

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DE DENSIDAD DE SIEMBRA Y FUENTES DE  
ABONAMIENTO ORGÁNICO EN PRODUCCIÓN DE DOS  
VARIETADES DE BETERRAGA (*Beta vulgaris L.*), EN  
OROPESA-QUISPICANCHI-CUSCO**

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias  
**MANGA BONINO MARCELO**, para optar al Título  
Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

**Asesores:**

Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán  
Dra. Analí Lizárraga Farfán

**Patrocinador:**

Vivero Garden Cusco

**CUSCO – PERÚ**  
**2022**

## DEDICATORIAS

A mi Padre

Carlos Manga A. Quispe Q.E.P.D  
quien fue un modelo de persona  
para mí y un gran profesional  
que me motivo a estudiar esta  
maravillosa carrera.

A mi Madre

Itala E. Bonino Vda. de Manga  
una de las mujeres que más admiro y amo  
por sus acertados consejos para afrontar  
cada reto que se presenta en vida.

A mi Hermana

Carla Manga Bonino  
por su amor invaluable  
por tus valiosos consejos y su invaluable apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco que por medio de sus docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias me brindó conocimientos fundamentales para el desarrollo de mi formación profesional.

Agradezco sinceramente a mis asesoras Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán y Dra. Analí Lizárraga Farfán por el apoyo en la realización, ejecución y corrección, del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado por sus acertadas observaciones del presente trabajo de investigación.

Al Vivero Garden Cusco por ceder el terreno para la realización del trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos Melvin, Arnaldo, Franklin en especial a Fabio y Kevin por su apoyo en la instalación y cosecha de mi trabajo de investigación.

A mis amigos(as) de la Universidad con los cuales hemos compartido grandes experiencias imposibles de olvidar.

## CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIAS .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
RESUMEN .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	vii
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación. ....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	1
1.2.1 Problema general .....	1
1.2.2 Problemas específicos.....	1
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN .....	2
2.1 Objetivos .....	2
2.1.1. Objetivo general .....	2
2.1.2. Objetivos específicos.....	2
2.2. Justificación .....	3
III. HIPÓTESIS .....	4
3.1. Hipótesis general.....	4
3.2. Hipótesis específicas .....	4
IV. MARCO TEÓRICO .....	5
4.1. Origen y distribución .....	5
4.2. Posición taxonómica.....	5
4.3. Descripción morfológica .....	5
4.3.1. Raíz.....	5
4.3.2. Hojas .....	7
4.3.3. Tallo .....	7
4.3.4. Flor.....	7
4.3.5. Variedades .....	9
4.4. Requerimientos Edafoclimáticos.....	10
4.4.1. Temperatura.....	10
4.4.2. Suelo .....	11
4.5. Fenología del cultivo.....	12
4.6. Fisiología del crecimiento .....	13
4.7. Prácticas de cultivo.....	13

4.7.1. Preparación de suelo.....	13
4.7.2. Siembra.....	14
4.7.3. Riego.....	16
4.7.4. Control de malezas.....	17
4.7.5. Aclareo o raleo.....	17
4.7.6. Aporque.....	18
4.8. Plagas y enfermedades.....	18
4.8.1. Plagas.....	18
4.8.2. Principales Enfermedades.....	23
4.9. Cosecha.....	27
4.9.1. Manejo post cosecha.....	28
4.9.2. Valor Nutricional y Usos.....	28
4.10. Abonamiento Orgánico.....	30
4.10.1. Elementos minerales esenciales.....	30
4.10.2. Nivel de abonamiento.....	35
4.10.3. Humus de lombriz.....	36
4.10.4. Guano de isla.....	39
4.11. Producción, superficie cosechada y rendimiento de beterraga a nivel nacional y regional.....	42
4.12. Antecedentes de investigaciones.....	44
4.12.1. Densidad de siembra.....	44
4.12.2. Variedades.....	45
4.12.3. Abonamiento Orgánico.....	46
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
5.1. Tipo de investigación.....	47
5.2. Ubicación del campo experimental.....	47
5.2.1. Ubicación política.....	47
5.2.2. Ubicación geográfica.....	47
5.2.3. Ubicación hidrográfica.....	47
5.2.4. Ubicación ecológica.....	47
5.2.5. Historial del terreno.....	48
5.3. Ubicación temporal de la investigación.....	48
5.4. Materiales y métodos.....	48
5.4.1. Material biológico.....	48

5.4.1.1. Características del material biológico. ....	48
5.4.2. Abonos orgánicos .....	50
5.4.3. Productos químicos .....	50
5.4.3. Materiales de campo .....	50
5.4.4. Herramientas .....	50
5.4.5. Equipos .....	50
5.5. Métodos.....	51
5.5.1. Diseño experimental .....	51
5.5.2. Características del campo experimental .....	51
5.5.3. Factores y niveles de evaluación .....	52
5.5.4. Tratamientos.....	54
5.6. Conducción del cultivo .....	54
5.6.1. Preparación del suelo .....	54
5.6.2. Marcado del campo experimental .....	57
5.6.3. Surcado del campo experimental.....	57
5.6.4. Siembra .....	58
5.6.5. Análisis de suelo.....	59
5.6.6. Fertilización .....	60
5.6.7. Cubierta.....	62
5.6.8. Control de malezas.....	63
5.6.9. Control fitosanitario.....	64
5.6.10. Raleo.....	66
5.6.11. Aporque.....	67
5.6.12. Cosecha .....	67
5.7. Evaluaciones .....	68
5.7.1. Rendimiento .....	68
5.7.2. Características agronómicas .....	69
5.7.3. Tamaño de raíces.....	71
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	72
VII. CONCLUSIONES .....	109
VIII. SUGERENCIAS .....	110
X. BIBLIOGRAFÍA.....	111
ANEXOS.....	117

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado “EFECTO DE DENSIDAD DE SIEMBRA Y FUENTES DE ABONAMIENTO ORGÁNICO EN PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE BETERRAGA (*Beta vulgaris* L.), EN OROPESA – QUISPICANCHI - CUSCO” fue ejecutado del 26 de octubre del 2019 al 06 de marzo del 2020.

El objetivo general planteado fue: Determinar el efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico en la producción de dos variedades de beterraga (*Beta vulgaris* L.).

Fueron evaluados dos densidades de siembra: 166,667 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) y 100,000 plantas/ha (0.40 m x 0.25 m), dos fuentes de abonamiento orgánico: guano de isla y humus de lombriz, y dos variedades: Early Wonder y Early Wonder Tall Top. Se adoptó el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2A x 3B x 2C, con doce tratamientos y cuatro repeticiones, con 48 unidades experimentales.

Los resultados obtenidos fueron: la fuente de abonamiento guano de isla, mostró el mejor resultado con un rendimiento promedio de 30.83 t/ha de raíces y 237.95 g de raíz por planta. La densidad de siembra 166,667 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) mostro el mejor rendimiento para peso de raíces por hectárea con un promedio de 32.62 t/ha y la densidad de siembra 100,000 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) para peso de raíces por planta con 238.44 g de promedio. Asimismo, la fuente de abonamiento guano de isla presenta mayor número de hojas por planta con 12.81 hojas, y es estadísticamente igual a la fuente de abonamiento humus de lombriz para número de hojas por planta al 99% de confianza. El diámetro y la longitud de raíz de la beterraga no se ven afectados por la densidad de siembra ni por la variedad, al no existir diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. La fuente de abonamiento orgánico guano de isla muestra el mejor resultado para diámetro de raíz con un promedio de 7.60 cm, mientras que para longitud de raíz no hay diferencia significativa entre las fuentes de abonamiento orgánico.

## INTRODUCCIÓN

La beterraga (*Beta vulgaris L.*) es una especie hortícola ampliamente cultivada en el país, sin embargo, según las estadísticas del Ministerio de agricultura y Riego no existe registros de su cultivo en la región Cusco, esto no significa que no se cultive esta especie, sino que, la superficie sembrada es mínima a pesar de que las condiciones edáficas y climáticas son adecuadas para el cultivo de la beterraga.

Para incrementar la superficie cultivada con beterraga en la región Cusco se debe investigar en tecnología productiva adaptada al medio local, dentro de este contexto es necesario investigar el comportamiento de las diferentes variedades de beterraga existentes en el mercado nacional, determinando que cultivares son los que mejor se aclimatan y tienen mayor productividad en condiciones ambientales similares a la zona del ensayo, para poner a disposición de los productores, nuevos cultivares que presenten alternativas eficientes, tendientes a solucionar problemas de productividad y de satisfacer las necesidades del mercado.

La densidad de siembra es un factor de rendimiento y calidad de las especies vegetales, encontrar la densidad óptima para una región es importante puesto que asegura buen rendimiento y calidad. La densidad depende a su vez de varios factores como la variedad cultivada, la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas, el plan de abonamiento entre otros factores, determinar la densidad óptima de siembra para una determinada variedad y para una localidad es importante porque permite elaborar tecnología adaptada al medio local.

La fertilización con guano de isla, humus de lombriz, roca fosfórica y otras fuentes orgánicas y naturales es una alternativa amigable con la naturaleza en comparación al uso de fertilizantes sintéticos, que generan múltiples efectos contaminantes del suelo y el agua, por tanto, es importante determinar cuál es el efecto que tienen las fuentes de abonamiento orgánico sobre el rendimiento y la calidad de beterraga.

El autor

## I.PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Identificación del problema objeto de investigación.

A nivel nacional y según el **Ministerio de Agricultura y Riego (2019)** la superficie cosechada con beterraga para el año 2017 fue de 2,039 ha, la región con mayor producción fue Lima con 1,194 ha. El rendimiento promedio a nivel nacional registrado para el 2017 fue de 17,010 Kg/ha y la producción nacional fue de 34,687 t La región Cusco debido a la mínima superficie cultivada no presenta registro.

Entre las causas como es la escasez de tierras cultivadas de beterraga (*Beta vulgaris L*) en la región Cusco, está el poco conocimiento que tienen los agricultores dedicados a esta actividad, sobre las técnicas de cultivo de esta especie, como son la densidad de siembra, abonamientos orgánicos, las variedades comerciales, entre otros. Razón por la cual se plantea las siguientes preguntas de investigación:

### 1.2. Planteamiento del problema

#### 1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico en la producción de dos variedades de beterraga (*Beta vulgaris L.*)?

#### 1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico sobre el rendimiento de dos variedades de beterraga?
2. ¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico sobre las características agronómicas de la parte foliar de dos variedades de beterraga?
3. ¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico sobre el diámetro y longitud de raíz en dos variedades de beterraga?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico en la producción de dos variedades de beterraga (*Beta vulgaris L.*).

#### 2.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico en el rendimiento: peso de raíces, de dos variedades de beterraga.
2. Establecer las características agronómicas: altura de planta, número de hojas por planta, peso fresco de hojas, de dos variedades de beterraga, por efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico.
3. Evaluar el efecto de la densidad de siembra y las fuentes de abonamiento orgánico sobre el diámetro y longitud de raíz en dos variedades de beterraga.

## **2.2. Justificación**

El rendimiento es una variable de importancia en la rentabilidad del cultivo, lo cual, a su vez, afecta la superficie cultivada de una especie, mayor rentabilidad implica mayor número de productores y mayor superficie cultivada, razón por la cual, investigar en tecnología productiva de la beterraga que genere mayor rendimiento y este adaptada a las condiciones edáficas y climáticas de la región es de gran importancia. La densidad de siembra, la fuente de abonamiento y la variedad afectan el rendimiento del cultivo se debe, por tanto, investigar que variedad, densidad de siembra o fuente de abonamiento es el más adecuado para las condiciones locales, para finalmente recomendar a los productores locales un paquete tecnológico del cultivo de beterraga. Asimismo, el rendimiento también depende del suministro suficiente de nutrientes en la planta para la adecuada producción del cultivo, El abonamiento en nuestro medio es muy empírico y por ello es necesario desarrollar tecnologías apropiadas para incentivar a los agricultores a emplear un adecuado nivel de abonamiento.

Las características de la parte foliar del cultivo de beterraga afectan directamente el rendimiento de las raíces, puesto que, en los órganos de la parte foliar se produce las sustancias nutritivas que serán almacenadas en las raíces. Planta bien conformada con follaje abundante y vigoroso generalmente significa mayor rendimiento, por tanto, investigar la densidad de siembra óptima, la fuente de abonamiento orgánico adecuado y la variedad adecuada a las condiciones locales es importante y necesario su realización.

El tamaño de raíz de la beterraga expresado como diámetro y longitud de raíces, es un componente de la calidad y es un factor de gran importancia al momento de la comercialización, puesto que, determina el precio logrado en el mercado y con ello la rentabilidad del cultivo, por tanto, investigar que variedad, densidad de siembra y fuente de abonamiento es el más adecuado para la región es importante.

### **III.HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

La densidad de siembra más alta y el guano de isla permiten obtener alta producción en ambas variedades de beterraga.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

1. El rendimiento de las dos variedades de beterraga se incrementa cuando se utiliza densidad de siembra más alta y guano de isla como fuente de abonamiento.
2. Las características agronómicas de la beterraga no se ven afectados por la densidad de siembra ni por la fuente de abonamiento en las dos variedades.
3. El diámetro y longitud de raíz de la beterraga se reduce cuando se siembra a densidad alta y no existe efecto de la fuente de abonamiento en ambas variedades sembradas.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Origen y distribución

La betarraga (*Beta vulgaris* L.), es una planta originaria de Europa meridional, se considera descendiente de la beterraga silvestre (***Beta maritima***), especie actualmente presente en la costa del mediterráneo, Asia menor, Sur de Suecia y Finlandia. Su introducción en la agricultura ocurrió aproximadamente después del siglo X. los griegos aprovechaban las hojas como alimento. En 1558 fue reportado en Alemania, y en América (1806), se seleccionaba el hipocótilo para consumirlo cocido, (**Torrez, 2005**).

La remolacha se originó en las regiones de Europa, Asia y África que rodean al mar Mediterráneo. Escritos de la antigua Grecia y del imperio Romano relatan que la remolacha silvestre se utilizaba como planta medicinal y que las hojas se consumían como ensalada. Su cultivo parece haberse iniciado en el siglo III D.C, según algunos documentos de la época, aunque se trataba de beterraga cuya raíz no engrosaba tanto como en la beterraga actúa. (**Morales, 1995**)

### 4.2. Posición taxonómica

La posición taxonómica de la Beterraga según **Cronquist (1981)**, es la siguiente:

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Caryophyllidae
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Chenopodiaceae
Género:	Beta
Especie:	<b><i>Beta vulgaris</i> L</b>

### 4.3. Descripción morfológica

#### 4.3.1. Raíz

La raíz de la beterraga es un hipocótilo ensanchado (cambium engrosado); su color varía de rojo o morado, debido a la betanina, compuesto nitrogenado con propiedades semejantes a las antocianinas. Asimismo, hay otros que contienen pigmento amarillo o betaxantina. La raíz primaria es dioica, produciéndose dos

líneas verticales de raíces laterales. El engrosamiento secundario comienza en la forma normal, pero más tarde varía. El lugar de un cambium que continué el desarrollo y produzca mayor o menor proporción del tejido secundario, aparece un segundo cambium en el periciclo. La xilema producida por este cambium forma un anillo por fuera del floema, procedente del primer cambium y quedando separado de él mediante un anillo del parénquima. De esta manera se llegan a desarrollar hasta 8 a 9 anillos, produciéndose cada uno de ellos un xilema y floema interno. De esta forma en corte transversal, la raíz madura muestra una serie de anillos concéntricos de tejido vascular separados por un parénquima, **(Torrez, 2005)**.

La llamada raíz engrosada o comercial es realmente un engrosamiento de la parte baja del tallo y de la superior de la raíz principal. Está formada por anillos concéntricos de tejido xilemático secundario (de color más claro y floemático (de color más oscuro). Se consideran de mejor calidad las remolachas en las que el color de ambos tipos de tejidos sea menos diferenciado. El color rojizo o morado característico de la mayoría de los cultivares se debe al pigmento betanina o betacianina. En algunos cultivares el color de la raíz es amarillento, debido al pigmento betaxantina. El sistema radicular es muy extenso. De acuerdo con estudios realizados en la Universidad de Cornell, el sistema de raíces absorbentes (no la raíz engrosada) llega a casi un metro de profundidad y a unos 60 centímetros lateralmente. El buen desarrollo de este sistema le permite a la remolacha soportar sequías cortas y recuperarse rápidamente de las mismas, **(Morales, 1995)**.

La distribución del azúcar en la raíz no es homogénea, el contenido de humedad en promedio es de 77%; La mayor parte de la sacarosa se acumula en el cuerpo de la raíz, donde el 99.5% del azúcar presente es sacarosa. En el limbo y el peciolo los niveles de sacarosa disminuyen hasta en un 10-20 % del total de azúcares, pues son zonas de exportación y no de almacenamiento. Sin embargo, en estas zonas predominan los azúcares reductores o invertidos, que alcanzan proporciones de hasta 80 – 90 % del total del azúcar del órgano, **(Baca, 2015)**.

#### **4.3.2. Hojas**

Las hojas más jóvenes aparecen en el interior del epicótilo (corona) rodeadas por las hojas más viejas. El número total de hojas que se alcanza durante el periodo vegetativo es de cerca de cincuenta de las cuales cerca de la mitad mueren a lo largo del ciclo. La hoja es la encargada de la formación del azúcar. Cualquier práctica cultural, agente atmosférico o patológico que deteriore las hojas, traerá como consecuencia una disminución de la cosecha, es decir existe una correlación positiva entre el vigor del follaje y el contenido en azúcar, **(Baca, 2015)**

Las hojas, que están muy próximas entre sí, conforman una roseta, disposición que permite a las plantas maximizar la intercepción de luz y con ello la fotosíntesis. Son simples, presentan una lámina ovalada de gran tamaño y un largo pecíolo. Además, son suculentas, gruesas, de color verde claro y suave en su superficie. Al terminar la fase de plántula se entra en un período activo de crecimiento foliar; las primeras hojas crecen horizontalmente, en tanto que las siguientes lo hacen en forma más vertical, pero manteniendo en general una buena exposición a la luz, **(Flores, 2014)**.

#### **4.3.3. Tallo**

El tallo de la beterraga es corto durante el primer mes y forma la corona de la planta, de este tallo achatado nacen numerosas hojas, a partir de este tallo se genera la inflorescencia floral, **(Diestra, 2017)**.

El periodo de crecimiento vegetativo es muy corto (1 a 3 cm de alto), pero al comenzar la etapa reproductiva el tallo floral alcanza de 80 a 120 cm de alto. Es ramificado y sostiene las inflorescencias, **(Morales, 1995)**.

#### **4.3.4. Flor**

Las flores son poco llamativas y hermafroditas con cinco sépalos y cinco pétalos verdes con pigmentación rojiza. La fecundación es generalmente cruzada, porque sus órganos masculinos y femeninos maduran en épocas diferentes, Carrasco (2001) citado por **(Cahuaza, 2015)**.

Las flores de la beterraga son solitarias; a excepción de las variedades multigérmicas en los cuales pueden presentarse solitarias o en grupos de dos a cinco; en este último caso, las flores se presentan soldadas en sus bases conformando un glomérulo. Las flores son perfectas, incompletas, no presentan corola; el cáliz, tiene cinco sépalos soldados en la base. El androceo está compuesto por cinco estambres y el gineceo por tres estilos que dan origen a un pistilo compuesto. A pesar que las flores son perfectas, la polinización de la beterraga generalmente es cruzada; esto, debido a que las plantas presentan dicogamia, lo que determina que los órganos masculinos y femeninos maduren desfasadamente. La polinización es principalmente anemófila y se prolonga durante toda la etapa de floración, Wiersema *et al.* (2011) citado por **(Flores, 2014)**.

“Es una planta bianual que para florecer requiere vernalización el tallo floral puede alcanzar una altura de 1 a 1.2 m” **(Méndez, 2010)**.

#### **4.3.4.1. Inflorescencia**

Las flores, ya sea solas o en grupos (glomérulos), se encuentran formando parte de espigas; estas últimas pueden ubicarse en posición lateral o terminal dentro de cada inflorescencia.

Cabe destacar que, en el caso de la beterraga, se habla de una inflorescencia mixta, ya que tanto los glomérulos, por un lado, como las espigas por otro, constituyen inflorescencias, **(Flores, 2014)**.

#### **4.3.4.2. Fruto**

Las flores solitarias, de ser fecundadas, darán origen a frutos simples llamados aquenios; los glomérulos, en tanto, que corresponden a conjuntos de flores, originarán frutos múltiples denominados utrículos; estos últimos podrán contener entre dos y cuatro aquenios. Tanto los aquenios como los utrículos son frutos de carácter indehiscente, **(Cahuaza, 2015)**.

#### 4.3.4.3. **Semilla**

Las semillas verdaderas están en el interior del glomérulo, que contiene generalmente de 2 a 6 semillas muy pequeñas. Dependiendo del cultivar, en un gramo hay de 45 a 77 glomérulos.

Las semillas suelen conservar su poder germinativo por 4 a 5 años. Normalmente germina un 70 % de las semillas sembradas, **(Morales, 1995)**.

Las semillas de beterraga conocidas comúnmente como multigérmicas, corresponden en definitiva a utrículos; éstos miden de 3 y 8 mm de diámetro, siendo sus dimensiones muy variables según la ubicación que hayan tenido en la inflorescencia. Los utrículos de mayor tamaño, y por lo tanto de mayor vigor, se encuentran en la parte inferior de las espigas, desarrollándose antes que los situados en la parte superior; en los ápices de las espigas, en tanto, debido a la presencia de flores solitarias, se generan aquenios individuales; éstos reciben comúnmente el nombre de semilla monogérmica. Esta última tiene un embrión de mayor tamaño, un porcentaje de germinación más alto y origina plántulas más vigorosas que las semillas provenientes de utrículos. Por esta razón, y en especial para poder sembrar a distancia definitiva evitando el raleo, en la actualidad se utiliza básicamente semilla monogérmica. En el proceso de germinación y emergencia, una vez que la semilla ha completado su fase de inhibición, aparece la radícula; posteriormente, se produce la elongación del hipocótilo, el cual conducirá a los cotiledones sobre la superficie del suelo. **(Flores, 2014)**.

#### 4.3.5. Variedades

La beterraga (*Beta vulgaris*. L) comprende diversas variedades botánicas cultivadas para diferentes usos:

- *Beta vulgaris* var. *Cyca*: Beterraga hortícola por sus hojas, de peciolo muy largo, blanco y carnoso.
- *Beta vulgaris* var. *Cruenta*: Beterraga cultivada por su raíz carnosa, dulce y de color rojo oscuro, debido a las antocianinas contenidas en el jugo celular.
- *Beta vulgaris* var. *Crassa*: Beterraga forrajera característica, de raíz muy gruesa y carnosa, de gran valor forrajero gracias a la sacarosa en ella contenida.

- Beta vulgaris var. Saccharifera: Beterraga azucarera obtenida de la anterior selección, respecto al contenido de sacarosa de la raíz, **(Amaro, 2014)**.

Según el **Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2016)** Las principales variedades de beterraga son las de “mesa”; que tienen mayor extensión de cultivo; la forrajera utilizada como ración de animales y la azucarera, que es utilizada para la producción de azúcar. La diferencia de las variedades son básicamente el formato y el color de la pulpa. De acuerdo al nombre se distinguen las siguientes:

- Early Wonder: se distingue por su formato largo y demandada por restaurantes, pues proporciona un mayor número de rodajas con un mismo tamaño; de buena coloración roja; con un ciclo de 70 a 80 días.
- Early Wonder Tall Top: de forma elíptica, con base achatada; es la de mayor aceptación por el consumidor; color rojo; excelente adaptación a diversas regiones de cultivo; con un ciclo de 70 a 80 días.
- Green Top Bunching: planta de raíz de formato redondo, color rojo oscuro; con un ciclo de 70 a 80 días en verano y de 90 a 100 días en invierno.

La variedad Early Wonder es de follaje alto y la raíz es globosa-achatada de color rojo oscuro, **(Morales, 1995)**.

#### 4.4. Requerimientos Edafoclimáticos

##### 4.4.1. Temperatura

El rango térmico para desarrollo de la beterraga es de 10 a 30°C, con un óptimo entre 18 y 22°C La temperatura base para germinación está entre 2 y 5°C. Es una especie bien adaptada al frío, su rango térmico es 5-30°C, **(Cahuaza, 2015)**.

El clima apropiado para la beterraga es el fresco, con temperaturas de 15 o a 18°C, similares a los que requiere la zanahoria y las distintas especies de genero Brassica. Es más tolerante a temperaturas extremas, siendo estas de 4 a 24 °C, aunque es de climas frescos se puede adaptar bien a climas templados, sólo los climas calientes y secos no le convienen. La semilla de remolacha germina de 4 a 9 °C y conviene que la temperatura vaya elevándose paulatinamente, el peso de la raíz es función de las temperaturas recibidas en las primeras fases de su desarrollo, así como de la luz, Robles (1985) citado por **(Flores, 2014)**.

Las semillas empiezan a germinar a temperaturas de 5 a 6°C, pero lo hace muy lentamente, tomando varias semanas. El rango óptimo de temperaturas para la germinación es de 20 a 25°C, aunque pueden germinar sin problemas hasta 30°C. Las mejores temperaturas para el crecimiento de las hojas son de 21 a 30°C, mientras que para el desarrollo de la raíz engrosada de buena calidad (buen color, textura y contenido de azúcar) es de 16 a 21°C. Temperaturas sobre 25°C durante la formación de la raíz engrosada pueden reducir la calidad del producto, provocando decoloración interna, de modo que se observan círculos claros y oscuros claramente marcados en el interior de la raíz engrosada. **(Morales, 1995)**.

El clima es uno de los principales factores que inciden directamente sobre el rendimiento del cultivo. Un clima templado, soleado y húmedo contribuye a la producción de un elevado contenido de azúcar y follaje en la remolacha. Además, este cultivo requiere de una importante intensidad lumínica para el buen ejercicio de la fotosíntesis y la elaboración del azúcar, **(Tituaña, 2011)**.

“Requiere de abundante insolación, ya que en áreas sombreadas se reducen mucho los rendimientos”, **(Diestra, 2017)**.

“La beterraga es una hortaliza de día largo, de más de 14 horas luz por día”, **(Méndez, 2010)**.

#### **4.4.2. Suelo**

Como la mayoría de los cultivos que se aprovechan por su raíz, prefiere los suelos de consistencia media, que no sean húmedos. En los suelos de tipo arenoso se obtiene mayor precocidad; en los pesados se producen deformaciones de las raíces, siendo en éstos, además, las labores de cultivo más costosas. El pH más favorable es el comprendido entre 7 y 7.5, **(Japon, 1985)**.

La betarraga es sensible al pH ácido y se desarrolla mejor en suelos alcalinos, prefiriendo un pH 6.5-7.5, algunas veces a pH mayores de 7.5, se puede presentar deficiencia de boro, es una hortaliza altamente tolerante a la salinidad, alcanzando valores de 6400 a 7680 ppm (10 a 12 mmho), en cuanto a textura se desarrolla mejor en suelos ligeros arenosos, pues en suelos arcillosos se deforma la parte

comestible. Generalmente, la remolacha se beneficia de un suelo cuya reacción sea neutral (pH comprendido entre 6.5 y 7.5). Pero también se ha encontrado que la remolacha se desarrolla bien en los suelos con un pH hasta de 8.5. Los suelos muy alcalinos pueden causar trastornos en la absorción del hierro, del manganeso y, sobre todo, del boro. Los suelos profundos con un pH alrededor de 7, con elevada capacidad de retención de agua, poca tendencia a formar costras y buena aireación son los más convenientes para la remolacha, Valadez (1996) citado por **(Cahuaza, 2015)**.

“Con respecto a la Densidad aparente los suelos minerales tienen un promedio de 1.3 a 1.4 g/cc”. **(Calderon, 1992)**

#### 4.5. Fenología del cultivo

La beterraga presenta las siguientes fases fenológicas:

- *Emergencia*: Aparecen los cotiledones en encima de la superficie del suelo.
- *Primer par de hojas verdaderas*: Aparición del primer par de hojas verdaderas entre los cotiledones.
- *Quinta hoja verdadera*: Aparece la quinta hoja verdadera en el centro del segundo par de hojas verdaderas.
- *Hinchazón de la raíz*: La raíz principal comienza a hincharse y es posible ver en la cáscara pequeñas quebraduras alrededor de la punta.
- *Maduración*: Las hojas comienzan a marchitarse y ponerse color amarillo. La raíz completa su desarrollo y maduración.

**Grafica 01. Fases fenológicas de la beterraga**



**Fuente: (Ministerio de Agricultura y Riego; Ministerio de Ambiente, 2011)**

## 4.6. Fisiología del crecimiento

Por el carácter bienal de la remolacha pueden distinguirse cuatro etapas de desarrollo.

- La primera etapa, denominada fase de dominancia apical, se caracteriza por intenso desarrollo vegetativo
- Luego se produce una etapa denominada de maduración, en que disminuye progresivamente el crecimiento vegetativo y aumenta la concentración de azúcar y la cantidad de materia seca en la raíz principal. En esta etapa, y como respuesta a las bajas temperaturas, se produce además un amarillamiento de las hojas y se reduce la relación entre la parte aérea y las raíces.
- Indica en la tercera etapa, que corresponde a una paralización del crecimiento vegetativo, la planta acumula una cantidad determinada de horas de frío. Cumpliendo así con los requerimientos de vernalización para inducir la floración. En el caso de la remolacha, las temperaturas de vernalización fluctúan entre 5 y 10 °C, con un óptimo de 8°C.
- La cuarta y última etapa se inicia con la emisión del tallo floral, continúa con la formación de semillas y concluye cuando éstas alcanzan la madurez fisiológica, Wiersema *et al.* (2011) citado por **Flores (2014)**.

## 4.7. Prácticas de cultivo

### 4.7.1. Preparación de suelo

Para la siembra de la beterraga la preparación del terreno puede realizarse en forma mecanizada, utilizando para tal fin tractor agrícola, provisto de arado y rastra. Antes de la roturación del terreno debe efectuarse un riego pesado. Concluida la roturación debe realizarse tres pasadas de rastra de discos para dejar el campo totalmente mullido y preparado para la siembra. El surcado puede realizarse inmediatamente antes de la siembra. La preparación del terreno abarca un conjunto de labores que se realizan después de la recolección del cultivo precedente y antes de la siembra de la beterraga tiene por objeto poner el suelo en las condiciones más favorables para llevar a buen término la germinación y crecimiento de las plantas. La beterraga es un cultivo que requiere suelos profundos para rendir al máximo, por lo que necesita una labor preparatoria del

orden de 40 a 50 cm de profundidad. Esta operación se debe hacer con prontitud, para aprovechar las primeras aguas de otoño y, en caso de seguir su cultivo a uno de cereales, incorporar en profundidad la paja de éstos al terreno por constituir una fuente importante de materia orgánica, **(Japon, 1985)**.

#### **4.7.2. Siembra**

La siembra de beterraga puede ser a mano o a máquina y en ambos casos a chorrillo o golpes, siendo más interesante el segundo procedimiento para reducir la mano de obra de aclareo, Sobrino (1994) citado por **(Torrez, 2005)**.

“Para que el nacimiento sea rápido y el vigor suficiente, es necesario que la semilla se encuentre a una profundidad correcta. Los mejores resultados se consiguen depositando la semilla a una profundidad entre 1,5 y 2,0 cm”, **(Morillo, 2006)**

Los productores prefieren sembrar al voleo sobre el camellón, incorporando semillas con una ligera capa de tierra al pasar un rastrillo o una rama sobre el lomo del camellón. De este modo, las plantas no quedan a una distancia definida, generándose gran competencia en muchas partes del campo. De acuerdo con varios trabajos experimentales, el rendimiento en raíces comerciales no es significativamente diferente al utilizar los sistemas de hileras a distancias definidas o al sistema al voleo, aunque en este último se produce una mayor cantidad de raíces no comerciales por ser muy pequeño o de tamaño muy grande, mientras que en la siembra en hileras con distancias definidas es mucho más homogénea en tamaño de raíz y tiempo, a la cosecha de la misma, **(Morales, 1995)**.

##### **4.7.2.1. Métodos de siembra.**

La siembra puede ser directa o de trasplante predominando la primera, aunque se considera una especie de fácil prendimiento al trasplante con plantas de unos 10 cm de altura y no más de 3 a 4 hojas verdaderas, que es el momento justo para realizar el desahije pues pasada esta etapa las pérdidas son altas, siendo más aconsejable la siembra mixta (siembra directa y luego recalzar con las plantas del desahije), **(Castillo, 2004)**.

La beterraga puede sembrarse en forma directa o por trasplante. La siembra directa es la más utilizada, sobre todo en áreas grandes y/o en zonas donde la mano de obra es escasa haciendo antieconómica la labora de trasplante. La principal desventaja de la siembra directa es el establecimiento poco homogéneo del cultivo en el terreno, quedando casi siempre porciones del campo con exceso de plantas en competencia fuerte y porciones con muy baja cantidad de plantas. La siembra por trasplante no es tradicional, aunque ciertos trabajos experimentales indican que se consigue mayor productividad con este tipo de siembra. **(Morales, 1995)**

Además, se considera que la siembra directa consiste en sembrar la semilla en el terreno definitivo donde permanecerá hasta la cosecha, para tal objeto es necesario preparar el terreno en melgas o surcos. Las hortalizas de siembra directa son zanahorias, beterraga, rabanito, espinaca y nabo, en el cual se utilizan los siguientes métodos al voleo, en surcos o línea a chorro continuo y por golpes. (Bustos& Romero, 1985) citado por **(Cabrera, 2002)**.

Considera que el objetivo del trasplante es la rapidez en el inicio de las plantas, economía de espacio, obtener plantas mas grandes para la producción en general, aumentar la duración de la época de crecimiento, para después aumentar la producción. (Denisen, 1988) citado por **(Torrez, 2005)**.

#### 4.7.2.2. **Densidad de Siembra**

Para el cultivo de beterraga se utiliza principalmente siembra directa donde se pueden obtener poblaciones de 215,000 a 220,000 plantas/ha. Con una distancia entre plantas de 0.10 m y entre surcos de 0.66 m a 1.00 m. El número aproximado de semilla por cien gramos es de 5790 y la cantidad necesaria de semilla para sembrar 30 metros de surco es de 29 gramos y los kilos necesarios de semilla para sembrar una hectárea varían de 11.2 Kg a 17.9 Kg, sembrándose a una profundidad de tres centímetros, Valadez (1996) citado por **(Méndez, 2010)**.

El distanciamiento de siembra recomendado va desde 0.50 m entre surcos y de 0.30 a 0.40 m entre plantas, esta diferencia depende del tipo de suelo, de la variedad a sembrar, de la fuerte presencia de arvenses, **(Flores, 2014)**.

Las distancias de siembra de producción sostenible de beterraga serán de 60 cm entre líneas y 30 cm entre plantas, dando una densidad de siembra de 5.56 plantas/m<sup>2</sup> que equivale a 55,600 plantas/ha. Por lo tanto, la cantidad de semilla necesaria para cubrir una hectárea de remolacha es de aproximadamente 8 kilos, Importadora Alaska (2008) citado por **(Tituaña, 2011)**.

Las separaciones entre plantas dentro las líneas son aproximadamente de 20-30 cm. La profundidad de siembra es del orden de 2-3 cm, con un gasto de 15-20 kg/ha en las siembras a mano, cifras que son muy inferiores con máquina, aproximadamente de 5-6 Kg, Sobrino (1994) citado por **(Torrez, 2005)**.

#### **4.7.3. Riego**

El buen desarrollo de su sistema radicular permite a la remolacha soportar sequias cortas y reponerse de ellas sin sufrir mermas importantes de su productividad. El exceso de agua resulta perjudicial, pues las raíces sufren de asfixia y pueden morir, además de que los encharques favorecen el ataque de enfermedades de suelo. El exceso de humedad retrasa el crecimiento de la planta y le da una coloración amarillenta o más rojiza al follaje. La alta humedad relativa del aire favorece la aparición de enfermedades foliares. El suelo debe contener de un 60 a 70 % de la capacidad de campo, no permaneciendo sobre 80 % por mucho tiempo. El riego debe limitarse al llegar la remolacha a su tamaño comercial ideal, (Morales, 1995). El cultivo de beterraga requiere una demanda 160.21 mm (1602.1 m<sup>3</sup>/ha) de agua durante todo su ciclo vegetativo (90 días) que es el periodo de tiempo promedio para alcanzar un tamaño comercial adecuado para el mercado. Utilizando riego localizado o riego por goteo; obteniendo un rendimiento de (40.46 tn/ha), **(Zegarra, 2019)**.

Estos dependerán del tipo de suelo y de la fecha de siembra. Normalmente, los suelos arenosos necesitan riegos más frecuentes y de menor caudal. La remolacha, por lo general, es una planta que necesita durante su cultivo del orden de 3.000 a 6.500 metros cúbicos de agua por hectárea, según la época de siembra. Los riegos, dependiendo de la lluvia caída y de la época de cultivo, deberán darse cada 10 o 12 días. Es conveniente dar riegos frecuentes y poco abundantes, pues los riegos excesivos, en los que el terreno tarda varios días en secarse, no son aconsejables, **(Japon, 1985)**.

El requerimiento de agua de este cultivo es de 500 a 600mm de lluvia, distribuida en todo el ciclo de la planta. Cuando esta cantidad de precipitación no se presenta es necesario suministrarle al cultivo mediante los riegos, **(Méndez, 2010)**.

#### **4.7.4. Control de malezas**

Para mantener libre de malezas el cultivo de beterraga es importante controlar en la primera etapa de desarrollo del cultivo, por lo que es necesario hacer el deshierbe; se lo realiza en forma mecánica con azadón, cuidando de no dañar las raíces; esta labor sirve para aflojar el suelo y realizar la fertilización complementaria. No se conoce todavía, en nuestro medio, producto para realizar el control químico. Se hace entre uno a dos deshierbes, dependiendo del preparado inicial del suelo y la oportunidad y calidad del primer deshierbe, Espinoza (1996) citado por **(Torrez, 2005)**.

El desmalezado debe ser ligero; en suelos arcillosos se recomienda realizar de dos a tres de estas prácticas para mantener el suelo lo más suelto posible, Valadez (1996) citado por **(Méndez, 2010)**.

#### **4.7.5. Aclareo o raleo**

Esta labor consiste en la eliminación de las plántulas excesivas que hayan nacido en el campo, a fin de reducir la competencia. Las plántulas que se sacan se pueden trasplantar en las partes del campo donde la densidad de plantas resulte muy baja, el aclareo debe hacerse cuando las plántulas tienen 3 o 4 hojas, (Morales, 1995).

El aclareo es de las primeras labores culturales en las plantas, que no debe retrasarse para que el crecimiento sea normal, realizándolo en dos veces, con el fin de que el primero se efectuó antes de que las plantas compitan; se repetirá cuando las plantas tengan de 4 a 5 hojas dejando una sola por golpe. Después del segundo aclareo, a una planta por golpe, es conveniente un riego que acelera el crecimiento al encontrarse las plantas aisladas. El mismo que se realiza a los 30-40 días después de la siembra y se puede acompañar de un deshierbo, Sobrino (1994) citado por **(Torrez, 2005)**.

Esta actividad se realiza para evitar obtener raíces suaves, deformadas y que se envuelvan una con otra. Será mejor si los aclareos se realizan en dos oportunidades dejando el primero dos plantas por lugar, eliminando la segunda cuanto ya tengan ocho hojas, Fersine (1974) citado por **(Méndez, 2010)**.

#### **4.7.6. Aporque**

El aporque consiste en arrimar tierra a las plantas y cubrir la parte comestible de la raíz para evitar que se dañe por un proceso de suberificación ocasionado por la luz y el aire, además conviene eliminar en forma manual todas las malas hierbas presentes durante el aporque, **(Méndez, 2010)**.

#### **4.8. Plagas y enfermedades**

Las principales plagas asociadas al cultivo de beterraga son pulgones, babosas, gusanos cortadores y masticadores de hojas. Entre las enfermedades de mayor frecuencia se encuentra la Cercospora causada por (*Cercospora beticola*), que se presenta como manchas café circulares y se transmite por semilla y restos vegetales, **(Kehr , Tropa, & Martínez L, 2014)**.

##### **4.8.1. Plagas**

###### **4.8.1.1. Pulgones: *Aphis fabae* (Pulgón negro) y *Myzus persicae* (Pulgón verde)**

- **Hábitos:** Estos insectos de pequeño tamaño tienen una elevada capacidad reproductiva, lo que les hace potencialmente muy destructivos, Además, mientras disponen de alimento, los pulgones tienden a comportarse de manera gregaria formando colonias, lo que constituye quizás su característica más llamativa; los daños que causan son, tanto directos, sobre las partes aéreas de la planta, produciendo deformidades, excretando sustancias azucaradas, como indirectos; pueden ser vectores de virus fitopatógenos, **(Navarro & Mari, 2015)**
- **Daños:** Succionan la savia, debilitan a la planta, causa encrespamiento, desecación y caída de hojas y flores. Pueden transmitir virus, (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2000). Los áfidos causan dos tipos de daño; directamente al picar y chupar a savia, debilita considerablemente la planta y ocasiona un estancamiento en su desarrollo, por otro lado, las densas colonias constituidos por ninfas y hembras ápteras y aladas

indirectamente son muy peligrosos, pues al momento de su alimentación pueden actuar como vectores de virus que causan enfermedades de las plantas, **(Catalan, 2008)**.

— **Control Cultural:**

- Es conveniente adoptar medidas tales como la eliminación, dentro y en los linderos de la parcela, de malas hierbas huéspedes de los virus y que sirven de refugio a los pulgones.
- Se recomienda campos limpios de maleza, uso de cortinas naturales y eliminación de plantas con virus.
- Densidad de siembra adecuada.
- riego moderado, evitando obtener plantas suculentas que resultan atractivas para los pulgones
- Evitar el exceso de nitrógeno, **(Universidad Nacional Agraria La Molina, 2000)**.

— **Control etológico:** Las trampas amarillas son herramientas útiles para el seguimiento áfidos, estas suministran la información sobre la población de plagas y ayudan a determinar la estrategia de control óptimo. Las trampas amarillas actúan como atrayentes, los insectos se quedan atrapados en la superficie pegajosa. Se debe observar la densidad de plaga capturada y cuando llega a un determinado nivel la captura de plaga, se deben empezar a utilizar las medidas de control necesarias, **(Moya, 2012)**.

— **Control biológico:** El control biológico es una acción combinada de los ambientes biótico y abiótico, que mantiene las poblaciones en un nivel de equilibrio de daño económico. Este tipo de control se basa en la acción de los enemigos naturales; los parasitoides, depredadores, entomopatógenos y fitófagos son capaces de mantener las poblaciones de insectos plagas en niveles inferiores de los que tendrían en su ausencia. Normalmente los insectos depredadores de áfidos son géneros (*Chrysoperla, Coccinella...*) y parasitoides (Orden Hymenoptera) ejercen un control complementario sobre las poblaciones de pulgones, **(Moya, 2012)**.

— **Control Químico:** Es el uso de moléculas comerciales de síntesis químico. Los fungicidas, herbicidas e insecticidas son la última

herramienta eficaz para el control de insectos plagas. Su uso racional determina una acción preventiva y curativa, rápida y confiable cuando los proveas fitosanitarios superan el umbral de daño económico. A continuación, se cita algunos insecticidas usados: dicrotofos, dimetoato, fenitrotion, metamidofos, rotenona + aceite agrícola, primicarb, triazofos, acetamiprid, fipronil, (**Universidad Nacional Agraria La Molina, 2000**).

#### 4.8.1.2. **Babosas terrestres**

- **Hábitos:** Las babosas terrestres son más activas durante periodos nocturnos, en suelos húmedos y sueltos, con disponibilidad de materia orgánica, favorecen la proliferación de estas, de igual forma, el pH del suelo juega un papel importante, ya que niveles cercanos a los 7,3 las benefician, mientras que, los suelos arenosos no les son atractivos debido a que estos tienen buena capacidad de drenaje y poca retención de humedad. Las babosas son susceptibles a la desecación y a la radiación ultravioleta, razón por la cual los requerimientos de humedad son altos, en un rango entre 40% y 80% óptimo para su desarrollo, dándose de manera positiva la ovoposición. (**Salazar & Granados, 2014**).
- **Daños:** El nivel de daño causado por las babosas este sujeto a la densidad poblacional, etapa fenológica del cultivo. Tienen especial preferencia por plantas en estadios jóvenes, casi recién emergidas, en etapas fenológicas avanzadas, estas no solo causan raspaduras sino también ingieren el tejido por lo que en las hojas se pueden observar agujeros. Las babosas causan daños indirectos comportándose como vectores intermediarios de parásitos que provocan la enfermedad conocida como Angiostrongilosis abdominal en humanos, causada por nematodos del género *Angiostrongylus*, causando graves problemas gastrointestinales principalmente a niños y niñas menores de los diez años, (**Salazar & Granados, 2014**).
- **Control Cultural:** Las tácticas de control cultural tienen un efecto directo sobre diferentes estadios del ciclo de desarrollo de las babosas:
  - Una adecuada preparación del terreno permite eliminar galerías quedando suelto, además, los canales de drenajes en posiciones específicas permiten evacuar la mayor cantidad de humedad.

- La eliminación de malezas y rastrojos por medio de la preparación del suelo sirven para eliminar nichos donde estas pueden colocar las masas de huevos, además, proporciona una mejor aireación de los suelos y por ende mayor capacidad de drenaje.
  - La labranza convencional favorece la eliminación de los huevos y adultos de las babosas puesto que estos se encuentran en la capa más superficial del suelo, exponiendo los mismos a las condiciones del medio ambiente y causando la muerte por deshidratación, siendo esta práctica importante para mitigar zonas de refugio.
  - Utilización de montículos de rastrojo de maíz como fuente de refugios, sobre los cuales luego se realiza la eliminación de la plaga, Monge (1996) citado por **(Salazar & Granados, 2014)**
- **Control etológico:** La utilización de trampas es una alternativa para el control de babosas terrestres, siendo eficiente debido a que controla tanto sus estadios juveniles y adultos:
- Utilización de trampas de cerveza, es un atrayente para las babosas debido a su fermentación
  - Utilización de trampas tales como basura o rastrojos de cosecha, latas enterradas con algún cebo químico en el fondo de la trampa, Maza (2012) citado por **(Salazar & Granados, 2014)**
- **Control biológico:** Dentro de este tipo de manejo, el uso de nematodos benéficos parece ser una alternativa viable: indica que *P. hermaphrodita* es considerado como una de las mejores para el manejo de babosas, este nematodo penetra a través de los orificios naturales que estas poseen logrando evadir el sistema de defensa por parte de la plaga. Además de este nematodo, se reportan otros organismos con capacidad de controlar a esta plaga como los coleópteros del sub genero Polyphaga como agente predador de babosas **(Salazar & Granados, 2014)**.
- **Control Químico:** Existen diferentes sustancias químicas que se han utilizado en diferentes formas para el manejo de babosa predominado las sustancias sintéticas tales como metaldehídos y carbamatos aplicados en diferentes concentraciones y generalmente en forma de cebos o pellets, mismos que por sus características a corto plazo pueden repercutir sobre la biodiversidad, Wilson *et al*, (1993) citado por **(Salazar & Granados, 2014)**.

#### 4.8.1.3. **Gusanos de tierra**

Según **García, (2013)** menciona que es un grupo de gusanos de tierra o gusanos cortadores como ***Feltia experta***, ***Agrotis ypsilon*** y ***Capitarsia turbata***, que ocasionan daños en las raíces y cuello de las plántulas de beterraga.

— **Daños:**

- Se alimentan cortando plántulas recién germinadas a la altura del cuello, ocasionando la muerte violenta de las mismas.
- Los daños se observan claramente en las primeras horas de la mañana debido a que la actividad de las larvas es mayor durante la noche.
- Durante el día los gusanos cortadores permanecen escondidas debajo de la superficie del suelo y cerca de las plántulas
- Se reconocen por su coloración grisácea y porque al ser molestados se enrollan

— **Control cultural:**

- Eliminar malezas antes de la siembra.
- Roturar bien el terreno al momento de la preparación de tierras para exponer las larvas y pupas a la acción de predadores(aves)

— **Control etológico:** Aplicación de cebos tóxicos en base a melaza de caña, coronta molida y un insecticida de acción estomacal, antes de la emergencia de las plántulas de beterraga.

— **Control Químico:** Aplicar insecticidas (inhibidores de síntesis de quitina) en espolvoreo o pulverización al pie de la planta luego de la emergencia, en caso de persistencia de ataques especialmente en siembras de verano.

#### 4.8.1.4. **Escarabajo del follaje**

Es un grupo de varias especies del género *Diabrotica* entre las más importantes tenemos: ***Diabrotica decolor***, ***Diabrotica venalis***, ***Diabrotica speciosa vigens***,

— **Daños:** Los insectos adultos comen vorazmente las hojas, produciendo agujeros grandes e irregulares a veces ovalados, las larvas taladran raíces, tienen mayor importancia cuando las plantas se encuentran en los primeros estadios.

— **Control:** Las larvas se pueden controlar aplicando riegos pesados para la preparación del terreno, presencia de lluvias temporales o riegos frecuentes son suficientes para mantener a la plaga en poblaciones bajas. Cuando se presentan infestaciones altas con riego de ocasionar daños económicos,

previa aplicación oportuna y adecuada bastaría para reducir la población, **(Catalan, 2008)**

## **4.8.2. Principales Enfermedades**

### **4.8.2.1. Cercospora (*Cercospora beticola*).**

Una de las enfermedades más frecuente en remolacha es la causada por *Cercospora beticola*, aunque también se presentan enfermedades causadas por Rhizoctonia, Pernospora, etc. Este hongo ataca exclusivamente a las especies el género Beta, siendo muy sensible la remolacha de mesa, causando cercosporosis o Viruela de la remolacha, **(Rivera & Secor, 2006)**

*Síntomas:* Los síntomas aparecen como pequeños puntos rojizos en las hojas que, al desarrollarse, dan origen a manchas redondas, deprimidas y rodeadas por un halo pardo rojizo. El manchado produce en las plantas una reducción del área foliar y por lo tanto una disminución de la capacidad fotosintética de la planta. Cuando el ataque es severo las hojas dañadas pueden deshidratarse y causar una baja en el rendimiento de la remolacha. La enfermedad puede afectar toda la planta, incluyendo las semillas. Por lo tanto, en cultivos destinados a la producción de semillas, afecta su capacidad germinativa, existiendo el riesgo de transmitir la enfermedad. Su diseminación puede efectuarse a través del agua, viento, semillas contaminadas y probablemente algunos insectos. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido con temperaturas cálidas y alta humedad relativa. El hongo sobrevive sobre semillas infectadas, residuos de cultivos enfermos y algunas malezas hospederas, **(Rivera & Secor, 2006)**.

#### — **Control Cultural:**

- Se recomienda establecer cultivares resistentes a la enfermedad
- Eliminar todos los residuos infectados y malezas hospederas
- Establecer rotaciones durante 2 a 3 años con cultivos libres de esta enfermedad
- Realizar un adecuado manejo de fungicidas, (Rivera & Secor, 2006).

— **Control Químico:** Este tipo de control presenta un aumento en los costos de producción, siendo muy efectivo en las primeras etapas del cultivo ejerciendo una rápida acción curativa, lo que evita daños económicos. Debido a que esta enfermedad se considera de climas cálidos, alta humedad relativa y altas temperaturas, las aplicaciones de fungicidas dependen de:

- La temperatura durante el día varié entre 25-30°C.
- La temperatura durante la noche sea > 16°C.
- La humedad relativa sea >90% o exista agua libre sobre las hojas.

Para un control efectivo es importante el momento de aplicación de los fungicidas a la aparición de la primera mancha y repetir las aplicaciones cada 21 días. **(Rivera & Secor, 2006).**

#### 4.8.2.2. **Mildiu (*Peronospora schactii*, *Peronospora farinosa*).**

— **Síntomas:**

- Forma una capa gris en la parte axial de la hoja. Las hojas afectadas se curvan hacia abajo, se engrosan, se observa clorosis en la parte axial de la hoja y el centro se deseca, aparecen unas inflorescencias gris-violáceas en el envés, que corresponden a la fructificación del hongo. Las hojas afectadas se retrasan en su crecimiento.
- Las hojas atacadas presentan los bordes enrollados y un color amarillento en forma de manchas, que se corresponden en la cara inferior con un moho violáceo. Suele tratarse de forma preventiva, utilizando los mismos productos que para la *Cercospora* como Ridomil, Zineb, sulfato de cobre entre otros. **(Remesal, Landa, Jimenez, Jimenez, & Cortez, 2008)**

— **Biología:** La enfermedad se ve estimulada en condiciones ambientales húmedas y frías (alta humedad ambiental y temperaturas entre 10 y 17°C) La aparición ocurre temprano en la primavera y/o en el otoño. La contaminación puede provenir del suelo o ser arrastrada por lluvias y se desarrolla en forma sistémica en la planta. El hongo suele atacar los cotiledones o el primer par de hojas verdaderas. Una invasión de las hojas jóvenes resulta en un crecimiento de roseta, con hojas pequeñas, engrosadas, cloróticas y de bordes enrollados.

— **Control:** Generalmente no es necesario, salvo en el caso de semilleros de remolacha. **(Japón, 1985).**

**Tabla 01:** Formulados existentes para aplicar en cultivos, Remolacha azucarera contra Mildiu

Formulados
Mancozeb 35%
Mancozeb 42%

Fuente: (Remesal *et al*, 2008).

#### 4.8.2.3. Podredumbre de la remolacha

Agrupamos bajo esta designación todos los hongos que atacan la raíz de la remolacha, produciendo podredumbre más o menos intensa pero que deprecian e imposibilitan su utilización en la industria, (Remesal *et al*, 2008).

— **Mal vinoso (*Rhizoctonia violacea*):**

- **Síntomas:** En un inicio aparece en algunos sectores del campo. Infecciones extensas pueden ocurrir, pero son escasas. Las plantas infectadas muestran síntomas de marchitez por no ser capaces de transportar el agua y los nutrientes. La superficie de la raíz se cubre con un micelio rojo-violeta. A diferencia de la pudrición causada por *Rhizoctonia solani*, la pudrición por *Rhizoctonia violacea* comienza desde el ápice de la raíz y no desde la corona o los costados. La raíz se ve envuelta por un micelio violáceo que se propaga de unas raíces a otras. Las raíces atacadas presentan una alta cantidad de tierra adherida. La marchitez de la planta puede inducir a confusión, pero el micelio que se puede observar después de limpiar la superficie de la raíz es un síntoma inequívoco de esta enfermedad, (Remesal *et al*, 2008).
- **Biología:** El hongo sobrevive como esclerocio, como micelio en la materia orgánica del suelo o afectando a raíces de malezas. Tiene una gran gama de hospedadores, entre los que se destacan: papas, zanahoria, trébol, alfalfa, espárrago, y malezas como: Ortiga, entre otras. La actividad de *Rhizoctonia violacea* comienza con temperaturas de suelo de 13°C, pero tiene un óptimo de entre 22 y 25°C. La dispersión del hongo es fundamentalmente por movimiento de suelo. Se favorece en suelos arenosos o limosos, pero sobre todo en aquellos compactados o de mala estructura. A través de la siembra continuada de cultivos huéspedes, el nivel del inóculo del suelo aumenta, y con ello el riesgo de ataque, (Remesal *et al*, 2008).

- **Control:**
  - ✓ Uso de variedades tolerantes.
  - ✓ Desinfección de la semilla.
  - ✓ Diseñar un buen drenaje para evitar encharcamientos y mejora de la estructura del suelo.
  - ✓ Emplear rotaciones de cultivo., (**Remesal et al, 2008**).
- **Pie negro (*Phoma betae*)**
  - **Síntomas y daños:** Enfermedad de las plántulas caracterizada por el estrangulamiento y ennegrecimiento de la raíz a nivel del suelo. Manchas grandes (1 a 2 cm de diámetro), claras y redondas sobre las hojas, con anillos concéntricos formados por una gran cantidad de picnidios del hongo (gránulos negros). A menudo se resquebraja el tejido muerto en el centro de la mancha. Se observa, a veces, por transparencia, o con ayuda de una lupa, la presencia de gránulos negros concéntricos en las manchas. En las plantas desarrolladas, los daños ocasionados en el follaje por este hongo carecen de gravedad, menos en el caso de encontrarse la planta también atacada por el virus de la amarillez. Entonces, se extiende sobre las partes necrosadas, (**Remesal et al, 2008**).
  - **Descripción y biología:** Este hongo, se desarrolla bajo condiciones cálidas (óptimo de 20°C). Los gránulos negros observados, formando círculos concéntricos, son los picnidios; pequeños órganos, muy característicos del hongo observados en la raíz, que contienen numerosas esporas unicelulares hialinas, o conidios, que aseguran la propagación de la enfermedad Protección de Cultivos –Enfermedades remolacha y su diseminación. Se ha demostrado que existe en los tejidos de la planta un desarrollo interior del hongo. Se propaga por viento y lluvia, (**Remesal et al, 2008**).
  - **Control:**
    - ✓ Se recomienda el tratamiento de las semillas con fungicidas y una rotación cada 4 años con cultivos que no sean huéspedes.
    - ✓ Dejar un mayor número de plantas en el aclareo, (**Remesal et al, 2008**).

#### **4.9. Cosecha**

El indicador de cosecha es el tamaño de la raíz engrosada. Puede empezar a cosecharse tan pronto la raíz alcance el tamaño adecuado para la comercialización, pero ya que todas las raíces no están listas al mismo tiempo, es común que los agricultores hagan varias recolecciones en el mismo campo, El tiempo que transcurre entre la siembra y al cosechar depende del cultivar sembrado, las condiciones de clima, suelo y técnicas de cultivo aplicadas, **(Baca, 2015)**.

La cosecha se puede iniciar a los 120 o 130 días después de la fecha en que emergen las primeras plántulas. Para cosechar se puede emplear una cuchilla o un arado que remueva la tierra lo más bajo posible, con el fin de desprender fácilmente las remolachas. Puede cosecharse toda la planta o bien cortarse el follaje y regar para provocar recuperación.

La cosecha se inicia a los 90 días después de la siembra, se realiza de forma manual utilizando picos y azadones, que es lo más tradicional, al momento de retirar, Robles (1985) citado por **Flores (2014)**

La raíz del suelo se saca las hojas en el mismo campo; generalmente se realiza cuando la raíz alcanza un diámetro de 6-8 cm, después de alcanzar el punto de cosecha puede permanecer en el campo unos 20 días, el hecho de que es un cultivo con maduración desparejo, prolonga el periodo de cosecha por más de un mes; frecuentemente se van cosechando aquellas beterragas más grandes y se dejan las de tamaño no comercial. Con este raleo el hipocótilo se engrosa y más tarde dan un buen producto, Aldabe (2000) citado por **(Torrez, 2005)**.

La recolección de beterraga comprende varias operaciones: eliminación de hojas, arranque, transporte, limpieza de raíces, envasado y transporte a mercados. La cosecha mecánica puede realizarse con equipos modernos como las cosechadoras integrales o con pequeños aperos, que, acoplados a un tractor, simplifican algunas de las fases de la recolección, por lo que hace más económico el cultivo, tanto en pequeñas como en grandes explotaciones. El deshojado mecánico consiste en eliminar las hojas mediante máquinas que llevan una serie de latiguillos de goma que giran a gran velocidad, movidos por la toma de fuerza del tractor. El rápido movimiento de estos latiguillos arranca y destroza las hojas de remolacha. El arranque se realiza con máquinas que pueden ser de varios tipos, pero todos

consisten en un sistema arrancador que incide sobre el terreno con un cierto ángulo, de tal forma que al avanzar la máquina van aflorando las beterragas desde el interior de la tierra. La recolección puede hacerse también mediante máquinas cosechadoras, bien arrastradas por tractor o autopropulsadas, que realizan todas las operaciones al mismo tiempo, **(Japon, 1985)**.

#### **4.9.1. Manejo post cosecha**

La beterraga es comercializada popularmente en nuestra localidad con sus hojas como tal, sin embargo, su conservación se ve limitada a las hojas ya que tienden a amarillarse. Para evitar este problema se almacenan a temperaturas bajas unos 7-10 días. Las condiciones óptimas se logran almacenándolas en el frigorífico a 0°C y 95% de humedad relativa. Se deben evitar las temperaturas de congelación y las inferiores a 2°C pues estas últimas reducen el periodo de conservación, **(Alvarez & Veliz, 2015)**

La beterraga en lugares frescos y ventilados se mantiene de 2 a 3 días, pero si se almacena con hojas a 0°C y 95% de humedad permanece en buen estado de 10 a 15 días, en cambio sí se eliminan las hojas perdura de 3 a 5 meses, **(Castillo, 2004)**.

#### **4.9.2. Valor Nutricional y Usos**

La beterraga a diferencia de otras hortalizas posee un amplio valor nutricional, en forma general está compuesta de 65,7% de agua; 4% a 8% de carbohidratos, 1,4% de proteínas, 0,4 de grasas, 1% de fibra soluble, compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas, antioxidantes) y sales de nitrato, además de minerales como potasio 312 mg/100g, fosforo 31mg/100g, calcio 11mg/100g. Sin embargo, la concentración de estos elementos no es homogénea debido a múltiples factores como variedad botánica, diferencia de cultivos, factores medioambientales. **(Fuentes et al, 2018)**.

La beterraga es un alimento rico en vitamina C y en flavonoides, antioxidantes que son un potente anticancerígeno, por lo que su ingestión regular dentro de la alimentación equilibrada ayuda a prevenir la aparición de cáncer. También es un protector frente a las enfermedades cardiovasculares. Los flavonoides son pigmentos naturales que se sintetizan en las plantas y protegen el organismo del

daño producido por los agentes antioxidantes. El organismo humano no puede producir estas sustancias químicas protectoras, por lo que deben obtenerse mediante la alimentación o en forma de suplementos. Están ampliamente distribuidos en plantas, frutas, verduras y diversas bebidas, **(Gomez & Duque, 2018)**

Una de las fuentes de colorante son las hortalizas entre las que se destaca a la beterraga por poseer excelentes propiedades las que derivan de sus componentes nutritivos, así como de otra serie de sustancias, cuyas propiedades son objeto de recientes investigaciones. Se ha demostrado que la ingestión de esta planta inhibe y previene la aparición o el crecimiento de tumores cancerígenos, esto debido a la virtud que deriva de su riqueza en el pigmento rojo betanina. El uso más común de cualquier vegetal es el uso comestible, pero también la beterraga es usada para otras cosas relacionadas con la alimentación como azúcar, colorante y medicinal (anemia, estreñimiento y hemorroides, limpia intestinos, excelente constructor de la sangre, interviene en la formación de los glóbulos blancos y rojos de la sangre, revitaliza la sangre, menopausia , ayuda a limpiar el hígado y la vesícula biliar, depura los riñones, refuerza sistema inmune, previene endurecimiento de las arterias y venas varicosas, sobrepeso, embarazo, envejecimiento prematuro de la piel, ayuda a eliminar el exceso de líquidos del organismo entre otros. **(Alvarez & Veliz, 2015)**

Las hojas, que se cosechan durante todo el año, son un excelente forraje para los ganados, particularmente para las vacas, pues su uso diario aumenta y da buen gusto a la leche. Con La remolacha se prepara alcohol haciendo fermentar el zumo de raíces. Con el Bagazo se alimentan los ganados y los cerdos que lo devoran con gusto, los engorda, y mejora notablemente el gusto de sus carnes. En Alemania fabrican cerveza de remolacha, para tal efecto, secan y tuestan las raíces y luego las tratan como la cebada para hacer la malta, **(García, 2013)**.

La beterraga es una hortaliza que se consume mayormente en fresco (ensaladas y jugos), pero también se industrializa (colorantes y fruta confitada). Las hojas tiernas crudas o cocidas tienen un alto valor alimenticio, así como las raíces que presentan alta cantidad de fosforo y vitamina A, **(Castillo, 2004)**.

#### **4.10. Abonamiento Orgánico**

La agricultura orgánica representa un valor agregado para mantener un suelo sano y obtener alimentos libres de sustancias tóxicas, convirtiéndose en una alternativa atractiva para su bajo costo en producción y aplicación en países donde la mayor parte de la producción de alimentos se logra a través de una agricultura no tecnificada.

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se agregan al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas, estos abonos aportan materiales nutritivos y modifican la población de microorganismos en general, influyen en la estructura del suelo, de esta manera se asegura la formación de agregados que permitirán una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas. **(Méndez, 2010)**.

##### **4.10.1. Elementos minerales esenciales**

###### **4.10.1.1. Nitrógeno**

El nitrógeno ejerce 2 tipos de efectos sobre el crecimiento de la planta, entre los efectos favorables podemos mencionar un incremento en el crecimiento vegetativo y una coloración verde profundo en las hojas, la insuficiencia de nitrógeno en las plantas detiene o retrasan el crecimiento además de producir un sistema radicular restringido, las hojas empiezan a tomar un color amarillento para después caerse. **(Calderon, 1992)**.

Algunos síntomas de deficiencia:

- Plantas poco saludables y pequeñas
- Las hojas son especialmente pequeñas y de un verde pálido o amarillento.
- Las hojas inferiores pueden aparecer quemadas y mueren prematuramente, en tanto el ápice de la planta presenta un color verde (que a veces se confunde con falta de humedad).
- Rendimientos bajos. **(FAO, 1970)**

#### 4.10.1.2. **Fósforo.**

El fósforo es un elemento esencial para el crecimiento de la planta, su carencia es determinante puesto que previene la absorción de otros nutrientes, las funciones más resaltantes del fósforo y sobre las cuales contribuye a través de sus efectos favorables son:

- Estimula la floración y la fructificación, incluyendo la formación de la semilla.
- Aceleración de la maduración para la cosecha, contrarrestando los efectos de las aplicaciones en exceso de nitrógeno.
- Mayor desarrollo radicular, particularmente las raíces laterales y fibrosas.
- Aumento en la calidad de cosechas, especialmente en hortalizas y forrajes.
- Influye en la resistencia a ciertas enfermedades. **(Calderon, 1992)**

Algunos síntomas de deficiencia:

- Porte achaparrado.
- Hojas verdes pálidas que adquiere un tono purpúreo o bronceado hacia el ápice y margen.
- Las hojas de algunos cultivos son verde azulado oscuro, especialmente si hay exceso de nitrógeno.
- Las plantas son lentas en madurar. Permanecen verdes, a veces altas y raquílicas.
- Los frutos pueden presentar malformaciones o los granos estar pocos llenos.
- Escasa fructificación por consiguiente bajo rendimiento. **(FAO, 1970)**

#### 4.10.1.3. **Potasio.**

El potasio siempre es abundante en la planta. Se encuentra en forma de sales solubles orgánicas o minerales las funciones más importantes son de proporcionar resistencia a las enfermedades y actuar como regulador de la economía hídrica de las células (resistencia a las heladas y a la sequía), **(Calderon, 1992)**.

Según el **Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (2018)**. Las funciones del potasio en la planta son las siguientes:

- Está relacionado con la sanidad de las plantas y calidad de producto cosechado.
- Interviene en la traslocación de los azúcares de las hojas a diferentes partes de la planta.

- Activador de varios sistemas enzimáticos que intervienen en la producción.

Algunos síntomas de deficiencia:

- Hojas con moteado blanquecino, amarillento o rojizo a partir de los márgenes.
- Los márgenes externos de las hojas (particularmente de las inferiores) amarillentos o rojizos, que van pardeando, o aparecen quemados y muertos.
- Crecimiento achaparrado.
- Los frutos son pequeños, pueden presentar lesiones o puntos de heridas; poca aptitud para la conservación y los rendimientos bajos. **(FAO, 1970)**

#### **4.10.1.4. Calcio.**

El calcio es de vital importancia por que participa en el transporte de las sustancias elaboradas por la planta, aumenta la transpiración y disminuye la absorción del agua por las raíces, ya que disminuye la permeabilidad de la membrana celular, neutraliza los ácidos orgánicos que podrían ser nocivos, si bajan demasiado el pH del juego celular (como el ácido oxálico: oxalato de calcio), penetra en la planta por difusión por las raíces cuando el suelo tiene de 30, 35 ppm. **(Vitorino,1989)**

Algunos síntomas de deficiencia:

- La parte inferior de la planta presenta un color verde pálido.
- Las hojas jóvenes son de amarillentas a negras con enrollados hacia el haz.
- La planta parece marchitarse.
- Las raíces presentan anomalías en la forma. **(FAO, 1970)**

#### **4.10.1.5. Magnesio.**

El magnesio además de ser muy importante como elemento nutritivo, desempeña una función especial que es similar a la que ejerce el calcio. Su deficiencia inhibe la producción de los pigmentos clorofilianos, lo que origina el amarilleo de las hojas. Investigaciones experimentales nos dan a entender que el magnesio es esencial para la producción de aceite en las plantas. **(Calderon, 1992).**

Algunos síntomas de deficiencia:

- Las hojas se vuelven de un color verde claro o amarillo pálido.
- Color amarillento (clorosis) intervenal en las hojas verdes seguido de manchones oscuros y necrosis o cambios de color, cuyas variaciones producen un efecto decorativo.
- Las hojas de las gramíneas pueden estar rayadas. **(FAO, 1970)**

#### 4.10.1.6. **Azufre.**

El azufre influye en el metabolismo y se encuentra en forma abundante en todas las partes vitales de la planta, el azufre mineral del suelo es asimilable en forma de  $\text{SO}_4$  bastante soluble (1 a 2%) y lixiviable, el azufre presente en la atmosfera y en el agua de las precipitaciones cubre el 90% de los requerimientos de las plantas. **(Vitorino,1989).**

Algunos síntomas de deficiencia:

- Escaso crecimiento, plantas raquílicas.
- Se parece a la carencia de nitrógeno, pero toda la planta queda amarilla.
- Hojas amarillas, incluso en los brotes nuevos.
- Maduración lenta de la cosecha. **(FAO, 1970)**

#### 4.10.1.7. **Hierro.**

El hierro resulta necesario, aunque en cantidades mínimas. Algunas plantas absorben en cantidades mayores y son muy sensibles ante su carencia, tiene un papel importante en la formación de la clorofila, interviene en la respiración, ya que los citocromos, es un catalizador redox: oxidación de los glúcidos(respiración) y reducción de nitratos.

Algunos síntomas de deficiencia:

- Clorosis internerval en las hojas jóvenes, hasta tornarse al blanco parecido al Mg, pero este en hojas viejas.
- Como elemento de poca movilidad las carencias se manifiestan en las hojas jóvenes mientras que las hojas viejas acaparan con el hierro asimilado y no hay migración hacia las hojas jóvenes. **(Vitorino,1989).**

#### 4.10.1.8. **Zinc.**

El zinc es un microelemento esencial que sirve como cofactor enzimático, con muchas funciones, ya que el Zn debe ser esencial para la actividad, regulación y estabilización de la estructura proteica o una combinación de estas. **(Hernandez, 2002)**

#### 4.10.1.9. **Manganeso.**

El manganeso es necesario igual que el hierro, se encuentra en todas las plantas, a veces incluso en las mismas cantidades que el hierro (0.5-2%), interviene en la respiración y en la síntesis de proteínas, estimula la formación de los hidratos de carbono, forma parte de varias enzimas de las que intervienen en el ciclo de Krebs. **(Vitorino,1989).**

“Las deficiencias de manganeso están asociadas a la coloración rojo oscuro a púrpura en las hojas, así como pobre crecimiento de follaje y la raíz”. **(Morales, 1995)**

#### 4.10.1.10. **Cobre.**

El cobre es un microelemento constituyente de ciertas enzimas, incluyendo la Vitamina C, tirosinasa, citocromo-oxidasa y plastocianina que es una proteína de color azul, que se encuentra en los cloroplastos, las plantas presentan muy raramente deficiencias de cobre, ya que este elemento se encuentra disponible en casi todos los suelos. **(Hernandez, 2002)**

#### 4.10.1.11. **Molibdeno.**

El molibdeno es un oligoelemento necesario para las bacterias fijadoras de N de las nudozoides de las leguminosas, en las plantas superiores desempeña la transformación de N nítrico en nitrógeno proteínico y sin duda para otras funciones, la carencia de molibdeno aparece en suelos ácidos. **(Calderon, 1992)**

#### 4.10.1.12. **Boro.**

El boro es un oligoelemento verdaderamente necesario, influye en la división celular, inhibe la formación del almidón, previniendo la excesiva polimerización de los azúcares en las situaciones de la síntesis de azúcar. **(Vitorino,1989).**

Algunos síntomas de deficiencia:

El boro es el oligoelemento más crítico en cultivo de la beterraga, cuya deficiencia provoca la apariencia enana de la planta, hojas más pequeñas y en menor número de lo normal, que llegan a adquirir tonalidades amarillentas y purpuras, se retuercen y se rajan longitudinalmente a lo largo del raquis o nervio central; el punto de crecimiento en la corona puede llegar a morir **(Morales, 1995)**

#### 4.10.1.13. **Cloro.**

El cloro es importante en cultivos como el tomate, remolacha azucarera, el maíz, etc., Todas las plantas contienen Cl en dosis variables y algunas cantidades, especialmente cuando el suelo es rico en Cl. **(Vitorino, 1989).**

#### 4.10.2. **Nivel de abonamiento.**

Los requerimientos nutricionales de elementos mayores para la producción techo de 100 toneladas de beterraga por hectárea son de 120 kg N, 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 60 kg K<sub>2</sub>O. El nitrógeno es el elemento más crítico de manejar porque aumenta la biomasa y a la vez reduce la calidad de la cosecha por acumulación de sustancias melasigénicas como nitratos betaína y aminoácidos en la raíz, residuos no deseables en la producción de etanol. Es conveniente que haya un equilibrio, es decir un balance entre el N – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – K<sub>2</sub>O disponible para garantizar un alto rendimiento en el peso de las raíces y un alto contenido de azúcar en función del alto tenor de sacarosa obtenido. Elementos como el P, K, Ca, Mg, B, Zn, también deben de estar equilibrados, basados en los análisis de suelos y foliares. Para conseguir elevadas producciones es necesario, además, que exista un suministro suficiente de agua, de modo que no produzca ninguna situación de estrés **(Gomez, 2018).**

“En la tabla de extracción de nutrientes por diversos cultivos en rendimiento por hectárea, para beterraga es: 150- 50 – 275 Kg de N – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O” **(Vitorino, 1992)**

### **4.10.3. Humus de lombriz.**

#### **4.10.3.1. Concepto**

EL humus de lombriz conocido también como vermicomposta, lombriabono o lombricompuesto, está definido como la excreta de la lombriz de tierra que corresponde al 60% en peso de los materiales con los cuales se alimenta, siendo la especie de lombriz más utilizada la especie *Eisenia foetida*. Se define también como el producto final resultante del proceso de vermicompostaje, que presenta óptimas condiciones físicas, contenido variable de materia orgánica parcialmente humificada, contenido variables de nutrientes y sustancias fitoreguladores de crecimiento y puede ser almacenado sin posteriores tratamientos ni alteraciones, **(Sanchez, 2018)**.

El humus de lombriz está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos benéficos, hormonas y macro y micronutrientes en concentraciones que dependen de las proporciones y características químicas del sustrato que sirve como alimento a las lombrices, **(Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, 2002)**.

El humus de lombriz es un material humificado y parcialmente mineralizado procedente de un proceso de bio-oxidación y estabilización de los sustratos orgánicos a través de la acción descomponedora conjunta de lombrices y microorganismos, **(Sanchez, 2018)**.

#### **4.10.3.2. Ventajas del uso de humus de lombriz**

Es uno de los abonos orgánicos de mejor calidad que afectan positivamente las propiedades biológicas del suelo, debido a la inmensa cantidad de flora microbiana contenida: 2 billones de colonias de bacterias por gramo de humus de lombriz. En vez de los pocos centenares de millones presentes en la misma cantidad de estiércol anual fermentado; lo cual permite que se realice la producción de enzimas importantes para la evolución de la materia orgánica de suelo. También permite mejorar la estructura del suelo favoreciendo la aireación, permeabilidad, retención de humedad y disminuyendo la compactación del suelo; además los agregados del

humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica, Suquilanda (1995), citado por **(Condori, 2014)**.

Las ventajas más importantes del humus de lombriz son:

- Presenta alto contenido de materia orgánica (10 a 60%), parte de la cual se encuentra parcialmente humificada (ácidos húmicos y fúlvicos).
- Reduce la densidad aparente y aumenta el tamaño de los poros del suelo, favoreciendo la penetración de agua y la permeabilidad del aire, estimulando de esta forma el crecimiento del sistema radicular de las plantas.
- Favorece el aumento del pH en suelos ácidos y una disminución del mismo en los suelos alcalinos. La capacidad tampón (buffer) del humus de lombriz impide, por una parte, la movilización de metales pesados en suelos ácidos y por otra, aumenta la asimilabilidad de nutrientes en suelos alcalinos.
- Los humus de lombriz procedente de residuos orgánicos contienen nutrientes a concentraciones variables.
- Presentan concentraciones elevadas de micronutrientes esenciales para la planta (Fe, Mn, Cu, Zn, B), por lo que su aplicación agronómica produce aumentos en la producción.
- Presentan sustancias con carácter fitohormonal, que estimulan el crecimiento de los cultivos.
- Aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, **(Sanchez, 2018)**.

Otro autor menciona además las siguientes ventajas del humus de lombriz:

- Incrementa la disponibilidad en el suelo de nitrógeno, fósforo y azufre.
- Incrementa la eficiencia de la fertilización especialmente con la fertilización nitrogenada.
- Estabiliza la reacción del suelo debido a su alto poder buffer.
- Inactiva los residuos de los plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias patógenas.
- Mejora la estructura, dándoles menor densidad aparente a los suelos pesados y compactos y aumenta la unión de todas las partículas en los suelos arenosos.

- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad del suelo.
- Confiere color oscuro al suelo reteniendo calor, (**Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, 2002**).

#### 4.10.3.3. *Contenido promedio de humus de lombriz*

Las características del humus de lombriz son variables y dependen del tipo de sustrato inicial, estado de descomposición o compostaje y tiempo de almacenamiento de los subproductos utilizados para su fabricación.

**Tabla 02:** *Formulados existentes para aplicar en cultivos, Remolacha azucarera*

Descripción	Valores medios
pH	6.6
Conductividad eléctrica	3.4 dS/m
Materia orgánica	15.49%
Nitrógeno	0.73%
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,203.3 ppm
Potasio (K <sub>2</sub> O)	3,036.6 ppm
Capacidad de intercambio catiónico	20.05 meq/100 g

Fuente: (Sanchez, 2018)

**Tabla 03:** *Contenido promedio del humus de lombriz*

Descripción	Valores medios
Nitrógeno (N)	1.5 a 3%
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.5 a 1.5%
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.5 a 1.5%
Magnesio (MgO)	0.2 a 0.5%
Cobre (Cu)	85 a 100 ppm
Zinc (Zn)	85 a 580 ppm
Cobalto (Co)	10 a 20 ppm
Boro (B)	3 a 10 ppm
Calcio (Ca)	2.5 a 8.5%
Carbonato de Calcio	8 a 14%
Ceniza	28 a 68%
Ácidos húmicos	5 a 7%
Ácidos fulvicos	2 a 3%
pH	6.5 a 7.2
Humedad	30 a 40%
Materia orgánica	3 a 6%
Capacidad de intercambio catiónico	75 a 80 meq/100 g
Conductividad eléctrica	Hasta 3.0 milimhos/cm
Retención de humedad	1500 a 2000 cc/kg seco
Superficie específica	700 a 800 m <sup>2</sup> /g
Carga bacteriana (+)	2,000 millones de colonias vivas/g

Fuente: (Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, 2002)

**Tabla 04:** Contenido promedio del humus de lombriz

Descripción	Valores medios
pH	7 a 7.5
Materia orgánica	50 a 60%
Nitrógeno (N)	2 a 3 %
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1 a 3%
Potasio (K <sub>2</sub> O)	1 a 1.5%
Magnesio (MgO)	0.2 a 2.6%
Calcio (Ca)	2.5 a 8.5%
Hierro (fe)	0.6 a 9%
Cobre (Cu)	3490 ppm
Zinc (Zn)	85 a 400 ppm
Boro (B)	26 a 89 ppm
Carbono orgánico	2 a 3.5%
Ácidos húmicos	5 a 7%

**Fuente: (Condori, 2014)**

#### 4.10.3.4. **Disponibilidad de nutrientes.**

El Humus de lombriz contiene del N total alrededor del 60% se encuentra en forma nítrica en comparación del humus contenido en un suelo cultivado que solo cuenta de 5 a 15% de nitrógeno mineral asimilable, estando solo el 5% en forma de N nítrico (Vitorino, 1992).

#### 4.10.4. **Guano de isla.**

##### 4.10.4.1. **Concepto.**

El guano de islas se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras, restos de aves y algas marinas que se acumulan en las islas y puntas de nuestro litoral formando grandes reservas que en el transcurso de 5 a 6 años se convierte en el mejor abono natural orgánico del mundo. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay, Piquero y Pelicano y Alcatraz.

Es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, el cual es un abono de excelentes condiciones y alto contenido de nutrientes para el uso en la agricultura., (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural, 2018).

##### 4.10.4.2. **Clasificación.**

— **Guano de Islas rico:** Guano de reciente formación, con la siguiente composición: nitrógeno de 9 a 15% bajo tres formas; orgánico de 9 a 10%

(ácido úrico), amoniacal de 4 a 4.5% (cloruro y bicarbonato de amoníaco) y nítrico. Ácido fosfórico 8% (del cual 90% es rápidamente asimilable) dependiendo de las condiciones del medio. Potasio de 1 a 2%, siendo soluble en su totalidad. Adicionalmente presenta CaO: 7- 8%; MgO: 0,4 – 0,5%; Azufre: 1,5 – 1,6%; Cloro: 1,5%, Sodio: 0,8% Humedad: 20%; pH: 6.2 a 7.

- **Guano de Islas pobre:** Es de formación antigua, llamado también fosfatado debido a su alto contenido de ácido fosfórico, tiene un bajo contenido de nitrógeno como resultado de la pérdida que sufre por volatilización del nitrógeno amoniacal; el contenido de potasa es similar al de guano rico. Su contenido de elementos es el siguiente: Nitrógeno: 1 a 2% de N; ácido fosfórico: 16 a 20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; potasio: 1 a 2% de K<sub>2</sub>O; CaO: 16 a 19%.
- **Guano de Islas balanceado:** Es el resultado de la combinación de guano de islas pobre con úrea o sulfato de amonio (en algunos casos con Guano de Islas rico), con la finalidad de obtener abonos compuestos equilibrados, que contienen una proporción suficiente de guano intacto y elementos minerales. Presenta las siguientes características: Nitrógeno: 10 a 12% de N; ácido fosfórico: 9 a 10% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; Potasa: 2% de K<sub>2</sub>O. **(Machaca, 2018)**

#### 4.10.4.3. Contenido de nutrientes

**Tabla 05:** Contenido de nutrientes del guano de isla

Elemento	Formula/símbolo	Concentración
<b>Nitrógeno</b>	N	10 – 14 %
<b>Fósforo</b>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 – 12 %
<b>Potasio</b>	K <sub>2</sub> O	2 – 3 %
<b>Calcio</b>	CaO	8.0%
<b>Magnesio</b>	MgO	0.50%
<b>Azufre</b>	S	1.50%
<b>Hierro</b>	Fe	0.03%
<b>Zinc</b>	Zn	0.00%
<b>Cobre</b>	Cu	0.02%
<b>Manganeso</b>	Mn	0.02%
<b>Boro</b>	B	0.02%

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019)

#### 4.10.4.4. **Disponibilidad de nutrientes.**

- Formas del nitrógeno: Del nitrógeno total, en promedio el 40% se encuentra en forma disponible (38 % en forma amoniacal y 2 % nítrica), el 60 % restante se encuentra en forma orgánica por mineralizarse.
- Formas del fósforo: Del fósforo total, en promedio el 60% se encuentra en forma disponible (fósforo monovalente y divalente), y el 40 % restante en forma orgánica por mineralizarse

Al abonar con guano de islas, en promedio el 40% de nitrógeno, 60% de fósforo y demás nutrientes contenidos en el GI están disponibles para ser absorbidos inmediatamente por las plantas, de la solución suelo. La fracción orgánica por acción de la flora microbiana es transformada gradualmente las sustancias complejas en más simples, aportando elementos nutritivos para las plantas, **(Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural, 2018).**

#### 4.10.4.5. **Propiedades**

- Es un fertilizante natural y completo. Contiene todos los nutrientes que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
- Es un producto ecológico. No contamina el medio ambiente.
- Es biodegradable, el guano de las islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.
- Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura.
- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC), favorece la absorción y retención del agua.
- Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.
- Es soluble en agua. De fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).
- Tiene propiedades de sinergismo. En experimentos realizados en cultivos de papa, en cinco lugares del Perú, considerando un testigo sin tratamiento, se aplicó el guano de las islas, estiércol y una mezcla de ambos. En los cinco lugares experimentados, la producción se incrementó significativamente con

el tratamiento guano de las islas más estiércol, (**Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural, 2018**).

#### **4.11. Producción, superficie cosechada y rendimiento de beterraga a nivel nacional y regional.**

— **Producción:** a nivel nacional la producción de beterraga fue de 34,687 toneladas para el año 2017, se observa una reducción constante de la producción a partir del año 2014. A nivel regional Lima metropolitana tiene la producción más alta con 15,823 toneladas para el año 2017 la tendencia también es de reducción comparada con el año 2014.

El segundo lugar lo ocupa Lima provincias con 9,480 toneladas, en este caso la tendencia de la producción es creciente comparado con el año 2014.

La región con menor producción es Piura para el año 2017 con apenas 85 toneladas.

— **Superficie cosechada:** a nivel nacional para el año 2017 la superficie cosechada con beterraga fue de 2,039 hectáreas, la tendencia comparada con el año 2014 es de crecimiento sostenido.

A nivel regional Lima Metropolitana ocupa el primer lugar con 613 hectáreas de superficie cosechada, la tendencia comparada con el año 2014 es decreciente.

El segundo lugar ocupa Lima provincias con una superficie cosechada de 581 hectáreas, la tendencia es creciente comparada con el año 2014.

La región con menor superficie cosechada de beterraga es Piura con apenas 10 hectáreas, siendo su tendencia decreciente con respecto al año 2016.

— **Rendimiento:** a nivel nacional para el año 2017 el rendimiento promedio fue de 17,010 kg/ha, este rendimiento es decreciente comparada con los años anteriores.

A nivel regional Lima metropolitana presenta el rendimiento más elevado con 25,810 kg/ha, la tendencia es decreciente y en forma sostenida con el año 2014. En segundo lugar, se encuentra Lima provincias con un rendimiento promedio de 16,317 kg/ha, ocupa el último lugar la región de Ica con 5,149 kg/ha.

**Tabla 06: Producción nacional y regional de beterraga en toneladas.**

Años	Total nacional	Amazonas	Ancash	Apurímac	Arequipa	Ayacucho	Cajamarca	Huánuco	Ica	Junín	La Libertad	Lambayeque	Lima	Lima Metropolitana	Piura	Tacna
2014	35708	1058	344	262	3606	430	455	282	183	879	729	1760	4141	21420	32	127
2015	35363	1167	580	239	2801	416	427	398	160	776	599	1726	4357	21459	76	181
2016	34292	954	568	220	3080	478	439	388	239	735	755	2212	5924	18067	85	149
2017	34687	543	575	182	2926	624	330	444	654	800	559	1386	9480	15823	85	277

**Tabla 07: Superficie cosechada nacional y regional de beterraga en hectáreas.**

Años	Total nacional	Amazonas	Ancash	Apurímac	Arequipa	Ayacucho	Cajamarca	Huánuco	Ica	Junín	La Libertad	Lambayeque	Lima	Lima Metropolitana	Piura	Tacna
2014	1922	145	39	63	187	61	77	24	28	66	34	124	240	821	5	9
2015	1942	147	58	49	158	65	75	33	28	52	27	152	261	816	10	12
2016	1975	121	54	46	174	76	76	34	49	47	29	180	369	698	12	11
2017	2039	66	55	32	162	90	59	36	127	52	21	117	581	613	10	19

**Tabla 08: Rendimiento nacional y regional de beterraga en kg/Ha.**

Años	Total nacional	Amazonas	Ancash	Apurímac	Arequipa	Ayacucho	Cajamarca	Huánuco	Ica	Junín	La Libertad	Lambayeque	Lima	Lima Metropolitana	Piura	Tacna
2014	18580	7316	8818	4166	19286	7049	5903	11849	6539	13318	21761	14194	17254	26090	6400	14111
2015	18206	7941	10007	4886	17729	6400	5693	12171	5760	14923	22202	11353	16693	26298	7600	15083
2016	17361	7917	10520	4786	17699	6289	5776	11496	4868	15634	26031	12289	16054	25884	7083	13545
2017	17010	8231	10449	5759	18059	6933	5593	12507	5149	15377	26606	11846	16317	25810	8500	14579

**Fuente: (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019)**

## **4.12. Antecedentes de investigaciones**

### **4.12.1. Densidad de siembra**

Se hizo una evaluación del efecto de densidad entre plantas en la producción de dos variedades de remolacha forrajera (*Beta vulgaris L. ssp. Vulgaris var. Crassa*) en Puno, los distanciamientos fueron de 20, 25 y 30 cm entre plantas y entre surcos de 40cm. Los resultados obtenidos muestran que la variedad Tamara tuvo mejores resultados en las variables en respuesta: Hipocótilo-raíz., tallo y hojas con la variedad Cosima. Con un distanciamiento de 30 cm entre plantas y 40 cm entre surcos. No se encontró el punto de inflexión para ambas variedades, **(Flores, 2014)**

Se hizo una evaluación de 5 densidades de siembra en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris L.*) en la zona de la Esperanza, Intibucá, Honduras ubicada a 1680 msnm, y la variedad utilizada fue Redondo F1; los distanciamientos fueron de (8 cm, 10 cm, 12 cm, 15 cm y 18 cm) entre plantas y 30 cm entre surcos. Con una densidad de 277,500 plantas/ha; 222,000 plantas/ha; 185,000 plantas/ha; 148,000 plantas/ha y 123,330 plantas/ha respectivamente. Obteniendo resultados que indican que con una densidad de 277,500 plantas/ha se obtuvo el mayor rendimiento total con 45,776 kg/ha, seguida de la densidad de 185,000 plantas/ha con 38,628 kg/ha. Los menores rendimientos totales se obtuvieron con la menor densidad de siembra evaluada en este estudio (123,330 plantas/ha). En relación al porcentaje de descarte del producto obtenido, se observa la tendencia de que a menor densidad de siembra menor es el porcentaje de descarte. La densidad de 277,500 plantas/ha produjo un descarte de 10% mientras que la densidad de 123,333 plantas/ha solo mostró un 6% de descarte, **(Promosta, 2004)**.

Se realizó una evaluación del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris L.*), Variedad "Tall Top Early Wonder" sembrada en 05 diferentes distanciamientos entre plantas (0.15 m, 0.20 m, 0.25 m, 0.30 m, 0.40 m) y entre surcos a 0.20 m, en la zona de Babahoyo- Los ríos- Ecuador a una altitud de 8 msnm, Se utilizó el diseño experimental de Bloques completos al azar para el análisis de los datos obtenidos. De acuerdo a la interpretación de los resultados se obtuvo que la variedad de Beterraga (*Beta vulgaris L.*), variedad "Tall Top Early Wonder" obtuvo buen comportamiento agronómico donde alcanzó una altura de planta de 0.33 m en el distanciamiento de siembra (0.40 x 0.20 m); mientras que en número de hojas

sobresalieron los tratamientos con distanciamientos (0.30 mx0.20 m), (0.20 mx0.20 m) y (0,40 x 0,20 m) con 10 hojas en promedio, en cuanto a las variables de rendimiento en diámetro y longitud de fruto se obtuvo 6.42 cm de longitud y 6.72 cm de diámetro en la densidad de siembra de (0.30 mx0.20 m), reporto mayor peso del fruto (193,37 g) y rendimiento (13,91 t/ha), **(Terranova, 2014)**.

Se realizó una investigación en el efecto de la densidad de siembra en beterraga (*Beta vulgaris L.*) var. Early Wonder Tall Top, cultivado en el fundo UNAP-Iquitos. Donde se utilizó el diseño de bloque completo al azar (DBCA); densidades de siembra de (0.25 m x 0.10 m); (0.30 m x 0.10 m); (0.40 m x 0.10 m); (0.25 m x 0.20 m); (0.30 m x 0.20 m); (0.40 m x 0.20 m) donde el mejor rendimiento obtenido fue de (0.25 m x 0.10 m) con 28.77 t/ha (6.000m<sup>2</sup>), **(Muñoz, 2006)**.

Se ejecuto un trabajo de investigación en beterraga titulado “Densidad de siembra directa en dos variedades de beterraga”, donde se experimentó con los distanciamientos 0.15 m, 0.20m y 0.25 m entre plantas y 0.40 m entre surcos, llegando a la conclusión que la densidad de siembra (0.15 m x 0.40 m) 166,667 plantas/ha es superior al resto pues con este se alcanza mayor rendimiento del cultivo, por lo que es recomendable para la beterraga. **(De los rios Robles, 1988)**.

#### **4.12.2. Variedades**

Se hizo una investigación en la producción orgánica de Beterraga (*Beta vulgaris L.*); evaluación de variedades y efecto de dos compostas, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México a una altitud de 1743 msnm. Donde los objetivos fueron evaluar diferentes variedades de betabel en la producción orgánica y evaluar dos compostas en la producción y rendimiento de cultivo de beterraga. Obteniendo los mejores rendimientos en las variedades White Beet y Barabietola de 63.6 t/ha y 50.3 t/ha, aplicando 30 t/ha de estiércol bovino antes de la siembra; En el efecto de dos compostas se tuvo mejores resultados aplicando 75 t/ha de composta vegetal en la variedad Early Wonder generando un rendimiento de 26.4 t/ha de Raíz y 90.5 t/ha de Raíz con hojas, **(Méndez, 2010)**

Se llevó a cabo una evaluación agronómica de tres variedades de Beterraga (*Beta vulgaris L.*) a una altitud de 3365msnm. con tres épocas de siembra en La Paz-Bolivia donde de acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones

climáticas, la variedad que mayor rendimiento presento fue Detroit Dark Red con, seguida de Early Wonder y finalmente la variedad egipcia de Crosby, **(Torrez, 2005)**.

#### **4.12.3. Abonamiento Orgánico**

Se llevó a cabo una investigación en el distrito de Pichari, provincia la Convención, región Cusco de título Abonamiento orgánico con y sin microorganismos eficientes en el rendimiento del maní (*Arachis hypogaea*) a una altitud de 541 msnm. Los objetivos fueron evaluar el efecto del guano de islas y el humus de lombriz con y sin microorganismos eficientes en el rendimiento del maní, utilizando un diseño bloque completo randomizado (DBCR) con arreglo factorial. Demostrando que el abonamiento con guano de islas influye en el rendimiento de grano limpio del maní logrando incrementos de 222% (sin EM) y 242% (con EM) respecto al testigo (sin abonos orgánico). El humus de lombriz influye en el rendimiento de grano limpio de maní mejorando su rendimiento de 193% (sin EM) a 209% (con EM) respecto al testigo (sin abono orgánico), **(Bautista, 2019)**.

Se realizó una investigación en el efecto de microorganismos y sustratos en el crecimiento y desarrollo de plántulas de café (*Coffea arabica L.*) variedad caturra roja a 550 msnm. Pichari, la Convención- Cusco donde uno de los objetivos fue determinar la influencia de dos fuentes de materia orgánica (humus de lombriz y guano de islas) en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café. Se llegó a la conclusión que el guano de isla es mejor fuente de materia orgánica para el sustrato que el humus de lombriz, la misma que se manifestó principalmente en el crecimiento de la planta, peso húmedo de la raíz, así como los pesos húmedo y seco de la parte foliar, **(Taboada, 2013)**.

Se llevo a cabo una investigación intitulado “ Comparativo de dosis de aplicación de humus de lombriz en dos variedades de beterraga” en el centro agronómico K’ayra, de la facultad de Agronomía y Zootecnia(UNSAAC) donde las dosis en estudio fueron 6;8; 10 y 12 t/ha y un testigo (sin humus de lombriz), para cuyo efecto se utilizaron dos variedades de beterraga, los resultados fueron ;las variedades estudiadas no guardan diferencia estadística en cuanto se refiere a la influencia de las dosis de aplicación de humus de lombriz sobre el rendimiento, **(Cabrera, 2002)**.

## V.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Tipo de investigación

La investigación realizada fue de tipo cuantitativo, descriptivo y experimental.

### 5.2. Ubicación del campo experimental

#### 5.2.1. Ubicación política

Región:	Cusco
Provincia:	Quispicanchi
Distrito:	Oropesa
Sector :	Huasao

#### 5.2.2. Ubicación geográfica

Altitud :	3180 m
Latitud :	13°33 Sur
Longitud:	71°50'Oeste.

#### 5.2.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca:	Vilcanota
Subcuenca:	Huatanay

#### 5.2.4. Ubicación ecológica

Según **Holdridge (1987)**, las zonas de vida descritas por el sector de estudio se encuentran en la zona de vida transición bosque seco- Montano bajo – Sub tropical (bs-Mb-St).

#### **Fotografía 01.** Vista satelital del campo experimental



### 5.2.5. Historial del terreno

El terreno donde se desarrolló el trabajo de investigación tiene los siguientes antecedentes:

**Tabla 09: Historial del terreno**

Campaña Agrícola	Cultivo
Campaña 2017 – 2018	Cebada forrajera ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )
Campaña 2018 – 2019	Maíz ( <i>Zea mays L.</i> )
Campaña 2019 – 2020	Beterraga ( <i>Beta vulgaris L.</i> )

### 5.3. Ubicación temporal de la investigación

La investigación tuvo un periodo de duración de 6 meses contados a partir del 20 de octubre del año 2019 hasta el 19 de abril del año 2020. La elaboración del anteproyecto de tesis se realizó en 31 días, desde el día 20 de octubre hasta el 20 de noviembre del año 2019, el trabajo de campo empezó el día 28 de noviembre del 2019 y culminó con éxito el 06 de marzo del 2020, la redacción del trabajo de investigación culminó el día 19 de abril del 2020.

### 5.4. Materiales y métodos

#### 5.4.1. Material biológico

Se utilizó semilla de beterraga comprada de distribuidor local de las variedades Early Wonder y Early Wonder Tall Top; ambas variedades fueron adquiridas y envasadas herméticamente con un porcentaje de germinación del 85%, pureza física del 99.90% y pureza varietal garantizada por las empresas importadoras.

##### 5.4.1.1. Características del material biológico.

— Semilla de beterraga (*Beta vulgaris L.*) de la variedad Early Wonder. Según la empresa importadora determina en la fecha de análisis 06/2019 los siguientes datos:

Semillería	: HORTUS	Cultivo	: Beterraga
Variedad	: Early Wonder	Origen	: USA
Pureza	: 99.90%	Germinación	: 85%
Categoría	: Importada	% Humedad	: 5.5
Lote	: 309278-63	Peso	: 400grs

### Características de la Variedad Early Wonder

Periodo Vegetativo(días)	: 60-70
Requerimiento de Suelo	: Suelto y profundo. pH ideal 6.5 – 6.8.
Épocas de Siembra	: Primavera (ago -Sept) según zona.
Duración de la semilla	: 4 años
Se cosecha	: 0.08mt diámetro raíz aprox.
Temperatura optima/Prom	: 16-22°C Max 35°C
Temperatura germinación	: Min 10°C, optimo 26°C, max.35°C
Rendimientos Potenciales	: 15-30 Tn/Ha
Siembra	: Directa
Profundidad de siembra	: 2,5 cm

- Semilla de beterraga (*Beta vulgaris L.*) de la variedad Early Wonder Tall Top. Según la empresa importadora determina en la fecha de análisis 07/2019 los siguientes datos:

Semillería	: BONANZA	Cultivo	: Beterraga
Variedad	: Early Wonder Tall Top	Origen	: USA
Pureza	: 99.90%	Germinación	: 85%
Categoría	: Importada	% Humedad	: 5.5
Lote	: 041004P019.7	Peso	: 400grs

### Características de la Variedad Early Wonder Tall Top

Periodo Vegetativo(días)	: 90-120
Requerimiento de Suelo	: Franco bien drenado.
Épocas de Siembra	: Todo el año
Duración de la semilla	: 4 años
Se cosecha	: 0.08mt diámetro raíz aprox.
Temperatura optima/Prom	: 16-22°C Max 35°C
Temperatura germinación	: Min 4.4°C, optimo 29.4°C, max.35°C
Rendimientos Potenciales	: 15-30 Tn/Ha

#### **5.4.2. Abonos orgánicos**

- *Guano de isla*: Abono orgánico que fue adquirido del Programa Productivo De Desarrollo Agrario Rural (Agrorural) el día 15 de noviembre del 2019.
- *Humus de lombriz*: Abono orgánico que fue adquirido de la empresa Vermiduro el día 18 de noviembre del 2019.

#### **5.4.3. Productos químicos**

- *Ridomil Gold MZ 68WP*: Fungicida sistémico y de contacto, comprado en un distribuidor local.
- *Agrigel(coadyuvante)*: Que fue adquirido para tener una mejor adherencia al momento de aplicar el fungicida.

#### **5.4.3. Materiales de campo**

- Estacas para marcar parcelas
- Carteles de identificación
- Libreta de campo
- Yeso.
- Bolsas de papel

#### **5.4.4. Herramientas**

- Balanza de 2 Kg
- Cinta métrica
- Picos
- Rastrillos
- Cordel
- Regla graduada con vernier (pie de rey)

#### **5.4.5. Equipos**

- GPS marca Garmin
- Cámara fotográfica
- Pulverizador manual de 15 l
- Equipo de computo
- Tractor agrícola con arado y rastra

## **5.5. Métodos**

### **5.5.1. Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2x3x2, se evaluaron en total 12 tratamientos con cuatro repeticiones dando un total de 48 unidades experimentales.

Los bloques fueron distribuidos en filas, tal como se muestra en el croquis respectivo. Los tratamientos se distribuyeron en forma aleatoria dentro de cada bloque y para tal fin se utilizó el método del sombrero. Las parcelas experimentales diseñadas fueron de forma rectangular.

Los resultados obtenidos se procesaron utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 95% y 99% de confianza. Con ayuda del programa Excel.

### **5.5.2. Características del campo experimental**

#### **5.5.2.1. Campo experimental**

— Largo:	24.0 m
— Ancho incluido calles centrales:	13.5 m.
— Área total:	324.0 m <sup>2</sup>

#### **5.5.2.2. Bloques**

— N° de bloques:	4.00
— Ancho de bloque:	3.0 m
— Largo de bloque:	24.0 m
— Área por bloque:	72.0 m <sup>2</sup>

#### **5.5.2.3. Unidad experimental**

— N° de unidades experimentales total:	48.00
— N° de unidades experimentales por bloque:	12.00
— Largo:	3.0 m
— Ancho:	2.0 m
— Área:	6.0 m <sup>2</sup>

— Área neta de las parcelas: 0.40 m x 0.15 m	3.0 m <sup>2</sup>
— Área neta de las parcelas: 0.40 m x 0.25 m	3.24 m <sup>2</sup>

#### **5.5.2.4. Calles**

— Numero de calles entre bloques:	3.00
— Largo de calle:	24.0 m
— Ancho de calle:	0.50 m
— Área por calle:	12.0 m <sup>2</sup>

#### **5.5.2.5. Surcos**

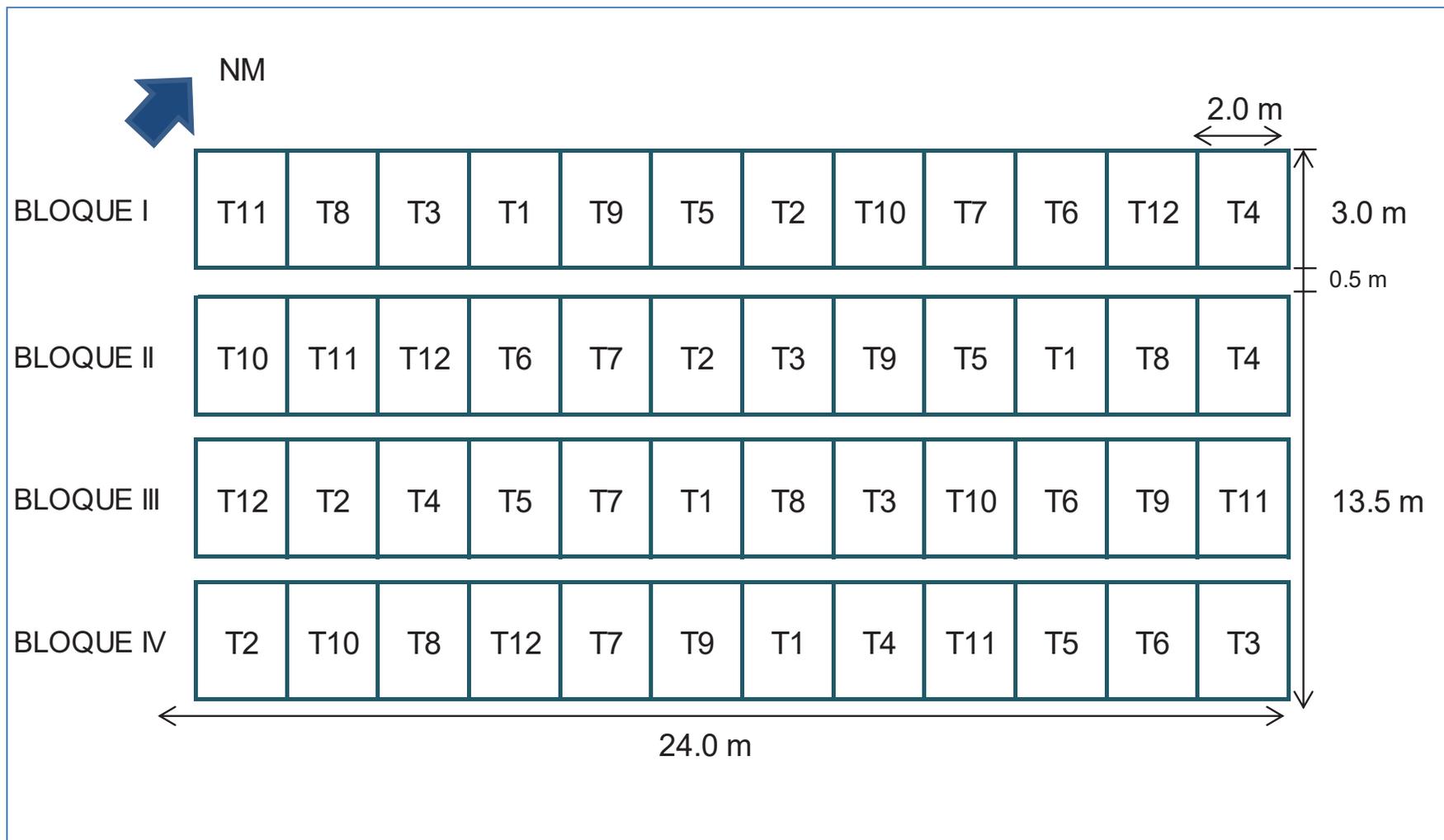
— Número de surcos por unidad experimental:	5
— Largo:	3.0 m
— Ancho:	0.4 m
— Área:	1.20 m <sup>2</sup>
— Plantas por surco a 0.15 m entre plantas:	20
— Plantas por surco a 0.25 m entre plantas:	12

#### **5.5.2.6. Densidad de siembra**

— Distancias entre surcos:	0.40 m
— Distancia entre plantas 1:	0.15 m
— Distancia entre plantas 2:	0.25 m
— Densidad de siembra 1:	166,667 plantas/ha
— Densidad de siembra 2:	100,000 plantas/ha

#### **5.5.3. Factores y niveles de evaluación**

- Factor A: Densidad de siembra
  - a<sub>1</sub>: 0.40 m x 0.15 m (166,667 plantas/ha)
  - a<sub>2</sub>: 0.40 m x 0.25 m (100,000 plantas/ha)
- Factor B: Fuente de abonamiento
  - b<sub>1</sub>: Guano de isla
  - b<sub>2</sub>: Humus de lombriz
  - b<sub>3</sub>: Sin abonamiento
- Factor C: Variedades
  - c<sub>1</sub>: Variedad Early Wonder
  - c<sub>2</sub>: Variedad Early Wonder Tall Top



*Croquis del campo experimental*

#### 5.5.4. Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 10: Tratamientos evaluados**

Clave	Combinación	Descripción de tratamientos
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	166,667 plantas/ha + Guano de isla + Early Wonder
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	166,667 plantas/ha + Humus de lombriz + Early Wonder Tall Top
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> c <sub>1</sub>	166,667 plantas/ha + Sin abonamiento + Early Wonder
T <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	166,667 plantas/ha + Guano de isla + Early Wonder Tall Top
T <sub>5</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	166,667 plantas/ha + Humus de lombriz + Early Wonder
T <sub>6</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> c <sub>2</sub>	166,667 plantas/ha + Sin abonamiento + Early Wonder Tall Top
T <sub>7</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	100,000 plantas/ha + Guano de isla + Early Wonder
T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	100,000 plantas/ha + Humus de lombriz + Early Wonder Tall Top
T <sub>9</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> c <sub>1</sub>	100,000 plantas/ha + Sin abonamiento + Early Wonder
T <sub>10</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	100,000 plantas/ha + Guano de isla + Early Wonder Tall Top
T <sub>11</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	100,000 plantas/ha + Humus de lombriz + Early Wonder
T <sub>12</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> c <sub>2</sub>	100,000 plantas/ha + Sin abonamiento + Early Wonder Tall Top

#### 5.6. Conducción del cultivo

##### 5.6.1. Preparación del suelo

La preparación del terreno se realizó con tractor agrícola provista de arado de discos y rastras. Antes de la aradura estratégicamente se esperó las primeras lluvias de temporada con la finalidad de suavizar el terreno para la aradura y rastrado posterior con el fin de facilitar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las tareas ejecutadas fueron las siguientes:

- **Limpieza:** El objetivo de este trabajo fue de eliminar las malas hierbas o malezas y rastrojos acumulados de la anterior campaña agrícola. El trabajo fue realizado en forma manual, el 26 y 29 de octubre del 2019.
- **Toma de muestra de suelo:** Para la obtención de la muestra se delimitó el área total (324.0 m<sup>2</sup>) mediante estacas y rafia, luego se procedió avanzar a lo largo del campo experimental siguiendo una trayectoria en zigzag, sacando un total de 15 sub muestras individuales a una profundidad de 20 cm aproximadamente, que se reunieron para constituir la muestra compuesta o representativa (1 Kg), claramente etiquetada.

Esta actividad se realizó aproximadamente un mes antes de la siembra. el día 06 de noviembre del 2019, siendo llevada la muestra al laboratorio de Química de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, para su respectivo análisis químico ese mismo día.

- **Roturación del terreno:** Esta labor fue realizada con tractor agrícola provista de arado de discos, a una profundidad de 25 a 30 cm con la finalidad de enterrar los rastrojos, facilitar un buen desarrollo de las raíces y conservar la mayor cantidad posible de agua de lluvia. La labor fue realizada el día 25 de noviembre del 2019.
- **Mullido del terreno:** Esta actividad fue realizada con tractor agrícola provista de doble rastra y de forma manual, la finalidad fue formar cuatro melgas alargadas sin terrones que faciliten la siembra. Se llevó a cabo el día 26 de noviembre del 2019.

**Fotografía 02.** Limpieza del terreno



**Fotografía 03.** Toma de muestra de suelo



**Fotografía 04.** Roturación del terreno



**Fotografía 05.** Mullido manual del terreno



### **5.6.2. Marcado del campo experimental**

Se realizó el trazo y replanteo de los cuatro bloques con la finalidad de establecer el área efectiva del campo experimental, utilizando para tal fin estacas de madera, el cordel y yeso, al finalizar el trabajo las unidades experimentales estuvieron demarcadas con yeso. Esta labor fue ejecutada el día 28 de noviembre del 2019.

***Fotografía 06. Trazo y replanteo de bloques***



***Fotografía 07. Trazo de unidades experimentales***



### **5.6.3. Surcado del campo experimental**

Se realizaron los surcos manteniendo una distancia constante entre ellos de 40 cm. La labor fue realizada con herramientas manuales y los surcos ubicados de forma transversal a la base de los bloques; siendo los surcos superficiales de una profundidad aproximada de 2.00 cm que se utilizaron para realizar la siembra. Esta actividad fue ejecutada el 28 de noviembre del 2019.

**Fotografía 08.** Surcado del campo experimental



#### 5.6.4. Siembra

La siembra fue directa, las semillas de ambas variedades (Early Wonder y Early Wonder Tall Top) puestas en inhibición durante 02 horas, antes de ser sembradas a las distancias predeterminadas en el diseño, según corresponda a la unidad experimental. Se colocaron tres semillas por golpe a una profundidad aproximada de 2.00 cm, Posteriormente se procedió a tapar las semillas con la ayuda de un pico, para luego ejecutar el primer riego a las unidades experimentales por último se cubrió con un tinglado para facilitar la germinación de las semillas. Esta actividad fue ejecutada el 28 de noviembre del 2019.

Según Valadez. (1992) citado por **Mendez (2001)** el número aproximado de semilla por cien gramos es de 5790. Por lo tanto, la cantidad de semilla utilizada por hectárea para las dos densidades fue de:

Densidad	Semilla Por hectárea
166,667 plantas/ha (0.40 x 0.15)	8.64 Kg.
100,000 plantas/ha (0.40 x 0.25)	5.18 Kg.

**Fotografía 09.** Siembra de unidades experimentales



**Fotografía 10.** Siembra en surcos por golpe.



#### 5.6.5. Análisis de suelo

La muestra compuesta de suelo fue analizada en el laboratorio del Departamento Académico de Química, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y fue utilizada para calcular la dosis de abonamiento. La ficha original se muestra en anexos.

**Tabla 11:** Análisis de Suelo

Muestra	C.E. mmhos/cm	pH	M.O %	N%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	K <sub>2</sub> O ppm	CIC meq/100
1	0.66	8.15	3.76	0.184	5.92	288.90	11.30

**Tabla 12:** Niveles críticos para NPK y materia orgánica

Nivel	% N tot.	% MO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	K <sub>2</sub> O ppm	
				pH < 6,5	pH >6,5
Bajo	0 a 0.1	Menor a 2	0 - 20	0 - 60	0 – 90
Medio	0.11 – 0.2	2.1 – 4.0	20 - 40	61 - 120	91 – 180
Alto	Mayor a 0.2	Mayor a 4	Mayor a 40	Mayor a 120	Mayor a 180

Fuente: Vitorino (1989) Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

**Tabla 13:** Niveles críticos para pH y conductividad eléctrica

	Acido	Neutro	Básico
pH	2.5 – 6.5	6.6 – 7.5	7.6 a mas
C.E. (mmhos/cm)	normal	lig, salino	salino
	0 a 2	2.1 - 4	4.1 a mas

Fuente: Vitorino (1989) Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

El suelo del campo experimental con respecto a la salinidad, es calificado como normal, puesto que, su conductividad eléctrica (0.66 mmhos/cm), se ubica en el rango de 0 a 2 mmhos/cm. Con respecto a su reacción el suelo es calificado como básico, ya que el pH determinado en laboratorio es de 8.15. Según la tabla de niveles críticos el contenido de materia orgánica es medio, contenido de nitrógeno medio, contenido de fósforo bajo y contenido de potasio alto.

#### 5.6.6. Fertilización

Se efectuó el abonamiento a la siembra. La dosis utilizada fue de 600 g de guano de isla por unidad experimental, lo cual, equivale a una dosis de 1.0 t/ha, considerando que la unidad experimental presenta área total de 6 m<sup>2</sup>. La dosis de humus de lombriz fue de 4.9 Kg por unidad experimental, lo cual, equivale a 8,086 t/ha de abono.

**Fotografía 11.** Pesado de la cantidad de abonos orgánicos por planta



**CÁLCULO DE ABONAMIENTO ORGÁNICO PARA EL CULTIVO DE BETERRAGA**

Profundidad de muestra	0.20 m			
Volumen de suelo	100 m X	100 m X	0.20 m =	2,000 m <sup>3</sup>
Peso del suelo/ha=(VsxDa)	2,000 m <sup>3</sup> X	1.30 gr/cm <sup>3</sup> =	<b>2,600,000</b>	<b>Kg de suelo</b>

**CALCULO DEL NITROGENO (N)**

	100 Kg de suelo .....	0.184	Kg de N
	2,600,000 Kg de suelo .....	<b>X = 4,784</b>	<b>Kg de N</b>
	<b>Coefficiente de Mineralización (CM)</b>		
Nitrógeno(N)	100% .....	4,784	Kg de N
	1% .....	<b>X = 47.84</b>	<b>Kg de N</b>
	<b>Coefficiente de Rendimiento Útil (CRU) 60%</b>		
	100% .....	48	Kg de N
	60% .....	<b>X = 28.70</b>	<b>Kg de N</b>

**CALCULO DEL FOSFORO (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

	1,000,000 Kg de suelo .....	5.92	Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	2,600,000 Kg de suelo .....	<b>X = 15.39</b>	<b>Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>
	<b>Coefficiente de Rendimiento Útil (CRU) 20%</b>		
Fosforo(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	100% .....	15.39	Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	20% .....	<b>X = 3.08</b>	<b>Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>

**CALCULO DEL POTASIO (K<sub>2</sub>O)**

	1,000,000 Kg de suelo .....	288.90	Kg de K <sub>2</sub> O
	2,600,000 Kg de suelo .....	<b>X = 751.14</b>	<b>Kg de K<sub>2</sub>O</b>
	<b>Coefficiente de Rendimiento Útil (CRU) 20%</b>		
Potasio(K <sub>2</sub> O)	100% .....	751.14	Kg de K <sub>2</sub> O
	20% .....	<b>X = 150.23</b>	<b>Kg de K<sub>2</sub>O</b>

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Extracción de Beterraga	150	50	275
Nutrientes en el suelo	29	3	150
Diferencia	<b>121</b>	<b>47</b>	<b>125</b>

**CÁLCULO DE DOSIS DE ABONAMIENTO POR HECTAREA Y UNIDAD EXPERIMENTAL**

**Nitrógeno**

**Guano de Isla total**

GUANO DE ISLA (N= 10-14%)	100 Kg de guano .....	12.00	Kg de N
	<b>X= 1,000 Kg de Guano</b> .....	<b>121</b>	<b>Kg de N</b>
	<b>g/ Unidad Experimental</b>		
	1,000 Kg de guano .....	10,000	m <sup>2</sup>
	<b>X =600 grs. de guano</b> .....	<b>6</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

**Nitrógeno**

**Humus de Lombriz total**

HUMUS DE LOMBRIZ (N= 1.5%)	100 Kg de Humus .....	1.50	Kg de N
	<b>X =8,086 Kg de humus</b> .....	<b>121</b>	<b>Kg de N</b>
	<b>g/ Unidad Experimental</b>		
	8,086 Kg de humus .....	10,000	m <sup>2</sup>
	<b>X= 4,900 grs. De Humus</b> .....	<b>6</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

**Fotografía 12.** Abonamiento con guano de isla en unidad experimental



**Fotografía 13.** Campo experimental recién sembrado



#### **5.6.7. Cubierta**

La cubierta de la siembra, se realizó el día 29 de noviembre del 2019 utilizando paja seca con la finalidad de proporcionar protección a las semillas de la radiación solar y las fuertes precipitaciones después de haber realizado la siembra; posteriormente a los 20 días de la siembra, se retiró la cubierta de paja.

**Fotografía 14.** Cubierta del campo experimental



**Fotografía 15.** Emergencia de plántulas a los 10 días después de la siembra



#### 5.6.8. Control de malezas

El control de malezas se ejecutó de manera manual, eliminando a tiempo las plantas que compiten con el cultivo. El control de malezas inicio el 19 de diciembre posteriormente se desarrolló semanalmente hasta el aporque. Las malezas identificadas en el área de estudio fueron:

**Tabla 14:** Malezas encontradas en el campo experimental

Nombre común	Nombre científico	Familia
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> L.	Asteraceae
Wallpa wallpa	<i>Tropaeolum peregrinum</i> L.	Tropaeolaceae
Cebadilla	<i>Bromus uniloides</i> H.B.K	Poaceae

<b>Nabo</b>	<i>Brassica campestris L.</i>	Brassicaceae
<b>Kikuyo</b>	<i>Pennisetum clandestinum H.</i>	Poaceae
<b>Jat'aqo</b>	<i>Amaranthus hybridus L.</i>	Amaranthaceae
<b>Trebol</b>	<i>Trifolium repens L.</i>	Fabaceae
<b>Lengua de vaca</b>	<i>Rumex crispus L.</i>	Polygonaceae

**Fotografía 16.** Control de malezas en unidades experimentales



#### **5.6.9. Control fitosanitario**

Se aplicó Ridomil Gold MZ 68WP fungicida sistémico y de contacto, efectivo para prevenir mayor ataque de enfermedades causadas por Cercospora, Peronospora, y otros hongos, cuyos ingredientes activos son el Metalaxyl y Mancozeb que son rápidamente absorbidos por las partes verdes de la planta (30 minutos), distribuyéndose de manera uniforme e incluso a los nuevos brotes después de la aplicación, suprimiendo la reproducción y crecimiento del hongo. Fue necesario la mezcla del fungicida con un coadyuvante para obtener una mejor adherencia y distribución en las plantas.

La dosis fue obtenida de la ficha técnica del producto y considerando el cultivo de cebolla debido a que este producto no está considerado para beterraga.

La dosis asumida fue de 250 g/100 litros de agua y la dosis asumida del coadyuvante fue de 50ml/200 litros de agua. La enfermedad se manifestó cuando la planta obtuvo el primer par de hojas verdaderas en un 30% del campo experimental.

**Tabla 15:** Frecuencia, fechas y dosis de aplicación de Ridomil Gold Mz 68 WPx

N° de aplicación	Fecha	Dosis	Frecuencia
1era	23 de diciembre del 2019	72.5gr/29 l de agua	14 días
2da	06 de enero del 2020	72.5gr/29 l de agua	14 días
3ra	19 de enero del 2020	72.5gr/29 l de agua	14 días

**Tabla 16:** Frecuencia, fechas y dosis de aplicación de Agrigel (Coadyuvante)

N° de aplicación	Fecha	Dosis	Frecuencia
1era	23 de diciembre del 2019	7.3ml/29 l de agua	14 días
2da	06 de enero del 2020	7.3ml/29 l de agua	14 días
3ra	19 de enero del 2020	7.3ml/29 l de agua	14 días

**Fotografía 17.** Aplicación de Ridomil Gold MZ 68WP para Cercosporiosis



**Fotografía 18.** Plantas con síntomas de Cercosporiosis (*Cercospora beticola* S.)



#### **5.6.10. Raleo**

Esta labor se ejecutó a los 35 días después de la siembra, con el fin de controlar las densidades de siembra propuestas para darles un espacio vital para su normal desarrollo y crecimiento como también para evitar la competencia por nutrientes, luz y agua. Se eliminaron las plantas menos vigorosas dejando en los surcos las plantas más vigorosas cada 0.15 m y 0.25 m según corresponda a la unidad experimental. Esta actividad fue ejecutada el 02 de enero del 2020.

**Fotografía 19.** Raleo de unidades experimentales por bloque



### 5.6.11. Aporque

El aporque se ejecutó en forma manual para evitar que las raíces de la beterraga se muestren al exterior por efecto de las lluvias, por otro lado, permitió eliminar las malezas, este aporque se realizó cuando las plantas alcanzaron 0.15 m de altura. Esta labor fue ejecutada el 12 de enero del 2020.

**Fotografía 20.** *Aporque de Plantas en unidades experimentales*



### 5.6.12. Cosecha

La cosecha se realizó a los 99 días después de la siembra cuando las raíces lograron llegar a la madurez comercial). Se realizó a mano desprendiendo la raíz del suelo jalándolas a mano, formando montones para luego cortar las hojas con un cuchillo y colocarlas en sacos para su venta al mercado. Esta actividad se realizó el 06 de marzo del 2020.

**Fotografía 21.** *Cosecha de unidades experimentales*



## **5.7. Evaluaciones**

Antes de empezar las evaluaciones se escogió al azar 10 plantas de los tres surcos centrales de la unidad experimental, descartando las plantas que se encontraban en el borde del surco. Todas las evaluaciones se ejecutaron siempre sobre las mismas plantas elegidas. Esta actividad fue ejecutada el 6 de marzo del 2020.

### **5.7.1. Rendimiento**

#### **5.7.1.1. *Peso de raíces por hectárea***

Para determinar el rendimiento, se cosecharon todas las raíces producidas en los tres surcos centrales sin considerar las plantas bordes en cada unidad experimental, esta información se transformó a rendimiento en toneladas por hectárea.

***Fotografía 22. Evaluación de peso de raíces por hectárea***



#### **5.7.1.2. *Peso de raíces por planta***

Para determinar el peso de raíces por planta se registró el peso de cada una de las raíces de las 10 plantas elegidas al azar por unidad experimental, este dato se anotó en gramos por planta.

**Fotografía 23.** Evaluación de peso de raíces por planta



## 5.7.2. Características agronómicas

### 5.7.2.1. Altura de planta

La altura de planta se determinó sobre cada una de las plantas elegidas al azar, midiendo con una wincha metálica la distancia existente entre la base de la planta y el ápice de la hoja más grande, los datos se registraron en cm. La evaluación se realizó durante la cosecha de raíces o producto.

**Fotografía 24.** Evaluación de altura de planta



### **5.7.2.2. Número de hojas por planta**

Se evaluó el número de hojas por planta en cada una de las 10 plantas obtenidas al azar en la unidad experimental y se contabilizó en forma manual el número de hojas por planta.

**Fotografía 25.** Evaluación de número de hojas por planta



### **5.7.2.3. Peso fresco de hojas por planta**

Para determinar el peso fresco de hojas por planta se consideró las 10 plantas elegidas al azar, en cada uno de ellas se pesó todas las hojas, inmediatamente después de la cosecha y en el mismo campo.

**Fotografía 26.** Evaluación de peso fresco de hojas por planta



### **5.7.3. Tamaño de raíces**

#### **5.7.3.1. Diámetro de raíz**

El diámetro de raíces se determinó en cada una de las plantas obtenidas al azar por unidad experimental, se midió con regla graduada (vernier) el diámetro considerando la parte más ancha de la raíz y se registró en cm.

**Fotografía 27. Evaluación de diámetro de raíz**



#### **5.7.3.2. Longitud de raíz**

La longitud de raíz se determinó sobre cada una de las 10 raíces obtenidas de las plantas elegidas midiendo la distancia entre la base de la raíz y el ápice del mismo, los datos se registraron en cm.

**Fotografía 28. Evaluación de Longitud de raíz**



## VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Rendimiento

**Tabla 17: Peso de raíces (t/ha)**

Densidad	0.40m x 0.15m						0.40m x 0.25m						Total
	Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		
	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	
I	32.42	40.67	38.58	34.83	27.33	40.75	22.7	32.2	27.5	23.24	16.7	22.91	359.83
II	42.39	41.15	36.66	31.5	23.33	32.33	34.05	26.37	32.15	18.4	22.53	25.75	366.61
III	41.33	30.58	30.92	45.58	21.83	30.58	38.85	19.65	31.22	17.95	12	13.73	334.22
IV	24.25	28.88	29.88	29.92	25.87	21.27	20.27	17.56	23.15	24.94	26.91	21.51	294.41
Suma Promedio	140.39 35.1	141.28 35.32	136.04 34.01	141.83 35.46	98.36 24.59	124.93 31.23	115.87 28.97	95.78 23.95	114.02 28.51	84.53 21.13	78.14 19.54	83.9 20.98	1355.07 28.23
Densidad	0.40m x 0.15m Suma = 782.83 Prom. = 32.62						0.40m x 0.25m Suma = 572.24 Prom. = 23.84						1355.07 28.23
Fuente abono	Guano de islas Suma = 493.32 Prom. = 30.83			Humus de lombriz Suma = 476.42 Prom. = 29.78			Sin abonamiento Suma = 385.33 Prom. = 24.08						1355.07 28.23
Variedad	Var. Early Wonder Suma = 682.82 Prom. = 28.45						Var. Early Wonder Tall Top Suma = 672.25 Prom. = 28.01						1355.07 28.23
Densidad por Fuente abono	0.40mx0.15mxGuano Is. Suma = 281.67 Prom. = 35.21		0.40mx0.15mxHumus lo. Suma = 277.87 Prom. = 34.73		0.40mx0.15mxSin abono Suma = 223.29 Prom. = 27.91		0.40mx0.25mxGuano Is. Suma = 211.65 Prom. = 26.46		0.40mx0.25mxHumus lo. Suma = 198.55 Prom. = 24.82		0.40mx0.25mxSin abono Suma = 162.04 Prom. = 20.26		1355.07 28.23
Densidad por Variedad	0.40mx0.15mxEarly Wonder Suma = 374.79 Prom. = 31.23			0.40mx0.15mxEarly Wonder Tall Top Suma = 408.04 Prom. = 34			0.40mx0.25mxEarly Wonder Suma = 308.03 Prom. = 25.67			0.40mx0.25mxEarly Wonder Tall Top Suma = 264.21 Prom. = 22.02			1355.07 28.23
Fuente abono por Variedad	Guano Is.xEarly Wonder Suma = 256.26 Prom. = 32.03		Guano Is xEarly Wonder Tall Suma = 237.06 Prom. = 29.63		HumusxEarly Wonder Suma = 250.06 Prom. = 31.26		HumusxEarly Wonder Tall Suma = 226.36 Prom. = 28.3		Sin AbonxEarly Wonder Suma = 176.5 Prom. = 22.06		Sin Abon.xEarly Wonder Tall Suma = 208.83 Prom. = 26.1		1355.07 28.23

**Tabla 18: ANVA para Peso de raíces (t/ha)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	267.2584	89.0861	2.5438	2.89000	4.44000	NS. NS.
Tratamientos	11	1611.7349	146.5214	4.1838	2.09000	2.84000	**
Densidad (D)	1	923.9198	923.9198	26.3816	4.14000	7.47000	**
Fuente abono (F)	2	421.7675	210.8837	6.0216	3.28500	5.31500	**
Variedad (V)	1	2.3276	2.3276	0.0665	4.14000	7.47000	NS. NS.
Inter. D * F	2	10.2068	5.1034	0.1457	3.28500	5.31500	NS. NS.
Inter. D * V	1	123.7455	123.7455	3.5334	4.14000	7.47000	NS. NS.
Inter. F * V	2	121.1448	60.5724	1.7296	3.28500	5.31500	NS. NS.
Interac. D * F * V	2	8.6229	4.3115	0.1231	3.28500	5.31500	NS. NS.
Error	33	1155.7051	35.0214				
Total	47	3034.6985	CV = 20.96%				

De la Tabla 18 del Análisis de varianza correspondiente a peso de raíces se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea.

El coeficiente de variabilidad de 20.96% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados.

Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos es decir existen diferencias para peso de raíces entre los 12 tratamientos estudiados, Densidad de siembra y fuente de abono al 95% y 99% de probabilidad es decir las densidades y fuentes de abonamientos utilizados afectan al peso de raíces por hectárea en el cultivo de beterraga.

No existe diferencias estadísticas al 95 y 99% de confianza entre variedades, interacciones densidad por fuente de abono, densidad por variedades, fuente de abono por variedades y densidad por fuente de abono por variedades.

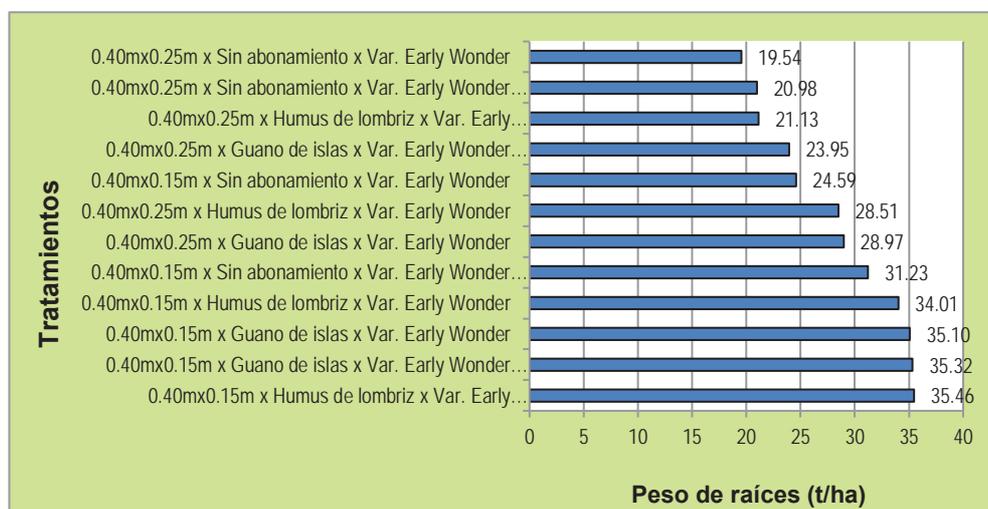
**Tabla 19: Prueba de Tukey de tratamientos para Peso de raíces (t/ha)**

ALS (5%) = 14.44

ALS (1%) = 17.13

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso de raíces (t/ha)	Significación	
			5%	1%
I	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	35.46	a	a
II	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	35.32	a b	a b
III	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder	35.10	a b	a b
IV	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	34.01	a b	a b
V	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	31.23	a b c	a b c
VI	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder	28.97	a b c	a b c
VII	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	28.51	a b c	a b c
VIII	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	24.59	a b c	a b c
IX	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	23.95	a b c	a b c
X	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	21.13	a b c	a b c
XI	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	20.98	b c	b c
XII	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	19.54	c	c

De la Tabla 19 de Prueba de Tukey de tratamientos para peso de raíces se desprende que, el tratamiento 0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top, con 35.46 t/ha, ocupó el primer lugar, y el tratamiento 0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder, con 19.54 t/ha ocupó el último lugar; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a la alta población de plantas por unidad de área, así como a la mayor mineralización del humus de lombriz.

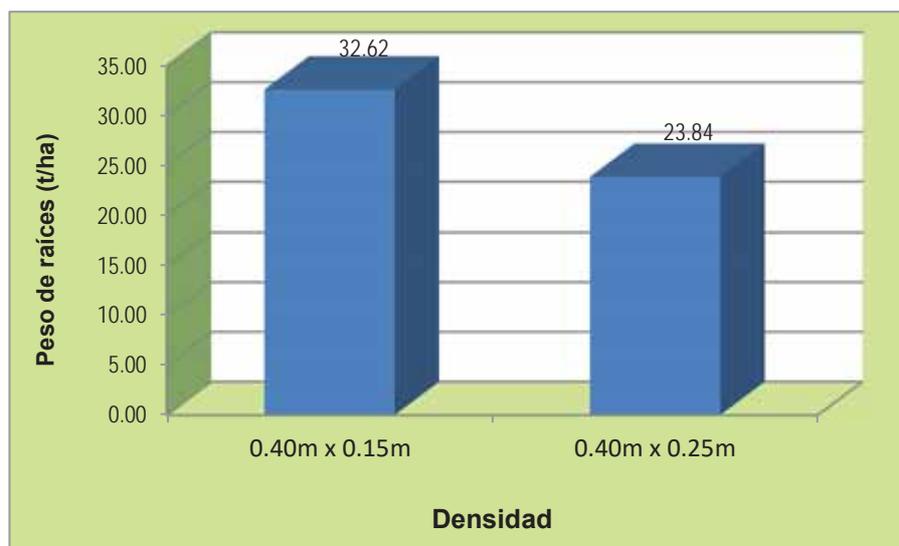


**Gráfica 02: Peso de raíces (t/ha) para Tratamientos**

**Tabla 20:** Prueba de Tukey de Densidad de siembra para Peso de raíces (t/ha)

Orden de Mérito	Densidad siembra	Peso de raíces (t/ha)	Significación	
			5%	1%
I	0.40m x 0.15m	32.62	a	a
II	0.40m x 0.25m	23.84	b	b

De la Tabla 20 de Prueba de Tukey de densidad de siembra para peso de raíces se desprende que, el tratamiento de (0.40 m x 0.15 m) de distanciamiento entre surcos y plantas con 32.62 t/ha fue superior al distanciamiento de (0.40 m x 0.25 m) con sólo 23.84 t/ha. Esta superioridad se debe al mayor número de plantas por hectárea (166,667 plantas/ha, respecto solo a 100,000 plantas/ha); así en la investigación realizada por **De los Ríos Robles (1988)** con las variedades Early Wonder y Crosby de Egipto considerado los distanciamientos entre plantas 0.15m, 0.20m y 0.25m concuerdan con los resultados obtenidos de la presente investigación, donde la densidad de siembra 166,667 plantas/ha (0.40mx0.15m) .es el más eficaz que el resto de las densidades de siembra, en consecuencia, tiene mejores resultados sobre el rendimiento del cultivo de beterraga. Mientras que **Terranova (2014)** investigo en la variedad Early Wonder Tall Top con los distanciamientos 0.15m, 0.25m, 0.30m y 0.40m entre plantas y 0.20m entre surcos obtuvo también mejores rendimientos con la densidad de 166,667plantas/ha (0.20mx0.30m).Similar resultado obtuvo **Muñoz (2006)** quien investigo en la variedad Early Wonder Tall Top en 06 diferentes densidades de siembra obtuvo el mayor rendimiento con su densidad de mayor poblacion de plantas de 400,000 plantas/ha (0.25m x 0.10m).Al igual **Promosta (2004)** Investigó con una variedad mejorada Redondo F1 aplicando 05 densidades de siembra, alcanzando un resultado similar a la presente investigación con el distanciamiento entre plantas de 0.15 m. Concluyendo que a mayores densidades de siembra se obtienen mayores rendimientos totales y comerciales, de acuerdo a sus resultados obtenidos las mejores densidades de siembra son las de 277,500 plantas/ha y 185,000 plantas/ha.



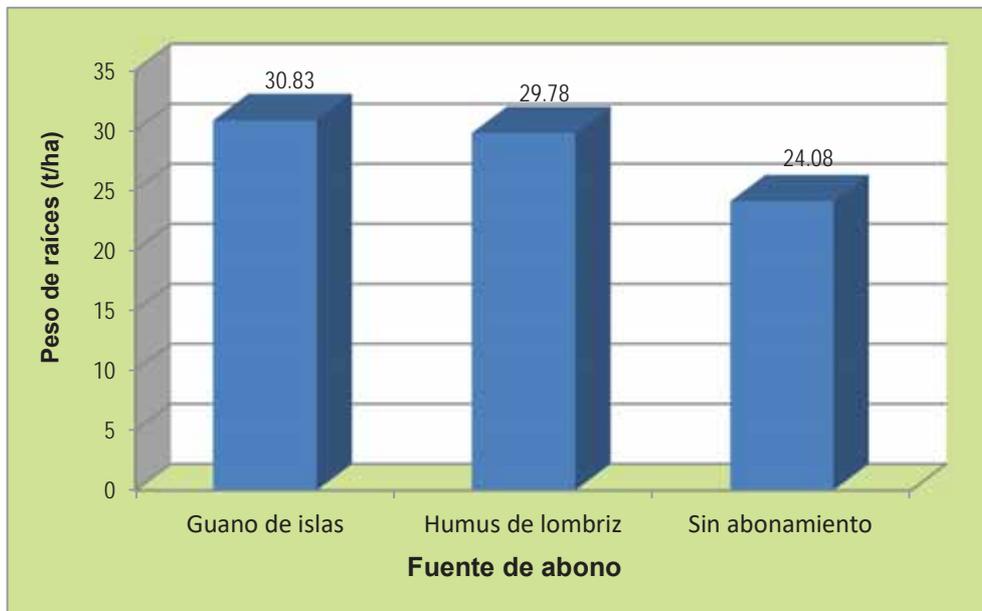
**Gráfica 03:** *Peso de raíces (t/ha) para Densidad*

**Tabla 21:** *Prueba Tukey de Fuente de abono para Peso de raíces (t/ha)*

Orden de Mérito	Fuente de abono	Peso de raíces (t/ha)	Significación	
			5%	1%
I	Guano de islas	30.83	a	a
II	Humus de lombriz	29.78	a	a b
III	Sin abonamiento	24.08	b	b

ALS (5%) = 5.13      ALS (1%) = 6.54

De la Tabla 21 de Prueba de Tukey de fuente de abono para peso de raíces se desprende que, el guano de islas y humus de lombriz con 30.83 t/ha y 29.78 t/ha respectivamente fueron similares y superiores al tratamiento sin abonamiento con sólo 24.08 t/ha. Esta superioridad se debe al aporte de las propiedades químicas, físicas y biológicas de los abonos orgánicos respecto al tratamiento sin abono. Los resultados obtenidos de fuente de abono para peso de raíces(t/ha) son superiores a la investigación realizada por **Cabrera (2002)** Donde se aplicó 04 diferentes dosis de humus de lombriz en las variedades Early Wonder; Crosby de Egipto y se obtuvo en promedio 21.88 t/ha, son también superiores a los resultados obtenidos por **De los Ríos Robles (1988)** quien en su trabajo de investigación realizado logró un rendimiento promedio de 16.20 t/ha; También se obtuvo resultados similares a la presente investigación con un rendimiento máximo obtenido de 28.77 t/ha por **Muñoz (2006)** donde se aplicó una dosis de abonamiento orgánico (Gallinaza) con la variedad Early Wonder Tall Top. Sin embargo, **Promosta (2002)**, bajo condiciones de Honduras alcanzó mejores resultados aplicando fertilizantes químicos y con una variedad mejorada con 45.77 t/ha.

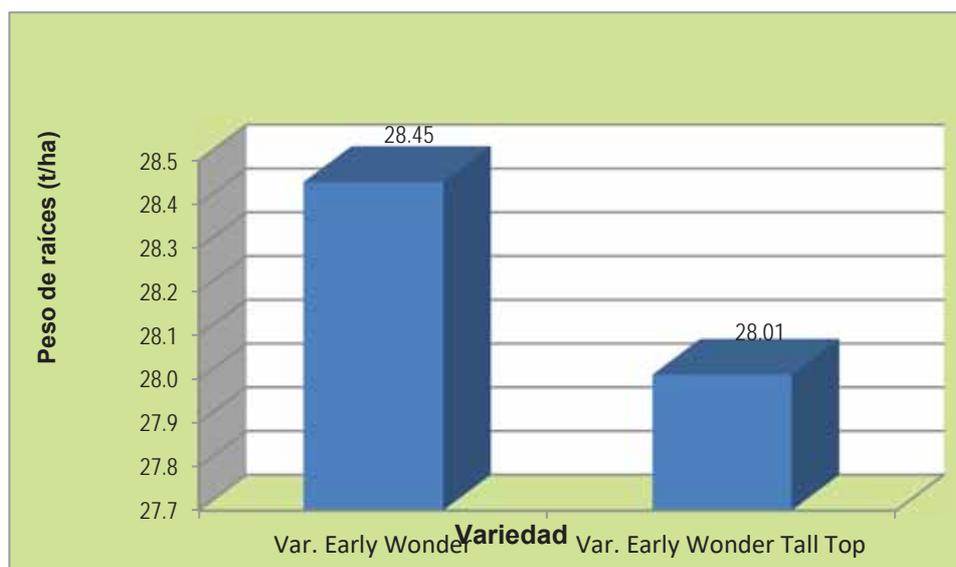


**Gráfica 04:** *Peso de raíces (t/ha) para Fuente de abono*

**Tabla 22:** *Ordenamiento de Variedad para Peso de raíces (t/ha)*

Orden de Mérito	Variedad	Peso de raíces (t/ha)
I	Var. Early Wonder	28.45
II	Var. Early Wonder Tall Top	28.01

De la Tabla 22 de ordenamiento de variedad para peso de raíces se desprende que, la var. Early Wonder con 28.45 t/ha es aritmética y ligeramente superior a la var. Early Wonder Tall Top con 28.01 t/ha. Esta similitud se debe a las características genéticas de las variedades que muestran en la producción de raíces.



**Gráfica 05:** *Peso de raíces (t/ha) para Variedad*

**Tabla 23: Peso de raíces (g/planta)**

Densidad	0.40m x 0.15m						0.40m x 0.25m						Total
	Abonam. Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		
Bloques	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	
I	194.6	244.12	231.57	209.06	164.05	244.6	227	322	275	232.43	167	229.1	2740.53
II	254.44	247	220.05	189.08	140.04	194.06	340.5	263.74	321.5	184	225.32	257.5	2837.23
III	248.08	183.55	185.59	273.59	131.03	183.55	388.5	196.5	312.2	179.52	120	137.3	2539.41
IV	145.56	173.35	179.35	179.59	155.28	127.67	202.67	175.6	231.5	249.4	269.14	215.1	2304.21
Suma	842.68	848.02	816.56	851.32	590.4	749.88	1158.67	957.84	1140.2	845.35	781.46	839	10421.38
Promedio	210.67	212.01	204.14	212.83	147.6	187.47	289.67	239.46	285.05	211.34	195.37	209.75	217.11
Densidad	0.40m x 0.15m Suma = 4698.86 Prom. = 195.79						0.40m x 0.25m Suma = 5722.52 Prom. = 238.44						10421.38 217.11
Fuente abono	Guano de islas Suma = 3807.21 Prom. = 237.95				Humus de lombriz Suma = 3653.43 Prom. = 228.34				Sin abonamiento Suma = 2960.74 Prom. = 185.05				10421.38 217.11
Variedad	Var. Early Wonder Suma = 5329.97 Prom. = 222.08						Var. Early Wonder Tall Top Suma = 5091.41 Prom. = 212.14						10421.38 217.11
Densidad por Fuente abono	0.40mx0.15mxGuano Is. Suma = 1690.7 Prom. = 211.34	0.40mx0.15mxHumus lo. Suma = 1667.88 Prom. = 208.49		0.40mx0.15mxSin abono Suma = 1340.28 Prom. = 167.54		0.40mx0.25mxGuano Is. Suma = 2116.51 Prom. = 264.56	0.40mx0.25mxHumus lo. Suma = 1985.55 Prom. = 248.19		0.40mx0.25mxSin abono Suma = 1620.46 Prom. = 202.56		10421.38 217.11		
Densidad por Variedad	0.40mx0.15mxEarly Wonder Suma = 2249.64 Prom. = 187.47			0.40mx0.15mxEarly Wonder Tall Top Suma = 2449.22 Prom. = 204.1			0.40mx0.25mxEarly Wonder Suma = 3080.33 Prom. = 256.69			0.40mx0.25mxEarly Wonder Tall Top Suma = 2642.19 Prom. = 220.18			10421.38 217.11
Fuente abono por Variedad	Guano Is.xEarly Wonder Suma = 2001.35 Prom. = 250.17	GuanoxEarly Wonder Tall Suma = 1805.86 Prom. = 225.73		HumusxEarly Wonder Suma = 1956.76 Prom. = 244.6		HumusxEarly Wonder Tall Suma = 1696.67 Prom. = 212.08	Sin Abon.xEarly Wonder Suma = 1371.86 Prom. = 171.48		Sin Abon.xEarly Wonder Tall Suma = 1588.88 Prom. = 198.61		10421.38 217.11		

**Tabla 24:** ANVA para Peso de raíces (g/pta.)

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	13922.9458	4640.9819	1.9152	2.89	4.44	NS. NS.
Tratamientos	11	67618.1474	6147.1043	2.5367	2.09	2.84	* NS.
Densidad (D)	1	21830.8291	21830.8291	9.0089	4.14	7.47	**
Fuente abono (F)	2	25416.233	12708.1165	5.2443	3.285	5.315	* NS.
Variedad (V)	1	1185.6432	1185.6432	0.4893	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. D * F	2	714.747	357.3735	0.1475	3.285	5.315	NS. NS.
Inter. D * V	1	8472.6416	8472.6416	3.4964	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. F * V	2	8374.4086	4187.2043	1.7279	3.285	5.315	NS. NS.
Interac. D * F * V	2	1623.6449	811.8225	0.335	3.285	5.315	NS. NS.
Error	33	79966.8631	2423.2383				
Total	47	161507.9564	CV =	22.67%			

Del Tabla 24 del ANVA para peso de raíces se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea.

El coeficiente de variabilidad de 22.67% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados.

El análisis de varianza mostrado en la tabla anterior muestra diferencia estadística al 95% de significancia entre tratamientos, al 99% no se presentan diferencias estadísticas.

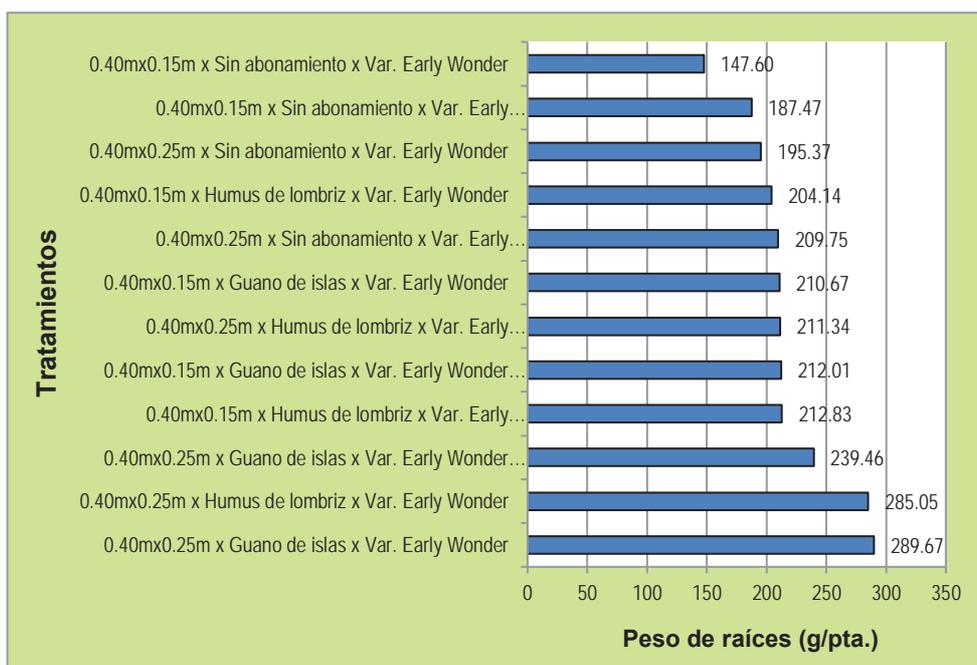
El análisis de varianza indica diferencia altamente significativa entre densidad de siembra y diferencia significativa en la fuente de abonos. Más no existen diferencias significativas entre variedades y entre todas las interacciones expuestas.

**Tabla 25: Prueba de Tukey de tratamientos para Peso de raíces (g/pta.)**

ALS (5%)= 120.11

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso de raíces (g/pta.)	Significación
			5%
I	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder	289.67	a
II	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	285.05	a
III	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	239.46	a b
IV	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	212.83	a b
V	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	212.01	a b
VI	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	211.34	a b
VII	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder	210.67	a b
VIII	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	209.75	a b
IX	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	204.14	a b
X	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	195.37	a b
XI	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	187.47	a b
XII	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	147.6	b

De la Tabla 25 de Prueba de Tukey de tratamientos para peso de raíces se desprende que, al 5% de significancia los tratamientos 0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder y 0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder con 289.67 y 285.05 g/planta respectivamente, fueron similares y superiores al tratamiento 0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder con sólo 147.60 g/planta. Superioridad que se debe a las bondades físicas, químicas y biológicas que aportaron los abonos orgánicos, así como a mayor área de suelo (mayor densidad) para el desarrollo individual de las plantas de beterraga.



**Gráfica 06: Peso de raíces (g/pta.) para Tratamientos**

**Tabla 26:** Prueba de Tukey de Densidad para Peso de raíces (g/pta.)

ALS (5%) = 28.94                      ALS (1%) = 38.89

Orden de Mérito	Densidad siembra	Peso de raíces (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
I	0.40m x 0.25m	238.44	a	a
II	0.40m x 0.15m	195.79	b	b

De la Tabla 26 se aprecia en la de siembra para peso de raíces se desprende que, el tratamiento de 166,667 plantas/ha (0.40m x 0.25m) de distanciamiento entre surcos y plantas con 238.44 g/planta fue superior a la densidad 100,000 plantas/ha (0.40m x 0.15m) con sólo 195.79 g/planta. Esta superioridad se debe a la mayor área o espacio por planta que necesitaron las plantas para su adecuado desarrollo vegetativo, resultados que concuerdan con la investigación realizada por **Terranova (2014)** quien alcanzo el mayor valor en peso de raíces por planta 193.37g/planta. con su densidad de mayor área por planta 166,667 plantas/ha (0.20m x 0.30m), **Muñoz (2006)** quien investigo en 06 densidades de siembra obtuvo el mayor peso por planta en la densidad 166,667 plantas/ha (0.30m x0.20m) y **Promosta (2002)** que investigo en 05 densidades de siembra obtuvo un promedio de 232.46 g/planta en la densidad con mayor espacio por planta 123,330 plantas/ha.



**Gráfica 07:** Peso de raíces (g/pta.) para Densidad

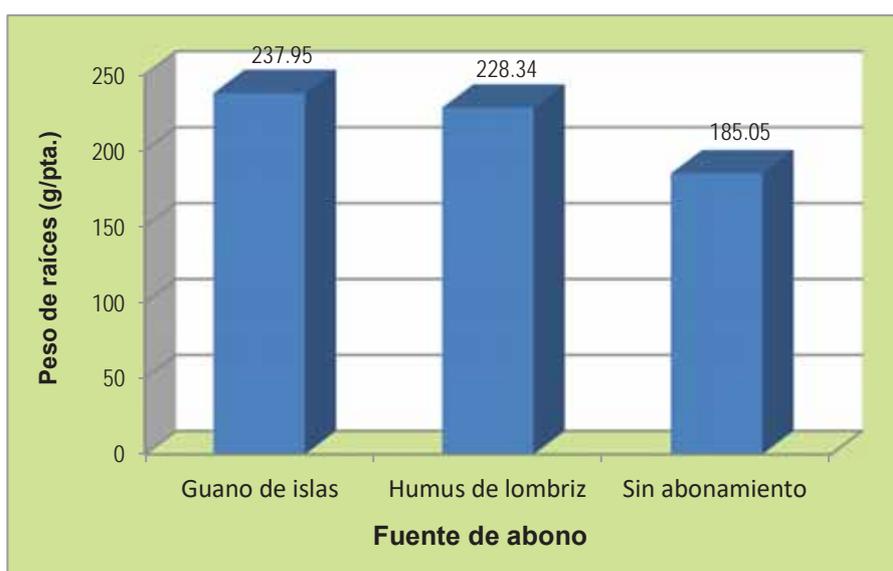
**Tabla 27:** Prueba Tukey de Fuente de abono para Peso de raíces (g/pta.)

ALS (5%) = 42.7

Orden de Mérito	Fuente de abono	Peso de raíces (g/pta.)	Significación	
			5%	
I	Guano de islas	237.95	a	
II	Humus de lombriz	228.34	a	b
III	Sin abonamiento	185.05		b

De la Tabla 27 en la Prueba de Tukey con los resultados en fuente de abono para peso de raíces se desprende que, el guano de islas y humus de lombriz con 237.95 y 228.34 g/planta respectivamente fueron similares y superiores al tratamiento sin abonamiento con sólo 185.05 g/planta. Esta superioridad se debe al aporte de las propiedades químicas, físicas y biológicas de los abonos orgánicos respecto al tratamiento sin abono. Según **Taboada (2013)** en su investigación con las dos fuentes de abonamiento sostiene que el guano de islas es mejor fuente de materia orgánica que el Humus de lombriz.

**Méndez (2010)** Utilizando dos compostas y aplicando dos diferentes dosis obtuvo un peso de 43.7 g/planta con la composta comercial y con una composta vegetal obteniendo un peso de 42.9 g/planta, resultados que son menores a los obtenidos por la presente investigación.

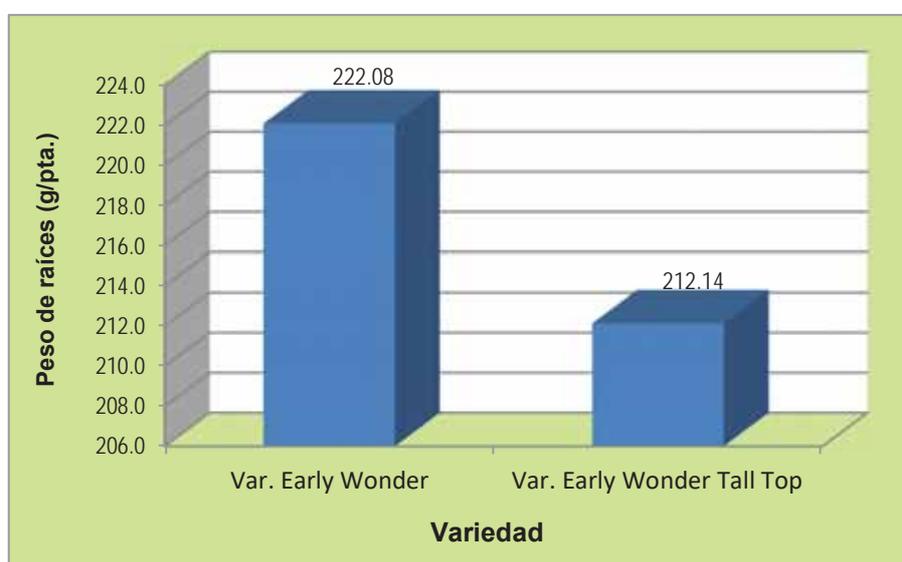


**Gráfica 08:** Peso de raíces (g/pta.) para Fuente de abono

**Tabla 28:** Ordenamiento de Variedad para Peso de raíces (g/pta.)

Orden de Mérito	Variedad	Peso de raíces (g/pta.)
I	Var. Early Wonder	222.08
II	Var. Early Wonder Tall Top	212.14

De la Tabla 28 de ordenamiento de variedad para peso de raíces se desprende que, la var. Early Wonder con 222.08 g/planta es aritmética y ligeramente superior a la var. Early Wonder Tall Top con 212.14 g/planta. Esta similitud se debe a las características genéticas de las variedades que muestran en la producción de raíces.



**Gráfica 09:** Peso de raíces (g/pta.) para Variedad

## B. Características agronómicas

**Tabla 29: Altura de planta (cm)**

Densidad Abonam.	0.40m x 0.15m						0.40m x 0.25m						Total
	Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		
Bloques	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	
I	39.3	38.5	38.3	38.4	38.75	36.5	37.6	37.1	33.7	30	31.7	37.98	437.83
II	40.1	37	37.46	36.1	36.4	37.2	46.4	35.8	35.5	34.9	33.7	36.88	447.44
III	38.6	36.6	37.7	34.6	32.4	29.2	38.8	32.6	31.9	33.6	32.93	36.1	415.03
IV	30.5	35.3	31.2	27.83	34.2	36.5	28.9	36.5	35.1	38.2	34.9	38.3	407.43
Suma	148.5	147.4	144.66	136.93	141.75	139.4	151.7	142	136.2	136.7	133.23	149.26	1707.73
Promedio	37.13	36.85	36.17	34.23	35.44	34.85	37.93	35.5	34.05	34.18	33.31	37.32	35.58
Densidad	0.40m x 0.15m Suma = 858.64 Prom. = 35.78						0.40m x 0.25m Suma = 849.09 Prom. = 35.38						1707.73 35.58
Fuente abono	Guano de islas Suma = 589.6 Prom. = 36.85			Humus de lombriz Suma = 554.49 Prom. = 34.66			Sin abonamiento Suma = 563.64 Prom. = 35.23						1707.73 35.58
Variedad	Var. Early Wonder Suma = 856.04 Prom. = 35.67						Var. Early Wonder Tall Top Suma = 851.69 Prom. = 35.49						1707.73 35.58
Densidad por Fuente abono	0.40mx0.15mxGuano Is. Suma = 295.9 Prom. = 36.99	0.40mx0.15mxHumus lo. Suma = 281.59 Prom. = 35.2	0.40mx0.15mxSin abono Suma = 281.15 Prom. = 35.14	0.40mx0.25mxGuano Is. Suma = 293.7 Prom. = 36.71	0.40mx0.25mxHumus lo. Suma = 272.9 Prom. = 34.11	0.40mx0.25mxSin abono Suma = 282.49 Prom. = 35.31							1707.73 35.58
Densidad por Variedad	0.40mx0.15mxEarly Wonder Suma = 434.91 Prom. = 36.24		0.40mx0.15mxEarly Wonder Tall Top Suma = 423.73 Prom. = 35.31		0.40mx0.25mxEarly Wonder Suma = 421.13 Prom. = 35.09		0.40mx0.25mxEarly Wonder Tall Top Suma = 427.96 Prom. = 35.66				1707.73 35.58		
Fuente abono por Variedad	Guano Is.xEarly Wonder Suma = 300.2 Prom. = 37.53	Guano Is xEarly Wonder Tall Suma = 289.4 Prom. = 36.18	HumusxEarly Wonder Suma = 280.86 Prom. = 35.11	HumusxEarly Wonder Tall Suma = 273.63 Prom. = 34.2	Sin Abon.xEarly Wonder Suma = 274.98 Prom. = 34.37	Sin Abon.xEarly Wonder Tall Suma = 288.66 Prom. = 36.08							1707.73 35.58

**Tabla 30: ANVA para Altura de planta (cm)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	88.4442	29.4814	2.7457	2.89	4.44	NS. NS.
Tratamientos	11	98.8235	8.984	0.8367	2.09	2.84	NS. NS.
Densidad (D)	1	1.9001	1.9001	0.177	0.001	0.00004	NS. NS.
Fuente abono (F)	2	41.4658	20.7329	1.931	3.285	5.315	NS. NS.
Variedad (V)	1	0.3942	0.3942	0.0367	0.001	0.00004	NS. NS.
Inter. D * F	2	3.2344	1.6172	0.1506	0.0253	0.005	NS. NS.
Inter. D * V	1	6.7575	6.7575	0.6294	0.001	0.00004	NS. NS.
Inter. F * V	2	21.8592	10.9296	1.0179	3.285	5.315	NS. NS.
Interac. D * F * V	2	23.2123	11.6062	1.0809	3.285	5.315	NS. NS.
Error	33	354.3252	10.7371				
Total	47	541.5928	CV =	9.21%			

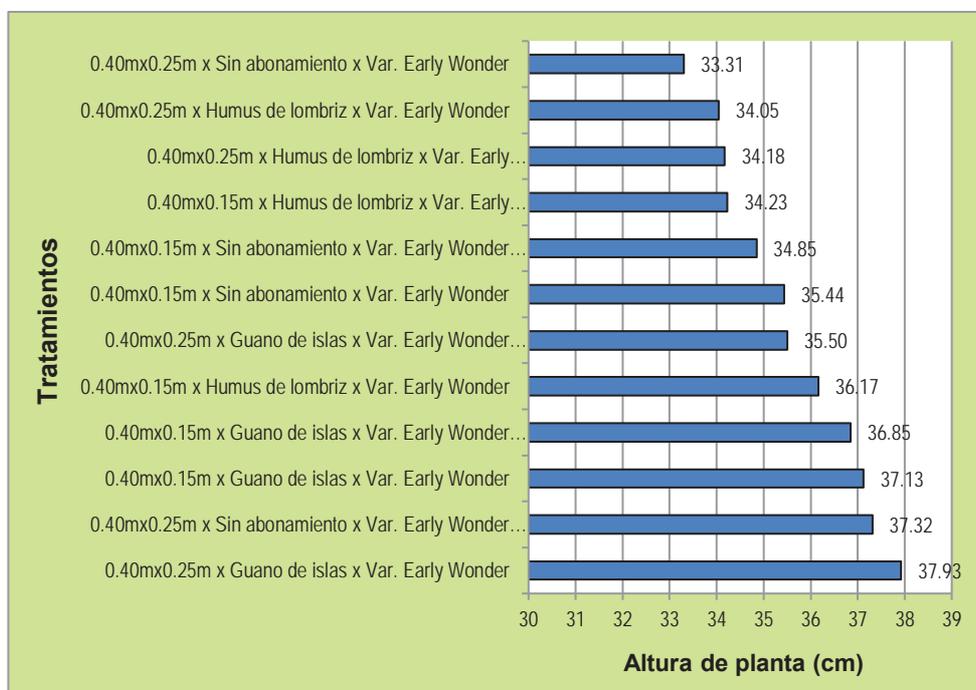
De la Tabla 30 del ANVA para altura de planta se deduce que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 9.21% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No existen diferencias estadísticas entre tratamientos, densidad de siembra, fuentes de abono, variedades y todas las interacciones.

**Tabla 31: Ordenamiento de tratamientos para Altura de planta (cm)**

Orden de Mérito	Tratamientos	Altura de planta (cm)
I	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder	37.93
II	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	37.32
III	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder	37.13
IV	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	36.85
V	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	36.17
VI	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	35.5
VII	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	35.44
VIII	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	34.85
IX	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	34.23
X	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	34.18
XI	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	34.05
XII	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	33.31

De la Tabla 31 de Ordenamiento de tratamientos para altura de planta se desprende que, aritméticamente el tratamiento 0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder con 37.93 cm es superior a los demás tratamientos.

Siendo el tratamiento 0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder con sólo 33.31 cm ocupa el último lugar. Superioridad probablemente debido a las bondades físicas, químicas y biológicas que aportaron los abonos orgánicos, para el desarrollo de altura de planta de la beterraga.

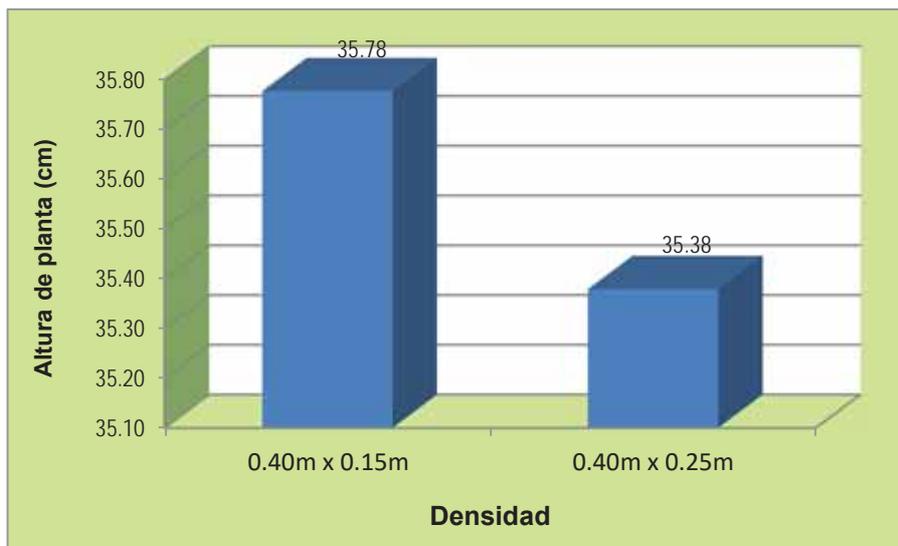


**Gráfica 10:** *Altura de planta (cm) para Tratamientos*

**Tabla 32:** *Ordenamiento de Densidad para Altura de planta (cm)*

Orden de Mérito	Densidad siembra	Altura de planta (cm)
I	0.40m x 0.15m	35.78
II	0.40m x 0.25m	35.38

De la Tabla 32 de Ordenamiento de densidad de siembra para altura de planta se desprende que, aritméticamente el tratamiento de (0.40 m x 0.15 m) de distanciamiento entre surcos y plantas con 35.78 cm fue ligeramente superior al distanciamiento de (0.40 m x 0.25 m) con sólo 35.38 cm. Esta superioridad se debe al mayor número de plantas por hectárea (166,667 plantas/ha, respecto solo a 100,000 plantas/ha).

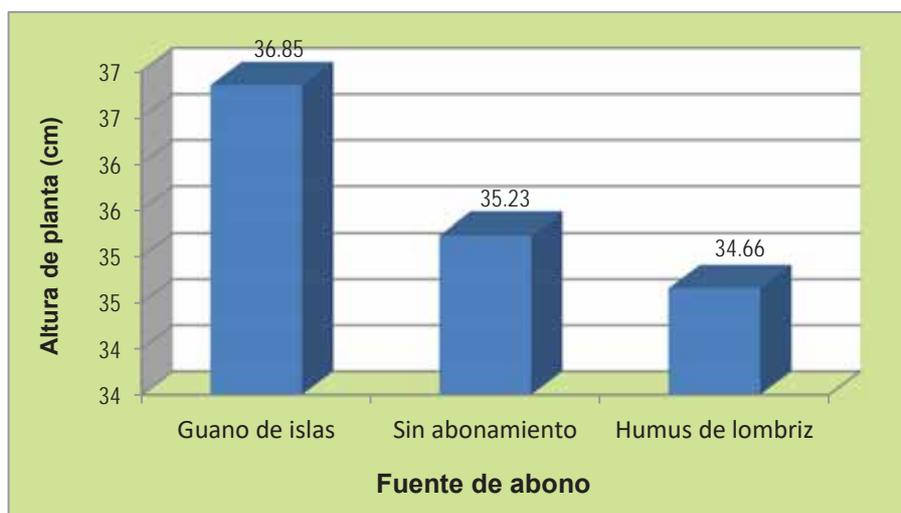


**Gráfica 11:** *Altura de planta (cm) para Densidad*

**Tabla 33:** *Ordenamiento de Fuente de abono para Altura de planta (cm)*

Orden de Mérito	Fuente de abono	Altura de planta (cm)
I	Guano de islas	36.85
II	Sin abonamiento	35.23
III	Humus de lombriz	34.66

De la Tabla 33 de Ordenamiento de fuente de abono para altura de planta se desprende que, aritméticamente el tratamiento Guano de islas es superior con 36.85 cm y el humus de lombriz en último lugar con 34.66 cm. Esta similitud se debe a que para el crecimiento en altura de planta no fueron necesarias el suministro de abonos orgánicos, debido a que el nitrógeno en suelo fue suficiente para el crecimiento de la parte foliar de la planta de beterraga.

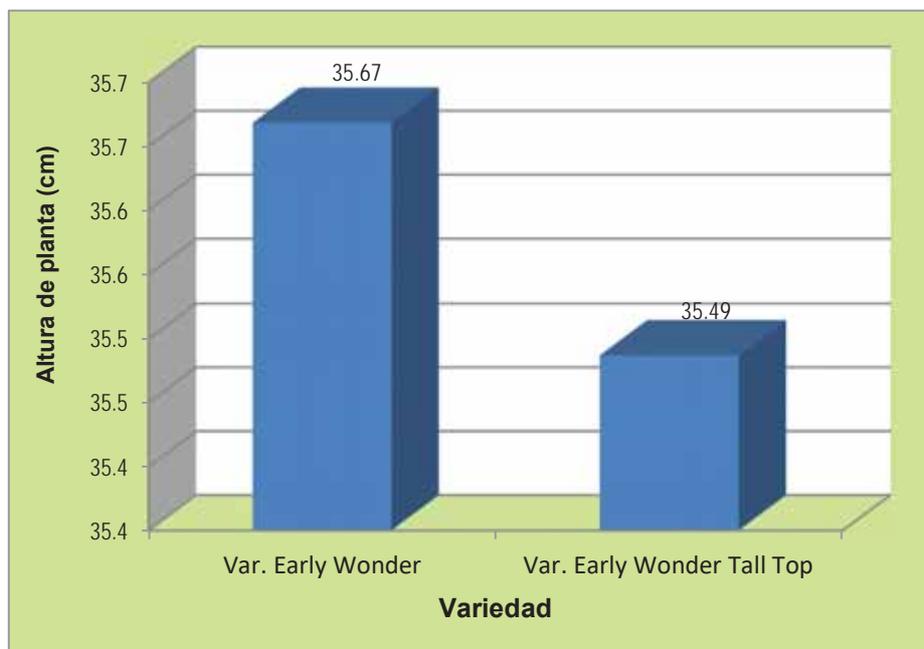


**Gráfica 12:** *Altura de planta (cm) para Fuente de abono*

**Tabla 34:** Ordenamiento de Variedad para Altura de planta (cm)

Orden de Mérito	Variedad	Altura de planta (cm)
I	Var. Early Wonder	35.67
II	Var. Early Wonder Tall Top	35.49

De la Tabla 34 de Ordenamiento de variedad para altura de planta se desprende que, debido a las características genéticas similares de las variedades, no reflejaron diferencias estadísticas sino solamente aritméticas, donde la var. Early Wonder con 35.67 cm fue superior a la var. Early Wonder Tall Top con 35.49 cm.



**Gráfica 13:** Altura de planta (cm) para Variedad

**Tabla 35: Número de hojas por planta**

Densidad Abonam.	0.40m x 0.15m						0.40m x 0.25m						Total
	Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		
	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	
I	12.1	13.6	12.7	12.6	12	14.7	13	15.5	13	11.6	12.8	10.8	154.4
II	14.8	14.5	13	13	13.2	13.1	17.1	15.7	13.5	15.5	13.7	12.8	169.9
III	13.8	13.7	11.7	13.8	10.8	12.3	16.5	12.7	10.3	12.8	11.4	14.1	153.9
IV	12.7	14.3	12.1	13.9	13.1	12.4	13.5	11.7	14.2	15.2	13.4	14.3	160.8
Suma	53.4	56.1	49.5	53.3	49.1	52.5	60.1	55.6	51	55.1	51.3	52	639
Promedio	13.35	14.03	12.38	13.33	12.28	13.13	15.03	13.9	12.75	13.78	12.83	13	13.31
Densidad	0.40m x 0.15m						0.40m x 0.25m						
			Suma = 313.9						Suma = 325.1				639
			Prom. = 13.08						Prom. = 13.55				13.31
Fuente abono	Guano de islas				Humus de lombriz				Sin abonamiento				
por	Suma = 225.2				Suma = 208.9				Suma = 204.9				639
Variedad	Prom. = 14.08				Prom. = 13.06				Prom. = 12.81				13.31
Variedad	Var. Early Wonder						Var. Early Wonder Tall Top						
			Suma = 314.4						Suma = 324.6				639
			Prom. = 13.1						Prom. = 13.53				13.31
Densidad por Fuente abono	0.40mx0.15mxGuano ls.		0.40mx0.15mxHumus lo.		0.40mx0.15mxSin abono		0.40mx0.25mxGuano ls.		0.40mx0.25mxHumus lo.		0.40mx0.25mxSin abono		
por	Suma = 109.5		Suma = 102.8		Suma = 101.6		Suma = 115.7		Suma = 106.1		Suma = 103.3		639
Fuente abono	Prom. = 13.69		Prom. = 12.85		Prom. = 12.7		Prom. = 14.46		Prom. = 13.26		Prom. = 12.91		13.31
Densidad por Variedad	0.40mx0.15mxEarly Wonder			0.40mx0.15mxEarly Wonder Tall Top			0.40mx0.25mxEarly Wonder			0.40mx0.25mxEarly Wonder Tall Top			
por	Suma = 152				Suma = 161.9				Suma = 162.4				639
Variedad	Prom. = 12.67				Prom. = 13.49				Prom. = 13.53				13.31
Fuente abono por Variedad	Guano ls.xEarly Wonder		GuanoxEarly Wonder Tall		HumusxEarly Wonder		HumusxEarly Wonder Tall		Sin Abon.xEarly Wonder		Sin Abon.xEarly Wonder Tall		
por	Suma = 113.5		Suma = 111.7		Suma = 100.5		Suma = 108.4		Suma = 100.4		Suma = 104.5		639
Variedad	Prom. = 14.19		Prom. = 13.96		Prom. = 12.56		Prom. = 13.55		Prom. = 12.55		Prom. = 13.06		13.31

**Tabla 36:** ANVA para Número de hojas por planta

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	13.9142	4.6381	2.7348	2.89	4.44	NS. NS.
Tratamientos	11	26.5725	2.4157	1.4244	2.09	2.84	NS. NS.
Densidad (D)	1	2.6133	2.6133	1.5409	4.14	7.47	NS. NS.
Fuente abono (F)	2	14.4537	7.2269	4.2613	3.285	5.315	* NS.
Variedad (V)	1	2.1675	2.1675	1.2781	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. D * F	2	0.6504	0.3252	0.1918	3.285	5.315	NS. NS.
Inter. D * V	1	1.92	1.92	1.1321	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. F * V	2	2.9863	1.4931	0.8804	3.285	5.315	NS. NS.
Interac. D * F * V	2	1.7812	0.8906	0.5252	3.285	5.315	NS. NS.
Error	33	55.9658	1.6959				
Total	47	96.4525	CV =	9.78%			

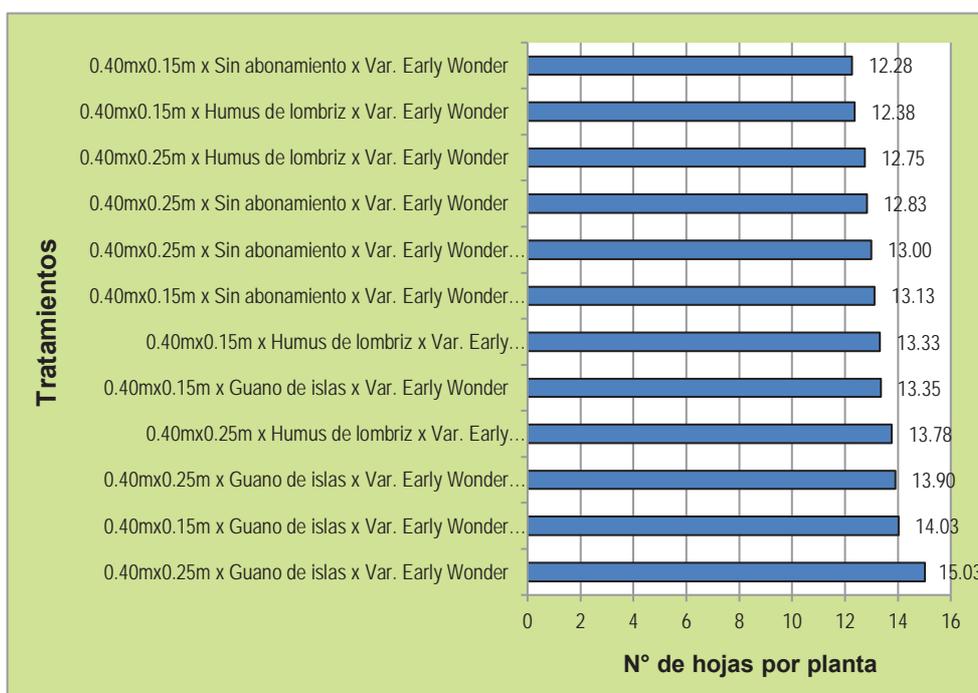
De la Tabla 36 del ANVA para número de hojas por planta se deduce que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 9.78% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No existen diferencias estadísticas entre tratamientos, densidad de siembra, y variedades, así como con todas las interacciones. Pero sí al 95% de probabilidad de encontrar diferencia significativa con la fuente de abono.

**Tabla 37:** Ordenamiento de tratamientos para Número de hojas por planta

Orden de Mérito	Tratamientos	N° de hojas por planta
I	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder	15.03
II	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	14.03
III	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	13.9
IV	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	13.78
V	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder	13.35
VI	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	13.33
VII	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	13.13
VIII	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	13
IX	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	12.83
X	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	12.75
XI	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	12.38
XII	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	12.28

De la Tabla 37 de Ordenamiento de tratamientos para número de hojas por planta se desprende que, aritméticamente el tratamiento 0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder con 15.03 hojas por planta es superior a los demás tratamientos,

siendo el tratamiento 0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder con sólo 12.28 hojas por planta que ocupó el último lugar. Superioridad que se debe a las bondades físicas, químicas y biológicas que aportaron los abonos orgánicos, para el desarrollo de hojas de la planta de beterraga.



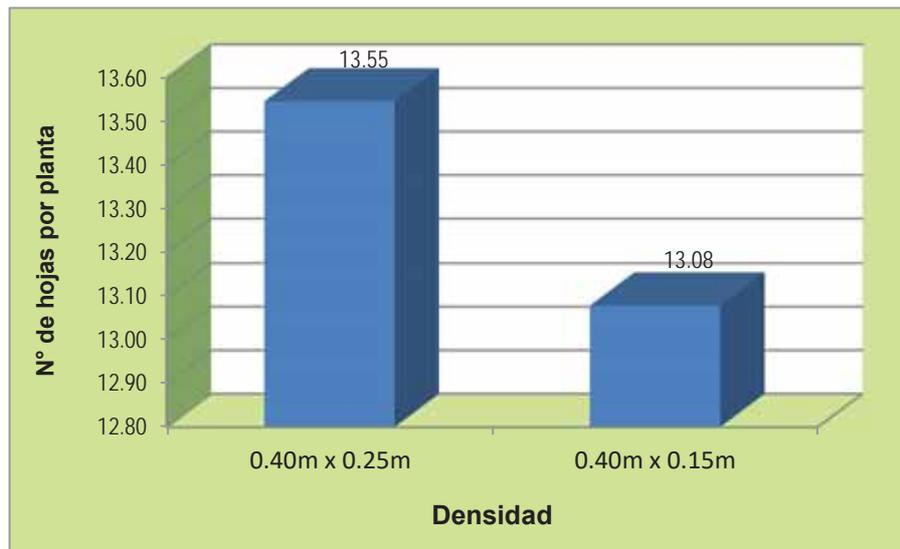
**Gráfica 14:** Número de hojas por planta para Tratamientos

**Tabla 38:** Ordenamiento de Densidad para Número de hojas por planta

Orden de Mérito	Densidad de siembra	Nº de hojas por planta
I	0.40m x 0.25m	13.55
II	0.40m x 0.15m	13.08

De la Tabla 38 de Ordenamiento de densidad de siembra para número de hojas por planta se desprende que, aritméticamente el tratamiento de 0.40 m x 0.25 m de distanciamiento entre surcos y plantas con 13.55 hojas por planta fue ligeramente superior al distanciamiento de 0.40 m x 0.15 m con sólo 13.08 hojas por planta.

Esta superioridad se debe al mayor espaciamiento entre plantas para el mayor desarrollo de la parte foliar de la planta de beterraga.



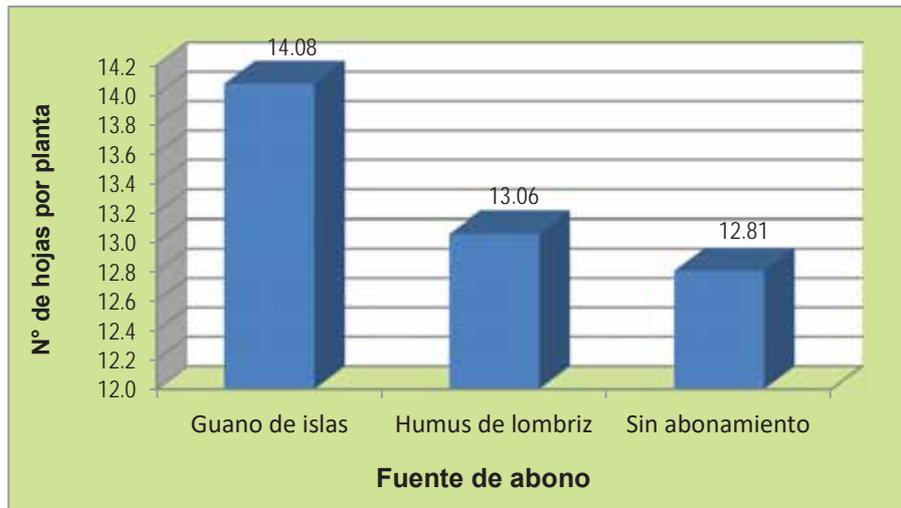
**Gráfica 15:** Número de hojas por planta para Densidad

**Tabla 39:** Prueba Tukey de Fuente de abono para Número de hojas por planta

ALS (5%) = 1.13

Orden de Mérito	Fuente de abono	Nº de hojas por planta	Significación	
			5%	
I	Guano de islas	14.08	a	
II	Humus de lombriz	13.06	a	b
III	Sin abonamiento	12.81	b	

De la Tabla 39 de Prueba de Tukey de fuente de abono para número de hojas por planta se desprende que, al 95% de probabilidad el tratamiento Guano de islas con 14.08 hojas por planta es superior al tratamiento sin abonamiento con 12.81 hojas por planta. Esta superioridad se debe a la riqueza física, química y biológica que aportaron los abonos orgánicos en el desarrollo foliar de la beterraga, como menciona. Comparando estos resultados con otras investigaciones tenemos a **Taboada (2013)** quien llegó a la conclusión que esta ligera diferencia entre el guano de islas y el humus de lombriz en desarrollo foliar podría explicarse evidentemente por el menor contenido de nutrientes especialmente de N que posee el Humus de lombriz. Mientras que **Terranova (2005)** bajo las condiciones de Bolivia, aplicando fertilizantes químicos en la variedad Early Wonder Tall Top obtuvo en promedio 10.00 hojas por planta al momento de la cosecha.

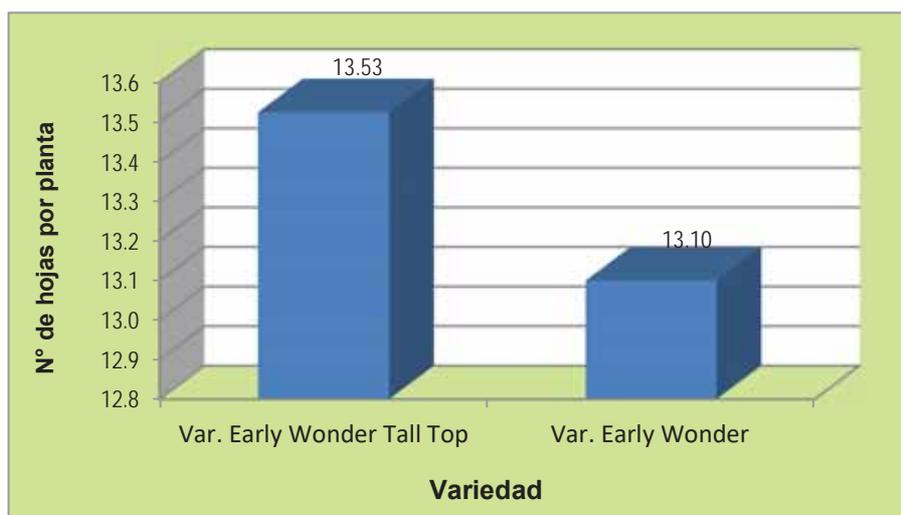


**Gráfica 16:** Número de hojas por planta para Fuente de abono

**Tabla 40:** Ordenamiento de Variedad para Número de hojas por planta

Orden de Mérito	Variedad	Nº de hojas por planta
I	Var. Early Wonder Tall Top	13.53
II	Var. Early Wonder	13.1

De la Tabla 40 de Ordenamiento de variedad para número de hojas por planta se desprende que, debido a las características genéticas similares de las variedades, no reflejaron diferencias sino solamente aritmética, donde la var. Early Wonder Tall Top con 13.53 hojas por planta fue superior a la var. Early Wonder con 13.10 hojas por planta.



**Gráfica 17:** Número de hojas por planta para Variedad

**Tabla 41: Peso fresco de hojas (g/pta)**

Densidad	0.40m x 0.15m						0.40m x 0.25m						Total
	Abonam. Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		
	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	
I	151	178.5	167	148.2	165.2	166.4	169.5	215	212.6	154.7	180	184.6	2092.7
II	281.7	153	153.1	119.9	145.5	159.5	314	206	191.1	156.1	159.5	223.6	2263
III	189.5	144	162.3	175.6	113	133	265.2	118.4	108	148	117	198.7	1872.7
IV	102.4	163	153.8	122	160.8	149.4	119.1	165.6	139.4	208.8	225.1	134.2	1843.6
Suma	724.6	638.5	636.2	565.7	584.5	608.3	867.8	705	651.1	667.6	681.6	741.1	8072
Promedio	181.15	159.63	159.05	141.43	146.13	152.08	216.95	176.25	162.78	166.9	170.4	185.28	168.17
Densidad	0.40m x 0.15m Suma = 3757.8 Prom. = 156.58						0.40m x 0.25m Suma = 4314.2 Prom. = 179.76						8072 168.17
Fuente abono	Guano de islas Suma = 2935.9 Prom. = 183.49			Humus de lombriz Suma = 2520.6 Prom. = 157.54			Sin abonamiento Suma = 2615.5 Prom. = 163.47						8072 168.17
Variedad	Var. Early Wonder Suma = 4145.8 Prom. = 172.74						Var. Early Wonder Tall Top Suma = 3926.2 Prom. = 163.59						8072 168.17
Densidad por Fuente abono	0.40mx0.15mxGuano ls. Suma = 1363.1 Prom. = 170.39	0.40mx0.15mxHumus lo. Suma = 1201.9 Prom. = 150.24	0.40mx0.15mxSin abono Suma = 1192.8 Prom. = 149.1	0.40mx0.25mxGuano ls. Suma = 1572.8 Prom. = 196.6	0.40mx0.25mxHumus lo. Suma = 1318.7 Prom. = 164.84	0.40mx0.25mxSin abono Suma = 1422.7 Prom. = 177.84	8072 168.17						
Densidad por Variedad	0.40mx0.15mxEarly Wonder Suma = 1945.3 Prom. = 162.11		0.40mx0.15mxEarly Wonder Tall Top Suma = 1812.5 Prom. = 151.04		0.40mx0.25mxEarly Wonder Suma = 2200.5 Prom. = 183.38		0.40mx0.25mxEarly Wonder Tall Top Suma = 2113.7 Prom. = 176.14		8072 168.17				
Fuente abono por Variedad	Guano ls.xEarly Wonder Suma = 1592.4 Prom. = 199.05	Guano ls xEarly Wonder Tall Suma = 1343.5 Prom. = 167.94	HumusxEarly Wonder Suma = 1287.3 Prom. = 160.91	HumusxEarly Wonder Tall Suma = 1233.3 Prom. = 154.16	Sin Abon.xEarly Wonder Suma = 1266.1 Prom. = 158.26	Sin Abon.xEarly Wonder Tall Suma = 1349.4 Prom. = 168.68	8072 168.17						

**Tabla 42: ANVA para Peso fresco de hojas (g/pta)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	9761.045	3253.6817	1.7423	2.89	4.44	NS. NS.
Tratamientos	11	18232.1817	1657.4711	0.8875	2.09	2.84	NS. NS.
Densidad (D)	1	6449.6033	6449.6033	3.4536	4.14	7.47	NS. NS.
Fuente abono (F)	2	5919.5054	2959.7527	1.5849	3.285	5.315	NS. NS.
Variedad (V)	1	1004.67	1004.67	0.538	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. D * F	2	454.7929	227.3965	0.1218	3.285	5.315	NS. NS.
Inter. D * V	1	44.0833	44.0833	0.0236	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. F * V	2	3483.2113	1741.6056	0.9326	3.285	5.315	NS. NS.
Interac. D * F * V	2	876.3154	438.1577	0.2346	3.285	5.315	NS. NS.
Error	33	61626.84	1867.48				
Total	47	89620.0667	CV =	25.70%			

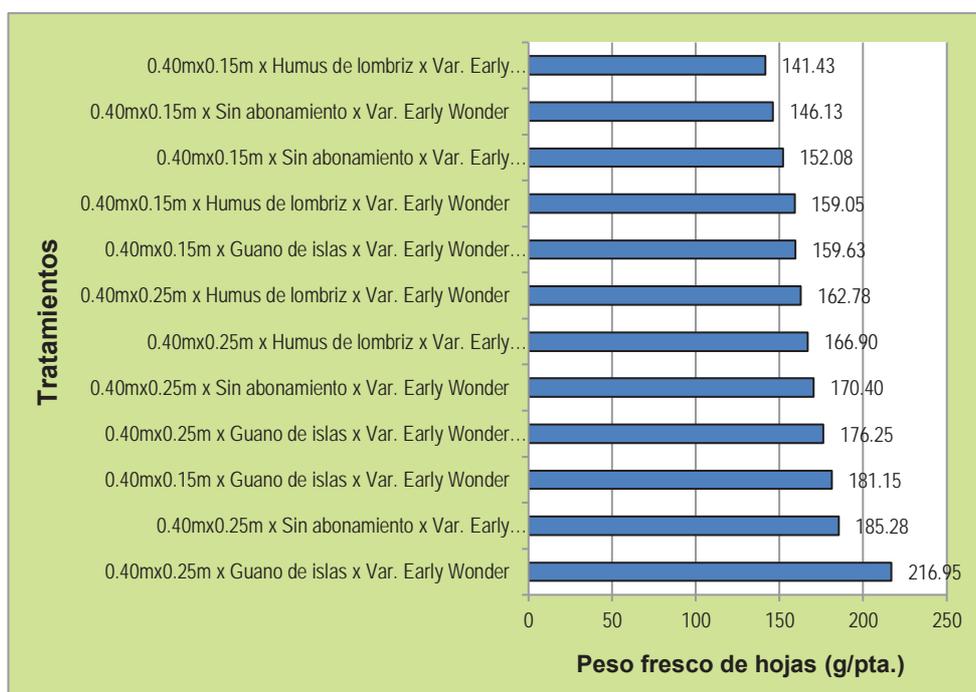
De la Tabla 42 del ANVA para peso fresco de hojas se deduce que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 25.70% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No existen diferencias estadísticas entre tratamientos, densidad de siembra, fuentes de abono, variedades y todas las interacciones.

**Tabla 43: Ordenamiento de tratamientos para Peso fresco de hojas (g/pta)**

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso fresco de hojas (g/pta)
I	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder	216.95
II	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	185.28
III	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder	181.15
IV	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	176.25
V	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	170.4
VI	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	166.9
VII	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	162.78
VIII	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	159.63
IX	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	159.05
X	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	152.08
XI	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	146.13
XII	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	141.43

De la Tabla 43 de Ordenamiento de tratamientos para peso fresco de hojas se desprende que, aritméticamente el tratamiento 0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder con 216.95 g/planta es superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento 0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top con

sólo 141.43 g/planta que ocupa el último lugar. Superioridad que se debe al mayor espaciamiento entre plantas y los elementos nutritivos en el suelo que influyeron en el peso fresco de hojas.



**Gráfica 18:** *Peso fresco de hojas (g/pta) para Tratamientos*

**Tabla 44:** *Ordenamiento de Densidad para Peso fresco de hojas (g/pta)*

Orden de Mérito	Densidad de siembra	Peso fresco de hojas (g/pta)
I	0.40m x 0.25m	179.76
II	0.40m x 0.15m	156.58

De la Tabla 44 de Ordenamiento de densidad de siembra para peso fresco de hojas se desprende que, aritméticamente el tratamiento de 0.40 m x 0.25 m de distanciamiento entre surcos y plantas con 179.76 g/planta fue ligeramente superior al distanciamiento de 0.40 m x 0.15 m con sólo 156.58 g/planta.

Esta superioridad se debe al mayor espaciamiento entre plantas para el mayor desarrollo de la parte foliar de la planta de beterraga.

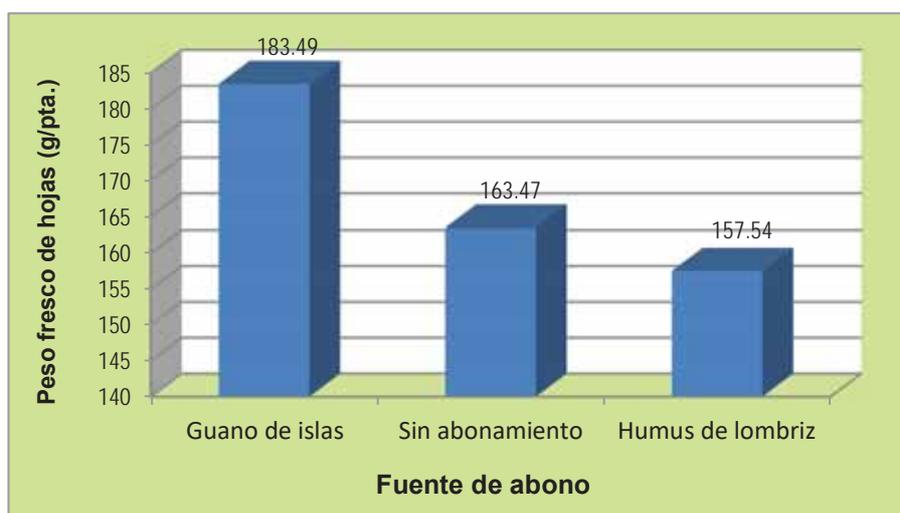


**Gráfica 19:** *Peso fresco de hojas (g/pta) para Densidad*

**Tabla 45:** *Ordenamiento de Fuente de abono para Peso fresco de hojas (g/pta)*

Orden de Mérito	Fuente de abono	Peso fresco de hojas (g/pta)
I	Guano de islas	183.49
II	Sin abonamiento	163.47
III	Humus de lombriz	157.54

De la Tabla 45 de Ordenamiento de fuente de abono para peso fresco de hojas se desprende que, aritméticamente el tratamiento Guano de islas es superior con 183.49 g/planta y el humus de lombriz en último lugar con 157.54 g/planta. Esta similitud se debe a que para el desarrollo en peso fresco de hojas no fueron necesarias el suministro de abonos orgánicos, debido a que el nitrógeno en suelo fue suficiente para el crecimiento de la parte foliar de la planta de beterraga.

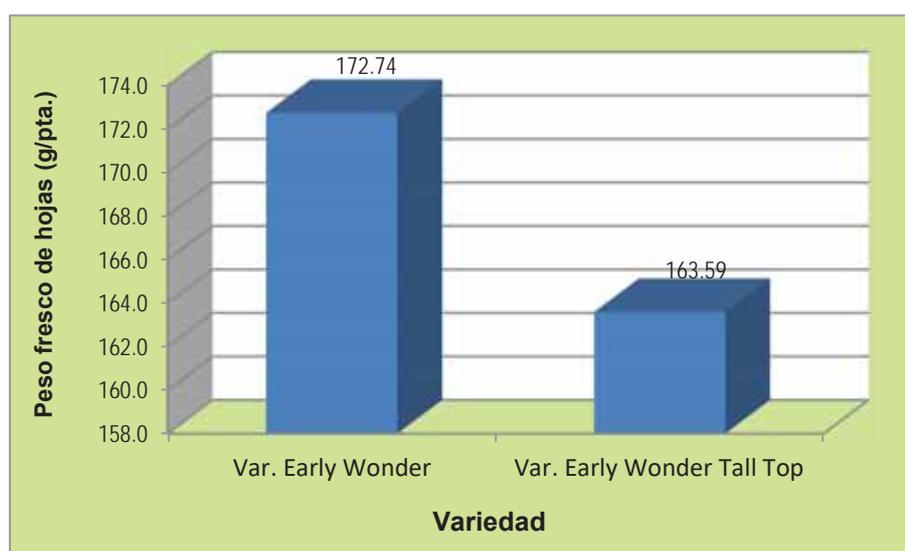


**Gráfica 20:** *Peso fresco de hojas (g/pta) para Fuente de abono*

**Tabla 46:** Ordenamiento de Variedad para Peso fresco de hojas (g/pta)

Orden de Mérito	Variedad	Peso fresco de hojas (g/pta)
I	Var. Early Wonder	172.74
II	Var. Early Wonder Tall Top	163.59

De la Tabla 46 de Ordenamiento de variedad para peso fresco de hojas se desprende que, debido a las características genéticas similares de las variedades, no reflejaron diferencias sino solamente aritmética, donde la var. Early Wonder con 172.74 g/planta fue superior a la var. Early Wonder Tall Top con 163.59 g/planta.



**Gráfica 21:** Peso fresco de hojas (g/pta) para Variedad

### C. Tamaño de Raiz

**Tabla 47: Diámetro de raíz (cm)**

Densidad Abonam.	0.40m x 0.15m						0.40m x 0.25m						Total
	Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		
Bloques	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	
I	7.03	8.1	6.61	6.81	6.44	7.62	7.53	8.7	7.36	6.69	6.38	7.56	86.83
II	8.49	8.25	6.63	6.63	6.87	6.94	9.19	7.94	7.69	6.93	6.97	8.07	90.6
III	7.69	6.98	6.72	7.55	5.53	6.56	8.8	6.72	8.43	6.38	6.1	5.27	82.73
IV	6.2	6.96	5.54	6.31	6.29	6.43	6.73	6.34	7.28	8.24	7.54	6.91	80.77
Suma	29.41	30.29	25.5	27.3	25.13	27.55	32.25	29.7	30.76	28.24	26.99	27.81	340.93
Promedio	7.35	7.57	6.38	6.83	6.28	6.89	8.06	7.43	7.69	7.06	6.75	6.95	7.1
Densidad	0.40m x 0.15m Suma = 165.18 Prom. = 6.88						0.40m x 0.25m Suma = 175.75 Prom. = 7.32						340.93 7.1
Fuente abono	Guano de islas Suma = 121.65 Prom. = 7.6			Humus de lombriz Suma = 111.8 Prom. = 6.99			Sin abonamiento Suma = 107.48 Prom. = 6.72						340.93 7.1
Variedad	Var. Early Wonder Suma = 170.04 Prom. = 7.09						Var. Early Wonder Tall Top Suma = 170.89 Prom. = 7.12						340.93 7.1
Densidad por Fuente abono	0.40mx0.15mxGuano ls. Suma = 59.7 Prom. = 7.46	0.40mx0.15mxHumus lo. Suma = 52.8 Prom. = 6.6		0.40mx0.15mxSin abono Suma = 52.68 Prom. = 6.59		0.40mx0.25mxGuano ls. Suma = 61.95 Prom. = 7.74	0.40mx0.25mxHumus lo. Suma = 59 Prom. = 7.38		0.40mx0.25mxSin abono Suma = 54.8 Prom. = 6.85				340.93 7.1
Densidad por Variedad	0.40mx0.15mxEarly Wonder Suma = 80.04 Prom. = 6.67		0.40mx0.15mxEarly Wonder Tall Top Suma = 85.14 Prom. = 7.1		0.40mx0.25mxEarly Wonder Suma = 90 Prom. = 7.5		0.40mx0.25mxEarly Wonder Tall Top Suma = 85.75 Prom. = 7.15						340.93 7.1
Fuente abono por Variedad	Guano ls.xEarly Wonder Suma = 61.66 Prom. = 7.71	Guano ls xEarly Wonder Tall Suma = 59.99 Prom. = 7.5		HumusxEarly Wonder Suma = 56.26 Prom. = 7.03		HumusxEarly Wonder Tall Suma = 55.54 Prom. = 6.94		Sin Abon.xEarly Wonder Suma = 52.12 Prom. = 6.52		Sin Abon.xEarly Wonder Tall Suma = 55.36 Prom. = 6.92		340.93 7.1	

**Tabla 48: ANVA para Diámetro de raíz (cm)**

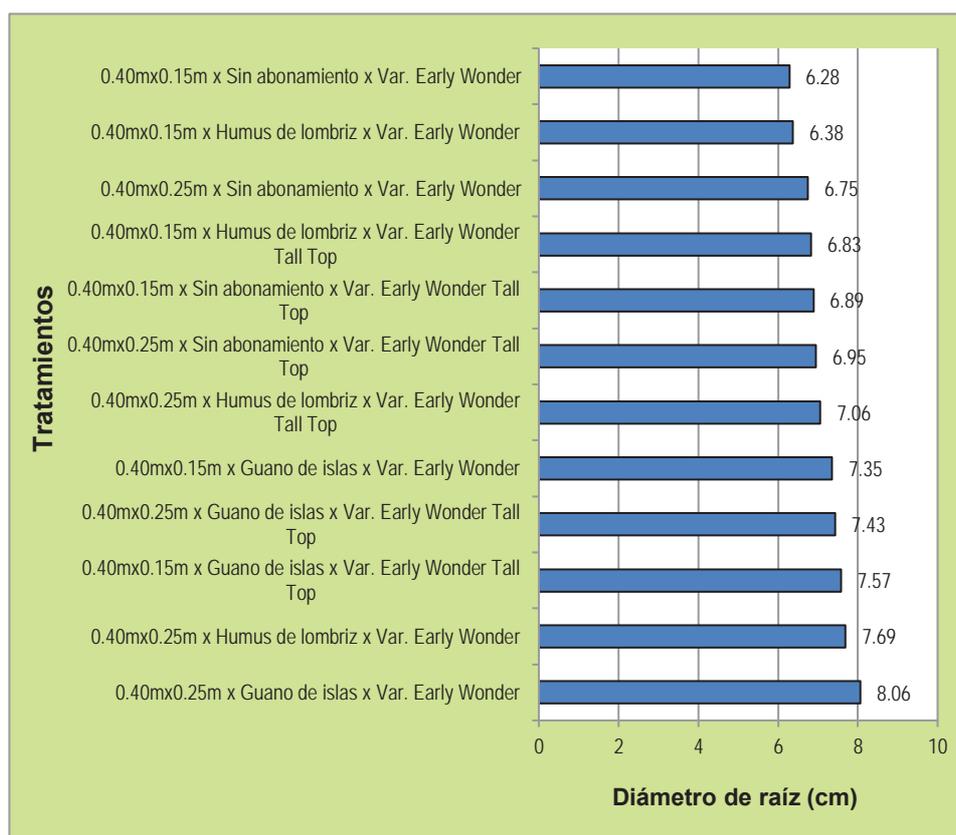
F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	4.7949	1.5983	2.7729	2.89	4.44	NS. NS.
Tratamientos	11	12.5175	1.138	1.9742	2.09	2.84	NS. NS.
Densidad (D)	1	2.3276	2.3276	4.0381	4.14	7.47	NS. NS.
Fuente abono (F)	2	6.5932	3.2966	5.7193	3.285	5.315	**
Variedad (V)	1	0.0151	0.0151	0.0261	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. D * F	2	0.6722	0.3361	0.5831	3.285	5.315	NS. NS.
Inter. D * V	1	1.8213	1.8213	3.1598	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. F * V	2	0.8478	0.4239	0.7354	3.285	5.315	NS. NS.
Interac. D * F * V	2	0.2404	0.1202	0.2085	3.285	5.315	NS. NS.
Error	33	19.0214	0.5764				
Total	47	36.3337	CV =	10.69%			

De la Tabla 48 del ANVA para diámetro de raíz se deduce que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 10.69% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No existen diferencias estadísticas entre tratamientos, densidad de siembra, y todas las interacciones. Existiendo diferencia altamente significativa entre fuente de abono.

**Tabla 49: Ordenamiento de tratamientos para Diámetro de raíz (cm)**

Orden de Mérito	Tratamientos	Diámetro de raíz (cm)
I	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder	8.06
II	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	7.69
III	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	7.57
IV	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	7.43
V	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder	7.35
VI	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	7.06
VII	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	6.95
VIII	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	6.89
IX	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	6.83
X	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	6.75
XI	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	6.38
XII	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	6.28

De la Tabla 49 de Ordenamiento de tratamientos para diámetro de raíz se desprende que, aritméticamente el tratamiento 0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder con 8.06 cm es superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento 0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder con sólo 6.28 cm que ocupó el último lugar. Superioridad que se debe a las bondades físicas, químicas y biológicas que aportaron los abonos orgánicos, para el crecimiento de diámetro de raíz de la planta de beterraga.



**Gráfica 22:** Diámetro de raíz (cm) para Tratamientos

**Tabla 50:** Ordenamiento de Densidad para Diámetro de raíz (cm)

Orden de Mérito	Densidad de siembra	Diámetro de raíz (cm)
I	0.40m x 0.25m	7.32
II	0.40m x 0.15m	6.88

De la Tabla 50 de Ordenamiento de densidad de siembra para diámetro de raíz se desprende que, aritméticamente el tratamiento de 0.40 m x 0.25 m de distanciamiento entre surcos y plantas con 7.32 cm fue ligeramente superior al distanciamiento de 0.40 m x 0.15 m con sólo 6.88 cm. Esta superioridad se debe al mayor espaciamiento entre plantas para el mayor crecimiento del diámetro de raíz de la planta de beterraga.



**Gráfica 23:** Diámetro de raíz (cm) para Densidad

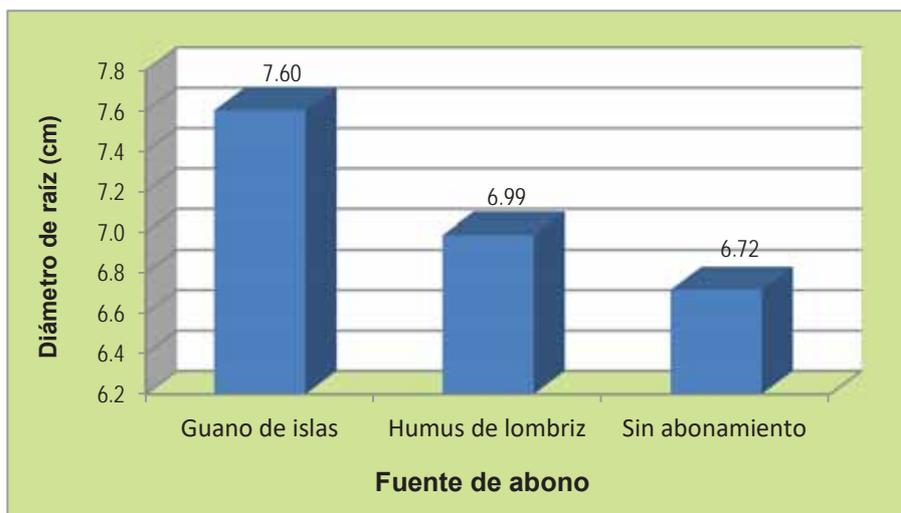
**Tabla 51:** Prueba Tukey de Fuente de abono para Diámetro de raíz (cm)

Orden de Mérito	Fuente de abono	Diámetro de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Guano de islas	7.6	a	a
II	Humus de lombriz	6.99	a b	a b
III	Sin abonamiento	6.72	b	b

ALS (5%) = 0.66      ALS (1%) = 0.84

De la Tabla 51 de Prueba de Tukey de fuente de abono para diámetro de raíz se desprende que, al 95% y 99% de probabilidades el tratamiento Guano de islas con 7.60 cm es superior al tratamiento sin abonamiento con 6.72 cm y estadísticamente igual al tratamiento con fuente de abono de humus de lombriz con 6.99 cm. Esta superioridad se debe a la riqueza física, química y biológica que aportaron los abonos orgánicos en el crecimiento radicular de la beterraga. Valores que se encuentran dentro del rango normal tal como se puede apreciar en los resultados obtenidos en otros trabajos de investigación, por ejemplo: **Cabrera, (2002)**, quien aplicó 05 dosis diferentes de humus de lombriz bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra en las variedades Early Wonder y Crosby de Egipto, obtuvo promedios que fluctúan entre los rangos de 5.3 cm a 8.4 cm, **Torrez (2005)** quien en 03 épocas de siembra con tres variedades de beterraga entre ellas Early Wonder bajo condiciones de La Paz-Bolivia obtuvo promedios de diámetros de raíz fluctuantes en el rango de 5.32 cm a 8.38 cm, **Promosta (2002)** quien investigó bajo condiciones de Honduras, aplicando fertilizantes químicos en una variedad mejorada ( Redondo F1) obtuvo promedios que varían de 7.5 cm a 8.3 cm de

diámetro de raíz. **Méndez (2010)** aplico dos diferentes dosis de compostas (Vegetal y de estiércol bovino) alcanzando un promedio en diámetro de raíz de 3.6cm en la variedad Early Wonder bajo las condiciones de México, resultados que son inferiores a la presente investigación. **Muñoz (2006)** aplicando una dosis de abono orgánico (gallinaza) obtuvo mejores resultados para diámetros de raíz en la variedad Early Wonder Tall Top que variaron de 8.20 cm a 9.30 cm bajo las condiciones de Iquitos.

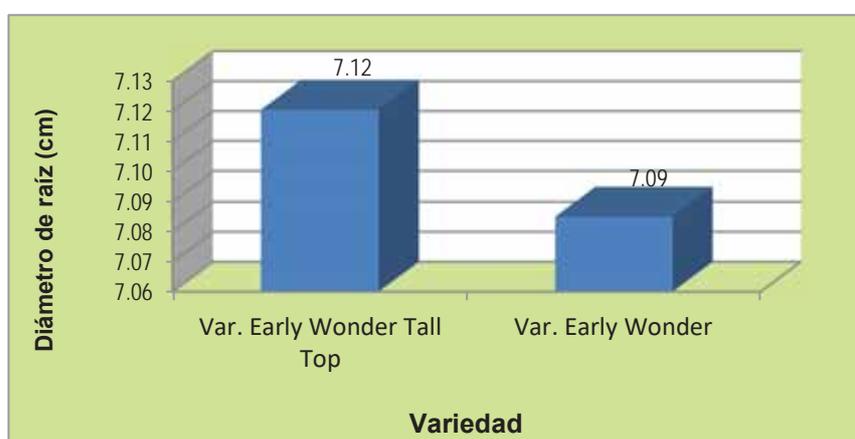


**Gráfica 24:** *Diámetro de raíz (cm) para Fuente de abono*

**Tabla 52:** *Ordenamiento de Variedad para Diámetro de raíz (cm)*

Orden de Mérito	Variedad	Diámetro de raíz (cm)
I	Var. Early Wonder Tall Top	7.12
II	Var. Early Wonder	7.09

De la Tabla 52 de Ordenamiento de variedad para diámetro de raíz se desprende que, debido a las características genéticas similares de las variedades, no reflejaron diferencias sino solamente aritmética, donde la var. Early Wonder Tall Top con 7.12 cm fue superior a la var. Early Wonder con 7.09 cm.



**Gráfica 25:** *Diámetro de raíz (cm) para Variedad*

**Tabla 53: Longitud de raíz (cm)**

Densidad Abonam. Bloques	0.40m x 0.15m						0.40m x 0.25m						Total
	Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		Guano de islas		Humus de lombriz		Sin abonamiento		
	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	Early Wonder	Early Wonder Tall Top	
I	9.97	10.33	10	9.59	9.05	9.89	8.8	10.54	9.99	9.4	9.42	9.47	116.45
II	10.09	10.51	10.1	10.33	10.2	10.76	9.74	11.1	10.12	9.42	9.52	10.08	121.97
III	10.41	9.59	9.17	10.12	8.94	8.63	10.56	9.27	10.22	9.3	9.23	7.6	113.04
IV	9.02	9.72	8.35	9.24	8.42	8.81	9.66	9.63	9.98	10.2	11.13	10.04	114.2
Suma	39.49	40.15	37.62	39.28	36.61	38.09	38.76	40.54	40.31	38.32	39.3	37.19	465.66
Promedio	9.87	10.04	9.41	9.82	9.15	9.52	9.69	10.14	10.08	9.58	9.83	9.3	9.7
Densidad	0.40m x 0.15m Suma = 231.24 Prom. = 9.64						0.40m x 0.25m Suma = 234.42 Prom. = 9.77						465.66 9.7
Fuente abono	Guano de islas Suma = 158.94 Prom. = 9.93			Humus de lombriz Suma = 155.53 Prom. = 9.72			Sin abonamiento Suma = 151.19 Prom. = 9.45						465.66 9.7
Variedad	Var. Early Wonder Suma = 232.09 Prom. = 9.67						Var. Early Wonder Tall Top Suma = 233.57 Prom. = 9.73						465.66 9.7
Densidad por Fuente abono	0.40mx0.15mxGuano ls. Suma = 79.64 Prom. = 9.96	0.40mx0.15mxHumus lo. Suma = 76.9 Prom. = 9.61		0.40mx0.15mxSin abono Suma = 74.7 Prom. = 9.34		0.40mx0.25mxGuano ls. Suma = 79.3 Prom. = 9.91	0.40mx0.25mxHumus lo. Suma = 78.63 Prom. = 9.83		0.40mx0.25mxSin abono Suma = 76.49 Prom. = 9.56				465.66 9.7
Densidad por Variedad	0.40mx0.15mxEarly Wonder Suma = 113.72 Prom. = 9.48			0.40mx0.15mxEarly Wonder Tall Top Suma = 117.52 Prom. = 9.79			0.40mx0.25mxEarly Wonder Suma = 118.37 Prom. = 9.86			0.40mx0.25mxEarly Wonder Tall Top Suma = 116.05 Prom. = 9.67			465.66 9.7
Fuente abono por Variedad	Guano ls.xEarly Wonder Suma = 78.25 Prom. = 9.78	Guano ls xEarly Wonder Tall Suma = 80.69 Prom. = 10.09		HumusxEarly Wonder Suma = 77.93 Prom. = 9.74		HumusxEarly Wonder Tall Suma = 77.6 Prom. = 9.7	Sin Abon.xEarly Wonder Suma = 75.91 Prom. = 9.49		Sin Abon.xEarly Wonder Tall Suma = 75.28 Prom. = 9.41				465.66 9.7

**Tabla 54: ANVA para Longitud de raíz (cm)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	3.9297	1.3099	2.7432	2.89	4.44	NS. NS.
Tratamientos	11	4.4008	0.4001	0.8378	2.09	2.84	NS. NS.
Densidad (D)	1	0.2107	0.2107	0.4412	4.14	7.47	NS. NS.
Fuente abono (F)	2	1.886	0.943	1.9748	3.285	5.315	NS. NS.
Variedad (V)	1	0.0456	0.0456	0.0956	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. D * F	2	0.1839	0.0919	0.1925	3.285	5.315	NS. NS.
Inter. D * V	1	0.7803	0.7803	1.6341	4.14	7.47	NS. NS.
Inter. F * V	2	0.3581	0.179	0.375	3.285	5.315	NS. NS.
Interac. D * F * V	2	0.9363	0.4681	0.9804	3.285	5.315	NS. NS.
Error	33	15.7575	0.4775				
Total	47	24.0879	CV =	7.12%			

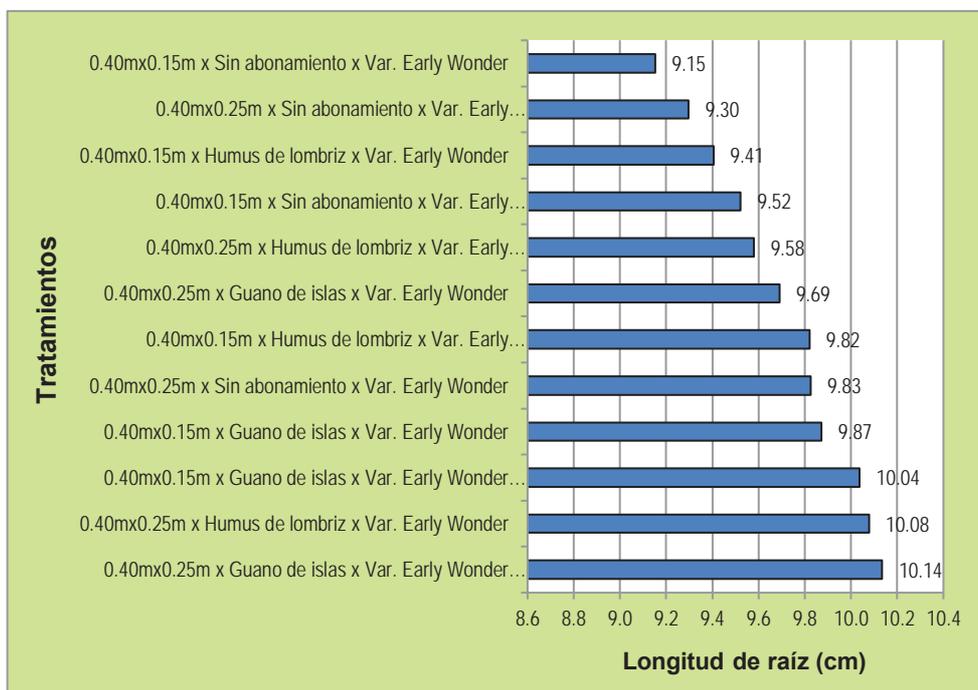
De la Tabla 54 del ANVA para longitud de raíz se deduce que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 7.12% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No existen diferencias estadísticas entre tratamientos, densidad de siembra, fuentes de abono, variedades y todas las interacciones.

**Tabla 55: Ordenamiento de tratamientos para Longitud de raíz (cm)**

Orden de Mérito	Tratamientos	Longitud de raíz (cm)
I	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	10.14
II	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	10.08
III	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top	10.04
IV	0.40mx0.15m x Guano de islas x Var. Early Wonder	9.87
V	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	9.83
VI	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	9.82
VII	0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder	9.69
VIII	0.40mx0.25m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder Tall Top	9.58
IX	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	9.52
X	0.40mx0.15m x Humus de lombriz x Var. Early Wonder	9.41
XI	0.40mx0.25m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder Tall Top	9.3
XII	0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder	9.15

De la Tabla 55 de Ordenamiento de tratamientos para longitud de raíz se desprende que, aritméticamente el tratamiento 0.40mx0.25m x Guano de islas x Var. Early Wonder Tall Top con 10.14 cm es superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento 0.40mx0.15m x Sin abonamiento x Var. Early Wonder con sólo 9.15 cm

que ocupa el último lugar. Superioridad que se debe al mayor espaciamento entre plantas y la fertilidad de los abonos orgánicos que influyeron en la longitud de raíz.



**Gráfica 26:** Longitud de raíz (cm) para Tratamientos

**Tabla 56:** Ordenamiento de Densidad para Longitud de raíz (cm)

Orden de Mérito	Densidad de siembra	Longitud de raíz (cm)
I	0.40m x 0.25m	9.77
II	0.40m x 0.15m	9.64

De la Tabla 56 de Ordenamiento de densidad de siembra para longitud de raíz se desprende que, aritméticamente el tratamiento de 0.40 m x 0.25 m de distanciamiento entre surcos y plantas con 9.77 cm fue ligeramente superior al distanciamiento de 0.40 m x 0.15 m con sólo 9.64 cm. Esta superioridad se debe al mayor espaciamento entre plantas para el mayor desarrollo de la parte radicular de la planta de beterraga.

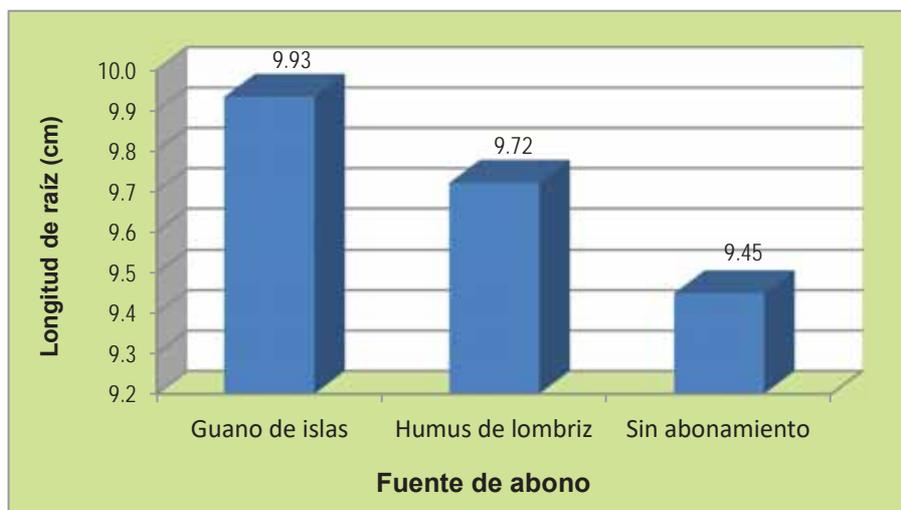


**Gráfica 27:** Longitud de raíz (cm) para Densidad

**Tabla 57:** Ordenamiento de Fuente de abono para Longitud de raíz (cm)

Orden de Mérito	Fuente de abono	Longitud de raíz (cm)
I	Guano de islas	9.93
II	Humus de lombriz	9.72
III	Sin abonamiento	9.45

De la Tabla 57 de Ordenamiento de fuente de abono para longitud de raíz se desprende que, aritméticamente el tratamiento Guano de islas es superior con 9.93 cm y Sin abonamiento en último lugar con 9.45 cm. Esta similitud se debe a que para el crecimiento de longitud de raíz fueron necesarios el suministro de abonos orgánicos, debido a que la fertilidad de estos abonos fueron suficientes para el crecimiento de la parte radicular de la planta de beterraga.

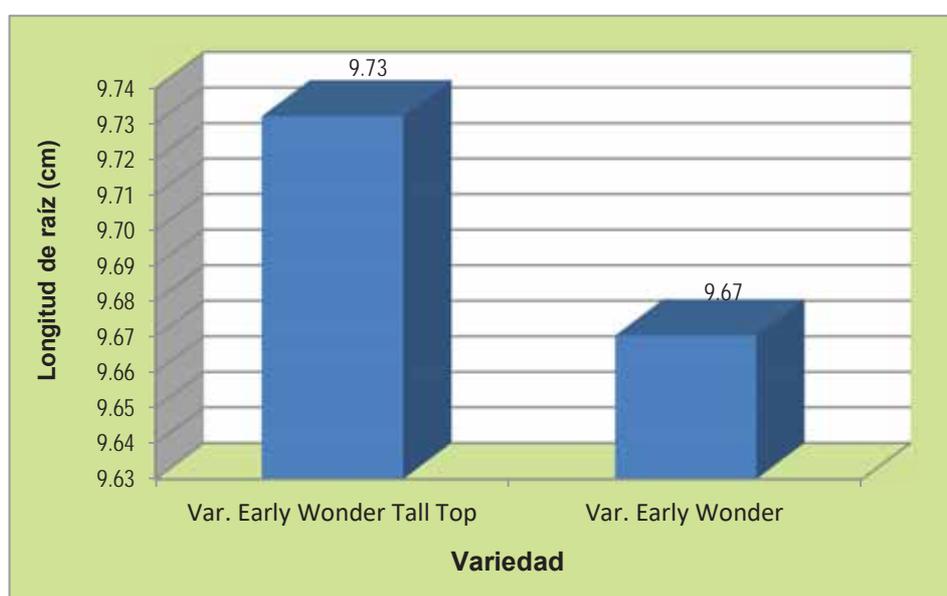


**Gráfica 28:** Longitud de raíz (cm) para Fuente de abono

**Tabla 58:** Ordenamiento de Variedad para Longitud de raíz (cm)

Orden de Mérito	Variedad	Longitud de raíz (cm)
I	Var. Early Wonder Tall Top	9.73
II	Var. Early Wonder	9.67

De la Tabla 58 de Ordenamiento de variedad para longitud de raíz se desprende que, debido a las características genéticas similares de las variedades, no reflejaron diferencias sino solamente aritmética, donde la var. Early Wonder Tall Top con 9.73 cm fue superior a la var. Early Wonder con 9.67 cm.



**Gráfica 29:** Longitud de raíz (cm) para Variedad

## VII.CONCLUSIONES

- La variedad no afectó al rendimiento expresado como peso de raíces por hectárea y el peso de raíces por planta, puesto que, no existen diferencias significativas al 95 y 99% entre los niveles evaluados, mientras que, la fuente de abonamiento guano de isla, mostro mejor resultado con un rendimiento promedio de 30.83 t/ha de raíces y 237.95 g de peso de raíz por planta, La densidad de siembra 166,667 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) mostro el mejor resultado para peso de raíces por hectárea con un promedio de 32.62 t/ha, mientras que para peso de raíces por planta fue superior la densidad de siembra 100,000 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) con 238.44 g de promedio.
- Las densidades de siembra, fuentes de abonamiento orgánico y las dos variedades de beterraga no afectan la altura de planta y el peso fresco de hojas por planta, ya que, no existen diferencias significativas entre los niveles evaluados. La fuente de abonamiento guano de isla, al 95% de probabilidad, presenta mayor número de hojas por planta con 12.81 hojas, mientras que al realizar un análisis del 99% esta diferencia no es significativa entre las fuentes de abonamiento estudiadas.
- El diámetro y la longitud de raíz de la beterraga no se ven afectados por la densidad de siembra ni por la variedad, al no existir diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. La fuente de abonamiento orgánico guano de isla muestra el mejor resultado para diámetro de raíz con un promedio de 7.60 cm, mientras que para longitud de raíz no hay diferencia significativa entre las fuentes de abonamiento orgánico.

## VIII. SUGERENCIAS

1. Realizar estudios utilizando diferentes distanciamientos de siembra y utilizando otras fuentes de abonos orgánicos.
2. Repetir la investigación con fertilizantes químicos para analizar las propiedades de sinergismo en Guano de isla y Humus de lombriz.
3. Efectuar trabajos de investigación con variedades resistentes a *Cercospora* (***Cercospora beticola***).
4. Continuar con las investigaciones en diferentes zonas potenciales y en diferentes épocas del año de la región del Cusco.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior. (2002). *Guía de Lombricultura*. Editorial Adex.
2. Alvarez, & Veliz. (2015). *Microencapsulación del extracto de betanina del Beta Vulgaris por atomización y evaluación de sus propiedades funcionales como colorante natural*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Tarma-Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1930/Alvarez%20Orrell%20-%20Veliz%20Espiritu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Amaro, J. (2014). Influencia de la betarraga (**Beta vulgaris var. cruenta**) en el aumento de leucocitos, en ratones. *Institución Educativa 1182 "El Bosque"*, 4. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v75n1/a02v75n1.pdf>
4. Baca, E. E. (2015). *Influencia de los ácidos Húmicos y Fúlvicos en el crecimiento y desarrollo en betarraga (Beta vulgaris I) en condiciones de invernadero*. Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Peru.
5. Bautista, J. E. (2019). *Abonamiento orgánico con y sin microorganismos eficientes en el rendimiento del maní (Arachis hypogea)*. Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de ciencias agrarias, Ayacucho-Perú. Obtenido de [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3600/TESIS%20AF09\\_Bau.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3600/TESIS%20AF09_Bau.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
6. Cabrera, L. A. (2002). *Comparativo de dosis de humus de lombriz en dos variedades de beterraga (Beta vulgaris L.ssp.vulgaris), En el centro agronómico K'ayra*. Tesis pregrado, UNSAAC, Centro de investigación en suelos y abonos (CISA).
7. Cahuaza, K. (2015). *Dosis de ceniza de madera y su efecto sobre las características agronómicas y el rendimiento en Beta vulgaris L. betarraga var. Early Wonder Tall Top, Zungarococha - Iquitos*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú.

8. Calderon, A. (1992). *Edafologia*. Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, Area de suelos, Kayra-Cusco-Perú.
9. Castillo, C. (2004). Cultivo de Beterraga en la Costa Central. *Instituto Nacional De Investigación y Extension Agraria*, 13.
10. Catalan, W. (2008). *Plagas del cultivo de Papa*. Texto universitario, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Agricultura area Sanidad Vegetal, Cusco-Perú.
11. Condori, M. (2014). *Influencia del humus de lombriz en el rendimiento de la papa (*solanum tuberosum*) variedad única en la zona yunga- La Cantuta durante el año 2011*. Tesis de pregrado , Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzman y Valle , Lima, Perú.
12. Cronquist, A. (1981). *An integrated System of classification of flowering plants*. New York, Estados Unidos : Columbia Universty Press.
13. De los rios Robles, G. (1988). *Densidad de siembra directa en dos variedades de beterraga*. Pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco.
14. Diestra, E. I. (2017). *Efecto de tres dosis de solución de cascara de platano en el rendimiento de Beta vulgaris L. var. Early Wonder Tall Top en Huayatan, Santiago de Chuco – La Libertad*. Tesis de pregrado , Universidad Nacional de Trujillo , Trujillo, Perú.
15. FAO. (1970). *Los fertilizantes y su empleo*. Roma-Italia.
16. Flores, J. E. (2014). *Efecto del distanciamiento entre plantas en la producción de dos variedades de remolacha forrajera (*Beta vulgaris L. ssp. vulgaris var Crassa*) Puno*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
17. Fuentes, H., Muñoz, D., Aguilera, R., & Gonzalez, C. (2018). Influencia de los compuestos bioactivos de beterraga (*Beta vulgaris L.*) sobre el efecto cardio-protector: Una revisión narrativa. *Universidad Autonoma de Chile*, 178-182. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v45n2/0716-1549-rchnut-45-02-0178.pdf>

18. Garcia, G. A. (2013). Manejo integrado de plagas y enfermedades. *Agrobanco*, 5(18), 10-14.
19. Gomez, D. M. (2018). *Efecto de la fertilizaci3n nitrogenada en la aclimataci3n de tres cultivares de "remolacha azucarera" Beta vulgaris L, cv. SVPE 14-01, 14-02, 14-03 (Amaranthaceae), sembrados en trasplante tardío a más de 4,000 msnm, sierra del distrito Sarın, provincia Sa*. Tesis pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
20. Gomez, M. N., & Duque, A. L. (2018). Caracterizaci3n fisicoquimica y contenido fenol3gico de la remolacha (Beta vulgaris L.) en fresco y sometida a tratamiento térmico. *Revista Ion*, 43-47. Obtenido <http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v31n1/0120-100X-rion-31-01-43.pdf>
21. Guitierrez, H., Pensiero, J., & Luchetti. (2020). Principales sistemas de clasificaci3n. En H. Gutierrez (Ed.), *Botánica sistemática de las plantas con semillas*. Santa Fé, Argentina: Editorial Universidad Nacional del Litoral.
22. Hernandez, F. (2002). *Nutrici3n Mineral de las Plantas*. Merida-Venezuela: Botanica book.
23. Japon, J. (1985). *Cultivo extensivo de la remolacha de mesa*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion.
24. Kehr , E., Tropa, S., & Martínez L, J. (2014). Aspectos generales para el cultivo de beterraga (Beta vulgaris L. var. crassa). *Informativo*, 2. Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40725.pdf>
25. Machaca, A. (2018). *Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (Pisum sativum l.) en la irrigaci3n Majes de Arequipa*. Tesis de pregrado , Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
26. Méndez, J. (2010). *Producci3n Orgánica de Betabel (Beta Vulgaris): Evaluaci3n de Variedades y Efecto de dos Compostas*. Tesis Pregrado, Universidad Aut3noma Agraria Antonio Narro, DIVISI3N DE AGRONOMÍA, Buenavista-Mexico.

27. Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Guano de las islas*. Lima, Perú: Editorial Agrorural.
28. Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Serie de estadísticas de producción agrícola*. Lima, Perú: Recuperado de: <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca>.
29. Ministerio de Agricultura y Riego; Ministerio de Ambiente. (2011). *Manual de observaciones fenológicas*. Lima, Perú: Editorial Minagri.
30. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2016). *Zanahoria y beterraga en la región norte de Brasil*. Lima- Perú. Obtenido de [https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio\\_exterior/plan\\_exportador/Penx\\_2025/PDM/brasil/Html5/data/images/files/pdf/pp10.pdf](https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/plan_exportador/Penx_2025/PDM/brasil/Html5/data/images/files/pdf/pp10.pdf)
31. Morales, J. P. (1995). Cultivo de Remolacha. *Fundación de Desarrollo Agropecuario, INC.*, 31.
32. Morillo, R. (2006). La implantación del cultivo de la remolacha azucarera. *Dialnet*, 46-49.
33. Moya, H. J. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas*. Bogotá: Editorial Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/bb883b42-80da-4ae5-851f-4db05edf581b/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortalizas.aspx>
34. Muñoz, A. (2006). *Efecto de la densidad de siembra de un cultivar **Beta vulgaris L. Subsp. Esculenta**. Var. Early Wonder Tall Top (Beterraga), Cultivado en el Fundo UNAP-IQUITOS*. Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Agronomía, Iquitos- Perú.
35. Navarro, C., & Mari, F. (2015). *Guía de identificación Pulgones y sus enemigos naturales*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España: editorial denes. Obtenido de <https://www.belchim.es/pdf/Pulgones%20y%20sus%20enemigos%20naturales.pdf>
36. Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural. (2018). *Manual de Abonamiento con Guano de las Islas* (Primera ed.). Lima-Perú: Editorial Digital

Print Service. Obtenido de Ministerio de Agricultura :  
<https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I..pdf>

37. Promosta. (2004). *Evaluación de 5 densidades de siembra en el cultivo de Remolacha (**Beta vulgaris**) en la zona de la Esperanza, Intibucá, Honduras*. Hoja divulgativa No.16, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Honduras.
38. Remesal, E., Landa, B. B., Jimenez, R., Jimenez, M., & Cortez, N. (2008). *Protección de Cultivos- Enfermedades remolacha. XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología*. Madrid, España.
39. Rivera, V., & Secor, G. A. (2006). *Sistemas de Alerta Temprana en Remolacha (**Beta vulgaris**) en Estados Unidos*. North Dakota; Minnesota: Boletín INIA.
40. Salazar, K. A., & Granados, J. A. (2014). *Evaluación de Diferentes Tácticas para el Control de Gasterópodos (Babosas terrestres) En la Zona de el Guaco de Catargo*. Tesis de Pregrado, Tecnológico de Costa Rica, Sede regional San Carlos- Costa Rica.
41. Sanchez, J. J. (2018). *Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz, Eisenia foetida y Lumbricus sp., en la provincia de Arequipa*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
42. Taboada, S. (2013). *Efecto de microorganismos y sustratos en el crecimiento y desarrollo de plántulas de café (**Coffea arabica L.**) Variedad Caturra Roja a 550 msnm. Pichari, La Convención - Cusco*. Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Ayacucho- Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2005>
43. Terranova, D. P. (2014). *Comportamiento Agronómico Del Cultivo de Remolacha (**Beta Vulgaris L.**), Variedad "Tall Top Early Wonder" sembrada en diferentes distanciamientos, en la zona de Babahoyo*. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo-Los Ríos- Ecuador.

44. Tituaña, M. E. (2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de remolacha azucarera forrajera ( **Beta vulgaris var.altisima**) en el cantón Quito, provincia de Pichincha*. Tesis Pregrado, Quito-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/728/1/99927.pdf>
45. Torrez, P. J. (2005). *Evaluación agronómica de tres variedades de remolacha (**Beta vulgaris L.**) en tres épocas de siembra*. Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andres, La Paz, Bolivia.
46. Universidad Nacional Agraria La Molina. (2000). *Datos basicos de Hortalizas*. (M. Soldevilla, Ed.) Lima, Perú: Editorial EdiAgraria. Obtenido de <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/1-Tabla%20de%20contenido.pdf>
47. Vitorino, B. (1989). *Fertildad de suelos y Fertilizantes con énfasis en los suelos del Perú*. Universidad San Antonido Abad del Cusco, Departamento de agricultura Area de suelos, Kayra-Cusco-Peru.
48. Vitorino, B. (1992). *Practicas de Fertildad de Suelos y Fertilizantes*. Cusco-Perú.
49. Zegarra, M. (2019). *Demanda hídrica del cultivo de beterraga (**Beta vulgaris l.**) con riego por goteo en el Centro Agronómico K'ayra*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco , Cusco, Perú.

# ANEXOS

## Anexo 01. Análisis de Fertilidad de Suelo



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

### INFORME DE ANÁLISIS

Nº0667-19-LAQ

SOLICITANTE: MARCELO MANGA BONINO  
DIRECCION : CUSCO  
MUESTRA : SUELO  
FUENTE : SECTOR HUASAO  
DISTRITO : OROPEZA  
PROVINCIA : QUISPICANCHI  
REGION : CUSCO  
FECHA : C/06/11/2019

#### RESULTADO ANALISIS FERTILIDAD SUELO:

pH	8.15
C.E. mhos/cm	0.66
Materia Orgánica %	3.76
Nitrógeno %	0.184
Fosforo ppm $P_2O_5$	5.92
Potasio ppm $K_2O$	288.90
C.I.C. meq/100	11.30

QUIMICA AGRICOLA I, E. Primo Yufera, J.M. Carrasco D.

Cusco, 11 de Noviembre 2019



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis Químico

Melquindez Helena Arceles  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
DE ANALISIS QUIMICO

## Anexo 02. Ficha técnica humus de lombriz



637065627 – 695143534  
www.vermiduro.es  
info@vermiduro.es

- Estimula la formación de raíces, la floración, y acorta el período de cosecha.
- Protege a la planta frente a heladas y patógenos.

### III. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

- pH: 6,5 – 7,5
- Densidad: 0,40 – 0,80 g/mL
- CE: 2300  $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Materia orgánica: 40% - 60%
- Carbono orgánico total: 36%
- Relación C/N < 20
- Humedad: 25-35%
- Contenido nutritivo:
  - o Nitrógeno total (N) > 1,5%
  - o Anhídrido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) > 1%
  - o Óxido de potasio (K<sub>2</sub>O) > 1,5 %
  - o Óxido de calcio (CaO) > 5,5 %
  - o Óxido de magnesio (MgO) > 1%
- Extracto húmico total: 11,5%
  - o Ácidos fúlvicos: 8,5%
  - o Ácidos húmicos: 3%
- Producto libre de *E. Coli* y *Salmonella spp*

Inscrito en el Registro de Productos Fertilizantes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con número de Registro: F0004537/2030.

Permitido en agricultura ecológica conforme al Reglamento (CE) N° 834/2007, el Reglamento (CE) N° 889/2008 y el Protocolo de Autorización de Insumos Utilizables en Agricultura Ecológica.

### IV. APLICACIONES

Las aplicaciones del humus de lombriz son muy variadas: se puede emplear en agricultura (tanto bajo invernadero como campo abierto) como mejorador del suelo, para obtener mayores rendimientos de los fertilizantes; como abono orgánico en campos de golf y jardines; como componente de sustrato para el crecimiento de plántulas; para mejorar la calidad de las plantas ornamentales, etc.

El humus carece de cualquier tipo de toxicidad, puede emplearse en cualquier momento del año, dosis excesivas no perjudican a la planta, y se puede compatibilizar su uso con el de cualquier otro tipo de abono orgánico y/o químico.

**Anexo 03.** Tabla de coeficiente del Rendimiento Útil de los Nutrientes en el Suelo.

Nivel de fertilidad del suelo	Coeficiente de Rendimiento Útil de Nutrientes %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Bajo	80	20	70
Medio	60	15	50
Alto	10	10	20

**Fuente: Vitorino (1992) Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco**