*Brassica napus L.*), a la aplicación de abonos líquidos orgánicos las cuales presentan distintas reacciones al medio productivo.
- c) Efectuar trabajos de investigación con dosis duplicadas para la obtención del cultivo de nabo de mayor calidad.
- d) También se recomienda realizar el mismo trabajo en otros lugares de las mismas características, esto con el fin de corroborar los resultados obtenidos y así tener variedades definidas para cada región, de esta manera obtener datos que sean de beneficio para los agricultores.

8. BIBLIOGRAFÍA

AGROCONNECTION, (2001). Boletín sobre Agricultura Orgánica,

www.agroconention.com

AGRUCO, (1998). Agro biología de la universidad de Cochabamba. 1990. Agroecológica y saber andino serie técnica N°5 Cochabamba Bolivia. p. 24 – 26.

ALVARADO, H. (2005). “Economía Agrícola”. Apuntes de la Materia de Economía Agrícola I. facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia.

ANÓNIMO, (s/f). “El valor curativo de las plantas, 150 recetas efectivas”. Editora y distribuidora lima s. a. Lima – Perú. p. 20.

AOPEB, (2010). Elaboración de Abonos Líquidos Orgánicos. La Paz – Bolivia. Asociación de Organizaciones Productores Ecológicos de Bolivia. Folleto. S/e.

ARTEAGA, Y. (2004). Diseños Experimentales de la Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. pp. 45 – 47.

AUBERT, CI. (1997). “El huerto biológico, como cultivar todo tipo de hortalizas sin productos químicos ni tratamientos tóxicos”. 5^{ta} ed. Editorial los libros de INTEGRAL. Barcelona – España. p. 149.

BACA, G. (1999), “Fundamentos de Ingeniería Económica”. Segunda edición. Editorial Mc. Graw – Hill. México. p. 390.

BUTRÓN, R. (1996). “Estudio de la incidencia y severidad del mildiu (*Peronospora farinosa*), en 9 variedades de quinua en la Estación Experimental de Belén”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. p. 4.

CAMACHO, R. 2001. Suelos. La Paz – Bolivia. Estación Experimental de Patacamaya. Encargado del laboratorio (comunicación personal).

CASTAÑOS, C. (1993). Horticultura Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo, México. p. 272 – 275.

CATIE, (2003). (Centro de investigación de agricultura tropical). 1999, RAAN Biodigestor por sus usos. Boletín técnico N° 12 Jaen, Cajamarca s/p.

CYBEROLIMPIADAS, (2003). Boletín Informativo de proyectos Realizados

www.cyberolimpiadas.com.sv.

CHILON, E. (1997). “Fertilidad de suelo y nutrición de plantas, prácticas de campo y laboratorio” 1ª edición. C.I.D.A.T. UMSA. EMI. Ediciones. La Paz – Bolivia. p. 41 – 44.

DIARIO, (2001). “Las naranjas y verduras constituyen una defensa contra males cardiacos”. La Paz – Bolivia, jul. 1:p. 2.

DURAN, F. (2004), “Volvamos al Campo”. Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopáticos. Grupo Latino Editorial Ltda.

ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA. (1995). “Producción Agrícola”. Editorial TERRANOVA. Santa Fe de Bogotá, D.C. – Colombia. p. 310.

GALARZA, C. 2006. “Aplicación de abonos orgánicos y su influencia en el cultivo de la col (*Brassica Oleracea*), Cantón Guaranda”, Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia. UMSS – Facultad de Agronomía. p. 68 – 80.

GISBERT, V. (1997). “Evaluación comparativa de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota L.*), bajo dos sistemas de siembra en la provincia de Omasuyu”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. p. 42.

GOMERO, L. (1999). Manejo ecológico del suelo primera edición. Editorial Stefan SRL. Lima – Perú. p. 182 – 196.

GRUPO EDITORIAL OCÉANO, (1999). Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. p. 585 – 586.

HUALLPA, F. (2010), “Comportamiento Productivo de Variedades de Nabo (*Brassica napus* L.) con diferentes Abonos Orgánicos en el Altiplano Norte de La Paz”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. p. 85.

INIDEM, (2001 – 2005). Plan de Desarrollo Municipal de Achocalla.

JURADO, P. (1994), “Comportamiento de cinco variedades de nabo chino (*Brassica napus* L.) bajo tres densidades de siembra en el valle alto de Cochabamba” Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia AMSS – Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales. p. 13, 20, 29, 36 – 40,58 – 100.

KRARUP, C. Y MOREIRA, I. (1998). “Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural (en línea). Universidad Católica de Chile, VRA, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago – Chile. Consultado el 20 dic. 2012 disponible en http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498.

LAURA, (1999). “Aplicación de abonos orgánicos en rotación de hortalizas y su efecto en el suelo en la micro cuenca de Achocalla”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. p. 79.

LÓPEZ, V. (1994). “Conservación de Frutas y Hortalizas”. 2^{da} ed. Editorial ACRIBIA. Zaragoza – España. p. 175.

LORENTE, J.B. (1997). “Biblioteca de la Agricultura”. 1^{ra} ed. Editorial IDEA BOOKS, S.A. Barcelona – España. v. 5. p. 584 – 585.

MANUAL AGROPECUARIO, (2002). Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente p. 775.

MAROTO, J.V. (1995). “Horticultura herbácea especial”. Ediciones Mundi – Prensa. 4^{ta} edición. Madrid – España. p. 27 – 32.

MÉNDEZ, R. (2008), “Cultivos Orgánicos”. Su Control Biológico en Plantas Medicinales y Aromáticas. Segunde Edición. Ecoe Ediciones.

MURAOKA, Y. (2001). Folleto. Curso sobre cultivos de productos agrícolas. Voluntario Japonés de JICA. p. 23.

NOZA, S. et al. (1995). “La horticultura en Perú”. Lima – Perú. p. 38. (Afiche de información agrícola. Ministerio de Agricultura).

OFICINA Y LABORATORIO DE SEMILLAS LA PAZ. 1997. Lista de Semillas La Paz – Bolivia.

PALOMINO, A. (2010). “Manual Agricultura Alternativa”. Ed. Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá Colombia.

PALOMINO, A. (2003), “Desarrollo Endógeno Agropecuario”. Nueva Biblioteca del Campo. Abonos y lombrices. Ed. Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá Colombia.

PALOMINO, A. (2008), “Desarrollo Endógeno Agropecuario”. Nueva Biblioteca del Campo. Bogotá Colombia.

PAREDES, I. (1999). “Identificación de la unidad económica de producción agropecuaria en el cantón Tambillo”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. p. 13 – 14.

PASCUAL, L. (2013). Entrevista personal, agricultor de Achocalla. Comunidad Pucarani. La Paz – Bolivia.

PAYE, R. (2006). “Efecto de Abonos Orgánicos Líquidos en el Rendimiento”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. p. 34 – 35.

PINHEIRO, S. RESTREPO, J. (2009), “Agricultura Orgánica Harina de Rocas y la Salud del Suelo al alcance de todos”. Primera edición.

PORCO, C.F.; TERRAZAS, H.J. (2009). “Manual de enfermedades en plantas herbáceas y arbóreas 1^{ra} ed. La Paz, Bolivia. Campo Iris. p. 190.

PUJRO, J. (2002), “Introducción de seis variedades de nabo (*Brassica napus*) en dos zonas agroecológicas del Departamento de La Paz”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. p. 7 – 20.

RAMÍREZ, M. (2010). “Granja Integral Autosuficiente”. Ed. Hogares Juveniles Campesinos.

RAMÍREZ. G. (2000), “Recopilación desde el surco. Como Hacer Abonos Orgánicos”. Editorial el Surco.

RAMÍREZ, F. (2007), “Control de Plagas y Enfermedades de los Cultivos”. Grupo Latino Editorial Ltda. Primera edición.

RAMÍREZ. F. (2003), Volvamos al campo. “Abonos. Lombricultura y Compostaje”. Grupo Latino Editorial Ltda.

RAYMOND, G. (1989), Producción de Semillas de Plantas Hortícolas. Ediciones Mundi – prensa, Madrid. p. 100 – 101.

RESTREPO, J. (2000), “Agricultura Orgánica una Teoría una Práctica de la industria de la guerra a la industrialización de la agricultura”

ROMERO, A. Enciclopedia Agropecuaria. “Agricultura Ecológica”. Segunda edición. Terranova Editoriales, Ltda.

RUANO, S. (1999). “Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería”. Editorial OCEANO / CENTRUM. Barcelona – España. p. 542 – 544.

SEMTA, (1995). “Diagnóstico de la micro cuenca de Achocalla”. Editorial SEMTA La Paz – Bolivia. p. 135.

SERRANO, G. (2000). “Riego subsuperficial en ambientes atemperados para la producción intensiva de nabo (*Brassica napus*) y lechuga (*Lactuca sativa*)”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. p. 53 – 71.

SUQUILANDA, M. (2001). “Seminario Taller de Agricultura Orgánica” del 10 al

12 de noviembre.

SUQUILANDA, M. (2007). “Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos”. Conferencia dada en el seminario de Producción Orgánica de Hortalizas en la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. Cuenca – Ecuador.

TAMBILLO, N. (2002). “Estudio Comparativo de Diferentes Niveles de Fertilizantes Foliareos en el Cultivo de Cebada Forrajera (*hordeum vulgare L.*) en el Altiplano Central”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. p. 14 – 18.

TERRENOVA EDITORES, (1995). “Producción agrícola” Tomo N° 3. p. 307 – 309.

TITO, L. (1997). “Manejo y conservación de suelos”. 3 ed. La Paz – Bolivia. p. 69.

TISCORNIA, J.R. (1992). “Cultivo de Hortalizas Terrestres”. Editorial Albatros. Buenos Aires – Argentina. p. 84 – 86.

UMSS, (2005). “Ingeniería Económica”. Texto del Alumno Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias y Tecnología. Cochabamba, Bolivia.

VAN HAEFF, J.N.M.; BERLIJN, J. (1997). “Horticultura”. 6^{ta} reimpr. Editorial TRILLAS. México, D.F. p. 39 – 81.

VIDA SANA, (2001). “Enciclopedia de salud”. La Paz, Bolivia, ene. 29: p. 9.

www.infojardin.com/articulos/humus.htm 2005.

www.infoagro.com/col 2005.

www.uco.es/d62_coorm/ 2004.

ZAPATA O. (2004), Módulo de Horticultura, Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias. p. 30 – 31.

ANEXOS

ANEXO A
ANALISIS FISICO QUIMICO
DEL SUELO, FERTILIZANTE
E INTERPRETACION

ANEXO A – 2 Cálculo de la oferta del suelo.

- ❖ Peso de capa arable (PCA).

Datos Solución

$$\begin{aligned} D_{ap} &= 1,35 \text{ gr/cm}^3 = 1,35 \text{ TM/m}^3 & PCA &= D_{ap} * \text{Prof.} * A \\ \text{Prof.} &= 0,12 \text{ m} & PCA &= 1,35 * 0,12 * 10000 \\ A &= 1 \text{ Ha} = 10000 \text{ m}^2 & PCA &= 1620 \text{ TM S}^0 = \underline{\underline{1620000 \text{ kg S}^0}} \end{aligned}$$

- ❖ Calculo de Nitrógeno presente en el S⁰ por Ha

$$\%N = 0,41 \%$$

$$\begin{array}{l} 100\% \text{ ————— } 1620 \text{ TM} \\ 0,41 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = \underline{\underline{6,64 \text{ TM N} = 6642,0 \text{ kg N}}}$$

- ❖ Calculo del coeficiente (con el coeficiente de mineralización).

$$C_m = 3,5 \%$$

$$\begin{array}{l} 100\% \text{ ————— } 6642 \text{ kg N} \\ 3,5 \text{ ————— } X \end{array}$$

$$X = \underline{\underline{232,47 \text{ kg N}}}$$

- ❖ Calculo del Nitrógeno total por el ciclo agrícola

$$CV = 3 \text{ meses}$$

$$\begin{array}{l} 12 \text{ meses ————— } 232,47 \text{ kg N} \\ 3 \text{ meses ————— } X \end{array}$$

$$X = \underline{\underline{58,12 \text{ kg N/ Ha}}}$$

❖ Calculo del fosforo

$$\begin{array}{l} 1000000 \text{ kg S}^\circ \text{ ————— } 73,69 \text{ kg P} \\ 1620000 \text{ kg S}^\circ \text{ ————— } X \end{array}$$

X = 119,38 kg P

❖ Calculo de cantidad en el suelo de P₂O₅

P = 31 * 2 = 62

$$O = 16 * 5 = 80 \quad = \frac{142}{62} = \underline{2,29}$$

119,38 * 2,29 = **273,37 kg P₂O₅ /Ha**

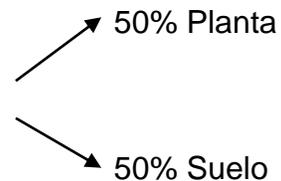
❖ Calculo de Potasio

K = 1,14 meq / 100gr

K = 39

$$\frac{1,14 \text{ meq}}{100 \text{ gr}} * \frac{1 \text{ eq}}{1000 \text{ meq}} * \frac{39 \text{ gr}}{1 \text{ eq}} = \underline{\underline{0,044 \text{ gr K} / 100 \text{ gr S}^\circ}}$$

0,044 TM K / 100 TM S^o



0,044/2 = 0,022 TM K / 100 TM S^o

$$\begin{array}{l} 100 \text{ TM S}^\circ \text{ ————— } 0,022 \text{ TM K} \\ 1620 \text{ TM S}^\circ \text{ ————— } X \end{array}$$

X = 0,36 TM K
= **360,13 kg K**

❖ Calculo de cantidad de K₂O en el suelo

360,13 * 1,21 = 435,75 kg K₂O / Ha

OFERTA DEL SUELO

(58,12 – 273,37 – 435,75)

❖ Constante de asimilación por la planta (40 – 20 – 40)

N
100% ——— 58,12 kg N
40% ——— X
X = 23,25 kg N

P
100% ——— 273,37 kg P₂O₅
20% ——— X

X = 54,67 kg P₂O₅

K
100% ——— 435,75 kg K₂O
40% ——— X

X = 174,30 kg K₂O

❖ Oferta asimilable por la planta

(23,25 – 54,67 – 174,30) Ha

A = 40,5 m²

N
10000 m² ——— 23,25 kg N
40,5 m² ——— X
X = 0,094 kg N

P
10000 m² ——— 54,67 kg P₂O₅
40,5 m² ——— X

X = 0,22 kg P₂O₅

$$\begin{array}{r}
 10000 \text{ m}^2 \text{ —————} 174,30 \text{ kg K}_2\text{O} \\
 \text{K} \\
 40,5 \text{ m}^2 \text{ —————} X
 \end{array}$$

$$X = \underline{40,50 \text{ kg K}_2\text{O}}$$

❖ Calculo de la nueva demanda NPK

Rendimiento (120 – 60 - 190)

$$\begin{array}{r}
 40 \text{ TM} = 20 \text{ TM} \\
 40 \text{ TM} \text{ —————} 120 \text{ kg N} \\
 20 \text{ TM} \text{ —————} X
 \end{array}$$

$$X = \underline{60 \text{ kg N}}$$

$$\begin{array}{r}
 40 \text{ TM} \text{ —————} 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \\
 20 \text{ TM} \text{ —————} X \\
 \mathbf{X = \underline{30 \text{ kg P}_2\text{O}_5}}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 40 \text{ TM} \text{ —————} 190 \text{ kg} \\
 20 \text{ TM} \text{ —————} X \\
 \mathbf{X = \underline{95 \text{ kg K}_2\text{O}}}
 \end{array}$$

DOSIS (DEMANDA – OFERTA)

60	-	30	-	95
23,25	-	54,67	-	174,30
36,75	-	24,67	-	79,3



Dosis de Nitrógeno

ANEXO A – 4. Calculo de abono Orgánico Liquido (té de estiércol).

%N = 0,03 %

$$\begin{array}{r} 100 \text{ lt} \quad \text{————} \quad 0,03 \text{ kg N} \\ X \quad \text{————} \quad 36,75 \text{ kg N} \end{array}$$

$$X = \underline{\underline{122500 \text{ lt/Ha}}}$$

❖ Cantidad de té de estiércol para el área total experimental.

$$\begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \quad \text{————} \quad 122500 \text{ lt} \\ 40.5 \text{ m}^2 \quad \quad \quad \underline{\underline{X}} \end{array}$$

$$X = \underline{\underline{496,12 \text{ lt te de estiércol}}}$$

❖ Cantidad de té de estiércol para el área disponible experimental.

$$\begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \quad \quad \quad \text{—}122500 \text{ lt} \\ 22 \text{ m}^2 \quad \quad \quad X \quad \text{————} \end{array}$$

$$X = \underline{\underline{269 \text{ lt te de estiércol}}}$$

ANEXO – 9. Tablas de niveles críticos para interpretación de la fertilidad del suelo en base a análisis de laboratorio.

❖ Textura del suelo

CALIFICACIÓN (%)	DEFINICIÓN	INTERPRETACIÓN
100	Textura media Franco, franco limoso, limoso	El suelo donde se realizo el trabajo de investigación estaba con una textura moderadamente fina.
95	Textura moderadamente gruesa Franco arenoso	
<u>80 – 90</u>	Textura moderadamente fina Textura arcillosa, franco arcillo limoso, franco arcillo arenoso	
60 – 70	Textura muy fina Arcillosa, arcillo arenoso, arcillo limoso	
	Textura muy gruesa Arena, arena franca	
40 – 50		

❖ Rango e interpretación de pH

ESCALA DE VALORES	DEFINICIÓN	CALIFICACIÓN (%)	INTERPRETACIÓN
Menor de 4,5	Extremadamente acido	10 – 19	Suelo apto para la agricultura con un pH neutro.
4,6 – 5,0	Muy fuertemente acido	20 – 39	
5,1 – 5,5	Fuertemente acido	40 – 59	
5,6 – 6,0	Medianamente acido	60 – 79	
6,1 – 6,5	Ligeramente acido	80 – 90	
<u>6,6 – 7,3</u>	Neutro	<u>100</u>	
7,4 – 7,8	Medianamente alcalino	90 – 80	
7,9 – 8,4	Moderadamente alcalino	79 – 60	
8,5 – 9,0	Fuertemente alcalino	59 – 40	
Mayor de 9,0	Muy fuertemente alcalino	39 – 20	

❖ Rango e interpretación de capacidad de intercambio cationico (C.I.C.).

RANGO (meq/100grS^o)	DENOMINACIÓN	CALIFICACIÓN (%)	INTERPRETACIÓN
< 5	Muy bajo	50 – 59	El CIC fue muy alto lo cual indica que existe un buen intercambio cationico.
5,1 – 10	Bajo	60 – 69	
10,1 – 15	Medio	70 – 79	
15,1 – 20	Alto	80 – 90	
>20	Muy alto	<u>100</u>	

❖ Rango e interpretación de conductividad eléctrica (C.E.).

RANGO (meq/100grS^o)	DENOMINACIÓN	CALIFICACIÓN (%)	INTERPRETACIÓN
< 2	No salino	<u>100</u>	Suelo no salino apto para la producción.
2 – 4	Ligeramente salino	90 – 70	
4,1 – 8	Moderadamente salino	69 – 50	
8,1 – 16	Fuertemente salino	49 – 30	
> 16	Muy fuertemente salino	29 – 10	

❖ Rango e interpretación de materia orgánica

RANGO (%)	DENOMINACIÓN	CALIFICACIÓN (%)	INTERPRETACIÓN
< 2	Bajo	60 – 79	El suelo se encontraba con materia orgánica medio.
2 – 4	Medio	<u>80 – 90</u>	
> 4	Alto	100	

❖ Nivel e interpretación de nitrógeno total

NIVELES (%)	DENOMINACIÓN	CALIFICACIÓN (%)	INTERPRETACIÓN
< 0,1	Bajo	60 – 79	Alto contenido de nitrógeno en el suelo.
0,1 – 0,2	Medio	80 – 90	
> 0,2	Alto	<u>100</u>	

❖ Rango e interpretación de fosforo

RANGO (ppm)	DENOMINACIÓN	INTERPRETACIÓN
0 – 6	Bajo	La cantidad de fosforo en el suelo es muy alto.
7 – 14	Medio	
Mayor a 14	Alto	

❖ Rango e interpretación de potasio

RANGO (ppm)	DENOMINACIÓN	INTERPRETACIÓN
0 – 300	Bajo	Muy bajo contenido de potasio en el suelo.
300 – 600	Medio	
Mayor a 600	Alto	

Fuente: Chilon, (1997).

ANEXO B
CALCULOS DE COSTOS
DE PRODUCCION

ANEXO B – 1. Costos de producción del cultivo de nabo por hectárea (expresados en bolivianos).

Municipio : Achocalla
 Comunidad : Pucarani
 Sistema : Tradicional
 Gestión agrícola : Primavera 2014

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL (Bs.)
INSUMOS				
Semilla	Kg	4	250	1000
Fertilizante (te de estiércol)	Litros	496	1	496
PREPARADO DEL TERRENO				
Arado tradicional	Yunta	4	80	320
Mullido	Yunta	4	80	320
SIEMBRA				
Siembra manual (boleo)	Jornal	6	40	240
LABORES CULTURALES				
Riego	Jornal	6	30	180
Raleo y deshierbe	Jornal	8	30	240
Aplicación de fertilizante	Jornal	6	30	180
Aporque	Jornal	8	30	240
COSECHA				
Recolección	Jornal	10	40	400
Desojado y lavado	Jornal	8	40	320
Embolsado	Jornal	6	40	240
Transporte	Camión	20	100	2000
Sub total				6.176,00
Imprevistos 10 %				617,00
Total				6.793,00

❖ CALCULO DEL ESTUDIO DE MERCADO DEL PRODUCTO

Densidad de siembra 3 – 4 kg/Ha

❖ INGRESO BRUTO

IB = Rendimiento * Precio

IB = 20000 kg/Ha * 1

IB = 20000 Bs/Ha

❖ INGRESO NETO

IN = IB – CP

IN = 20000 – 6793

IN = 13207

❖ BENEFICIO COSTO B/C

B/C = IB/CP

B/C = 20000/6793

B/C = 2,94

❖ RENTABILIDAD A LA INVERSIÓN

RI = IN / CP * 100%

RI = 13207/6793 * 100%

RI = 1,94 * 100%

RI = 194

**AXENO C
FOTOGRAF
IAS**



FOTO C – 1. Muestra de suelo



FOTO C – 2. Muestras para el laboratorio



C – 4. Midiendo la altura de planta

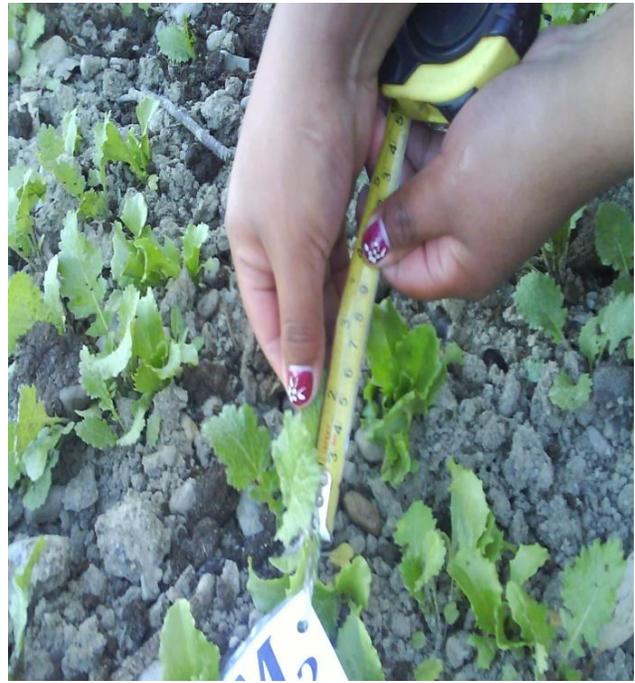


FOTO C – 3. Parcela experimental

FOTO



FTO C – 5. Cosecha del cultivo



FOTO C – 6. Recolección del cultivo



FOTO C – 7. Desojado del nabo



FOTO C – 8. Toma de datos después de la cosecha



FOTO C – 9. Midiendo la longitud de la raíz después de la cosecha



FOTO C – 10. Lavado del cultivo