

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE BETABEL (*Beta vulgaris L*):
EVALUACIÓN DE VARIEDADES Y EFECTO DE DOS
COMPOSTAS.

POR:

JUDITH GREGORIO MÉNDEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE BETABEL (*Beta vulgaris* L):
EVALUACIÓN DE VARIEDADES Y EFECTO DE DOS COMPOSTAS.

POR:

JUDITH GREGORIO MÉNDEZ

TESIS

Que se Somete a Consideración del Honorable Jurado Examinador como
Requisito Parcial para Obtener el Título de:

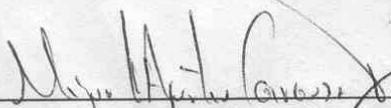
INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

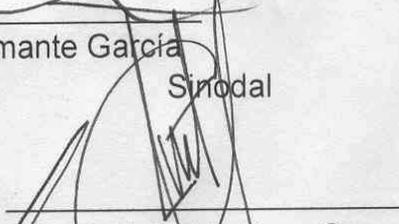
Aprobado por el Comité de Tesis:

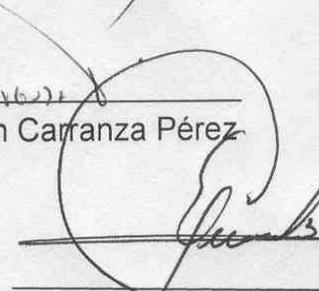
Presidente del Jurado

Dr. Marco Antonio Bustamante García
Sinodal

Sinodal


Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez


Dr. Andrés Martínez Cano


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

Gracias, primero a **Dios** por darme la vida y después el amor de esta, mi **familia** a quienes jamás encontraré la forma de agradecer el cariño, comprensión y apoyo brindado en los momentos buenos y malos de mi vida.

Te doy gracias Dios por dejarme vivir y guiarme por el buen camino de la vida.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por abrirme las puertas en dicha institución y haberme brindado la oportunidad de iniciar mi formación profesional.

Al **personal que colabora, en el Departamento de Botánica** por haberme transmitido sus conocimientos; en especial a la Biol. Sofía Comparan Sánchez, por brindarme su confianza y estar al pendiente durante mi estancia en la carrera.

Al **Dr. Marco Antonio Bustamante García**, por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, además del apoyo, confianza y tiempo en la elaboración del documento.

Al **Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez**, le agradezco por haberme transmitido sus conocimientos durante la carrera y también por su participación en la elaboración del trabajo de investigación y formar parte del jurado calificador.

Al **Dr. Andrés Martínez Cano**, por la participación en la revisión del trabajo de investigación y formar parte del jurado calificador.

A Las **Personas** que de uno u otro modo han colaborado de que esta Tesis sea una realidad, a la vez que han influido sobre mí, ayudándome a completar mi formación.

DEDICATORIAS

A **Dios** que me ha heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo "sus padres".

A mis padres:

Sr. Abel Gregorio Gómez

Sra. Adriana Méndez Chávez

A mis padres quienes sin limitar esfuerzo alguno sacrificaron gran parte de su vida para educarme; sabiendo que no existirá forma alguna de agradecer una vida de sacrificios, esfuerzos, confianza y amor, quiero que sientan que el objetivo alcanzado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlos fue su gran apoyo.

Porque gracias a su apoyo y consejos, he llegado a realizar una de mis grandes metas lo cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

A mi madre que es el ser más maravilloso de todo el mundo, gracias por el apoyo moral, tu cariño y comprensión que desde niña me has brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

A mi padre porque desde pequeña ha sido para mí un gran hombre maravilloso al que siempre he admirado, gracias por guiar mi vida con tus consejos, esto ha hecho que sea lo que soy.

A mis hermanos:

Rubén

Abel

Alba

Yanela Aidé

Froilán

Quienes la ilusión de su vida ha sido verme convertido en una mujer de provecho también por el cariño y apoyo moral que siempre he recibido de ustedes y con el cual he logrado culminar las metas que me propuse; gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mi sobrino:

Víctor Francisco

Por ser un angelito que dios nos mando, para dar luz y alegría a la casa y compartir sus travesuras durante su niñez.

A mis amigos

Siempre los recordare por los ratos de alegría y tristeza que tuvimos, por las experiencias compartidas durante nuestra estancia en la universidad hago mención de ellos: Abi, Angy, Gis, Yuli, Hortensia, Rosalino, Alex y Heriberto son las personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo incondicional.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
PALABRAS CLAVE	ix
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen e Historia	4
2.2 Clasificación taxonómica	4
2.3 Características botánicas y taxonómicas	5
2.3.1 Hoja	5
2.3.2 Raíz	5
2.3.3 Flor.....	6
2.3.4 Fruto y semilla.....	7
2.4 Propiedades nutritivas del betabel	7
2.5 Requerimientos de clima	8
2.5.1 Altitud	8
2.5.2 Latitud	8
2.5.3 Temperatura	8
2.5.4 Humedad	9
2.5.5 Luminosidad	9
2.5.6 Precipitación	9
2.6 Requerimientos de suelo y fertilización	10
2.6.1 PH.....	10
2.6.2 Sales	10
2.6.3 Textura	10
2.6.4 Fertilización.....	11
2.7 Épocas de siembra y/o cosecha de diferentes variedades	13
2.8 Densidad de siembra y población	14
2.9 Espaciamento	15
2.9.1 Profundidad de siembra.....	15
2.10 Prácticas al cultivo.....	15
2.10.1 Escarda.....	15
2.10.2 Aclareo	16
2.10.3 Aporque	16
2.11 Riegos	17
2.12 Plagas y enfermedades	18
2.13 Cosecha	18
2.14 Hectáreas y rendimiento.....	19

2.15 Variedades de betabel utilizadas en Estados Unidos con el método biointensivo	19
2.16 Producción orgánica	21
2.17 Composta	21
2.18 Composta comercial (OrganoDel)	22
2.19 Generalidades del estiércol	23
2.20 Trabajos anteriormente realizados	24
2.21 Composta vegetal.....	24
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Localización del sitio experimental	26
3.2 Características del área experimental	26
3.2.1 Climatología del lugar	26
3.2.2 Temperatura	26
3.2.3 Suelo	26
3.3 Evaluación de variedades	27
3.3.1 Material vegetativo	27
3.3.2 Establecimiento y manejo del cultivo	27
3.3.3 Parámetro evaluado.....	28
3.4 Efecto de dos compostas	28
3.4.1 Material vegetativo	28
3.4.2 Germinación en charolas	28
3.4.3 Preparación de las camas	28
3.4.4 Tipo de compostas	29
3.4.5 Aplicación e incorporación de los tratamientos	29
3.4.6 Descripción de Tratamientos	29
3.4.7 Diseño Experimental	29
3.4.8 Riego antes de la siembra	29
3.4.9 Trasplante	30
3.4.10 Riego	30
3.4.11 Control de malezas	30
3.4.12 Cosecha.....	30
3.4.13 Parámetros evaluados	31
IV.- RESULTADO Y DISCUSIÓN	32
4.1 Evaluación de variedades	32
4.2 Efecto de dos compostas	36
4.2.1 Diámetro de la raíz	36
4.2.2 Peso de la raíz.....	37
4.2.3 Peso de las hojas.....	38
4.2.4 Peso Raíz +Hojas	38
4.2.5 Rendimiento de la raíz y Raíz + Hojas	39
V.- CONCLUSIÓN	42
VI.- LITERATURA CITADA	43

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Concentración de los compuestos orgánicos y minerales en betabel.....	7
Cuadro 2. Cantidades de los principales nutrientes del suelo que extrae el betabel.....	13
Cuadro 3. Variedades y meses de siembra de betabel.....	13
Cuadro 4. Densidad y distancia de betabel en siembra directa	14
Cuadro 5. Plagas y enfermedades del cultivo de betabel	18
Cuadro 6. Tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo de investigación	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Peso promedio y rendimiento de las seis variedades de betabel...34	34
Tabla 2. Diámetro y peso promedio del betabel en respuesta a diferentes dosis de compostas	39
Tabla 3. Rendimiento del betabel en respuesta a diferentes dosis de compostas	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Apariencia de las variedades de betabel Forono y White Beet cultivadas orgánicamente.	32
Figura 2. Apariencia de las variedades de betabel Barabietola de Chioggia y Crimson Globe cultivadas orgánicamente.	33
Figura 3. Apariencia de las variedades de betabel Golden Beet y Mixed Heirloom cultivadas orgánicamente.	33
Figura 4. Rendimiento de las siete variedades de betabel.....	35
Figura 5. Efecto de dos compostas a diferente dosis sobre la producción de betabel bajo un sistema de producción orgánica biointensiva	41

Palabras Clave: Producción orgánica, Composta comercial, Composta vegetal, Betabel (*Beta vulgaris* L.)

I.- INTRODUCCIÓN

La incorporación de fertilizantes y abonos orgánicos a nivel mundial es una práctica que ha recuperado la importancia en los últimos años, desde el punto de vista económico y con fines de bioremediación de suelos agrícolas (Pansu *et al.*, 1998; Ruíz, 1996; Abdel *et al.*, 1994; Eklind *et al.*, 1998; Raviv *et al.*, 1998).

La utilización de productos orgánicos ha sido tradicionalmente común entre los agricultores de pequeñas extensiones de tierra, incorporando directamente abonos orgánicos de importancia; esto reforzado con la asociación, intercalación y rotación de cultivos con prácticas de labranza y siembra en contorno.

Los abonos orgánicos se presentan actualmente como una de las alternativas que mejora una gran cantidad de características del suelo como la fertilidad, la capacidad de almacenamiento de agua, la mineralización del nitrógeno, el fósforo y potasio, mantiene valores de pH óptimos para la agricultura, evita cambios extremos en la temperatura, fomenta la actividad microbiana y controla la erosión. Los efectos mencionados permiten mejorar los suelos agrícolas, incluyendo los suelos de zonas áridas y semiáridas, que en general presentan pobreza de fertilidad, materia orgánica, nutrientes, capacidad de retención de agua y pH alto (FAO, 1991; Trueba, 1996; Ruíz, 1996; Castellanos, 1982).

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 orientando a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes (Trinidad, 1987).

Cásseres (1981) señala que el betabel es una planta bianual, cultivada como anual, ya que se desarrollan las hojas y raíces durante el primer año y durante su segunda etapa, el tallo floral y la semilla; y está considerado como una hortaliza de raíz, aunque en realidad se trata de un "tallo engrosado bulboso", y constituye un órgano de almacenamiento, principalmente de azúcares y almidones.

Existe poca información en la literatura acerca de la producción orgánica del betabel, por lo que los objetivos de este trabajo fueron:

1.1 Objetivos

- Evaluar diferentes variedades de betabel en la producción orgánica.
- Evaluar dos compostas en la producción y rendimiento del cultivo de betabel.

1.2 Hipótesis

- Las diferentes variedades de betabel tendrán un rendimiento diferente
- El rendimiento del betabel será diferente en respuesta a las dos compostas y dosis utilizadas.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen e Historia

Vavilov (1951), menciona que esta hortaliza es originaria de Europa, principalmente del área del Mediterráneo donde los griegos aprovechaban las hojas como alimento. En 1558 fue reportada en Alemania, y en América (1806) se seleccionaba el hipocótilo para consumirlo cocido (Splittstoesser, 1984).

Se utilizaba en la época greco-romana, aunque como una hortaliza de hoja; como hortaliza de raíz se cultiva desde hace relativamente poco tiempo. Las primeras descripciones del uso de las raíces de esta especie como órgano de consumo hortícola aparecen a fines del siglo XVI. En Europa y, posteriormente, en América, se seleccionaron y mejoraron los tipos de raíces gruesas originales, hasta lograr formas de raíces aún más engrosadas y de diversas formas.

Hoy en día es una hortaliza muy apreciada, especialmente en los países anglosajones, habiéndose difundido en algún grado a casi todos los países templados.

2.2 Clasificación taxonómica.

Reino.....Plantae
División.....Magnoliophyta
Clase.....Magnoliopsida
Familia.....Chenopodiaceae
Genero.....*Beta*
Especie.....*vulgaris* L.
Autor.....Linneo

2.3 Características botánicas y taxonómicas

El betabel es una planta bianual que para florecer requiere vernalización. Tiene un sistema de raíces muy profundo y ramificado, reportándose que la raíz principal puede llegar a medir de 1.8 a 2.0 m, y lateralmente 60 cm (Guenko, 1983). El tallo floral puede alcanzar una altura de 1.0 a 1.20 m (Thompson y Kelly, 1959).

2.3.1 Hoja

Alternas, algo carnosas, las basales dispuestas en roseta, grandes (de hasta 20 cm de largo), pecioladas, a veces con el margen sinuado, las hojas superiores más chicas y casi sésiles, son de un color verde intenso, y los pecíolos, es decir los tallos de las hojas, son de color rojo o púrpura (Jones y Tooker, 1928)

2.3.2 Raíz

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 (Edmond, et al, 1967).

El Betabel posee una forma fusiforme globosa; mas o menos aplastado en los polos, con pulpa crujiente y carnosa (Mainardi, 1978).

Se dice que la parte comestible es una raíz, pero se ha comprobado que se trata de un hipocótilo ensanchado (cambium engrosado) (Yamaguchi, 1983); su color puede ser rojo o morado, debido al pigmento denominado betanina o betacianina, que es un compuesto que posee nitrógeno con propiedades semejantes a las antocianinas. Asimismo, hay algunos betabeles que contienen pigmento amarillo llamado betaxantina.

Guenko (1983) menciona que el bulbo se compone de anillos concéntricos claros (xilema) y oscuros (floema), y afirma que cuanto menos anillos claros (xilema) se tengan, mayor será la calidad.

El betabel y la remolacha proceden de la especie silvestre *Beta maritima L.*, llamada betabel marino (Yamaguchi, 1983; Guenko, 1983).

2.3.3 Flor

La inflorescencia está compuesta por una larga panícula; las flores son sésiles y hermafroditas, pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres. El cáliz es de color verdoso y está compuesto por cinco sépalos y cinco pétalos, y cubre las semillas formando un pequeño fruto.

Bailey (1963) menciona que las flores son perfectas, bracteadas, perianto en forma de urna, cinco lóbulos adheridos a la base de color verde amarillo, o al ovario empezando a endurecerse el fruto; cinco estambres sobre un succulento anillo o disco opuestas a los segmentos de perianto.

El ovario ínfero generalmente de una sola semilla con tres estigmas cortos unidos en su base.

Los periantos de un grupo de flores que nacen en una sola axila se funden formando un glomérulo multigérmico que cuando se pone a germinar produce un gran número de plántulas, elevando el costo del aclareo, una semilla con un solo germen o monogermico es la que se produce cuando hay flores individuales en las axilas, estas producen una sola planta por semilla (Poelhman, 1971).

La polinización es típicamente anemófila y lo normal es la polinización cruzada (Gill y Vear, 1965).

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).

2.3.4 Fruto y semilla

Stewart (1975) menciona que las flores se pegan en su base y crecen juntas durante la maduración para formar frutos aglomerados que generalmente comprenden tantas semillas como flores había en el glomérulo, los frutos secos y duros son las “semillas” del comercio y con frecuencia se le denominan glomérculos, lotes de semilla o semilla multigérmén.

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.

2.4 Propiedades nutritivas del betabel

Con base en 100 gr de parte comestible, en el cuadro 1 se proporciona la concentración de los siguientes compuestos orgánicos y minerales en betabel.

Cuadro 1. Concentración de los compuestos orgánicos y minerales en betabel

Agua-----	89.0%
Proteína-----	5.4 gr
Carbohidratos-----	6.3 gr
Ca-----	92.0 mg
P-----	146.0 mg
Fe-----	2.4 mg
Acido ascórbico-----	34.0 mg
Vitamina A-----	80 U.I. *

* Una Unidad Internacional (U. I.) de vitamina A es equivalente a 0.3 mg de vitamina A en alcohol.
Fuentes: Valadez, A. 1994.

Comparado con la acelga y la espinaca, el betabel contiene menor concentración de minerales y vitamina A; sin embargo, su contenido de proteína y carbohidratos es mucho más alto que el de aquellas dos plantas.

2.5 Requerimientos de clima

2.5.1 Altitud

Siendo el betabel una planta de clima frío, también puede explotarse en clima cálido, pero la calidad es menor.

En el boletín Informativo “Huertos Caseros” (1983) se reporta que la altitud donde hay un buen desarrollo del betabel es de 400 a 1500 msnm.

2.5.2 Latitud

Las condiciones apropiadas para su desarrollo se encuentran en los países europeos, comprendido entre los 45 y 47° de latitud Norte (Alsina, 1972)

2.5.3 Temperatura

La temperatura de germinación es de 10° a 30° C, y empieza a germinar a los 5° ó 6° C, siendo la óptima entre 20° y 25° C. La temperatura de desarrollo es de 16° a 21° C, presentando una mejor coloración y un buen contenido de azúcar (Thompson y Kelly, 1959).

A temperaturas de 4° a 10° C y transcurridos 15 días, presenta floración completa durante un mes (Yamaguchi, 1983; Guenko, 1983).

Esta hortaliza tolera heladas, pero a temperaturas altas (>25° C) se forman anillos concéntricos de color blanco en el hipocótilo (indeseable), lo que repercute en un menor contenido de azúcar.

Thompson y Kelly (1959) mencionan que un alto contenido de azúcar en la parte comestible con buen color no guarda relación alguna; sin embargo, cuando se presenta un color pobre con bajo contenido de azúcar si existe relación.

2.5.4 Humedad

El betabel requiere cierta humedad en el ambiente y en el suelo pero no en grado excesivo (Tiscornia, 1976).

Juscofresca (1976) reporta que respecto al clima, si bien vegeta en los templados secos y algo caluroso, se desarrolla mejor en los fríos, aunque sean húmedos y brumosos. La planta en sus principios es muy sensible al frío y la raíz es fácilmente afectada por las heladas, lo que obliga a tomar las precauciones pertinentes.

2.5.5 Luminosidad

La longitud del día determina la época en la cual la planta florece (Martin y Yaneull, 1975).

Los días largos en la segunda estación favorece la floración en el betabel (Boswel, 1974)

El betabel es una hortaliza de día largo, de más de 14 horas de luz por día (Van Haef, 1983).

2.5.6 Precipitación

En cuanto a los requerimientos de agua de este cultivo es de 500 a 600 mm 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 (García, 1981).

2.6 Requerimientos de suelo y fertilización

2.6.1 PH

El betabel es sensible a pH ácidos y se desarrolla mejor en suelos neutros y alcalinos, prefiriendo pH de 6.5-7.5, aunque algunas veces a pH mayores de 7.6 se puede presentar deficiencia de boro, lo mismo que clorosis debido a la deficiencia de Magnesio.

El betabel presenta el crecimiento óptimo a pH 6.5 aproximadamente y el pH por debajo del cual el betabel presenta un mal crecimiento es pH 5.5 (Paterson y Ede, 1970).

2.6.2 Sales

El sodio es un elemento que se encuentra en todas las plantas. Sin embargo, el papel que juega en el metabolismo de la planta no está todavía claro, en el caso del Betabel parece ser que este elemento aumenta la producción y el contenido de azúcar. También parece ser que reduce las pérdidas de agua y la marchitez de follaje en las épocas de sequía.

La sal común (cloruro de sodio) usado como fertilizante desde hace tiempo, es hoy en día raramente utilizada; el uso de este fertilizante en el caso del betabel ha originado aumento de la producción (Paterson y Ede, 1970).

El betabel está clasificado como una hortaliza altamente tolerante a la salinidad, alcanzando valores de 6400 a 7680 ppm (10 a 12 mmho) (Richards, 1954; Mass, 1984).

2.6.3 Textura

En cuanto a textura, se desarrolla mejor en suelos ligeros (arenosos), pues en suelos arcillosos se deforma la parte comestible.

El betabel se cultiva en diferentes clases de suelo, variando desde suelos orgánicos, arenosos y migajón arenoso, hasta suelos más pesados como migajón arcilloso.

Sin embargo, como regla general es difícil obtener una buena germinación en los suelos pesados o en aquellos que se apelmazan o se les forma costra después de un riego por aspersión o una lluvia, el desarrollo posterior del betabel también es frecuentemente pobre en suelos pesados que producen rendimientos muy buenos para otros cultivos.

Un suelo profundo, desmenuzable; es aun más conveniente para el betabel que para muchas otras hortalizas. Para cultivos tempranos es necesario un suelo ligero, arenoso, que se caliente temprano, en la primavera, para cultivos tardíos son buenos los suelos más pesados (Boswel, 1974).

2.6.4 Fertilización

La buena calidad del betabel depende de un crecimiento rápido y continuo, por el que el suelo debe ser naturalmente fértil o recibir aplicaciones de los elementos que le hacen falta. Cuando se usa estiércol, debe aplicarse al cultivo anterior, se recomiendan los cultivos de coberturas como abonos verdes.

Durante la primera fase de crecimiento, el nivel de nitrógeno debe ser adecuado para la colocación de un abono de suplemento, se recomiendan bandas de 5cm, al lado y un poco abajo, como en otras hortalizas (Cásseres, 1981).

Tiscornia (1976) menciona que un excesivo abonado con estiércol fresco causa una división de las raíces que impide obtener un buen producto, sobre todo si no ha sido gastado por el cultivo de otra hortaliza antes de su plantación; por tal motivo, deberá estercolarse lo menos tres meses antes de sembrar el betabel, además, si no se toma esta precaución los productos adquieren mal gusto.

Los abonos potásicos favorecen la formación de raíces tiernas y azucaradas, pero deben equilibrarse con abonos fosfóricos, que hacen los tejidos más sólidos y resistentes a las enfermedades, un exceso de estos últimos puede ser causa de la producción de raíces leñosas (Mainardi, 1978).

El betabel requiere de suelos muy fértiles, rico en humus, considerando sin embargo, que el estiércol facilitaría la mala formación de las raíces y de los ataques de enfermedades e insectos, conviene utilizar suelos abonados en otros cultivos anteriores con alta dosis de estiércol (Leñano, 1972).

En cuanto a la fertilización química, se requiere abundancia de abonos fosfóricos y potásicos, el nitrógeno se debe administrar con prudencia para favorecer el desarrollo vegetativo en particular mientras que la raíz, aunque aumenta de tamaño, resulta insípida y de matiz claro inaceptable (Alsina, 1972).

De acuerdo con la relación entre el rendimiento y la planta (parte comestible y follaje), se reporta que el betabel extrae del suelo las siguientes cantidades de los principales nutrientes (véase cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidades de los principales nutrientes del suelo que extrae el betabel

Parte de la planta	Rendimiento X (ton/ha)	Nutrientes (Kg/ha)			
		N	P	K	Ca
Raíz	22.4	73.92	8.9	89.6	7.84
Follaje	14.56	96.32	-----	60.48	107.52

Fuente: Valadez, A.1994.

En cuanto a fertilización, se recomiendan dos formulas generales, según el

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (hoy INIFAP):

80-40-0

120-60-0

Se sugiere fraccionar el nitrógeno en dos aplicaciones, pues se reporta que altas concentraciones de este elemento disminuyen la coloración del betabel (Valadez, A. 1994).

2.7 Épocas de siembra y/o cosecha de diferentes variedades

El betabel es un cultivo de invierno pero son diferentes las fechas de siembra, tomando en cuenta el lugar y la variedad (González, 1976).

En México puede explotarse el betabel durante todo el año, aunque cabe aclarar que en los meses cálidos disminuye la calidad (coloración) de esta hortaliza. En el cuadro 3 se presenta en forma general el cultivar específico para cierta época de siembra.

Cuadro 3. Variedades y meses de siembra de betabel

Cultivar	Meses
Early Wonder	Ago. - Sep.
Detroit Dark Red	Ago. - Sep.
King Red	Ago.
Royal Red	Ago. - Nov.
Red Pack	Abril. - Nov.

Fuente: Valadez, A. 1994.

La cosecha del betabel durante los meses del año se hará la primera siembra en los primeros días de septiembre para cosechar a fines de diciembre. Luego se hacen otras siembras en octubre para cosechar en enero y febrero; otras en noviembre para cosechar en marzo y abril, estas plantas son las que se conservan durante el invierno para el consumo y también para semilla (Guaro, 1974).

2.8 Densidad de siembra y población

Para el cultivo del betabel se utiliza principalmente siembra directa, aunque también se puede realizar el trasplante, este se efectúa cuando la plantita tiene de 3 a 4 hojas verdaderas. Cuando se aplica siembra directa, algunos productores utilizan el aclareo. Se pueden obtener poblaciones de betabel de 215 000 a 220 000 plantas/ha, como lo muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Densidad y distancia de betabel en siembra directa

Densidad de siembra (kg/ha)	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)
10	66 ó 77*	10
15	92 ó 100**	10

* Sencillo o una hilera

** Doble hilera

Fuente: Valadez, A. 1994

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 a 17.9, sembrándose a una profundidad de tres centímetros (Valadez, 1994).

2.9 Espaciamiento

Los surcos para el betabel se trazan con un espaciamiento de 45 a 90 cm entre sí. Las plantas se entresacan de manera que queden de 5 a 10 cm entre ellas; según el cultivar y el tamaño que se desea cosechar, también hay otros espaciamientos posibles, incluyendo los equidistantes en camas (Cásseres, 1981).

González, (1976) menciona que en Nuevo León el distanciamiento entre surcos se recomienda 75 cm doble hilera, en Yucatán, Bajío, Valle del Yaqui y Guaymas, el más usado es de 92 cm doble hilera y en la parte norte de Tamaulipas es de 90 cm a doble hilera, la distancia entre plantas que mejor resultado se ha obtenido es de 10 cm entre plantas.

2.9.1 Profundidad de siembra

La profundidad de la semilla va de 1.5 cm hasta 4 cm de terrenos dotados de escasa capacidad hídrica (Mainardi, 1978).

La semilla del betabel se siembra a una profundidad de 2.5 cm en suelos arenosos, casi dos centímetros en los suelos de migajón arenoso y a una profundidad no mayor de 1.5 cm en suelos más pesados. Es especialmente importante una profundidad de siembra uniforme y correcta (Gajón, 1956).

2.10 Prácticas al cultivo

2.10.1 Escarda

La escarda debe ser ligera; en suelos arcillosos se recomienda realizar de dos a tres de estas prácticas para mantener el suelo lo más suelto posible. Una vez realizada esta labor, se recomienda dejar pasar dos o tres días (Valadez, 1994.).

2.10.2 Aclareo

Cuando las plantas tengan ya la cuarta hoja será necesario aclararlas dejando una sola planta por cada lugar, para evitar obtener raíces suaves, deformadas y sarmentosas y que se envuelvan una con otra. A las plantas eliminadas se les podrá utilizar para cubrir algunas fallas. Será mejor si los aclareos se hacen en dos tiempos dejando primero dos plantas por lugar, eliminando la segunda cuando ya tengan ocho hojas (Fersine, 1974)

2.10.3 Aporque

El primer aporque se realiza después de aplicar la segunda fertilización a base de nitrógeno; se recomienda efectuar los aporques necesarios, ya que esta práctica es importante para mantener la parte comestible cubierta de tierra y evitar que se suberice por la luz y el aire (Valadez, 1994.)

El aporque consiste en arrimar tierra a las plantas y cubrir la raíz de las mismas debido a que por los aclareos esta se encontraba parcialmente salida y en algunos casos las plantas se hallaban caídas y se recubrieron las raíces que estaban al descubierto evitándose así el verdeo de las mismas, además conviene eliminar en forma manual todas las malas hiervas presentes durante el aporque (Garza, 1973).

2.11 Riegos

A nivel comercial se pueden aplicar de 5 a 7 riegos durante todo el ciclo agrícola, con intervalo promedio de 18 días. (Valadez, 1994).

La plantación se hace en terreno reseco, es indispensable regar con frecuencia para que se obtenga un desarrollo normal y en caso de que las lluvias no sean de la abundancia que se necesitan, será necesario regar por lo menos cada ocho días.

Cuando se siembra en lugares donde son frecuentes las lluvias o donde el terreno es por naturaleza húmedo, no será necesario el riego, solamente se procederá a las demás labores del cultivo (Gajón, 1956).

El cultivo del betabel soporta mal los periodos prolongados de sequia (ello aumenta la fibrosidad) y los riegos son muy convenientes (Guillén, 1980).

En el Boletín Informativo “Huertos Caseros” (1983) se señala que la mayoría de las hortalizas necesitan agua en abundancia para su germinación y desarrollo. Cuando no se suple la suficiente cantidad de agua se perjudica tanto el crecimiento de la planta, como también el rendimiento y la calidad.

La cantidad de agua (lamina de agua) que es necesaria suplir para un mejor desarrollo de las plantas es de media a una pulgada de agua por semana.

El cultivo del betabel, los riegos deben verificarse solamente en la época del crecimiento de la planta, pues cuanto deba desarrollarse la raíz solo deberá regarse en caso de extrema necesidad (Mainardi, 1978).

Los riegos tendrán inicios al momento de la siembra y se prolongará por periodos más o menos regulares según el proceso de las lluvias, la naturaleza de los terrenos y las diversas necesidades del cultivo hasta la maduración de los cultivos (Juscofresca, 1976).

2.12 Plagas y enfermedades

Las principales plagas y enfermedades del betabel se muestran en el cuadro 5, los productos para combatirlas, nombre comercial y dosis.

Cuadro 5. Plagas y enfermedades del cultivo de betabel

Plaga	Nombre Científico	Control (N. C.)*	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	Phosdrín	0.3
Gusano cortador	hyoscyami Panzer	Metasistox R-	0.5
	Trichiplusia ni Hubner	50	1.0
	Heliothis	Tamarón 600	0.3 kg
	armígera Hubner	Dipel	0.3
		Lannate 90%	
Enfermedad	Nombre Científico	Control (N. C.)*	Dosis (kg/ha)
Mancha de la hoja	Cercospora beticola Sacc.	Zineb 75W	1.0
		Sulfato de cobre Tribasico	1.0
Enfermedades fisiológicas			
Mancha negra interna		Bórax 4% al suelo	35 kg
Anillos blancos		Cultivares Resistentes	

* Nombre comercial del producto.

Fuente: Valadez, A. 1994.

El betabel presenta los mismos problemas que la acelga bajo las mismas circunstancias. En México se manifiesta mas el problema de anillos blancos en la raíz, pero esto se ha podido resolver utilizando Cultivares resistentes.

2.13 Cosecha

En lo referente a esta actividad , se utilizan dos indicadores de cosecha; uno que implica conocer el diámetro de la parte comestible, y otro es el tiempo en días, el cual depende del tipo de cultivar, ya que estos pueden ser precoces, intermedios o tardíos.

Diámetro. El betabel se cosecha cuando presenta un diámetro promedio de 8-10 cm.

Tiempo. 60-80 días para cultivares precoces. 80-100 días para cultivares intermedios. 100-110 días para cultivares tardíos.

2.14 Hectáreas y rendimiento

En México el principal productor de betabel es Guanajuato, con una superficie de 50 ha y un rendimiento de 15.0 ton/ha. Sin embargo, Puebla, Coahuila, Yucatán e, Hidalgo; son estados productores de betabel con rendimientos menores de esta hortaliza, ya que en México carece de importancia debido a la poca superficie explotada y a la escasa demanda de este cultivo (DGEA, 1982).

2.15 Variedades de betabel utilizadas en Estados Unidos con el método biointensivo

Crimson globe: una de las más antiguas y de las más favoritas. Muy popular y tiene buen periodo de almacenamiento. Sabor excelente y suave. Es buena para las ensaladas. La raíz es mediana de 7.5 cm de diámetro y de forma globosa o redonda.

Color morado intenso y con zonas moderadas Crece rápido para un temprano uso. De siembra tardía para ser cosechada en otoño o invierno.

Forono: tiene una forma cilíndrica única, de 15 – 20 cm de largo por 5 – 7.5 cm de diámetro, por lo que se puede pelar fácilmente y permite que las raíces crezcan más cerca una de otra. De piel lisa, color rojo intenso y sin zonas. Es una de las mejores variedades para cultivo.

Su calidad, germinación, virtudes inherentes y sobre todo su sabor, son superiores. Se debe comer cuando esta tierna y chica. No se puede almacenar por largo periodo. Se hace áspera si se deja crecer a un tamaño grande. Es buena para rebanarla, para congelar y para enlatarla.

Barabietola de chioggia: se cultiva desde antes del año 1840. Betabel que parece dulce con franjas. Se cosecha en 50 – 55 días. Es una variedad “Heirloom” desarrollada en Italia. Única por su belleza y por ser completamente útil.

Tiene un sabor espectacularmente dulce y sabroso, con pulpa blanca y anillos concéntricos rosas. Se puede comer cruda, cocido o encurtida, la piel es rosa claro, las hojas son muy preciadas ya que se pueden comer crudas o cocidas, como un remplazo a las espinacas de verano.

Bulls Blood: las hojas se cosechan a los 35 días y las raíces a los 55 días. Es una variedad muy antigua, conocida por su dulzura, por sus hermosas y distintas hojas de color rojo, morado fuerte y por su extraordinario sabor. Las hojas son un buen sustituto del chicorio en las ensaladas.

En zonas templadas muestra su color durante todo el año. La raíz tiene un color rojo intenso y un sabor dulce y de gran calidad.

Golden Beet: las raíces son redondas y de rápido crecimiento, de color naranja que se hacen de color amarillo oro al ser cocinadas. El color no mancha y mantiene un sabor dulce aun cuando se dejan crecer mucho. Las hojas jóvenes se utilizan como si fueran espinacas. Es muy resistente a la floración precoz y se puede almacenar bien. Es excelente en encurtidos.

White Beet: su nombre científico es *Albina veredona* (las otras variedades son *Beta vulgaris*). Se cosecha a los 55 días.

Las raíces son grandes y de forma globosa, con un color blanco es pulpa y piel. La raíz tiene un diámetro de 10 cm y una forma de espátula. Las hojas son de color verde manzano, muy suculentas, crujientes y suaves para las ensaladas. Esta variedad es extra dulce y muy deliciosa al llegar a la madurez. Es la variedad tradicional para utilizarla como remolacha azucarera.

Mixed Beets: es una mezcla de las variedades arriba mencionadas y de otras que existen en el mercado.

2.16 Producción orgánica

La agricultura orgánica representa un valor agregado para mantener sano el suelo y obtener productos libres de sustancias tóxicas (Trápaga y Torres, 1994) convirtiéndose en una alternativa atractiva por 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 (Roe, 1998), que puede incrementar los rendimientos en la producción.

2.17 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 plataformas, 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 nutrimentos de un suelo, su salud se fortalece y 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).

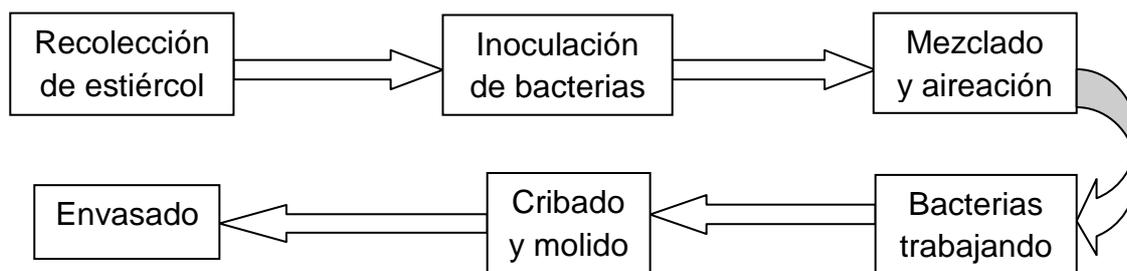
2.18 Composta comercial (OrganoDel)

Es un fertilizante y mejorador orgánico, resultado de la inoculación de estiércol con Aerobac-FG, producto con un alto contenido de bacterias aeróbicas termofílicas que descomponen el material convirtiéndolo en humus y nutrientes asimilables para los cultivos.

Para tener suelos fértiles, vivos y hacerlos productivos es necesario vitalizarlos con OrganoDel que Provee Materia orgánica inoculada con bacterias, rica en energía (humus) que contiene nitrógeno, fosforo y potasio en forma disponible y que hace accesibles el Calcio, Magnesio y Azufre, necesario para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Durante el proceso de elaboración de OrganoDel dentro de la pila de estiércol se alcanzan temperaturas de hasta 75°C, con lo cual se garantiza un producto final libre de plagas, enfermedades y malas hierbas.

Proceso de elaboración de OrganoDel



Fuente: OrganoDel, AGROformuladora Delta, S.A.DE C.V.

2.19 Generalidades del estiércol

Fabián (1967) menciona que el estiércol no solamente es un a portador de principios químicos útiles, sino que también mejora la estructura del suelo, inocula una abundante flora bacteriana y contiene otros principios biológicos que activan el suelo.

Castellanos (1984) reporta que el abono orgánico en realidad es un aspecto muy amplio y se debe analizar de acuerdo al tipo de suelo y cultivo, características del estiércol, disponibilidad del recurso y objetivo del productor. Los suelos de textura pesada y con problemas de permeabilidad requieren de dosis iniciales altas del orden de las 100 ton/ha, para lograr cambios en la velocidad de infiltración del agua. En suelos con buena estabilidad estructural la aplicación no necesariamente implica un incremento en el rendimiento del cultivo, salvo por su incremento en la fertilidad lo cual también se puede conseguir con los fertilizantes químicos. En estos se sugiere aplicar dosis no mayores de 30 ton/ha/año de estiércol bovino.

Gros (1976) Bonciarelli (1979) afirman que el estiércol, debe utilizarse en dosis importantes y consideran que un estercolado medio supone una aplicación de 30 ton/ha, aunque cuando se pretenda mejorar las propiedades físicas del suelo, señalan, deberá aplicarse dosis aun mayores, del orden de las 40-50 ton/ha.

2.20 Trabajos anteriormente realizados

Molina (1980) trabajando con compost y estiércol bovino en el cultivo de la sandía, reporta que la aplicación de 30 ton/ha de estiércol bovino, resulta económicamente redituable, además existe diferencial entre los dos tipos de abonos orgánicos, resultando que al abonar con estiércol se obtiene más altos rendimientos.

Arias (1986) trabajando con diferentes dosis y fechas de aplicación de estiércol bovino en el cultivo de la papa, encontró que 15 ton/ha de estiércol es la dosis donde obtuvo el máximo rendimiento y 87 días antes de la siembra como fecha optima de aplicación del estiércol.

2.21 Composta vegetal

Los abonos orgánicos en la actualidad tienen una gran importancia debido a un alto precio en los fertilizantes químicos, requiriendo la atención en el aprovechamiento de las materias orgánicas y abonos verdes (Núñez, 1978).

Los residuos de las plantas constituyen el material primario para la materia orgánica del suelo, proporcionándole a este, energía y carbono para los microorganismos.

Los abonos orgánicos se componen, en su mayoría, de residuos vegetales y animales o despojos, contienen todas las sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas. Son, por lo tanto, en cierto sentido abonos “universales”, aunque la proporción de las sustancias nutritivas en ellos no sea siempre la óptima (Zúñiga, 2002).

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.

El método biointensivo con la incorporación de composta se mejora la estructura del suelo, además de retener la humedad y limitar la erosión entre otros. Este método con la siembra cercana permite un aprovechamiento intensivo del espacio, reduce la evaporación e inhibe la proliferación de insectos y malas hierbas.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Entrenamiento sobre Agricultura Orgánica Biointensiva “Antonio Narro”, del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, cuyas coordenadas geográficas son: Latitud 25° 22' 41" N, Longitud 101° 00' 00" W, y una Altitud de 1743 msnm.

3.2 Características del área experimental

3.2.1 Climatología del lugar

El clima es de tipo Bwhw (x') (e) seco, semicalido, con invierno fresco extremo y templado, con lluvias principalmente en verano.

3.2.2 Temperatura

La temperatura media anual es de 19.8 °C con una oscilación de 10.4°C. Los meses más cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37°C; durante diciembre y enero se registran temperaturas más bajas de hasta 10°C bajo cero.

3.2.3 Suelo

Son suelos con pH elevado, con un bajo contenido de materia orgánico.

3.3 Evaluación de variedades

En este experimento se busco evaluar 7 variedades de betabel, las cuales son comúnmente producidas en la agricultura orgánica Bointensiva, en los Estados Unidos y en otros países, pero que en México son poco conocidas, por lo que al contarse con algunas semillas de estas se decidió probarlas en un experimento inicial.

3.3.1 Material vegetativo

Semillas de siete variedades que a continuación se mencionan:

Forono

White Beet

Barabietola de Chioggia

Bul's Blood

Golden Beet

Crimson Globe

Mixed Heirloom

3.3.2 Establecimiento y manejo del cultivo

El 30 de septiembre de 2007, mediante siembra directa se establecieron siete variedades de betabel en 1m² cada una, excepto Crimson Globe y Golden Beet con 0.5m². Las camas fueron fertilizadas con 30 ton/ha de estiércol bovino antes de la siembra.

Después de la emergencia de las plántulas estas se aclarearon para dejar una sola plántula por punto, a 10 cm de distancia.

El deshierbe se hizo manualmente y el riego se aplico cada semana utilizando una manguera con aspersora.

3.3.3 Parámetro evaluado

La cosecha se realizó el 8 de febrero de 2008, pesando las raíces junto con su follaje, para determinar el rendimiento, utilizando una bascula de reloj.

3.4 Efecto de dos compostas

En este segundo experimento se busco evaluar el tipo de composta y la dosis optima, para la producción orgánica del betabel, utilizando en este caso una variedad comercial comúnmente utilizada en México.

3.4.1 Material vegetativo

Early wonder

3.4.2 Germinación en charolas

Se usaron charolas de nieve seca de 200 cavidades, cuyo sustrato fue la mezcla de “peat moss” con perlita. Para la siembra, la semilla se cubrió de acuerdo al tamaño de la misma, se utilizó un criterio básico que es “dos veces el tamaño de la semilla”; se deposito una semilla por cada cavidad en el contenedor, los riegos se efectuaron cada tercer día.

Las charolas se mantuvieron bajo condiciones de invernadero para la germinación y crecimiento de la planta.

3.4.3 Preparación de las camas

La preparación de las camas se realizo de forma manual utilizando herramientas agrícolas. Primero se removió el terreno para romper posibles capas duras que se encuentran en el terreno y exponer al sol algunas plagas habitadas en el suelo. Posteriormente se delimito la superficie de las camas con dimensiones de 1 metro de ancho por 4 metros de largo.

3.4.4 Tipo de compostas

Las dos compostas que se utilizaron, fue Composta Comercial (OrganoDel) que está hecha a base de estiércol bovino, y que la proporciono el Dr. Marco Antonio Bustamante; y la otra fue Composta Vegetal que está hecha a base de desechos orgánicos de los cultivos del mismo huerto, el cual requiere de dos volteos y tarda en descomponerse entre 4 a 6 meses.

3.4.5 Aplicación e incorporación de los tratamientos.

Una vez que se tuvo el terreno preparado, se incorporo la composta Comercial y la Composta Vegetal, en seguida se nivelaron las camas con la finalidad de lograr una distribución uniforme del agua; una vez teniendo listas las camas se identificaron por tratamiento y por dosis.

3.4.6 Descripción de Tratamientos

Cuadro 6. Tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo de investigación.

Tratamientos	Dosis Ton/Ha
Testigo	0
Composta comercial	37.5
	75
Composta vegetal	37.5
	75

3.4.7 Diseño Experimental.

El diseño experimental que se utilizo fue el diseño completamente al azar con cuatro repeticiones (camas de 1 m²).

3.4.8 Riego antes de la siembra

Finalizando la incorporación de los tratamientos, se aplico un riego ligero a las camas con la finalidad de humedecer el suelo, se dejo reposar por un lapso de 24 horas; de esta forma las plantas no se estresan al pasarlas del semillero al campo.

3.4.9 Trasplante

Este se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura de 10 cm, el 2 de septiembre del 2008, a una distancia en las camas de 10 centímetro entre las plantas, en un diseño de tresbolillo. En seguida se aplico un riego ligero para que las plantas no se marchiten y tengan un mejor desarrollo de raíces y no afecte el cambio al campo.

3.4.10 Riego

El riego se realizo de forma manual, utilizando una manguera de jardín con aspersora aplicando riegos ligeros pero frecuentes, evitando el exceso de humedad y así impedir el ataque de patógenos que nos puedan causar algún daño al cultivo.

3.4.11 Control de malezas

Las malezas se controlaron manualmente, no se aplico herbicidas ya que estos contaminan el medio ambiente, ya que se trata de obtener un cultivo orgánico libre de químicos. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron deshierbes, esto con el fin de que el betabel tuviera un mejor desarrollo.

3.4.12 Cosecha

La cosecha se realizo de forma manual. El 15 de diciembre del 2008. De cada una de las camas se recogían todas las plantas sin excepción alguna. Las plantas cosechadas se amontonaron en el lugar donde se cosecharon, teniendo en cuenta una cama por tratamientos y repetición, posteriormente se recogieron para tomar los datos necesarios para el trabajo de investigación.

3.4.13 Parámetros evaluados

Para estudiar el comportamiento de los tratamientos aplicados al cultivo se evaluaron los siguientes parámetros.

- **Peso Raíz más Hojas:** Para realizar la evaluación de esta variable, se pesó el betabel entero, en una báscula de reloj.
- **Peso de la raíz:** Para realizar la evaluación de esta variable se eliminaron las hojas y quedo nada mas la raíz, pesando estas en una báscula de reloj.
- **Peso de las Hojas:** Después de haber pesado la raíz del betabel se procedió a pesar las hojas
- **Diámetro de la Raíz:** Esta variable se evaluó midiendo el diámetro del betabel con una regla.
- **Rendimiento de Raíz y Hojas:** Este dato se calculo en ton/ha

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de variedades

La germinación fue buena, excepto en la variedad Bull's Blood, la cual no germinó en lo absoluto, por lo anterior no se reportan resultados de esta variedad.

En las figuras 1, 2 y 3 se puede apreciar el desarrollo que tuvieron las otras 6 variedades al momento de la cosecha.



Figura 1. Apariencia de las variedades de betabel Forono y White Beet cultivadas orgánicamente.



Figura 2. Apariencia de las variedades de betabel Barabietola de Chioggia y Crimson Globe cultivadas orgánicamente.



Figura 3. Apariencia de las variedades de betabel Golden Beet y Mixed Heirloom cultivadas orgánicamente.

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos con las 6 variedades de betabel.

Si consideramos que el rendimiento promedio nacional del betabel es: raíz 22.4 Ton/Ha+Follaje 14.5 Ton/Ha = 36.9 Ton/Ha, entonces las variedades White Beet de 63.6 Ton/Ha y Barabietola de Chioggia de 50.3 Ton/Ha superaron ampliamente al rendimiento promedio nacional.

La variedad Forono a pesar que tiene un alto número (28) plantas el rendimiento fue de 28.8 Ton/ha, y la variedad Mixed Heirloom, con menor número de (3) plantas obtuvo un rendimiento de 34.7; puede ser que las plántulas tuvieron menos competencia y se desarrollaron mejor.

La variedad Golden Beet y Crimson Globe están por debajo del rendimiento nacional, lo estuvieron por el reducido número de plantas y en menor área de .5 m, donde se cosechó.

Tabla 1. Peso promedio y rendimiento de las seis variedades de betabel

Variedad	No. de plantas por variedad	Peso por planta (gr)	Peso total Raíz +follaje (Kg)	Rendimiento Raíz +follaje Ton/Ha
Forono	28	103	2.884	28.8
White Beet	40	159	6.360	63.6
Barabietola de Chioggia	34	148	5.032	50.3
Bul's Blood	--	--	--	--
Golden Beet	10	106	1.060	10.6
Crimson Globe	3	227	0.681	6.8
Mixed Heirloom	9	385	3.465	34.7

Estos resultados en el cultivo de betabel utilizando como abono el estiércol bovino a una dosis de 30 Ton/Ha, donde la variedad White Beet tuvo un rendimiento de 63.6 Ton/Ha, son comparables a los obtenidos por Molina (1980), Quien trabajando con compost y estiércol bovino en el cultivo de la

sandia, reporta que la aplicación de 30 ton/ha de estiércol bovino, resulta económicamente redituable, además existe diferencial entre los dos tipos de abonos orgánicos, resultando que al abonar con estiércol se obtiene más altos rendimientos.

Como puede observarse en la figura 4, la variedad White Beet produjo el mayor rendimiento a diferencia de Bul's Blood que no germino; se considera que hubiera sido necesario hacer una prueba de germinación para ver la viabilidad de cada variedad.

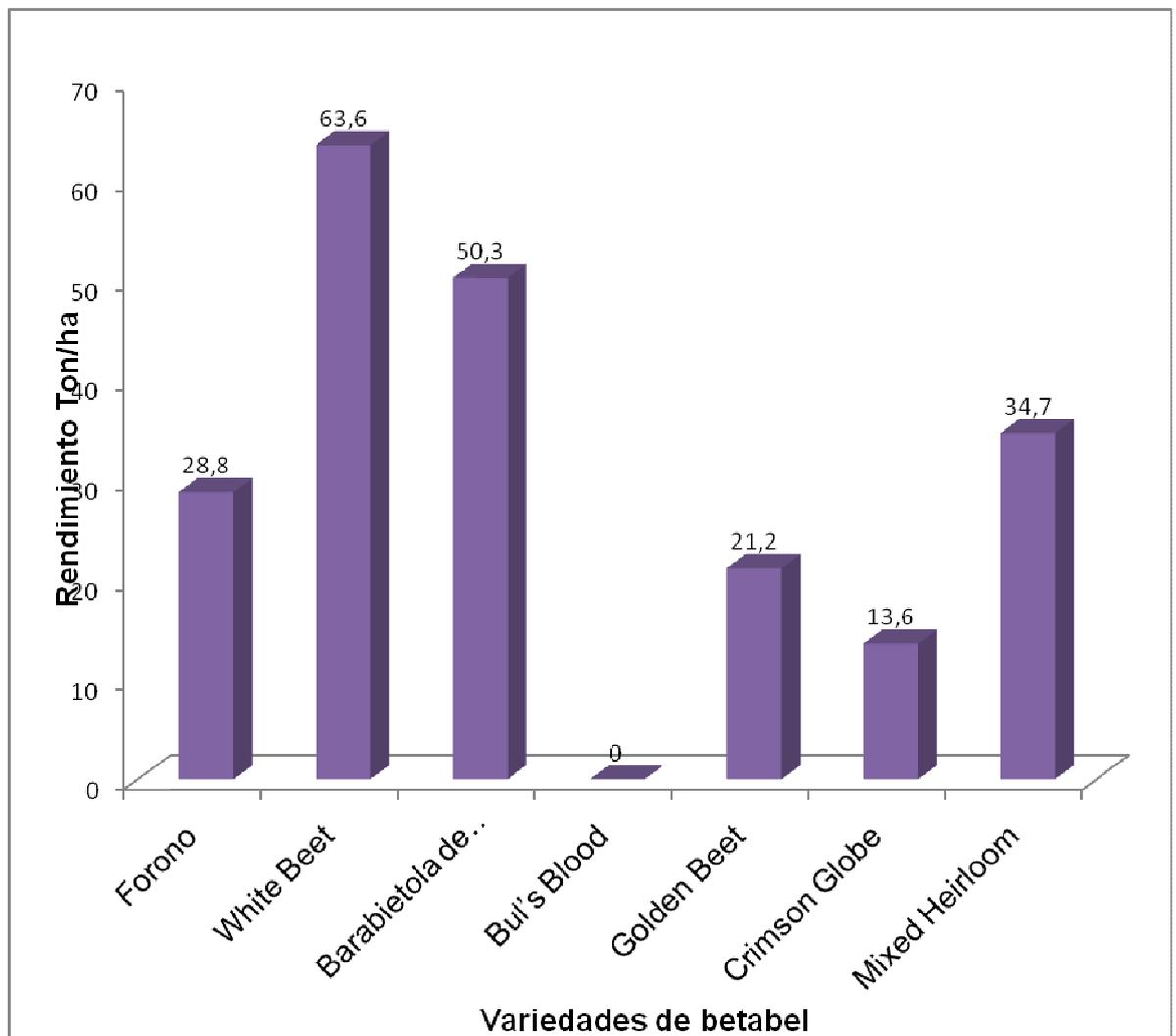


Figura 4. Rendimiento de las siete variedades de betabel.

4.2 Efecto de dos compostas

4.2.1 Diámetro de la raíz

El efecto de los tratamientos en el diámetro y peso en el cultivo de betabel se puede observar en la tabla 2.

El crecimiento de la raíz fue diferente en cada uno de los tratamientos; debido a las diferencias físicas y nutricionales que aporta cada sustrato utilizado.

Se realizó la prueba de dms al 0.01 en donde la composta comercial a una dosis de 37.5 ton/ha alcanzó un diámetro de raíz de 3.6 cm, la cual es estadísticamente diferente al testigo, aunque igual que los demás tratamientos; en contraste con la composta vegetal que en ambas dosis tuvo un diámetro de 3.5 cm, ambos tratamientos fueron superiores al testigo que obtuvo un diámetro de raíz de 2.9 cm.

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. Al aportar materia orgánica estabiliza el PH y la temperatura del suelo, además de disminuir el problema de ensalitramiento provocado por el riego; además son abonos de bajo costo y permite utilizar los restos de cosecha para incorporarlos al suelo en vez de quemarlos.

4.2.2 Peso de la raíz

Como puede observarse en la tabla 2, el tratamiento donde se obtuvo el mayor peso de la raíz de 43.7 gr fue la composta comercial a una dosis de 37.5, Ton/Ha seguido por el tratamiento composta vegetal a una dosis de 75 Ton/Ha, obteniendo un peso de 42.9 gr; ambos tratamientos superan al testigo que obtuvo un peso de 25.7 gr.

En este caso la prueba de dms al 0.01, nos indica que tanto la composta Comercial a 37.5 Ton/Ha, como la composta vegetal a 75 Ton/Ha, son estadísticamente diferentes al testigo.

Una posible explicación a la disminución de peso con la más alta dosis de composta comercial, es que se tenía una capa muy gruesa y al estar aplicando riegos muy ligeros, el agua no penetraba igual que en la dosis más baja, lo cual influyó en el desarrollo de la raíz del betabel; mientras que con la composta vegetal a mayor dosis aumenta el peso de la raíz ya que esta composta se humedece más fácilmente que la composta Comercial y aquí si penetra mejor la humedad, favoreciendo el peso de la raíz. Esto concuerda con lo reportado por Bustamante (2009) donde él encuentra que la producción de nopal se reduce al aplicarle mayor dosis de composta Comercial, debido a la menor penetración del agua en el suelo.

Para fines comerciales este tratamiento de composta comercial a una dosis de 37.5 Ton/Ha es el más adecuado ya que nos produjo buen diámetro y peso de raíz; también la composta vegetal a una dosis de 75 Ton/ha, ya que es más barata.

4.2.3 Peso de las hojas

Como se muestra en la tabla 2, los dos tratamientos donde se utilizó una misma dosis de 75 Ton/ha, se obtuvo diferente peso en la hoja; teniendo en la composta vegetal un peso de 103 gr, y en la composta comercial un peso de 99.8 gr, superando estadísticamente el peso de la hoja del testigo.

Esto se atribuye de acuerdo a Zúñiga (2002) que los residuos vegetales y animales o despojos, contienen todas las sustancias, especialmente nitrógeno necesario para el desarrollo de las plantas. Son, por lo tanto, en cierto sentido abonos “universales”, aunque la proporción de las sustancias nutritivas en ellos no sea siempre la óptima.

Fabián (1967) menciona que el estiércol no solamente es un aportador de principios químicos útiles, sino que también mejora la estructura del suelo, inocula una abundante flora bacteriana y contiene otros principios biológicos que activan el crecimiento de la planta; Sin embargo, nuestros datos muestran que la composta hecha exclusivamente con desechos vegetales nos puede dar igual o mejores resultados.

4.2.4 Peso Raíz +Hojas

De acuerdo a los resultados obtenidos (ver tabla 2) para los dos tratamientos donde se utilizó la misma dosis de 75 Ton/ha, se obtuvo diferente peso total del betabel; teniendo en la composta vegetal un peso de 146.8 gr, y en la composta comercial un peso de 141.5 gr, superando estadísticamente el peso total del testigo que obtuvo un peso promedio de 88.7 gr.

El mejor tratamiento fue la composta vegetal a una dosis de 75 Ton/ha que obtuvo el mayor peso por planta.

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.

El método biointensivo con la incorporación de composta vegetal mejora la estructura del suelo, además de retener la humedad y limitar la erosión entre otros.

Este método con la siembra cercana permite un aprovechamiento intensivo del espacio, reduce la evaporación e inhibe la proliferación de insectos y malas hierbas.

Tabla 2. Diámetro y peso promedio del betabel en respuesta a diferentes dosis de compostas

Tratamientos	Dosis	Peso gr/m ²			
		Diámetro cm		Variables	
		Raíz	Raíz	Hojas	Raíz +Hojas
Testigo	0	2.9 b	25.7 b	63.0 b*	88.7 b
	37.5	3.6 a	43.7 a	89.6 ab	133.3 ab
Composta comercial	75	3.4 ab	41.7 ab	99.8 a	141.5 a
	37.5	3.5 ab	37.2 ab	76.7 ab	113.8 ab
Composta vegetal	75	3.5 ab	42.9 a	103.9 a	146.8 a

* Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (DMS 0.01)

4.2.5 Rendimiento de la raíz y Raíz + Hojas

Como puede observarse en la tabla 3, la producción de betabel en un huerto Biointensivo orgánico fue generalmente mayor en el tratamiento con 75 Ton/Ha de composta vegetal, lo cual se reflejó al final para tener un rendimiento total de raíz de 2.637Kg/m² que convirtiéndolo a toneladas por hectárea nos da 26.4 ton/ha, seguido por el tratamiento 37.5 Ton/Ha de composta comercial, donde se obtuvo un rendimiento de raíz de 2.500 Kg/m² que en toneladas por hectárea es de 25, ambos muy superiores al testigo.

Si se considera que el rendimiento nacional de la raíz es de 22.4 Ton/ha, entonces la variedad Early Wonder supero en 4 Ton/Ha al rendimiento promedio nacional con la utilización de la composta vegetal a una dosis de 75 ton/ha.

Jeavons (2002), menciona que el rendimiento previsible de la raíz en ton/ha según el método biointensivo para principiantes es de 25 ton/ha, utilizando la composta vegetal y con experiencia es de 50 ton/ha y experto de 122 ton/ha; entonces la composta vegetal a una dosis de 75 Ton/Ha produjo rendimientos similares a los obtenidos por principiantes.

Tabla 3. Rendimiento del betabel en respuesta a diferentes dosis de compostas

Tratamientos	Dosis	Rendimiento Kg/m ²		Rendimiento Ton/Ha	
		Raíz	Raíz + Hojas	Raíz	Raíz + Hojas
Testigo	0	1.450	5.025	14.5	50.3
Composta comercial	37.5	2.500	7.612	25	76.1
	75	2.400	8.162	24	81.6
Composta vegetal	37.5	2.300	7.050	23	70.5
	75	2.637	9.050	26.4	90.5

Como se muestra en la tabla 3 y en la figura 5, la composta vegetal a una dosis de 75 ton/ha da un rendimiento de Raíz + Hojas de 90.5 ton/ha, siguiendo la composta comercial a la misma dosis, con un rendimiento de 81.6 ton/ha, superando ampliamente al testigo que tuvo un rendimiento de 50.3 ton/ha, ambas compostas superando al promedio nacional, que es de 37 Ton/Ha.

Es claro que el tratamiento que más nos conviene es el de 75 Ton/Ha con la composta vegetal ya que nos dio los mejores rendimientos.

Al comparar la variedad Early Wonder con las otras variedades evaluadas en el otro experimento, encontramos que con esta se obtuvo mayor rendimiento, recordando que esta fue establecida por trasplante, por lo que las otras variedades pudieron dar mejores resultados si hubieran sido establecidas por transplante.

Considerando los datos obtenidos en la prueba, se considera que, para fines de auto consumo y de venta a pequeña escala, se recomienda utilizar un bulto de 30 kg de composta vegetal por cama de 4m², para cosechar en un periodo de tres meses 36.200 kg de betabel.

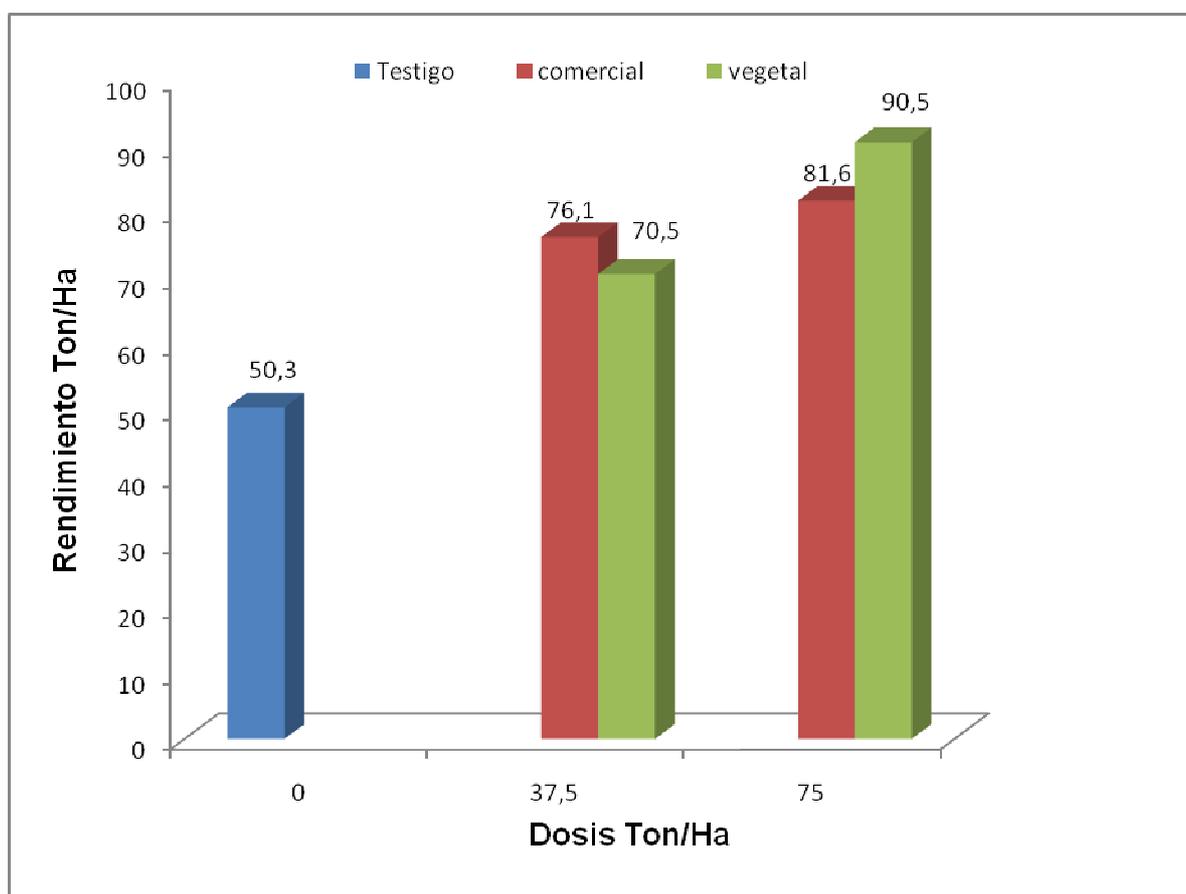


Figura 5. Efecto de dos compostas a diferente dosis sobre la producción de betabel bajo un sistema de producción orgánica biointensiva.

V.- CONCLUSIÓN

Es importante evaluar las 7 variedades estudiadas en el primer experimento, bajo un sistema de establecimiento por transplante, sin embargo, los resultados obtenidos con siembra directa nos indican que las seis variedades tienen potencial para ser cultivadas orgánicamente, especialmente bajo un sistema de producción biointensivo.

La variedad Early Wonder puede ser cultivada orgánicamente utilizando 75 Ton/Ha de composta vegetal, ya que con esta se obtienen los mejores rendimientos de raíz y de Raíz + Hojas, comparados con los obtenidos con una Composta Comercial.

Considerando que la composta vegetal es más barata, porque se puede obtener mediante los desechos del huerto.

VI.- LITERATURA CITADA

- Abdel Magid H.M, Sabrah E.A.R., El Nadi A.R.H, Abdel-Aal SI, Rabie R.K, 1994. Kinetics of biodegradation bates of chicken manure and municipal refuse In a Sandy soil. J.Arid. Environments 28: 163-171.
- Alsina, G. L. 1972. Horticultura Especial. Segunda Edición. Editorial SINTES, España.
- Arias, D.F.I. 1986. Efectos de diferentes dosis y fechas de aplicación de estiércol de bovino sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*, L.). Tesis licenciatura; UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Bailey, L. H. 1963. The Stardard Encyclopedia of Horticulture. Volumen 1. Impresión No. 20, U.S.A.
- Boswel, V. R. 1974. Growing Table Beets, Lea Flet No. 360, USDA, Washington, D.C., U.S.A.
- Bountiful Garaens. 2003 Catalog. Ecology Action. Willits, CA.
- Bustamante, M.A., A.J. Bustamante y C. De Jesús Adán. 2009. Producción Orgánica de Nopal Verdura con diferentes dosis de Composta. XXXIV Congreso Nacional de la Ciencia Del Suelo. Memoria de Resumen. P.165.
- Cásseres, E. 1981. Producción de Hortalizas. Tercera Edición, Primera Impresión, Editorial IICA, San José, Costa Rica.
- Castellanos, R.J.Z.1982.Estudios sobre la producción y caracterización de los estiércoles en la Comarca Lagunera, México. Memorias del primer Ciclo internacional de conferencias. I.A.T.E.M. A.C. Torreón, Coahuila, México.
- Castellanos, R.J.Z.1984. El Estiércol para uso agrícola en la región Lagunera. Folleto Técnico No. 1 CIAN – CAELALA – INIA – SARH. Matamoros, Coahuila, México.
- DGEA, 1982. Anuario Estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Dirección General de Estudios Agrícolas. SARH. México.
- Edmond, J. B. Senn T. L. y Andrews F. S. 1967. Principios de Horticultura. Tercera Edición. Compañía Editorial Continental, México.
- Eklind Y, Salomonsson L, Wivstad M, Rämert B, 1998. Use of Herbage Compost as Horticultural Substrate and Source of plants Nutrients. Biol. Agricult. Horticul. 16: 269-290.

- Fabián, L. 1967. La patata. Editorial Aedos, Barcelona, España.
- FAO. 1991. Manejo del suelo producción y uso de composte en ambientes tropicales. Boletín de suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 178 pp.
- Fersine, A. 1974. Horticultura Práctica. Tercera Edición, Editorial Vacchi, S.A., España.
- Gajón, S. C. 1956. Horticultura Práctica. Primera Edición. Editorial Diana, España.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 2ª. Edición. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 pp.
- Garza de, D. M. 1973. Prueba de Adaptación y Rendimiento de Siete Variedades de Betabel (*Beta vulgaris* L.) en la región de General Escobedo, N. L., UANL, México.
- Gill, N. T. y Vear K. C. 1965. Botánica Agrícola. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- González, T. M. 1976. Efecto de Cinco Fechas de Siembra en el Rendimiento y Calidad de Dos Variedades de Betabel (*Beta vulgaris* L.) en la Región de General Escobedo, N. L., UANL, México.
- Guaro, E. 1974. Horticultura Práctica, Editorial Albatros, Argentina.
- Guillén, R. 1980. Plantas Hortícolas, Editorial Floraprint, S.A. Valencia, España.
- Guenko, G. 1983. Fundamento de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y educación. La Habana, Cuba.
- 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.
- Huertos Caseros, 1983. Boletín Informativo No. 3. CENTA, El Salvador, Centroamérica.
- Jones, H.A. and Tooker, J. 1928. Truck Crop Plants. First Edition. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York, U.S.A. pp. 37-61.
- Jeavons, J. 2002. Cultivo Biointensivo de Alimentos. 6ª Edición Revisada. Ten Speed Press, Canadá. P. 104.
- Juscofresca, B. 1976. Cultivos de Huertas, Verduras, Ensaladas, Plantas y Raíces. Editorial Serrohina, Barcelona, España.
- Leñano, F. 1972. Como se Cultivan las Hortalizas de Raíz, Tubérculos y Bulbos. Editorial Vecchi, S.A., España.

- Mainardi, F. F. 1978. Hortalizas de Bulbo, Raíz y Tubérculo. Editorial de Vecchi, S.A. Barcelona, España.
- Martin, J. H. y Yanuelli, W. P. 1975. Semillas, USDA. Compañía Editorial Continental, S.A., México.
- Maas, E.V. 1984. Crop Tolerance. En; California Agriculture Vol. 38(10):20-21.
- Molina, S.,E.G. 1980. Efectos comparativos entre dos fuentes diferentes de materia orgánica (compost vs estiércol) y determinación del mejor nivel de aplicación con estiércol seco de bovino en el cultivo de la sandía (*Citrullus vulgaris*). *Apodaca, N.L Tesis profesional. I.T.E.S.M.*
- Noriega, A. Gerardo, Cruz,H. Sergio. 2003. Producción de Abonos Orgánicos y Lombricultura. Lecturas selectas. Universidad Autónoma Chapingo. México
- Núñez, E. R. 1978. Notas del curso de fertilidad de suelos. Colegio de posgraduados. Chapingmaso, México.
- Pansu M, Sallih Z, Bottner P, 1998. Modelling of soil nitrogen forms after organic amendments under controlled conditions. *Soil Biol. Biochem.* 30: 19-29.
- Patterson, J. B. y Ede R. E. 1970. Suelos y Abonados en Horticultura. Manuales de Técnica Agropecuaria. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Poehlman, J. M. 1971. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Editorial Limusa-Wiley, Segunda Impresión, México.
- Raviv M, Zaidman B.Z, Kapulnik Y, 1998. The use of compost as a peat substitute for organic vegetable transplant production. *Compost Sci.and Utilization* 6: 46-52.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.Hand book No.60.V.S.D.A U.S.A.
- Roe, E.N.1998. Compost utilization for vegetable and fruit crops. *Hort. Sci.* 33: 934-937.
- Ruiz, F.J.F, 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánica. En Zapata Altamirano, Calderón Arozqueta (Eds). *Memorias Primer Foro Nacional sobre la Agricultura Orgánica* 149 pp
- Splittstoesser, W.E. 1984. *Vegetables Grownig Handbook. Second Edition.* AVI. Publishing Co. USA. Pp. 163-165.
- Stewart, D. 1975. Semillas, USDA. Compañía Editorial Continental, S.A., México.

- Thompson, H. C. and Kelly, W. C. 1959. Vegetable Crops. Fifth Edition. McGraw-Hill Book Co. New York, U.S.A.
- Tiscornia, J. R. 1976. Cultivo de Hortalizas Terrestres, Bulbos, Raíces. Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.
- Trápaga Y, Torres F, 1994. El mercado internacional de la agricultura orgánica. UNAM, IIES, Fac. Economía, DGPADA, JP. 221 pp.
- Trinidad Santos, A. 1987. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie Cuadernos de Edafología 10. Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Méx.
- Trueba CS, 1996. Fertilizantes orgánicos y compostas. En memorias Agricultura Orgánica: Una Opción Sustentable para el Agro Mexicano. UACH. Texcoco, México. 163 pp.
- Van Haef, J. N. 1983. Horticultura, Editorial Trillas, México.
- Vavilov, N. I. 1951. The Origin, Variation, Inmunity and Breeding of Cultivated Plants. New York. Roland Press. U.S.A.
- Valadez, A. 1994. Producción de Hortalizas. Uthea, Noriega Editores D.F. México. 298 p.
- Yamaguchi, Mas. 1983. World Vegetables. Principles, Production and Nutritive Values. AVI Publishing Co., Inc. Westport, Connecticut. U.S.A.
- Zúñiga, C.R.2002. Evaluación del estiércol bovino y caprino en el rendimiento del cultivo de betabel (*Beta vulgaris L.*). Tesis licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.