

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN



Evaluación de la respuesta de los fertilizantes orgánicos (humus de lombriz sólido y líquido) y químico (MAP) en el cultivo de Betabel (*Beta vulgaris*)

POR:

LOURDES MORALES ALFARO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA

Evaluación de la respuesta de los fertilizantes orgánicos (humus de lombriz sólido y líquido) y químico (MAP) en el cultivo de Betabel (*Beta vulgaris*)

Por:

LOURDES MORALES ALFARO

TESIS

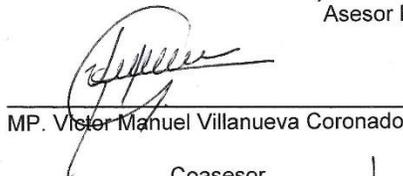
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Ing. Herberto Ríos Tapia

Asesor Principal


MP. Victor Manuel Villanueva Coronado

Coasesor


Dr. Neymar Camposeco Montejo

Coasesor


Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa

Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre, 2018

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme permitido concluir con mis estudios profesionales, por guiarme y llevarme al camino y personas correctas para llegar a la culminación de este sueño, de igual manera por acompañarme en cada una de mis metas alcanzadas.

A mi “**Alma Terra Mater**” por brindarme la oportunidad de pertenecer a esta honorable institución y seguir con mi preparación académica, llenándome de conocimientos en cada etapa de mi carrera profesional y por permitirme conocer a tan grandes profesores e investigadores que dejan un aprendizaje en mí.

Al **MP. Víctor Manuel Villanueva Coronado**. Por el apoyo incondicional en la realización y seguimiento de esta investigación, por haberme transmitido sus conocimientos durante la carrera y en el establecimiento del trabajo de investigación. Con todo respeto y admiración ante la amistad brindada.

Al **Ing. Fernando Ramírez Luna**. Quien con sus conocimientos y consejos me ayudo en el proceso de los datos estadísticos y por la amistad y confianza brindada.

Al **Ing. Heriberto Ríos Tapia**. Por la amistad y confianza brindada, por su participación en la revisión del trabajo de investigación y formar parte del jurado calificador.

Al **Dr. Neymar Camposeco Montejo**. Por su participación en la revisión del trabajo de investigación.

Al **Sr. Héctor Zavala (Pipo) y Sr. J. Refugio Clemente (Cuco)**. Por su amistad y gran apoyo brindado en el desarrollo en campo de esta investigación, por cada conocimiento, aprendizaje transmitido, y por cada uno de los momentos y consejos compartidos a lo largo de la carrera.

A **las personas** que de una u otra manera han colaborado para que este trabajo de investigación sea una realidad y por llenarme de conocimientos y ayudarme a completar mi formación.

DEDICATORIAS

A mis padres Sr. Mario Morales Velasco y Sra. Carmelita Alfaro García, a quienes con su cariño y educación me enseñaron a luchar por mis sueños, brindándome consejos, apoyo emocional y un amor de familia inigualable, y ayudarme a no decaer para ver este logro hecho realidad.

A mis hermanos Oralia, Araceli, Noemí, Concepción, Juan Carlos, Mario Cesar, Cecilia, Eduardo, Mónica, quienes con sus consejos y correctivos me forjaron a seguir preparándome profesionalmente, por brindarme su apoyo y cariño en cada una de las adversidades que se presentaron a lo largo de mi carrera.

A mis sobrinos Iridian, Nicolás, Iván, Cesar, Alejandro, Alberto, Mariana, Toñito, Sebastián (Q.P.D), Sofía, Gabriela y Yamilet, por cada aprendizaje, ese amor sincero que emana de ustedes mis personitas amadas y ser mi motor para ser mejor cada día.

A mis primos en especial a **Juan Manuel y Roció Alfaro Morales**, por el apoyo y consejo brindado al inicio de mi carrera.

A mi amiga y Hermana de corazón Lizbeth Noemí Gutiérrez Acosta, quien esta universidad me dio la oportunidad de conocer y hacerla parte de mi vida y familia, por esos momentos malos y buenos que compartimos juntas, por cada desvelo, meta alcanzada y ese cariño inigualable que siempre me demostró.

A mis amigas Guille, Mari y Lety con quienes compartimos muchas alegrías y desvelos a lo largo de nuestra carrera y esa amistad brindada incondicionalmente.

A mis amigos (a). **Sergio, Raúl, Rosario, Christian, Dionel, Miguel Ángel, Brenda, Fernanda, Eli, Evelyn, Leti, Belén, Lucero, Paola, Liliana, Xóchitl, Alejandro, Carlos, Iván, Fernando (Liz)** por compartir con cada uno de ellos momento de alegría y aprendizaje.

A mis compañeros de generación. *José Carlos, Lorena, Carmen, Pedro, Bety, Saraí, Angélica, Blanca, Alexis, Daniel (Q.P.D), Miguel, Jhovani, Ariosto, Luis Ángel.* Con quienes compartimos momentos de aprendizaje y diversión.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Descripción	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
Justificación.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Contexto mundial.....	3
Producción nacional del betabel.....	3
El cultivo de betabel en México.....	3
Importancia nutricional.....	4
El cultivo del betabel.....	6
Tipos y variedades.....	8
Plagas y enfermedades.....	10
Generalidades de los fertilizantes.....	13
Abonos orgánicos.....	13
Tipos de abonos orgánicos.....	14
Fertilización química.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
Localización del experimento.....	21
Materiales.....	21
Material genético utilizado.....	22
Trabajo de campo.....	22
Tamaño de la unidad experimental.....	25

Tratamientos utilizados.....	26
Análisis estadístico	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
Altura de la planta.....	28
Contenido de clorofila	29
Peso de bulbo con hoja	30
Peso de bulbo sin hoja	32
Diámetro ecuatorial del bulbo	33
Diámetro Polar del bulbo	34
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES.....	36
LITERATURA CITADA	37
APÉNDICE.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro Nº	Descripción	Pág.
Cuadro 2.1	Producción Nacional del betabel, en el periodo 2013-2017	3
Cuadro 2.2	Principales Estados productores del betabel	4
Cuadro 2.3	Composición nutritiva de la raíz de betabel.....	5
Cuadro 2.4	Principales plagas que atacan al cultivo de betabel.....	11
Cuadro 2.5	Principales enfermedades del betabel	12
Cuadro 4.1	Análisis de varianza de la altura del betabel	28
Cuadro 4.2	Análisis de varianza del contenido de clorofila.....	29
Cuadro 4.3	Análisis de varianza del peso del bulbo con hoja.....	31
Cuadro 4.4	Análisis de varianza del peso del bulbo sin hoja	32
Cuadro 4.5	Análisis de varianza del diámetro ecuatorial	33
Cuadro 4.6	Análisis de varianza del diámetro polar del bulbo de betabel....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº	Descripción	Pág.
Figura 3.1	Localización del experimento.....	21
Figura 3.2	Establecimiento del experimento en campo	25
Figura 4.1	Altura total de la planta alcanzada en cada uno de los tratamientos	29
Figura 4.2	Contenido de clorofila total alcanzada en las 6 semanas	30
Figura 4.3	Rendimiento total del bulbo del betabel, peso con hoja.....	31
Figura 4.4	Rendimiento promedio del betabel peso del bulbo sin hojas	32
Figura 4.5	Diámetro ecuatorial del bulbo del betabel.....	33
Figura 4.6	Diámetro polar del bulbo del betabel	34

RESUMEN

Se evaluó la respuesta de los fertilizantes orgánicos (humus de lombriz sólido y líquido) y el fertilizante químico (MAP), en el cultivo de betabel (*Beta vulgaris*) variedad Detroit Dark Red, para estudiar el comportamiento que tiene el cultivo al aplicar diferentes fuentes de fertilizantes. El experimento se realizó a campo abierto en el área experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, más conocido como el bajío, ubicado en Buenavista, Saltillo; los datos se analizaron bajo un análisis de varianza completamente al azar con 4 tratamientos y tres repeticiones; T1, fertilización química, con aplicación de 2.33 g por metro lineal; T2: humus de lombriz sólido con aplicación de .33 kg por metro lineal (3 aplicaciones en todo el desarrollo del cultivo); T3: humus de lombriz líquido, aplicando 16 ml por metro lineal, (3 aplicaciones en todo el desarrollo del cultivo); T4: un testigo, al cual, no se le aplicó más que agua al cultivo. Las variables a evaluar fueron: altura, clorofila, peso con hoja, peso sin hoja, diámetro ecuatorial y diámetro polar. Los resultados obtenidos, indican que se tiene una mayor altura del cultivo al aplicarle humus sólido de lombriz, muy por encima del químico; para la clorofila y el peso sin hoja, se obtiene un mayor rendimiento al aplicarle humus de lombriz líquida, superando al sólido y químico, y, para el peso con hoja, se tiene mayor rendimiento al no aplicarle ningún tratamiento (testigo), esto, se debe a que la planta adquirió mayor follaje.

Los resultados de este trabajo permiten concluir que, aunque no se obtuvo diferencia significativa en el análisis estadístico, si se obtuvo numéricamente, por lo que, se acepta la hipótesis, de que el desarrollo de la planta y el rendimiento del betabel, responden de manera óptima a los fertilizantes orgánicos (sólido y líquido) en comparación con los químicos convencionales.

Palabras claves: Fertilización, betabel, altura, peso.

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas necesitan gran cantidad de nutrientes debido a su rápido desarrollo y a su corto periodo vegetativo. Por esto, para la explotación intensiva, en horticultura se requieren aplicaciones de fertilizantes abundantes y frecuentes. Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; esto, ha apoyado al desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola, favoreciendo la obtención de altos rendimientos en los cultivos, orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva y libre de contaminantes (Trinidad, 1987).

La tendencia al consumo de alimentos de origen orgánico ha venido creciendo de manera significativa en los últimos años, añadiendo, que la actividad comercial de los alimentos convencionales se ha estancado en los últimos años. Las expectativas de negocios de los productos de origen orgánico son muy positivas en el ámbito mundial y también para el caso México, ya que, los ingresos que se obtienen actualmente, superan a los precios de muchos otros productos por hectárea. Alrededor del 85% de los productos orgánicos producidos en México tienen como destino los mercados del exterior. La demanda de alimentos sanos y de alta calidad es creciente, los volúmenes y características de los productos están totalmente ligados a una buena nutrición de la planta y a la posibilidad de que ésta exprese plenamente sus características y potencial genéticos, en las mejores condiciones ambientales y de manejo, para su desarrollo. (Robles, 2015).

A nivel nacional los estados con mayor rendimiento en el 2017, en todo el año agrícola fueron: Guanajuato con 33.05 ton/ha, Tlaxcala 25.22 ton/ha, Durango con 24.94 ton/ha, Sonora con 23.29 ton/ha y Jalisco con 22.31 ton/ha., (SIAP, 2017).

Justificación

Este trabajo se realizó con el propósito de dar a conocer la importancia del uso de los fertilizantes orgánicos en los cultivos, en este caso, el betabel; así mismo, evaluar el volumen de producción con la finalidad de comparar los resultados entre las aplicaciones de fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

La aplicación de fertilizantes orgánicos se ha convertido en una práctica usual y recomendable ya que permite mejorar el suelo y obtener producciones de cultivos más saludables por estar libres de químicos.

Objetivo general

Evaluar la respuesta del cultivo de betabel a la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos.

Objetivos específicos

- Analizar los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos de fertilización aplicados en el betabel.
- Describir el comportamiento del cultivo de betabel; cuantificando las variables agronómicas en respuesta a la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos.

Hipótesis

El desarrollo de la planta de betabel y el rendimiento de bulbos, responden de manera óptima a los fertilizantes orgánicos (sólidos y líquidos) en comparación con los químicos convencionales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Contexto mundial

Actualmente se cultiva tres veces más azúcar de remolacha (betabel) que hace cinco años y en cifras absolutas de producción ha superado a la caña de azúcar; debido tanto a la modernización del cultivo como a la disminución de la producción de remolacha (betabel) forrajera, casi el 90% del azúcar que se consume en Europa es de producción interna. En varios países la remolacha (betabel) azucarera representa el cultivo que más valor nutritivo produce en relación a la unidad de superficie, pues las hojas y cabezas de la remolacha es un alimento muy rico en nutrientes para el ganado vacuno.

Para el 2001 se tiene registro que los principales productores de betabel (remolacha azucarera) son: Francia con 29,504 ton/ha, Alemania con 24,397.89 ton/ha, Estados Unidos con una producción anual de 23,363.68, Federación de Rusia con 14,239 ton/ha y Polonia con 13,000 (FAO, 2000).

Producción nacional del betabel

En el periodo del 2013 al 2017 se produjeron 87,510.45 ton en todo el año agrícola que comprende el cultivo de betabel, con una superficie sembrada de 4558.33 ha en todo el país, las cuales alcanzaron un precio medio rural (PMR) en promedio de \$4,645.33 pesos por tonelada en todo el año agrícola.

Cuadro 2.1 Producción Nacional del betabel, en el periodo 2013-2017

Año	Sup (ha)		Prod.	Rend. (ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor Prod. (miles de pesos)
	Sembrada	Cosechada				
2013	869.8	862.68	15,640.6	18.13	4,577.4	71,594.5
2014	920.2	871.75	15,962.1	18.31	4,494.1	71,735.7
2015	873.3	863.30	17,074.3	19.78	4,923.0	84,057.5
2016	890.0	889.05	18,190.8	20.46	4,302.5	78,266.9
2017	1,004.9	1,004.9	20,642.4	20.54	4,929.5	101,757.1

Fuente (SIAP, 2018). Producción Nacional del betabel en el periodo del 2013-2017, en su ciclo: año agrícola. Elaboración propia.

El cultivo de betabel en México

Cabe señalar que los principales Estados productores de betabel a nivel Nacional son: Guanajuato con un rendimiento de 33.05 ton/ha, seguido de Tlaxcala con 25,22 ton/ha, Durango con 24.94 ton/ha, sonora con 23.29 ton/ha y Jalisco con un rendimiento de 22.31 ton/ha, datos obtenidos del 2017 que comprende un año agrícola (SIAP, 2017).

Cuadro 2.2 Principales Estados productores del betabel

Entidad Federativa	Superficie sembrada (has.)	Rendimiento (ton/ha)
Guanajuato	10.90	33.05
Tlaxcala	14	25.22
Durango	6	24.94
Sonora	129	23.29
Jalisco	144.50	22.31

Fuente: servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP,2018).
Elaboración propia.

Importancia nutricional

El betabel es un alimento de moderado contenido calórico, ya que el agua, los hidratos de carbono son los componentes más abundantes. Es buena fuente de fibra. De sus vitaminas destacan los folatos y ciertas vitaminas del grupo B, como B1, B2, B3 Y B6. Por lo contrario, el betabel, es junto con la berenjena o el pepino, una de las verduras con menor contenido en provitamina A y en vitamina C. Los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y la formación de anticuerpos en el sistema inmunológico. La vitamina B2 o riboflavina se relaciona con la producción de anticuerpos y de glóbulos rojos y colabora en la producción de energía y el mantenimiento del tejido epitelial de las mucosas, mientras que la niacina o vitamina B3 colabora en el funcionamiento del sistema digestivo, el buen estado de la piel, el sistema nervioso y en la conversión de los alimentos en energía (Asgrow, 2000).

Cuadro 2.3 Composición nutritiva de la raíz de betabel

Constituyente (por 100 g de peso fresco)	Contenido
Agua (g)	87.1
Nitrógeno total (g)	0.27
Proteína (g)	1.7
Grasa (g)	0.1
Hidratos de carbono (g)	7.6
Calorías (kj)	54.0
Almidón (g)	0.6
Azúcares totales (g)	7.0
Fibra dietética (g)	1.9
Sodio (mg)	66
Potasio (mg)	380
Calcio (mg)	20
Magnesio (mg)	11
Fosforo (mg)	51
Hierro (mg)	1.0
Azufre (mg)	16
Caroteno (µg)	20
Tiamina (mg)	0.01
Riboflavina (mg)	0.01
Niacina (mg)	0.1
Vitamina B ₆ (mg)	0.03
Folato (µg)	150
Pantotenato (mg)	0.12
Vitamina C (mg)	5

Fuente. (Casseres, 1971)

El cultivo del betabel

La remolacha (*Beta vulgaris*) es un miembro de la familia Chenopodiaceae y probablemente es nativa de Europa. Se comporta como bianual, produciendo una raíz gruesa y un rosetón de hojas en el primer año, flores y semilla en el segundo año, bajo condiciones frías prolongadas, la planta puede producir flores y semillas en el primer año. Son bastantes robustas y crecen mejor en tiempo fresco produciendo remolachas de buena calidad con un alto contenido en azúcar y color oscuro en el interior y a lo largo de la raíz (Salunkhe y Kadam, 2004).

La remolacha es utilizada como hortaliza de mesa, las primeras variedades eran achatadas o alargadas.

La semilla que se vende en el comercio es realmente un fruto o inflorescencia que contiene de dos a seis semillas, por lo cual, de cada semilla nace una planta. Algunas firmas comerciales ofrecen semillas seccionada, lo que, significa que tal semilla se utiliza con más eficiencia que la tradicional (Casseres, 1971).

Descripción taxonómica y botánica del betabel

La descripción taxonómica del betabel según Lawdaw (1963).

Reino	Vegetal
División	tracheophita
Subdivisión	Peteropsida
Clase	angiosperma
Subclase	Dicotyledoneae
Grupo	archiclamydeae
Orden	achenopodiaceae
Genero	<i>Beta</i>
Especie	<i>vulgaris</i>
Variedad	<i>rubra</i>

La **planta**, se comporta como bianual, produciendo una raíz gruesa y un rosetón de hojas en el primer año, flores y semilla en el segundo; bajo condiciones frías prolongadas, la planta puede producir flores y semillas en el primer año. Son bastantes robustas y crecen mejor en tiempo fresco, produciendo remolachas de buena calidad con un alto contenido en azúcar y de color oscuro en el interior y a lo largo de la raíz (Salunkhe y Kadam, 2004).

La **raíz** se forma durante el primer año, es espesa, carnosa y pivotante; la raíz agrandada del betabel es bastante distinta de las otras plantas de raíz; un corte transversal muestra bandas circulares alternas de tejidos almacenadores y conductores de nutrimentos.

El betabel posee una forma fusiforme globosa; más o menos aplastado en los polos, con pulpa crujiente y carnosa (Edmond, *et al*, 1967).

El **tallo** floral se desarrolla durante el segundo año, los cuales, son erguidos, estriados, angulados, ramificados y alcanzan hasta 1.50 metros de altura (Alsina, 1972).

La **flor** está compuesta por una larga panícula; las flores son sésiles y hermafroditas, pudiendo aparecer solas o en grupos de 2 o 3. El cáliz es de color verdoso y está compuesto por cinco sépalos y cinco pétalos, y cubre las semillas formando un pequeño fruto. Las flores están unidas en pequeños grupos o glomérulos de dos o tres flores cada una, formando una inflorescencia; cada flor tiene un cáliz persistente que encubre al pequeño fruto y cada fruto a su vez, contiene una sola semilla (Leñano, 1972).

La **semilla** de remolacha se produce en climas fríos. Las semillas de raíz de remolacha son de color castaño oscuro o negro, contienen 5,000 a 6000 por cada 100 gr y se suelen acopiar en octubre. Bajo unas condiciones ideales tardan aproximadamente 5-10 días en germinar. La mejor temperatura para germinación de semilla de remolacha es 20-30 ° C.

El **fruto** contiene de 2 a 6 semillas muy pequeñas en forma de munición o un frijol pequeño, siendo por lo general, de color café (Stewart, 1975).

Tipos y variedades

Los tipos de remolacha, al igual que la zanahoria, se distinguen por la forma de las raíces, que varía de globular a achatada y de globular a alargada. La preferencia moderna es por el tipo globular.

Tipo achatado: Crosby y Crosby Egyptian son variedades precoces que difieren en la cantidad de follaje y en la forma de la punta de la raíz. La variedad antigua, Flat Egyptian es la única realmente chata.

Tipo globular u ovalado: Detroit Dark Red es la principal variedad para mercado fresco y para industrialización. Relativamente tardía, se aprecia por su uniformidad, por la raíz pequeña y porque se puede guardar por más tiempo que otras. Existen líneas o variedades que difieren en el tamaño o altura del follaje habiendo preferencia por el follaje corto. En cuanto a la coloración interna, un color intenso oscuro con poca diferencia entre los anillos es considerado como característica de alto valor.

Tipo redondo o achatado: en este tipo se reúnen variedades que son más perfectamente redondas o que no tienen la tendencia a formar raíces ovaladas. Son generalmente intermedias en precocidad. Ejemplos importantes son: Early Wonder, Asgrow Wonder, Perfected Detroit. La Perfected Detroit se prefiere para enlatar entera porque adquiere su forma redonda desde temprana edad y también por su buen sabor y ternura (Cásseres, 1971).

Exigencias en climas y suelo

Prefiere climatologías suaves, húmedas, aunque es muy fácil de adaptarse.

La temperatura óptima de germinación es de 25°C, siendo un cultivo poco exigente en temperaturas para iniciar la germinación (5-8°C).

En cuanto a suelos, le convienen los profundos de textura ligera con un buen contenido en arena y que retengan bien la humedad. Lo terrenos compactos y

pesados originan raíces con fibrosidades endurecidas que lo deprecian, menor peso, diámetro y longitud, siendo además propensos al desarrollo de podredumbres (Maroto, 2002).

Requerimientos de pH

La remolacha es sensible a la acidez y es preferible que el suelo tenga un pH de 6 a 7.

Puede ocurrir deficiencia de boro a pH de 7 o más, lo mismo que clorosis debida a deficiencia de manganeso (Cásseres, 1971).

Siembra

En zonas templadas, puede empezarse en enero-febrero hasta mediados del otoño, siempre y cuando el régimen de las temperaturas bajas no sea tan intenso como para poder inducir vernalización y que se produzca la floración prematura.

La siembra se hace en líneas separadas de 35-40 cm, pudiéndose efectuar a golpes, cuando se emplea semilla monogermen, o al chorrillo. La tendencia del cultivo, consiste en sembrar variedades monogermen que aseguran una nacencia más uniforme y evitan gran parte del aclareo. Con la siembra a chorrillo se pueden gastar de 30-50 kg de semilla/ha, mientras que en siembra de precisión con semilla monogermen puede utilizarse menos de 1 kg/ha (Maroto, 2002).

Plagas y enfermedades

Plagas

Mosca de la remolacha (*Pegomya betae* Curtis)

Ditero cuyas larvas realizan galerías en las hojas. Se combate mediante tratamientos con malatión, diametoato, diazinón e imidacloprid.

Pulguilla de la remolacha (*Chaectocnema tibiali* Illig)

Coleóptero, crisomélido comedor de hojas cuyos ataques se manifiestan en forma de agujeros circulares en los limbos foliares. Se combate mediante tratamientos con carbaril, metiocarb, fosmet, malatión, cipermetrina y lambda-cihalotrina.

Cásida de la remolacha (*Cassida vitatta* Villers)

Coleóptero, crisomélido cuyas larvas principalmente son grandes devoradoras de hojas, llegando a dejar éstas reducidas al esqueleto de sus nerviaciones. Se combaten con los mismos insecticidas que se han indicado anterior mente.

Pulgones

Homópteros de especies diversas como *Aphis fabae* Scop, etc., que producen abarquillamiento de hojas y debilitamiento de las plantas, se combaten con tratamientos con malatión, dimetoato, pirimicarb, lambda-cihalotrina, azadiractin y tralometrina (Maroto, 2002).

Las principales plagas y enfermedades se muestran en los cuadros 2.4 y 2.5 respectivamente, de igual manera los productos para combatirlas, el nombre comercial de estos y la dosis recomendada.

Cuadro 2.4 Principales plagas que atacan al cultivo de betabel

Plaga	Nombre Científico	Control	Dosis (l/ha)
Pulga saltona	Chaectonema confinis	Folidol M-50	1.0
Diabrotica	Crotch.	Paratión etílico	1.0
Minador de la hoja	Diabrotica spp.	Folimat 1000	0.3
	Pegomyia	Phosdrin	0.3
Gusano cortador	hyoscyami Panzer	Metasistox R-50	0.5
	Trichiplusia ni Hubner	Tamaron 600	0.3 kg
	Heliothis armigera Hubner	Dipel Lannate 90%	0.3

Enfermedades

Cercospora beticola Sacc

Suele atacar principalmente a las plantas viejas, originando manchas circulares necróticas de 3-6 mm de diámetro, aureoladas de un color rojizo. La desinfección de las semillas y las pulverizaciones preventivas con oxiclورو de cobre, captan, ferbam + zinef + manef, carbendazima, hexaconazol, difenoconazol, epoxiconazol etc., son los mejores métodos de lucha.

Rhizoctonia violacea Tul

Produce una podredumbre radicular muy grave. Para su control debe distanciarse las rotaciones, emplear algún sistema de desinfección del suelo, etc.

Sclerotinia sclerotiorum (Lib) De By

Origina el desarrollo de prodredumbres blandas en raíces. El distanciamiento de las alternativas de remolacha, la desinfección con PNCB y tratamientos con benomilo, procimidona, etc., son los medios de lucha más eficaces.

Mildium de la remolacha

Producido por *Peronospora schachtii* Fuck. Suele atacar a la planta en fase precos, originando plantas amarillas en los bordes del haz de la hoja y en el envés aparece una materia algodonosa grisácea. Se combate preventivamente con captan, mancozeb, oxiclورو de cobre, etc., pudiendo intentar la acción curativa con cimoxanilo y otros fungicidas sistémicos o de translocación, como metaxanina, fosetal, milfuran, oxadixil, ofurace, etc.

La **mancha negra interna** de la remolacha se origina por una deficiencia en boro y puede controlarse por la fertilización adecuada con bórax. En las raíces se desarrollan unas manchas negras duras y con textura de corcho, sobre todo en las zonas coloreadas por la luz en las células jóvenes y tejidos.

Las raíces de la remolacha pueden ser afectadas por la podredumbre negra causada por *Poma betae*. La enfermedad normalmente se confina a las remolachas cbiertas fuera de almacenamiento. Las lesiones inicialmente marrones y llenas de agua se ponen negras, secas y esponjosas, afectando principalmente a la punta de la raíz (Cásseres, 1971).

Cuadro 2.5 Principales enfermedades del betabel

Enfermedad	Nombre Científico	Control (N. C.)*	Dosis (kg/ha)
Mancha de la hoja	Cercospera beticola Sacc.	Zineb 75W	1.0
		Sulfato de cobre Tribásico	1.0
Enfermedades fisiológicas			
Mancha negra interna		Bórax 4% al suelo	35 kg
Anillos blancos		Cultivares resistentes	

*N.C. Nombre comercial del producto

Fuente: Valadez, A. 1994.

Generalidades de los fertilizantes

Abonos orgánicos

Son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas.

El uso de los abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrimentos en el cultivo de las cosechas, se conoce desde la antigüedad. Entre los abonos orgánicos se incluyen los estiércoles, compostas, vermi compostas, abonos verdes, residuos de las cosechas, residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos. Los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química principalmente en el contenido de nutrimentos; la aplicación constante de ellos, con el tiempo, mejora las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo. (SAGARPA, n.d).

El abono orgánico se obtiene de la transformación de los residuos orgánicos, como estiércol y rastrojos, en humus, por la acción bacteriana, hongos, protozoarios, lombrices y otros microorganismos; aporta partículas que ayudan a mejorar sus características (la estructura) y por lo tanto la capacidad de retención de humedad. Además, produce activadores del crecimiento y nutrientes minerales que favorecen el desarrollo de las plantas cultivadas y su resistencia a plagas y enfermedades (INIFAP, 2007).

Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; esto ha apoyado al desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola, favoreciendo la obtención de altos rendimientos en los cultivos, esto orientado a

la producción de alimentos de alta calidad nutritiva y libre de contaminantes. (Trinidad, 1987).

Tipos de abonos orgánicos

El extracto de algas

Es normalmente un producto compuesto de carbohidratos promotores del crecimiento vegetal, aminoácidos y extractos de algas cien por ciento solubles.

Este producto es un bioactivador, que actúa favoreciendo la recuperación de los cultivos frente a situaciones de estrés, incrementando el crecimiento vegetativo, floración, fecundación, cuajado y rendimientos de los frutos (INFOAGRO, 2017).

Composta

La composta es la descomposición biológica de material orgánico procedente de basuras, residuos vegetales, estiércol, hojarasca, y residuos industriales de origen orgánico; esto se lleva a cabo en condiciones controladas formando pilas o montones en un lugar determinado para este propósito; ya sea directamente sobre el suelo o en plataforma, o bien en fosas construidas para contener el material hasta que esté listo para su uso (Hartmann y Kester, 1987).

La composta como material orgánico tiene una doble función ya que mejora las características físico-químicas del suelo, al mejorar la estructura y el contenido de nutrientes de un suelo; un suelo saludable produce plantas sanas con una mayor resistencia al ataque de las plagas y enfermedades, y se puede tener una mejor calidad (Jeavons, 2002)

Humus de lombriz

Es el resultado de la transformación de materiales orgánicos por lombrices, la transformación se produce al pasar el material genético por su intestino donde se

mezcla con elementos minerales, microorganismos y fermentos que provocan la transformación bioquímica de la materia, de esta forma el producto de sus excreciones queda enriquecido y pre- dirigido con lo que acelera la mineralización y la humificación de las sustancias orgánicas que lo componen (Labrador *et al.*, 1993).

El humus de lombriz es el abono orgánico que resulta de la transformación de restos de cosechas, estiércol de animales y desechos de cocina, mediante la acción de lombrices, que se alimentan de la materia orgánica, en su interior, estos materiales son transformados en partículas más pequeñas y finalmente son expulsados al exterior como heces fecales que contienen nutrientes, los cuales están listos para ser usados por la planta (Yugsi, 2011).

Humus líquido de lombriz

El humus líquido aplicado al suelo o a la planta ayuda a asimilar macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales, crea un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos como las bacterias, hongos, etc. Que impiden el desarrollo de patógenos reduciendo sensiblemente el riesgo de enfermedades, además, estimula al suelo a desarrollar su propio humus, ya que incorpora y descompone los residuos vegetales en el suelo (Ortuño *et al.*, 2012).

El humus líquido promueve un sistema radicular vigoroso ya que mejora las condiciones del suelo, al haber una mejor oxigenación, mejor nutrición y una reducción de los efectos de erosión, genera un mejor rendimiento y además de que es orgánico no tiene agregados químicos y no deja residuos, es muy fácil de aplicar para cualquier cultivo (Gómez y Stechauner, 2012).

Abono verde

Es un tipo de abono que consiste en sembrar plantas, principalmente las que son ricas en nitrógeno (como las leguminosas), y posteriormente se cortan y se

añaden a la tierra como si fueran abono. Es muy útil para proteger los suelos erosionados y facilitar el proceso de recuperación de terrenos que hayan estado sometidos al uso de agro tóxicos, fertilizantes sintéticos, etc.

Estiércol

Está formado por las heces fermentados de los animales, de ahí, que el estiércol pueda presentar diferentes niveles de nutrientes, dependiendo del animal del que provenga. El estiércol puede proceder de caballos, ovejas, vacas, gallinas (gallinaza), etc. Además, de aportar nutrientes, el estiércol hace que prolifere la vida de los microorganismos que favorecerán la fertilidad de la tierra (Ecoagricultor, 2012).

Los beneficios de los abonos orgánicos en la agricultura

Los abonos orgánicos se han utilizado desde hace mucho tiempo con la intención de aumentar la fertilidad de los suelos, además de mejorar sus características en beneficio del adecuado desarrollo de los cultivos. Hoy en día su uso es de gran importancia, pues han demostrado ser efectivo en el incremento de rendimientos y mejora de la calidad de los productos.

Los estiércoles son extraordinarias opciones de abonos orgánicos por los aportes importantes de nutrimentos; sin embargo, es necesario seguir un procedimiento apropiado en su almacenamiento para evitar la pérdida de nutrimentos principalmente de nitrógeno (lixiviación o volatilización). En las altas explotaciones ganaderas la producción de estiércoles debe ser muy cuidadosa y en condiciones adecuadas, pues de lo contrario por anaerobiosis se puede producir metano y otros gases contaminantes y de mal olor, además de la proliferación de organismos potencialmente dañinos al hombre y a las plantas. En general, los abonos orgánicos pueden proporcionar los siguientes beneficios a la producción de cultivos.

- a)** Aporte de algunos o casi la mayoría de los elementos esenciales para las plantas, dependiendo del abono orgánico utilizado. Son de mayor residualidad que los fertilizantes inorgánicos.
- b)** Tienen la particularidad de liberar nutrientes en forma gradual, lo cual, garantiza un cierto suministro de nutrientes para el cultivo durante su desarrollo. Mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad de retención de agua.
- c)** Tienen la habilidad de formar complejos orgánicos con los nutrientes brindándoles a éstos mayor disponibilidad para las plantas.
- d)** La materia orgánica posee mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) que las arcillas, por lo que la incorporación de abonos orgánicos tiene la capacidad de incrementar la CIC.
- e)** Esto es muy favorable sobre todo en suelos con baja CIC (suelos arenosos).
- f)** Liberan bióxido de carbono (CO_2) durante su descomposición que forma ácido carbónico (H_2CO_3) el cual, solubiliza nutrientes de otras fuentes.
- g)** Son fuente de carbono orgánico para la actividad de organismos heterótrofos presentes en el suelo.
- h)** Aumentan la infiltración del agua, reduciendo el escurrimiento superficial, lo que ayuda a reducir las pérdidas de suelo por erosión hídrica.
- i)** Favorecen una mayor estabilidad de agregados del suelo.
- j)** Los abonos orgánicos confieren al suelo una mayor capacidad productiva, conservación de su fertilidad en el tiempo y ser sostenibles con el paso de los ciclos productivos. (INTAGRI, n.d).

Fertilización química

La fertilización química oportuna puede proporcionar beneficios en los cultivos, aumentando su rendimiento, mejorando el tamaño, color y sabor del producto, los hace más tolerantes a daños causados por el medio ambiente y además eleva el valor nutritivo del fruto. De acuerdo a la cantidad de los nutrientes que proporcionan los fertilizantes son clasificados en nitrogenados, fosfatados, potásicos y mezclas (Escalante *et al.*, 2006).

Los abonos de NPK son sin duda, los más importantes de entre los tres elementos teniendo en cuenta también el magnesio. Según la relación oficial de tipos de abonos, en Alemania existían en 1976 unos 80 tipos de abonos NPK sólidos y líquidos, con diferentes riquezas. El nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. El Fosforo (P), que supone de 0.1 a 0.4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía, siendo esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químicos fisiológicos. El Potasio (K), que supone del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, activa más de 60 enzimas, por ello, juega un papel vital en la síntesis de proteínas (FAO, 2002).

La mayor parte de los abonos NPK se utilizan en forma sólida. Los abonos nitrogenados, son aquellos productos químicos que contienen el elemento nutritivo nitrógeno, en forma asimilable (especialmente como amoníaco o nitrato), o que lo suministran como producto de su transformación; los abonos fosfatados, son productos químicos que contienen fósforo asimilable de forma de anión fosfato, o lo producen por transformación; los abonos potásicos, son de utilización sencilla, pueden aplicarse sobre la superficie del terreno, desde donde descienden con el agua a la zona de las raíces (Finck, 1988).

Aplicación de los fertilizantes

La distribución de los fertilizantes es de mucha importancia, ya que ésta debe ser uniforme. Los fertilizantes se colocan cerca de las raíces finas. Existen diversas formas de aplicación:

- 1.- Aplicación al voleo
- 2.- Aplicación al chorrillo sobre las hileras o al lado de las hieras.
- 3.- Aplicación al pie de las plantas.
- 4.- Aplicación en bandas a los lados de las hileras en el suelo.

La aplicación al voleo, al chorrillo, o al pie de las plantas se pueden efectuar a mano. Sin embargo, a menudo se emplea una pequeña máquina que distribuye los fertilizantes al voleo o al chorrillo y por debajo de las hojas.

La aplicación al voleo durante el desarrollo del cultivo, es delicada, debido a que los fertilizantes pueden quemar las hojas y los cogollos de las plantas. Se permite esta práctica siempre y cuando el follaje este seco y el tiempo fresco, y cuando se usen fertilizantes peletizados.

La aplicación al chorrillo es conveniente para cultivos que tienen grandes distancias entre hileras. A menudo, el operador hace este trabajo agachado, se debe tratar de que los gránulos no se depositen en las axilas de las hojas.

La aplicación manual al pie de las plantas es una práctica común en cultivos de crucíferas. En general es conveniente para hortalizas de amplias distancias de siembra o trasplante (Cásseres, 1971).

Ventajas y desventajas de la fertilización química

Los fertilizantes químicos, ya sea, solos o en combinación, son los más productivos, pudiendo ser una alternativa ante la carencia de fertilizantes y sugieren la combinación de fertilizantes químicos, orgánicos y biofertilizantes para la obtención de altos rendimientos (Ramírez, *et al.*, 2010).

Sin embargo, ante esto, existen algunas desventajas de los fertilizantes químicos las cuales, son conocidas por todos los agricultores, pero, aun así, los usan siempre que es posible, algunos; de los inconvenientes según Shaxson (2000) son:

- Endurecen el suelo y lo hacen difícil de labrar
- Aumenta la necesidad de mano de obra para labrar la tierra y romper los terrones.
- Reduce la capacidad de retención de agua del suelo.
- El fertilizante químico no es como la materia orgánica que estabiliza, conserva o mejora al suelo o la fertilidad de este, sino, que al contrario es un agente que agota la materia orgánica del suelo y la pone a disposición de las plantas rápidamente, siendo un proceso que lentamente destruye el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. En Buenavista, Saltillo, Coahuila, a una latitud de 25° 21' 29.31" N, longitud de 101° 02' 21.96" O y una altitud de 1736 msnm.

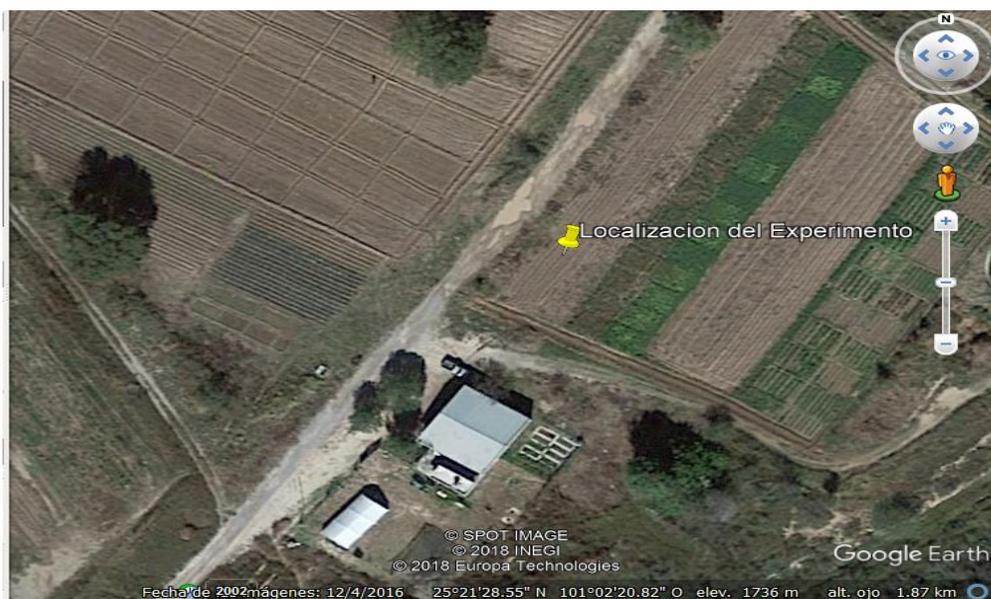


Figura 3.1 Localización del experimento

Fuente: Google Earth

Materiales

- Azadón
- Cubeta 5ml
- Tina 10 ml
- Estacas
- Probeta 50 ml
- Bascula analítica
- Vernier
- Lector de clorofila
- Maquina sembradora manual
- Bascula manual
- Bolsas de plástico
- Regla
- Libreta
- Etiquetas
- Lápiz

Material genético utilizado

Se utilizó la semilla de betabel variedad (Detroit Dark Red), la cual, se utiliza para el mercado fresco, con un rango de adaptación muy amplio, de ciclo intermedio. Es un cultivar de color rojo oscuro y homogénea, sus raíces lisas y uniforme de forma casi globular. La carne de un color rojo intenso de excelente calidad, su pureza es de 99%, la duración del ciclo a la maduración es de 58 días, con un porcentaje de germinación de 85% y tiene resistencia a enfermedades más comunes.

Trabajo de campo

Preparación del suelo

Una semana antes de que se realizara la siembra se niveló el suelo el cual, consistió en quitar todos los terrones de la superficie para mejorar las labores de siembra de igual manera esto nos ayuda para cuando se haga el riego este sea homogéneo para toda la parcela, evitando inundaciones y que las plantas se marchiten por exceso de agua.

Posteriormente se realizaron los surcos con una medida de 3 metros cada uno y una distancia entre ellos de 85 cm, para evitar la competencia entre plantas.

Método de siembra

Se sembró de manera mecánica, a doble hilera, utilizando una maquina sembradora de mano la cual sumergía la semilla a 5 cm de profundidad, el suelo en el momento de la siembra estaba seco, una vez terminada la siembra se hizo el riego de manera rodada, de manera que este se humedeciera de una manera homogénea.

Escarda

Una semana después de la siembra se empezó a observar las primeras germinaciones, por lo cual, requerimos realizar la primera escarda para mantener el suelo lo más suelto posible impidiendo que este se endureciera y evitara el crecimiento del bulbo de la planta de betabel, es recomendable, dejar pasar de 2 a 3 días para la siguiente escarda.

Aporque

El miércoles 23 de septiembre se realizó el primer aporque, para evitar que a la raíz le diera la luz del sol, el cual, consiste en arrimar tierra a las plantas y cubrir la raíz de las mismas, para que estas, tengan una mayor aireación y un mejor recubrimiento del bulbo, evitando, que se suberice por la luz.

Aclareo

Es necesario quitar algunas de las plantas para evitar que compitan varias por el fertilizante aplicado, en este experimento se dejaron 20 plantas por surco utilizando las que se eliminaron como remplazo de algunas plantas que no germinaron cuando se hizo la siembra.

Riego

Se aplicaron 3 riegos durante el ciclo agrícola de la planta, esto con motivo, de que, en dos ocasiones, llovió mucho en la región donde se desarrolló el cultivo; para evitar que el cultivo se dañara por el exceso de agua, no se regó. El tipo de riego que se aplicó, fue riego rodado, para un mayor esparcimiento del agua en la parcela.

Suelo

El suelo es de textura migajón y migajón arcilloso, con bajos contenidos de materia orgánica y poseen una capa subyacente de carbonato de calcio.

Requerimiento de pH

Para este factor se realizó una lectura del suelo en el que se plantó el cultivo con la ayuda del potenciómetro el cual nos arrojó un pH de 7.88, siendo este mayor al pH recomendado de 6.5-7.5 (alcalino) al que es capaz de desarrollarse el cultivo de betabel.

Textura

Realizando un estudio del suelo en el que se plantó el cultivo del betabel encontramos que contiene 52% de arena, 23.2% arcilla y 24.8 limo, dando como resultado un suelo migajón-arcillo arenoso.

Conductividad eléctrica

Se encontró que la unidad experimental donde se desarrolló el cultivo cuenta con una conductividad eléctrica de 1.185 milisicenes.

Cosecha

Una vez alcanzado el ciclo vegetativo del cultivo, se procedió a recolectar las plantas anteriormente identificadas, con las cuales se tomaron los datos relacionados al estudio.

Cultivo anterior

En el área que se desarrolló el experimento, anteriormente se había cultivado maíz durante un periodo muy consecutivo, el cual, lo utilizaban para realizar cruza y mejoramiento de semillas.

Tamaño de la unidad experimental

El cultivo del betabel se plantó en surcos, con una medida de tres metros cada uno, una separación entre ellos de .85 m, y distancia entre planta y planta de 15 cm para evitar una competencia entre ellas por los nutrientes aplicados, utilizándose un área total de 3660.25 m² para este experimento.

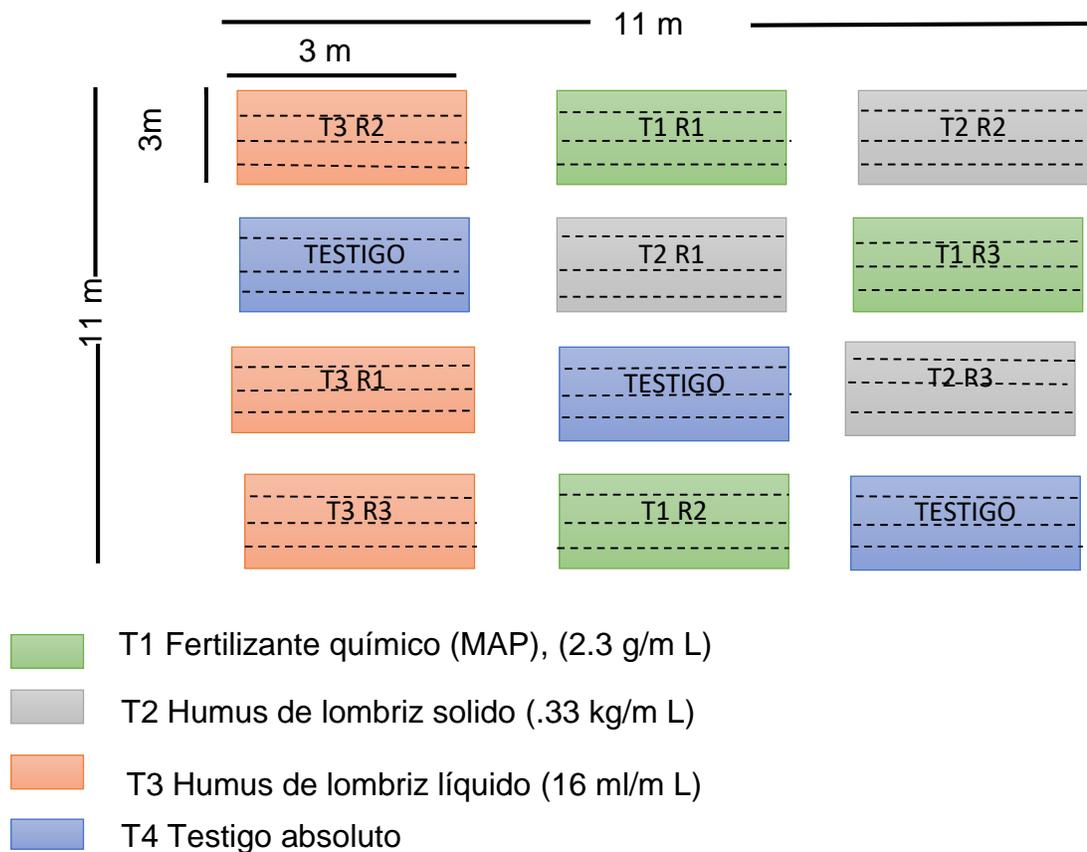


Figura 3.2 Establecimiento del experimento en campo

Para este trabajo de investigación, se seleccionó el surco de en medio de cada parcela demostrativa, seleccionando 10 plantas para su debido muestreo.

Los datos fueron analizados estadísticamente bajo un diseño de bloques completamente al azar, contando con tres repeticiones para cada tratamiento los cuales fueron los siguientes:

Tratamientos utilizados

T1= Fertilizante químico (MAP) a una dosis de 2.33 grs por metro lineal en una cama de cultivo, (utilizando 7 gr Por surco en todo el experimento), en una sola aplicación al momento de establecer el cultivo la fecha de aplicación fue al momento de establecer el cultivo.

T2= Humus de lombriz en forma sólida con una dosis 0.33 kg por metro lineal en una cama de cultivo. (1 kg por surco), (con 3 aplicaciones durante el periodo de desarrollo hasta la cosecha) este fertilizante fue proporcionado por el M.C. Víctor Manuel Villanueva Coronado, la cual, está compuesta por desechos orgánicos, estiércol de ganado bovino, producido por la lombriz roja californiana.

T3= Humus de Lombriz en forma líquida con una dosis de 16ml por metro lineal, (en lo general se utilizó 50 ml diluidos en 5 lts de agua), (con 3 aplicaciones a partir de la aparición de las primeras plántulas hasta la cosecha). Este fertilizante, de igual manera lo proporcionó el M.C. Víctor; cabe, mencionar que son lixiviados recolectados al momento de humedecer la cama de la vermicomposta.

T4= Consistió en no agregarle ningún tipo de fertilización a la planta.

Con la finalidad de analizar el efecto de cada uno de los tratamientos, se utilizó el siguiente modelo estadístico.

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

Donde:

γ_{ij} = valor observado del j -ésimo tratamiento en la i -ésima repetición

μ = efecto de la media

τ_i = efecto de los tratamientos

ε_{ij} = efecto del error experimental

$i = 1, 2, \dots$ Tratamientos

$j = 1, 2, \dots$ Repeticiones

Análisis estadístico

Para este trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, cuyo análisis de varianza fue completamente al azar con cuatro tratamientos y repeticiones, con comparación de medias por Tukey al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

Al realizar el análisis de varianza se pudo observar que todas las medias son iguales encontrando que en este experimento no existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos aplicados, interpretando que la fertilización química del cultivo de betabel puede ser sustituida por fertilizantes orgánicos, específicamente por humus de lombriz sólido y líquido, siendo datos muy relevantes porque son sustentables al no causar daños al medio ambiente, y son ampliamente utilizados en la agricultura orgánica que cada vez es más importante.

Cuadro 4.1 Análisis de varianza de la altura del betabel

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Trat	3	5.65	1.88	0.27	4.07 NS
E. exp.	8	55.42	6.92		
Total	11	61.07			
CV = 10.17 %					

En este caso podemos observar que numéricamente si existe diferencia significativa, sobresaliendo el fertilizante orgánico (humus de lombriz sólido y líquido) en 5.8 y 4.2 % respectivamente por arriba del fertilizante químico y el testigo, como lo muestra la figura 4.1.

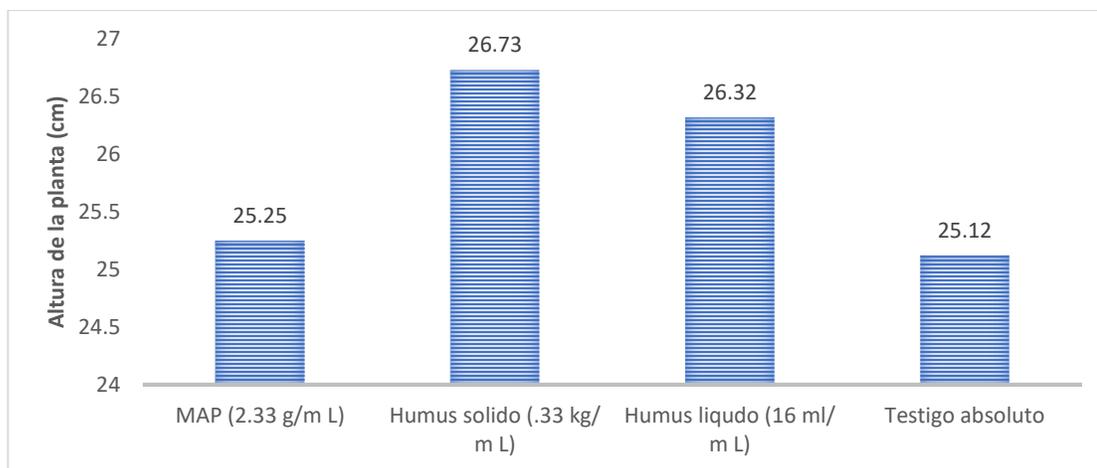


Figura 4.1 Altura total de la planta alcanzada en cada uno de los tratamientos

De acuerdo con Tisdale y Nelson 1991. Un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con el vigoroso crecimiento vegetativo y un intenso color verde, cantidades excesivas de nitrógeno pueden prolongar el periodo de crecimiento y retrasar la madurez.

Contenido de clorofila

Realizando el Análisis de varianza podemos encontrar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto la variable de clorofila ya que el valor de F calculada es menor que el de F de tablas, es decir todos los tratamientos ayudan a la planta de betabel a obtener la misma cantidad de clorofila en el desarrollo de esta tal como se muestra en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Análisis de varianza del contenido de clorofila

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Trat	3	14.18	4.72	0.52	4.07 NS
E. exp.	8	72.21	9.02		
Total	11	86.39			
CV= 7.7 %					

Aunque no existió diferencia estadística, numéricamente si lo hay, destacando entre ellos el fertilizante orgánico (humus líquido) con un 4.4% por arriba del testigo y en 4.9 % superior al tratamiento químico, tal como lo muestra la figura 4.2.

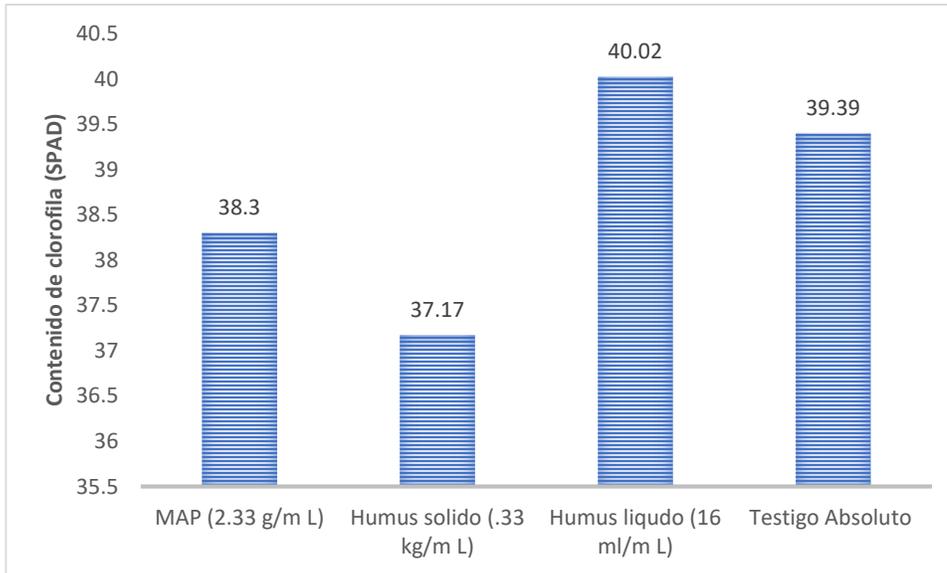


Figura 4.2 Contenido de clorofila total alcanzada en las 6 semanas

Las condiciones ambientales fueron las mismas para cada uno de los tratamientos; en este sentido Hiderman *et. al.*, en 1992 menciona que el contenido de la clorofila y la absorción de nitrógeno están estrechamente correlacionados con las unidades SPAD, que puede ser cuantificada en diversas condiciones ambientales como la intensidad luminosa, temperatura, densidad de población, fuente de nitrógeno, etc.

Peso de bulbo con hoja

Al momento de realizar el análisis de varianza para este parámetro, observamos que no existe, diferencia estadística significativa, sin embargo en el testigo se obtuvo un mayor peso en el fruto incluyendo las hojas, el cual supero en 13.04 % a los tratamientos con MAP y humus líquido, como se muestra en la figura 4.3,

esto probablemente se debió a que se presentaron incidencias de lluvias en el periodo que se desarrolló el experimento, provocando cierto grado de lixiviación en los tratamientos aplicados.

Cuadro 4.3 Análisis de varianza del peso del bulbo con hoja

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Trat	3	0.001	0.0004	0.32	4.07 NS
E. exp.	8	0.011	0.0014		
Total	11	0.012			
CV= 15.27%					

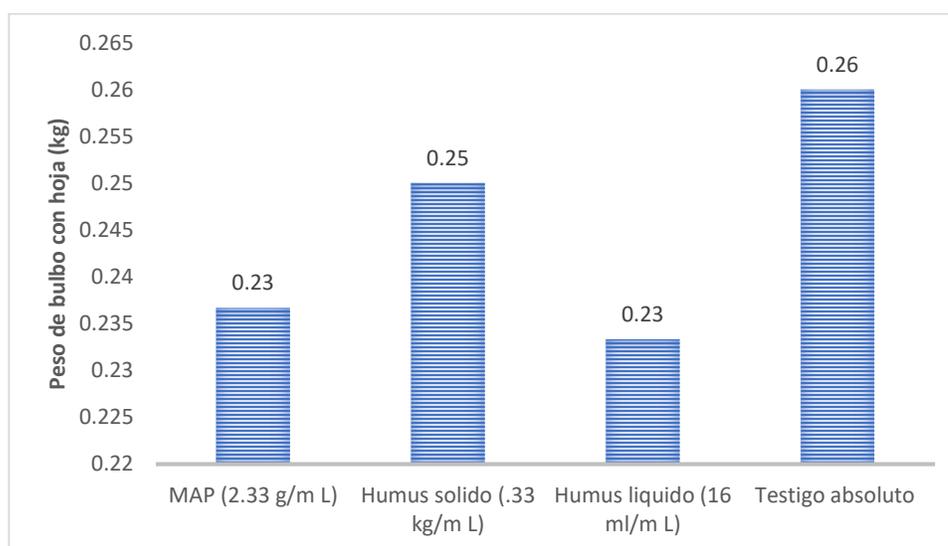


Figura 4.3 Rendimiento total del bulbo del betabel, peso con hoja

Hernández (1997) hace una comparación de un huerto familiar biointensivo con el tradicional en surcos, concluyendo que, el método biointensivo produce más rendimiento de calabacita por unidad de superficie por planta, dando frutos más pesados con una mayor longitud y diámetro, produce más lechuga por unidad de superficie y con mayor peso por planta.

Peso de bulbo sin hoja

Realizando el análisis de varianza para esta variable se observó que no hay diferencia significativa ya que F calculada es menor que F tabulada, para esta variable se encontró que el tratamiento que más sobresale, es el fertilizante orgánico (humus de lombriz líquido) con un 14.28 % y 6% por arriba del tratamiento químico y el testigo respectivamente, como lo muestra la figura 4.4.

Cuadro 4.4 Análisis de varianza del peso del bulbo sin hoja

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Trat	3	0.0008	0.00027	0.14	4.07 NS
E. exp.	8	0.0154	0.0019		
Total	11	0.0162			
CV= 29 %					

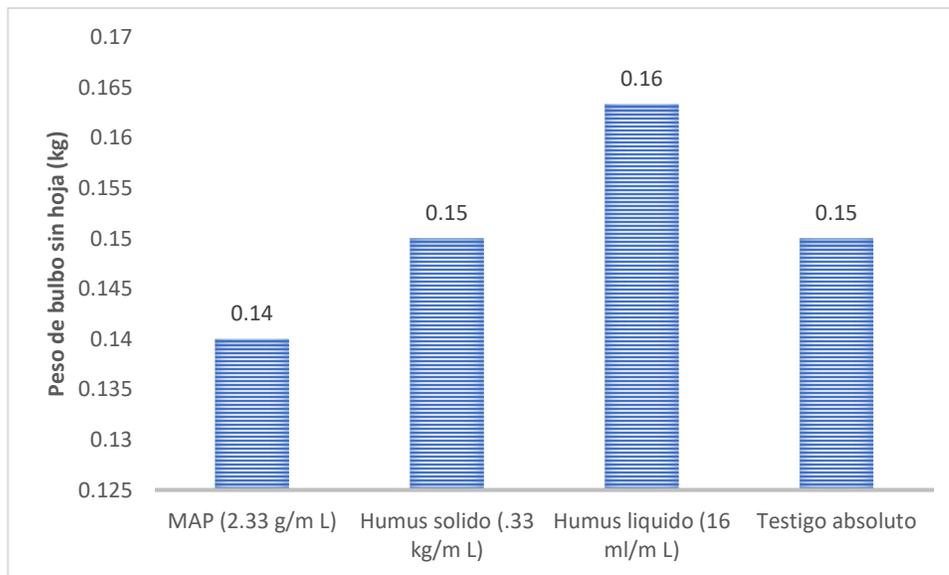


Figura 4.4 Rendimiento promedio del betabel peso del bulbo sin hojas

El peso de los betabeles referente a su raíz varía desde 42.3 gramos a unos 89.7 gramos, además, que el peso se relaciona directamente con la época de siembra, variedad y distanciamiento de siembra, esto según (Volosky, 1970).

Diámetro ecuatorial del bulbo

El promedio general para esta variable, el tratamiento que tuvo mejor respuesta fue el humus solido de lombriz, con un 10% por arriba, del químico (MAP) y 6.3 % por arriba del testigo, tal como lo muestra la figura 4.5.

Cuadro 4.5 Análisis de varianza del diámetro ecuatorial

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Trat	3	0.51	0.17	0.33	4.07 NS
E. exp.	8	4.19	0.52		
Total	11	4.71			
CV= 11.18 %					

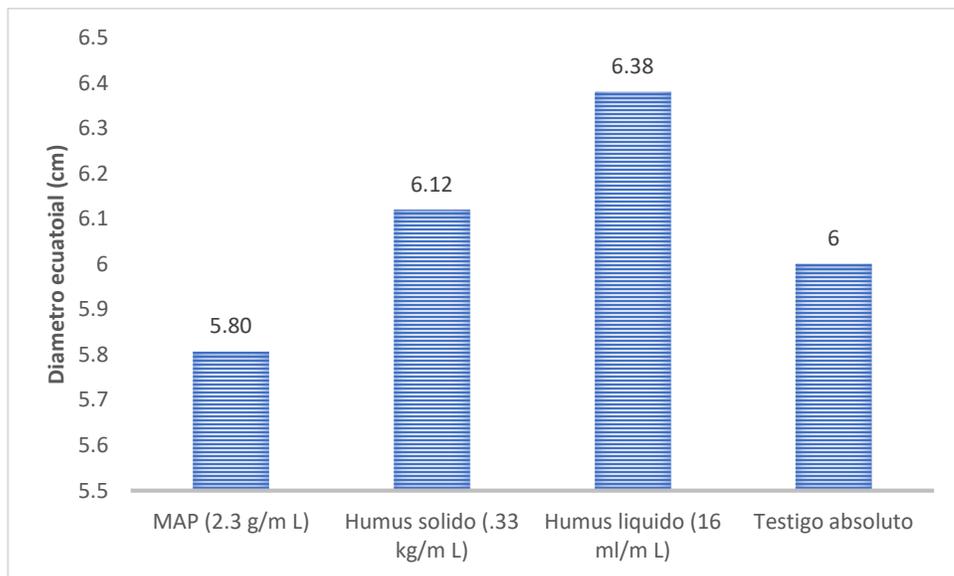


Figura 4.5 Diámetro ecuatorial del bulbo del betabel

Diámetro Polar del bulbo

Para esta variable no se encontró diferencia estadística significativa, sin embargo, con el tratamiento humus solido de lombriz se encontró una superioridad porcentual de 11.96 % en comparación con el fertilizante MAP y al testigo en 5.64 %, como lo muestra la figura 4.6.

Cuadro 4.6 Análisis de varianza del diámetro polar del bulbo de betabel

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Trat	3	0.80	0.26	0.36	3.20 NS
E. exp.	8	5.93	0.74		
Total	11	6.73			

CV= 13.54 %

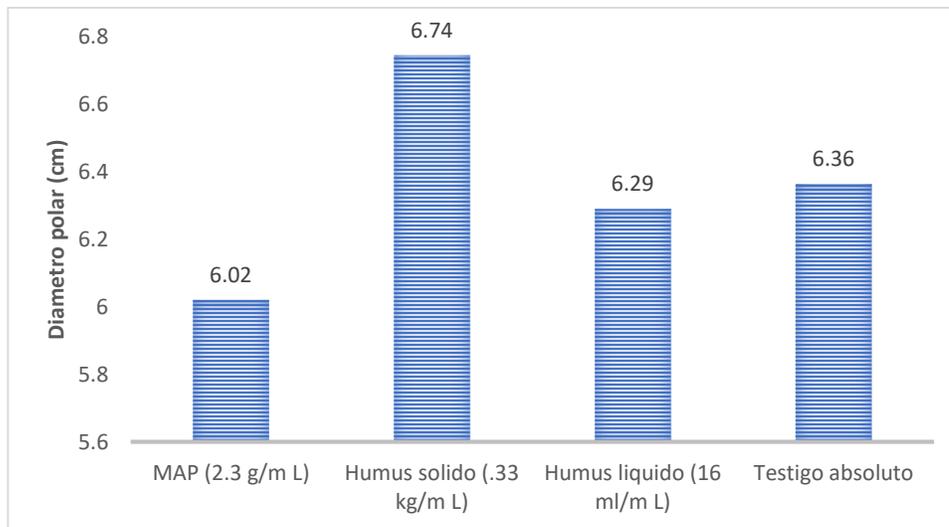


Figura 4.6 Diámetro polar del bulbo del betabel

Noriega y Cruz (2003), mencionan que la composta es un excelente mejorador de la estructura de suelos arcillosos y arenosos, permitiendo el mayor desarrollo de raíces y mejor aprovechamiento de la humedad. Ya que al aportar materia orgánica estabiliza el PH y la temperatura del suelo, además son abonos de bajo costo y permiten utilizar los restos de cosecha para incorporarlos al suelo en lugar de quemarlos.

CONCLUSIONES

Una vez recabada y analizada la información de los datos, podemos concluir lo siguiente:

1.- Debido a que no se encontró diferencia significativa estadísticamente hablando entre tratamientos, se llegó a la conclusión que podemos utilizar tanto abonos orgánicos como químicos, dándole un mayor realce a los orgánicos ya que no contaminan y no causan daño a la salud de las personas.

2.- A pesar de que se utilizaron dos tipos de fertilización orgánica, encontramos que el mejor resultado (numéricamente) se obtuvo en las variables peso y diámetro del bulbo, con el fertilizante orgánico humus de lombriz líquido.

3.- Al analizar se encontró que, en el peso del bulbo sin hojas, el testigo remonta en cuanto a esta variable, esto se debió a diferentes factores como el climatológico, ya que en el tiempo en que se desarrolló el experimento en campo hubo mucha incidencia de lluvia provocando que se lixiviaran los tratamientos.

4.- En conclusión, se acepta la hipótesis de que, el desarrollo de la planta de betabel y el rendimiento, responden de manera óptima a los fertilizantes orgánicos (sólidos y líquidos) en comparación con los químicos convencionales. Aunque no se obtuvo diferencia significativa estadística, numérica si la hay, concluyendo que por lo menos uno de los dos tratamientos orgánicos puede sustituir al tratamiento químico, siendo una alternativa para producir betabel.

RECOMENDACIONES

- Para este caso, se recomienda hacer nuevos experimentos en cuanto a diversas dosis de fertilización orgánica en el cultivo de betabel, con la finalidad de comparar el comportamiento en las variables estudiadas, tanto, con fertilización sólida y líquida.
- Hacer un análisis de suelo para saber si el área a sembrar es apta para el establecimiento del cultivo del betabel.

LITERATURA CITADA

- Alsina, G. L. 1972. Horticultura especial. Segunda Edición. Editorial SINTES, España.
- Asgrow, S. A. 2000. Reporte agronómico. Investigación de hortalizas al servicio técnico Asgrow Seed Company S.A. Kalamazoo, Michigan, USA. Pag.8.
- Cásseres, E. 1971. Producción de hortalizas. Editorial Herrero Hermanos, sucesores, S.A. México. Pág. 200-205.
- Ecoagricultor 2012. Tipos de abonos orgánicos para el huerto ecológico. Obtenida el 20 de febrero 2018, de <http://WWW.ecoagricultor.com/tipos-de-abonos-organicos>.
- Edmond, J. B. Senn T. L. y Andrews F. S. 1967. Principios de Horticultura. Tercera Edición. Compañía Editorial Continentales, México.
- Escalante, E. L. E., Linzaga E. C. y Escalante E. Y. I. calculo de fertilizantes para elaborar mezclas físicas. Revista Alternativa. 3(10):5-15.
- FAO, 2002. Los fertilizantes y su uso. Cuarta Edición. Roma. 77 pág.
- Finck, A. 1988. Fertilizantes y fertilización. Editorial Reverte. Barcelona. Pág. 115.
- Gomez, E. J. y Stechauner, R. 2012. Propiedades y características del humus líquido. Universidad de la Cauca, facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa d Ingeniería Agropecuaria. Popayán. 7 pág.
- Hartmann, H. T y Kester, D. E. 1987. Propagación de plantas, principios y prácticas. Editorial C.E.C.S.A. México.
- Hernández, M.A. 1997. Comparación del huerto familiar biointensivo con el tradicional en surcos. Tesis de licenciatura en horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Hiderman, J., A. Makino, Y. Kurita, T. Masa y K. Ojima. 1992. Changes in the levels of chlorophyll and light-harvesting chlorophyll a/b protein of PS II in senescence. *Plant Cell Physiol.* 53: 1209-1214.

INIFAP, 2007. Preparación de abonos orgánicos a partir de estiércol. Obtenida el 24 de abril 2018, de www.inifap.gob.mx/cirse/Documents/publigto/abono%20organico%20.pdf

INTAGRI, (n.d.). Los abonos orgánicos. Beneficios, tipos y contenidos nutrimentales. Obtenida el 20 de febrero 2018, de <https://WWW.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-Organicos-beneficios-tipos-y-contenido-nutrimentales>.

Jeavons, J. 2002. Cultivo Biointensivo de alimentos. 6ª Edición revisada. Ten Speed Press, Canadá. Pág. 104

Lawdaw, C.F. 1963. Apuntes de botánica sistemática, escuela de agricultura y ganadería, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, N.L. México.

Labrador, J., A. Guiberteau, L. López y J. L. Reyes. 1993. La materia orgánica en los sistemas agrícolas, manejo y utilización. Hojas divulgadoras N° 3. 44 pág.

Leñano, F. 1972. Como se cultivan las hortalizas de raíz, tubérculos y bulbos. Editorial Vecchi, S.A., España.

Maroto, B. J. V. 2002. Horticultura Herbácea Especial. 5ª edición. Ediciones Mundi-prensa. España. Pág. 52 y 68.

Noriega, A. Gerardo, Cruz, H. Sergio. 2003. Producción de abonos orgánicos y Lombricultura. Lecturas selectas. Universidad Autónoma Chapingo. México.

- Ortuño, N., J. Velasco y G. Aguirre. 2012. Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa var. Crespa*) en hidroponía. FUNDACION PROINPA. 20 Pág.
- Ramírez, O. R, Ramos P. M. A y Ricardo P. S. 2010. Mejoramiento de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris, L*) con el uso de alternativas de fertilización. Redalyc. Instituto de información científica y tecnológica. Holguin, Cuba. 16:(2):1-11.
- Salunkhe, D.K. y Kadam S.S. (2004). Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas, producción, composición, almacenamiento y procesado. Editorial. Acibia, S.A. Zaragoza España. Pág. 141.
- SAGARPA, (n.d). Ficha técnica núm. 6. Abonos orgánicos. Obtenida el 24 de julio 2017, de <http://www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>.
- Shaxson, F. 2000. Nuevos conceptos y enfoques para el manejo de suelos en los trópicos con énfasis en zonas de ladera. Boletín de suelos de la FAO. Roma. Nº. 75.
- SIAP, 2017. Cierre agrícola de los cultivos a nivel nacional. Obtenida el 24 de octubre 2018, de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Stewart, D. 1975. Semillas, USDA. Compañía, Editorial Continental, S.A., México.
- Trinidad, S. A. 1987. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie cuadernos de edafología 10. Centro de Edafología, colegio de posgraduados, Chapingo, México.
- Valadez, A. 1994. Producción de Hortalizas. Uthea, Noriega Editores D.F. México. Pág. 298.
- Yugsi, L. 2011. Elaboración y uso de abonos orgánicos. Módulos de capacitación para capacitadores. Módulo 1. Activa Diseño Editorial. Quito, Ecuador. 36 pág.

APÉNDICE

Promedio de parámetros agronómicos

Altura

Tratamiento	R1	R2	R3
Químico	24.91	26.9	23.94
Humus solido	26.98	25.5	27.71
Humus liquido	22.16	28.04	28.78
Testigo	21.51	28.03	25.84

Contenido clorofila

Tratamiento	R1	R2	R3
Químico	35.46	44.09	35.35
Humus solido	36.75	35.64	39.12
Humus líquido	38.84	41.51	39.71
Testigo	36.63	41.23	40.33

Peso del bulbo de betabel con hoja

Tratamiento	R1	R2	R3
Químico	0.22	0.3	0.19
Humus sólido	0.28	0.22	0.25
Humus líquido	0.21	0.26	0.23
Testigo	0.29	0.26	0.23

Peso del bulbo sin hoja

Tratamiento	R1	R2	R3
Químico	0.12	0.2	0.1
Humus solido	0.16	0.13	0.16
Humus liquido	0.11	0.16	0.22
Testigo	0.19	0.15	0.11

Diámetro ecuatorial del bulbo de betabel

Tratamiento	R1	R2	R3
Químico	5.88	6.54	5
Humus solido	6.37	5.77	6.22
Humus liquido	5.65	6.25	7.24
Testigo	5.11	6.04	6.85

Diámetro polar del bulbo de betabel

Tratamiento	R1	R2	R3
Químico	5.1	7.64	5.32
Humus solido	6.58	6.57	7.08
Humus liquido	5.66	6.12	7.09
Testigo	5.67	6.81	6.61

Formato para la integración de datos.

Planta	Altura	Clorofila	Peso	Diámetro
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Cronograma de actividades



Preparación del terreno



Siembra



Aplicación fertilizante orgánico (Humus de lombriz sólido).



Aplicación fertilizante químico (MAP)



Primer riego (riego rodado)



Aparición de las primeras plántulas



Primer aporque



Aplicación de fertilizante orgánico (humus de lombriz líquido).



Desahijado (quitar exceso de plantas).



Identificación de las plantas a evaluar



Segundo riego (rodado).



Segundo aporque.



Toma de datos de las variables a evaluar (altura y clorofila)



Cosecha



Peso del futo con y sin hojas



Toma del diámetro del fruto del betabel