

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**Evaluación del Estiércol Bovino y Caprino en el
Rendimiento del Cultivo de Betabel
(*Beta vulgaris L.*)**

POR:

ROBERTO ZÚÑIGA CARMONA

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**Buenvista, Saltillo, Coahuila; México
Diciembre de 2002**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE SUELOS

**Evaluación del Estiércol Bovino y Caprino en el
Rendimiento del Cultivo de Betabel (*Beta vulgaris* L.)**

**POR:
ROBERTO ZÚÑIGA CARMONA**

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

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por:

Presidente del Jurado

Asesor

Dr. Edmundo Peña Cervantes

M.C. Luis Miguel Lasso Mendoza

Asesor Suplente

Asesor

Ing. Antonio Ilizaliturri Verástegui

Ing. Manuel Ángel Burciaga Vera

M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila; México
Diciembre de 2002

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a Dios el señor todo poderoso por darme la confianza para cumplir mis metas propuestas.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por su sabiduría y conocimientos adquiridos durante mi estancia en sus instalaciones.

Al Departamento de Suelos por permitirme formar como profesionista.

A mis asesores del presente trabajo de investigación:

Al **Dr. Edmundo Peña Cervantes**, por haber sido el Asesor principal en este trabajo.

Al **M.C. Luis Miguel Lasso Mendoza**, por su ayuda y sugerencia en la realización del anteproyecto de tesis.

Al **Ing. Manuel Angel Burciaga Vera**, por su colaboración en el trabajo de campo y sugerencia en la toma de datos de la presente tesis.

Al **Ing. Antonio Ilizaliturri Verástegui**, por su apoyo como asesor suplente para este trabajo.

A las diferentes laboratoristas del Departamento de Suelos y de Ciencias Básica por su ayuda y su apoyo con los materiales de laboratorio.

A todas aquellas personas que directa ó indirectamente ayudaron en el presente trabajo, Héctor Zavala, Mario, Ing. Víctor Manuel Villanueva, Ing. Sandra Miriam de León García.

Un profundo agradecimiento con quienes he sabido convivir durante la estancia en la Universidad, me refiero a la Familia "Burciaga García" quienes han sido mis mejores amigos.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, quienes con mucho respeto han sabido formarme como persona:

A mis padres:

**Rosa Carmona Pacheco
Santa Cruz Zúñiga Casiano**

A mis hermanos:

**Flor Azucena
Norberta
Brenda
Enrique, y
Osbaldo**

A mi cuñado, Prof. Agripino Cortés Lorenzo y a mi sobrina Cecilia Edith Cortés Zúñiga.

A mi abuelita materna, Eulofia Pacheco Ignacio, por su cariño y sus consejos que me han servido a lo largo de mi vida.

A mi abuelito paterno, Melesio Zúñiga Grande, por su confianza y valor a lo largo de estos años.

A todas aquellas personas que han contribuido en la formación de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos.	ii
Dedicatoria.	iii
Índice de Contenido.	iv
Índice de Cuadros.	vii
Índice de Figuras.	viii
INTRODUCCIÓN.	1
Objetivos.	4
Hipótesis.	4
REVISIÓN DE LITERATURA.	5
Generalidades del Estiércol.	5
Definición del Estiércol.	5
Composición del Estiércol.	6
Uso y Manejo del Estiércol.	7
Cantidades que se Aplican.	8
Épocas de Aplicación.	9
Trabajos Anteriormente Realizados.	10
Características Morfológicas del Betabel.	12
Generalidades.	12
Raíz.	12
Tallo.	13
Hojas.	13
Flor.	13
Fruto.	14
Semilla.	14
Requerimientos Climáticos.	16
Altitud.	16
Latitud.	16
Temperatura.	16
Humedad.	17
Luminosidad.	17
Precipitación.	17
Requerimientos del Suelo.	18
pH.	18
Textura.	18
Sales.	19

Condiciones del Cultivo.	20
Preparación del Terreno.	20
Época de Siembra.	21
Densidad de Siembra.	22
Espaciamiento.	22
Profundidad de Siembra.	23
Aclareo.	23
Aporque.	24
Fertilización.	24
Riegos.	26
MATERIALES Y MÉTODOS.	28
Localización del Sitio Experimental.	28
Caracterización del Sitio Experimental.	28
Clima.	28
Suelo.	31
Agua de Riego.	32
Orígenes de los Estiércoles.	33
Descripción de los Tratamientos.	33
Diseño Experimental.	34
Tamaño de la Unidad Experimental.	34
Labores Culturales.	36
Preparación del Terreno.	36
Aplicación e Incorporación de los Tratamientos.	36
Riegos antes de la Siembra.	37
Fertilización.	37
Siembra.	37
Riegos.	38
Control de Malezas.	38
Control de Plagas.	39
Aclareo.	39
Aporque.	40
Cosecha.	40
Toma de Muestra del Suelo.	40
Análisis de las Propiedades Físicas y Químicas.	41
Lecturas de las Plantas.	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	42
Propiedades Físicas.	42
Densidad Aparente.	42
Densidad de Sólidos.	45
Espacio Poroso.	48

Humedad del Suelo a Capacidad de Campo.	51
Humedad del Suelo a Punto de Marchitez Permanente.	54
Humedad Disponible.	58
Propiedades Químicas.	61
Reacción del Suelo (pH)	61
Conductividad Eléctrica (Sales)	65
Materia Orgánica.	69
Nitrógeno Total.	73
Lecturas de las Plantas.	77
Altura de Plantas.	77
Diámetro de Raíces.	82
Producción de Materia Seca.	84
Rendimiento del Cultivo.	86
CONCLUSIONES.	90
RESUMEN.	93
BIBLIOGRAFÍA.	96
APÉNDICE.	101

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Análisis Físico y Químico del suelo antes de aplicar los tratamientos a una profundidad de 15 cm del suelo.	31
Cuadro No. 2. Análisis del agua de riego de la UAAAN que se utilizó en el desarrollo de la presente investigación.	32
Cuadro No. 3. Análisis de los estiércoles utilizados en el presente trabajo de investigación.	33
Cuadro No. 4. Descripción de los tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo de investigación.	34
Cuadro No. 5. Descripción de Números de Parcelas y sus Claves.	36
Cuadro No. 6. Densidad aparente del suelo obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	43
Cuadro No. 7. Densidad de sólidos del suelo obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	46
Cuadro No. 8. Espacio poroso del suelo obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	49
Cuadro No. 9. Humedad del suelo a capacidad de campo obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	52
Cuadro No. 10. Humedad del suelo a punto de marchitez permanente obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	56
Cuadro No. 11. Humedad disponible del suelo obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	59
Cuadro No. 12. Reacción del suelo (pH) obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	63
Cuadro No. 13. Conductividad Eléctrica del suelo obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	67
Cuadro No. 14. Materia orgánica del suelo obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	71
Cuadro No. 15. Nitrógeno total del suelo obtenido con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	75
Cuadro No. 16. Altura de plantas obtenidas con la incorporación del estiércol bovino.	80
Cuadro No. 17. Altura de plantas obtenidas con la incorporación del estiércol caprino.	80
Cuadro No. 18. Diámetro de raíces de las plantas obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	83
Cuadro No. 19. Materia seca de las plantas obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	85
Cuadro No. 20. Rendimiento del cultivo obtenido con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.	86
Cuadro No. 21. Análisis de Varianza para el Estiércol Bovino.	87
Cuadro No. 22. Clasificación de los tratamientos de estiércol Bovino de acuerdo a la Diferencia Mínima Significativa.	88
Cuadro No. 23. Análisis de Varianza para el Estiércol Caprino.	88
Cuadro No. 24. Clasificación de los tratamientos de estiércol Caprino de acuerdo a la Diferencia Mínima Significativa.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1. Localización del sitio experimental.	29
Figura No. 2. Comportamiento de la temperatura durante el desarrollo del cultivo de Betabel.	30
Figura No. 3. Comportamiento de la Lluvia total durante el desarrollo del cultivo de Betabel.	30
Figura No. 4. Comportamiento de la densidad aparente del suelo al aplicar estiércol Bovino.	44
Figura No. 5. Comportamiento de la densidad aparente del suelo al aplicar estiércol Caprino.	44
Figura No. 6. Comportamiento de la densidad de sólidos del suelo al aplicar estiércol Bovino.	47
Figura No. 7. Comportamiento de la densidad de sólidos del suelo al aplicar estiércol Caprino.	47
Figura No. 8. Comportamiento del espacio poroso del suelo al aplicar estiércol Bovino.	50
Figura No. 9. Comportamiento del espacio poroso del suelo al aplicar estiércol Caprino.	50
Figura No. 10. Comportamiento de la humedad del suelo a capacidad de campo al aplicar estiércol Bovino.	53
Figura No. 11. Comportamiento de la humedad del suelo a capacidad de campo al aplicar estiércol Caprino.	53
Figura No. 12. Comportamiento de la humedad del suelo a punto de marchitez permanente al aplicar estiércol Bovino.	57
Figura No. 13. Comportamiento de la humedad del suelo a punto de marchitez permanente al aplicar estiércol Caprino.	57
Figura No. 14. Comportamiento de la humedad disponible del suelo al aplicar estiércol Bovino.	60
Figura No. 15. Comportamiento de la humedad disponible del suelo al aplicar estiércol Caprino.	60

Figura No. 16. Comportamiento del pH del suelo al aplicar estiércol Bovino.	64
Figura No. 17. Comportamiento del pH del suelo al aplicar estiércol Caprino.	64
Figura No. 18. Comportamiento de la conductividad eléctrica del suelo al aplicar estiércol Bovino.	68
Figura No. 19. Comportamiento de la conductividad eléctrica del suelo al aplicar estiércol Caprino.	68
Figura No. 20. Comportamiento de la materia orgánica del suelo al aplicar estiércol Bovino.	72
Figura No. 21. Comportamiento de la materia orgánica del suelo al aplicar estiércol Caprino.	72
Figura No. 22. Comportamiento del nitrógeno total del suelo al aplicar estiércol Bovino.	76
Figura No. 23. Comportamiento del nitrógeno total del suelo al aplicar estiércol Caprino.	76
Figura No. 24. Altura de plantas al momento de la cosecha.	81
Figura No. 25. Comportamiento de la raíz tuberculosa del Betabel con la aplicación de los estiércoles Bovino y Caprino.	83
Figura No. 26. Comportamiento de la producción de materia seca con la aplicación de los estiércoles Bovino y Caprino.	85
Figura No. 27. Rendimiento del cultivo de Betabel con la aplicación de los estiércoles Bovino y Caprino.	87

INTRODUCCIÓN

El uso de los abonos orgánicos en los terrenos cultivados se remonta a los inicios de la Agricultura. La utilización de los fertilizantes minerales se inició hace aproximadamente 150 años; antes de esa fecha, el estiércol y los abonos orgánicos eran prácticamente las únicas fuentes externas de nutrimentos para los cultivos.

El incremento en la producción y consumo de fertilizantes químicos bajo una agricultura intensiva, disminuyó la atención hacia los abonos orgánicos en el periodo de 1940 a 1970, pero en la actualidad vuelven a cobrar importancia debido a la escasez de combustibles originándose un alto precio en los fertilizantes químicos, exigiéndose una atención concentrada en el aprovechamiento de las materias orgánicas y abonos verdes, para poder satisfacer las necesidades de combustibles y fertilizantes (Núñez, 1978).

Los residuos de las plantas constituyen el material primario para la materia orgánica del suelo, proporcionándole a éste, energía y carbono para los microorganismos. Estos al descomponerla contribuyen a la formación del humus y de los subproductos de descomposición, factores esenciales de la existencia de una buena estructura compuesta de agregados estables. Los compuestos más asimilables son los que se aparecen en primer lugar, mientras que los más resistentes se mantienen durante periodos largos. Una gran parte de los residuos que se encuentran en el suelo se hallan en forma muy dividida; este material tan dividido, junto con la colonia microbiana se conoce con el nombre de humus.

En la actualidad vuelven a cobrar gran importancia los estudios con abonos orgánicos, debido a las razones siguientes:

1. Aun en épocas de máxima producción de abonos químicos, las cantidades mundiales consumidas de nitrógeno y fósforo en abonos orgánicos ha superado a las consumidas en abonos químicos.
2. Los problemas de contaminación ambiental, derivados de las plantas productoras de fertilizantes, así como del uso excesivo de abonos, químicos y/u orgánicos, hacen más importante la necesidad de determinar las dosis óptimas económicas de nutrimentos procedentes tanto de fuentes orgánicas como químicas.
3. La mayoría de los abonos orgánicos (estiércoles, compostas) se producen necesariamente en toda la explotación agrícola. Es, por lo tanto, necesario emplearlos para que rindan lo mejor posible.
4. Como se dá el caso de que los abonos orgánicos se componen, en su mayoría, de residuos vegetales y animales ó 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.
5. El nitrógeno que contienen los abonos orgánicos en mayor ó menor proporción, es una fuente lenta pero continúa de materias nutritivas. Es por tanto, idóneo para mantener y favorecer la “fuerza intrínseca” del suelo que es una parte muy esencial de la fertilidad del suelo.
6. Aunque las materia nutritivas contenidas en los abonos orgánicos estén disponibles para las plantas sólo después de haber sido mineralizadas, algunas de las sustancias que contienen (hormonas, enzimas, auxinas, antibióticos) pueden absorberse

directamente, y tienen, por ello, una importancia decisiva sobre el desarrollo y el rendimiento.

7. Los abonos orgánicos no son sólo portadores de sustancias nutritivas. Tienen, además una influencia específica favorable sobre el suelo, desde el punto de vista físico, químico y biológico.

Objetivos

De acuerdo a lo mencionado anteriormente en el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar el mejor estiércol en cuanto a la aportación de Materia Orgánica.
2. Determinar cual de los dos estiércoles y en que dosis de aplicación se obtiene un mayor rendimiento del cultivo.
3. Evaluar el comportamiento de algunas propiedades físicas y químicas del suelo después de la aplicación de los diferentes estiércoles.

Hipótesis

Una vez planteados los objetivos, las hipótesis que se pretenden comprobar con el presente trabajo son:

1. El estiércol caprino es mejor que el estiércol bovino en cuanto al rendimiento del cultivo.
2. Al mejorarse algunas propiedades físicas y químicas del suelo se logra un mejor diámetro de raíz tuberculosa.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Estiércol

Definición del Estiércol

Buckman y Brady (1966) señalan que el estiércol es uno de los residuos agrícolas más importantes.

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.

Selke (1968) indica que el abono orgánico más importante es el estiércol y que el hombre puede favorecer a la formación de humus al añadir sustancias orgánicas al suelo como estiércol.

Ignatieff (1969) señala que existe algunas propiedades físicas y químicas de los suelos que son modificadas cuando se hacen aplicaciones de estiércol, entre las que se encuentran la agregación de los suelos, capacidad de retención de humedad, densidad aparente y elementos nutritivos en diferentes concentraciones.

Torres (1980) menciona que el estercolado es una práctica agronómica muy útil para las zonas áridas y semiáridas, donde el contenido de materia orgánica es generalmente bajo.

Composición del Estiércol

Selke (1968) señala que el estiércol procedente de fincas con abundantes pastos tiene más Nitrógeno y Ácido fosfórico; la relación C/N, en su caso es más estrecha.

Ortiz (1990) reporta el contenido promedio de los elementos mayores de los estiércoles bovino y de caprino de la siguiente manera:

Tipo de Estiércol	Kg/Ton		
	Nitrógeno	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bovino	1.66	1.20	2.45
Caprino	2.25	0.70	2.11

Gros (1976) menciona que la composición media del estiércol (producto fresco con un contenido entre un 20 y un 25 por ciento de materia seca) por tonelada, es del orden de 4 kg de Nitrógeno, 2.5 kg de P₂O₅, 5.5 kg de K₂O, 0.5 kg de Azufre, 2 kg de Magnesio, 5 kg de Cal, 30 a 50 g de Manganeso, 4 g de Boro y 2 g de Cobre.

Thompon y Troeh (1980) indican que una tonelada de estiércol contiene en promedio 4.5 kg de Nitrógeno, 2.25 kg de P₂O₅, y 4.5 kg de K₂O, y casi la mitad del Nitrógeno y más de la mitad de la potasa se encuentra en los excremento líquidos.

Torres (1980) señala respecto a la cantidad del estiércol que ésta es muy variable y establece la siguiente relación de acuerdo a la riqueza nutritiva del mismo; una tonelada de guano (aves marinas y murciélagos) equivale a 10 toneladas de ovicaprinos y a 15 toneladas de bovinos, equinos ó porcinos: ó sea 1:10:15.

Uso y Manejo del Estiércol

Aguirre (1963) señala que el valor de un estiércol guarda una relación directa con la forma en que se vaya manejando y amontonando para conservar la materia orgánica, el Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio.

Bartholomew (1968) menciona que grandes pérdidas de materia orgánica están asociadas con sistemas de uso intensivo de maquinaria especialmente con cultivos sembrados en surcos.

Patterson y Ede (1970) indican que para usos hortícolas se pueden distinguir dos estados de estiércol: el fresco y el repodrido ó graso.

Gros (1976) señala que el estiércol se debe aplicar particularmente a las plantas de escarda (papa, maíz) que sacan el mejor provecho de él y en las cuales es difícil destruir las malas hierbas con las escardas.

Ortiz (1977) indica que por más cuidado que se le dé al estiércol siempre hay pérdida de nutrimentos, principalmente de Nitrógeno que se volatiliza en forma de gas NH_3 .

Cantidades que se Aplican

Traves (1962) señala a este respecto, que es bastante aleatorio dar cifras razonables, en cuanto a la necesidad cuantitativa del estiércol es variable en relación con el terreno, al clima y a la planta cultivada. Hay que considerar el suministro orgánico bajo dos aspectos distintos; como correctivo de las cualidades físicas, químicas y microbiológicas del suelo; como un verdadero y propio fertilizante.

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

Ortiz (1977) menciona que en general el abonamiento con estiércol según la cantidad empleada puede clasificarse en: estercoladura fuerte 60 ton/ha; estercoladura regular 40 ton/ha; estercoladura baja 20 ton/ha.

Torres (1980) recomienda que la dosis mínima de aplicación requerida para poder elevar mediante esta práctica, el contenido de materia orgánica a niveles adecuados, es del orden de 10 ton/ha.

Castellanos (1984) reporta que en realidad este 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 problemas de permeabilidad requieren 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.

Épocas de Aplicación

Rodale (1946) señala no hacer aplicaciones de estiércol fresco ya que los microorganismos al tener que descomponer tanta materia orgánica fresca consumen gran parte del Nitrógeno disponible y otros elementos nutritivos para suministrarse energía, esta es la razón por la cual en muchos casos se observan resultados negativos después de un estercolado.

Aguirre (1963) menciona que para determinar las épocas de estercolizar se tendrán en cuenta las condiciones del clima, la clase de los cultivos a que se aplican, el estado del estiércol, los tipos de suelo y el sistema de explotación; secano ó regadío.

Selke (1968) indica que el momento más apropiado para la aplicación del estiércol depende mucho de las circunstancias locales. Cuando se trate de comarcas medianamente secas convendrá extender el estiércol dos meses antes de la siembra. En las muy húmedas se esparcirá tres meses antes de la siembra del cultivo que primero se requiere beneficiar.

Castellanos (1982) señala que el estiércol se aplica al terreno en los meses de otoño e invierno. La razón fundamental de que se aplique en esos meses es que durante esta época es cuando existe terreno descubierto donde aplicar.

Arias (1986) en un trabajo de investigación en el cual aplicó estiércol de bovino a un suelo calcáreo, evaluó el efecto de diferentes fechas de aplicación sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, encontrando que la fecha que generó los mejores rendimientos, fue la de 89 días antes de la siembra.

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 diferencia entre los dos tipos de abonos orgánicos, resultando que al abonar con estiércol se obtiene más altos rendimientos.

Ramos (1985) trabajando con nueve dosis de estiércol señala, que al aumentar la dosis de estiércol aumenta la porosidad, los agregados y la humedad disponible. Además la materia orgánica, nitrógeno, fósforo, la capacidad de intercambio catiónico y la conductividad eléctrica, fueron modificadas favorablemente al aumentar la dosis de estiércol.

Cárdenas (1986) al trabajar con diferentes dosis de estiércol bovino y gallinaza para reducir la fijación del fósforo en el cultivo del Maíz, encontró que con 8 toneladas por hectárea de estiércol se obtiene el mejor rendimiento.

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 como fecha optima de aplicación del estiércol.

Armas (1986) trabajó con dos mejoradores de suelo (estiércol bovino y caprino) en el cultivo del sorgo, encontrando como dosis optima 20 ton/ha para el estiércol caprino, mientras que para el estiércol bovino las dosis empleadas no fueron suficiente para que decreciera el rendimiento del cultivo.

Gil (1986) al trabajar con cinco dosis de estiércol bovino y tres fechas de aplicación sobre propiedades selectas de un suelo (sin evaluar ningún cultivo) obtuvo efectos en el suelo tanto en sus propiedades físicas como en sus propiedades químicas.

Características Morfológicas del Betabel

Generalidades

Cásseres (1981) señala que el Betabel es una planta bianual, cultivada como anual, ya que se desarrollan las hojas y raíces durante su primera etapa de crecimiento, el primer año, el tallo floral durante su segunda etapa, segundo año.

Raíz

Edmond, et al (1967) mencionan que 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.

Mainardi (1978) indica que el Betabel posee una forma fusiforme globosa; más ó menos aplastado en los polos, con pulpa crujiente y carnosa.

Knott (1957) reporta que la profundidad de las raíces, cuando no hay barrera es de 36 – 48 pulgadas (0.91 – 1.42 m).

Cronquist (1981) señala que uno de los tipos más comunes de raíces modificadas es la raíz carnosa de almacenamiento. Muchas plantas bianuales produce una raíz axonomorfa carnosa de almacén, durante el primer año y utilizan el alimento almacenado al año siguiente, cuando se forman las flores y las semillas.

Tallo

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

Hojas

Tiscornia (1976) indica que el primer año desarrolla hojas ovales, pecioladas, enteras, rizadas de color verde y con frecuencia bateadas de rojo.

Leñano (1972) señala que durante el primer año desarrolla hojas ovales, pecioladas, enteras y rizadas de un color que varía del púrpura a verde pálido.

Flor

Bailey (1963) menciona que las flores son perfectas, braceadas, perianto en forma de urna, cinco lóbulos adheridos a la base, ó al ovario empezando a endurecerse el fruto; cinco estambres sobre un succulento anillo ó disco.

Poelhman (1971) reporta que el ovario de la flor del Betabel es 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 multigérmino que cuando

se pone a germinar produce un gran número de plántulas, elevando el costo del aclareo, una semilla con un solo germen ó monogérmico es la que se produce cuando hay flores individuales en las axilas, éstas producen una sola planta por semilla.

Gill (1965) indica que las flores quedan limitadas a unas pequeñas agrupaciones sésiles (glomérulos), situadas en las axilas de las brácteas. Cada flor tiene un perianto de cinco segmentos verde-amarillentos y de cinco estambres opuestos a los segmentos del perianto. El ovario es totalmente ínfero y es portador, en la mayoría de los casos de tres estilos cortos. La polinización es típicamente anemófila y lo normal es la polinización cruzada.

Leñano (1972) señala que las flores están unidas en pequeños grupos ó glomérulos de dos ó 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.

Fruto

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 ó semilla multigérmico.

Semilla

Gill y Vear (1965) indican que las “semillas” obtenidas en el trillado, son de estructuras complejas, conteniendo cada una, de una a cuatro ó más semillas (según el número de

flores que formaban la agrupación), embebidas en el seno de una masa, formada por el tejido del perianto y el receptáculo endurecido. Cuando éstas “semillas” ó agrupaciones (glomérulos) son sembradas, las semillas verdaderas germinan in situ, por lo que cada agrupación puede dar lugar al nacimiento de varias plántulas. La germinación puede ser lenta, puesto que el agua penetra lentamente a través del tejido endurecido de la agrupación. Se habrá apreciado que no solamente el relativo tamaño grande del glomérulo (de 3 - 8 mm), la semilla verdadera de su interior es pequeña (1.5 - 2.5 mm) y por lo tanto, es necesario una sembradora superficial. El hecho de que cada glomérulo ó piña verde da lugar a la formación de varias plántulas, constituyen un inconveniente cuando se desarrolla un cultivo, ya que precisamente los glomérulos ó piñas son colocadas por la sembradora, y las plántulas estarán irregularmente espaciadas. Dos ó más plántulas proceden de la misma agrupación ó piña, estarán apretadamente coronadas entre sí, por lo que es fundamental una labor manual de separación.

La germinación de las agrupaciones ó piña de la remolacha se expresa mediante un porcentaje de agrupaciones (ó piezas de las mismas, en el caso de semillas frotadas), que produce por lo menos una plántula. No se tiene en cuenta la posible presencia de más plántulas que proceden del mismo glomérulo. La germinación de los glomérulos ó piñas es rara vez superior al 85 %. La “semilla” no tratada es extremadamente variable en su peso, pero suele haber normalmente de 15 – 20,000 glomérulos ó piñas por cada 430 gr, las “semillas” frotadas y clasificadas corresponden a unas 30,000 “semillas”.

Requerimientos Climáticos

Altitud

Mortensen (1971) señala que el Betabel crece en forma satisfactoria a altitudes medias y grandes.

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.

Latitud

Alsina (1972) menciona que las condiciones apropiadas para su desarrollo se encuentran en los países europeos, comprendido entre los 45 y 47° de latitud norte.

Temperatura

Cásseres (1981) señala que un clima fresco es apropiado, con temperaturas medias de 15° a 18°C, similares a las que se requieren para la zanahoria y las brassicas. Es un poco más tolerante a temperaturas extremas, hasta de 4°C y 24°C.

Tiscornia (1976) menciona que el clima más apropiado es el templado ó frío, en los cálidos no próspera, resiste temperaturas bajas.

Humedad

Tiscornia (1976) indica que el Betabel requiere cierta humedad en el ambiente y en el suelo pero no en grado excesivo.

Guillén (1980) informa que la remolacha prefiere los climas húmedos y suaves.

Juscofresca (1976) reporta que respecto al clima, si bien vegeta en los templados secos y algo calurosos, 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.

Luminosidad

Martín y Yaneull (1975) señalan que la longitud del día determina la época en la cual la planta florece.

Boswel (1974) menciona que los días largos en la segunda estación favorece la floración en el Betabel.

Van Haef (1983) reporta que el Betabel es una hortaliza de día largo, de más de 14 horas de luz por día.

Precipitación

García (1960) señala que 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.

Requerimientos del Suelo

pH

Cásseres (1981) señala que el Betabel es sensitivo a la acidez y es preferible que el suelo tenga un pH de 6.0 a 7.0 a un pH de 7 ó más, puede ocurrir deficiencia de Boro, lo mismo que clorosis debido a la deficiencia de Magnesio.

Carrizo, del (1967) menciona que el desarrollo en el Betabel se efectúa mejor en suelos con pH de 6.6 a 8.0, siendo muy sensible a la acidez del suelo.

Paterson y Ede (1970) indican que el pH al que el Betabel presenta el crecimiento óptimo es pH 6.5 aproximadamente y el pH por debajo del cual el Betabel presenta un mal crecimiento es pH 5.5.

Textura

Cásseres (1981) señala que los mejores suelos son los profundos, bien drenados como los limos aluviales, en todo caso friables, los suelos orgánicos son apropiados y los arenosos también, siempre que estén previstos de nutrimentos y humedad suficiente, cuando se siembra en suelos duros ó arcillosos, las raíces del Betabel pueden resultar deformes ó mostrar asperezas, lo que baja su calidad.

Tiscornia (1976) menciona que el terreno debe ser algo resistente, arcilloso, arcilloso – silicoso – calizo, labrado profundamente y bien previstos de principios fertilizantes, por naturaleza ó abonos.

Paterson y Ede (1970) indican que el Betabel se da bien en una amplia gama de suelos, a excepción de los muy superficiales; los suelos deben tener un buen nivel de fertilidad, especialmente en el caso de cultivos con objeto de que las plantas presenten un rápido crecimiento.

Boswel (1974) reporta que el Betabel se cultiva en muy 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 ó en aquellos que se apelmazan ó se les forma costra después de un riego por aspersión ó 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.

Sales

Paterson y Ede (1970) señalan que 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.

Condiciones del Cultivo

Preparación del Terreno

Cásseres (1981) señala que el barbecho en el terreno a parte de sus funciones es cortar, invertir el suelo y dar vueltas, las malezas, tiene la de granular el suelo. Con esta operación se logra, junto como eliminar parcialmente las malezas, mejorar la aireación del suelo y aumentar su capacidad de retención de agua.

La profundidad del barbecho varía con el tipo de suelo y la potencia disponible. Bajo condiciones de extrema compactación ó presencia de panes muy duros e impermeables en el subsuelo, es necesario recurrir al arado cincel ó al subsolador, con el propósito de soltar el suelo para hacerlo más permeable al agua y al aire.

En la Guía para Hortalizas Comerciales (1969) se menciona que los principales beneficios que se obtienen con la labranza secundaria son: Control de malezas, lo cual ayuda a conservar la humedad y los nutrientes, retención de la humedad por medio de la formación y mantenimiento de la cobertura, y mayor aireación del suelo, lo cual favorece la nitrificación y otros cambios químicos en él.

Tiscornia (1976) indica que antes de sembrar, el terreno debe airearse cuidadosamente, a una profundidad no menor de 20 cm.

Gajón (1956) informa que puesto que las plantas de Betabel son pequeñas y débiles frecuentemente no es tan fácil un buen sembradío como de muchos otros cultivos para favorecer estas plántulas débiles, antes de la siembra deberá trabajarse el suelo hasta que esté bien liberado.

Época de Siembra

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

Tiscornia (1976) menciona que el cultivo de Betabel puede sembrarse todo el año, pero las mejores son en otoño y la primavera.

Guaro (1974) indica que para asegurar la cosecha de la remolacha 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.

Densidad de Siembra

Ferry Morse Seed Company Inc (1973) encontró que el número aproximado de semilla por cien gramos es de 5 790 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.

Espaciamiento

Cássares (1981) señala que los surcos para remolacha se trazan con un espaciamiento de 45 a 90 cm entre sí. Las platas 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.

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.

Warne (1953) considera que no debe tomarse únicamente en cuenta el espacio de plantación, sino que hay que considerar el tipo de Betabel, ya que hay variedades que difieren en su capacidad de rendimiento y su respuesta a cambios en el espacio disponible para su crecimiento.

Profundidad de Siembra

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

Tiscornia (1976) menciona que la profundidad a la que se entierra la semilla del Betabel es de 3.0 a 4.0 cm.

Garza, de la (1973) indica que la profundidad de siembra de la semilla del Betabel es de 2.0 a 3.0 cm.

Gajón (1956) menciona que la semilla se siembra a una profundidad de 2.5 centímetro 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.

Aclareo

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

Aporque

Garza, de la (1973) reporta que 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 hierbas presentes durante el aporque.

Fertilización

Cásseres (1981) señala que la buena calidad en la remolacha depende de un crecimiento rápido y continuo, por lo que el suelo debe ser naturalmente fértil ó recibir aplicaciones de los elementos que le hacen falta. Cuando se usa estiércol, debe aplicarse al cultivo anterior, se recomiendan los cultivos de coberturas usados 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 a 5 cm, al lado y un poco abajo, como en otras hortalizas.

Tiscornia (1976) menciona que un excesivo abonado con estiércol fresco causa una división de las raíces e 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 la remolacha, además, si no se toma esta precaución los productos adquieren mal gusto.

Mainardi (1978) indica que 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.

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

Alsina (1972) encontró 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 aceptable. El compuesto nitrogenado más útil es el nitrato sódico, por el aporte de sodio.

CIASE (1972) señala que se recomienda la aplicación de 60 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo para fertilizar una hectárea de Betabel. El mismo autor recomienda la aplicación de la fórmula 40-70-0 para fertilización del Betabel, si se emplea la fórmula 12-24-12, se deberán de aplicar 135 g por surco de 10 m ó 12 kg por mecate (unidad de superficie de 20 x 20 metros usada en la península de Yucatán); si se usa 15-30-15 se aplicarán 112 g por surco de 10 metros ó 10 kg por mecate; en caso de usar la fórmula 18-46-0 se necesitan 90 g por surco de 10 metros ú 8 kg por mecate.

Riegos

Gajón (1956) afirma que si 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 ó donde el terreno es por naturaleza húmedo, no será necesario el riego, solamente se procederá a las demás labores del cultivo.

Guillén (1980) considera que el cultivo del Betabel soporta mal los periodos prolongados de sequía (ello aumenta la fibrosidad) y los riegos son muy convenientes.

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

Mainardi (1978) menciona que en el cultivo del Betabel, los riegos deben verificarse solamente en la época del crecimiento de la planta, pues cuanto deba desarrollarse la raíz sólo deberá regarse en caso de extrema necesidad.

Juscofresca (1976) indica que los riegos tendrán inicios al momento de la siembra y se prolongará por períodos más ó 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.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló durante el ciclo otoño – invierno de 2001 en el Campo Agrícola Experimental “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, cuyas coordenadas geográficas son: Latitud 25° 22’ 41’’ N, Longitud 101° 00’ 00’’ W, y una Altitud de 1743 msnm. Figura No. 1.

Caracterización del Sitio Experimental

Clima

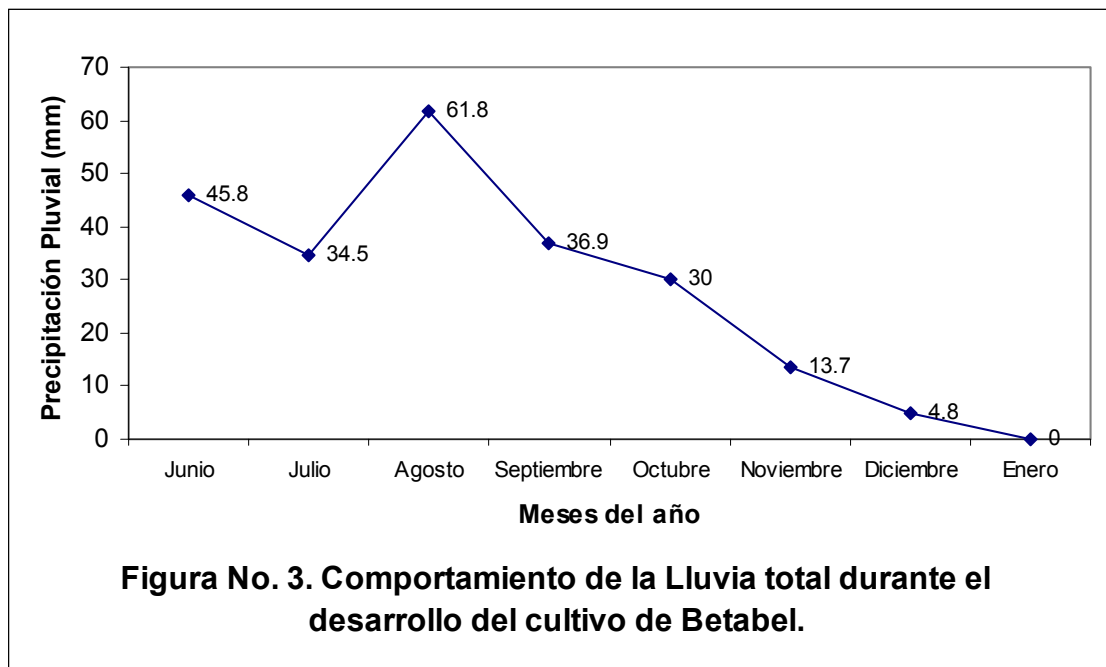
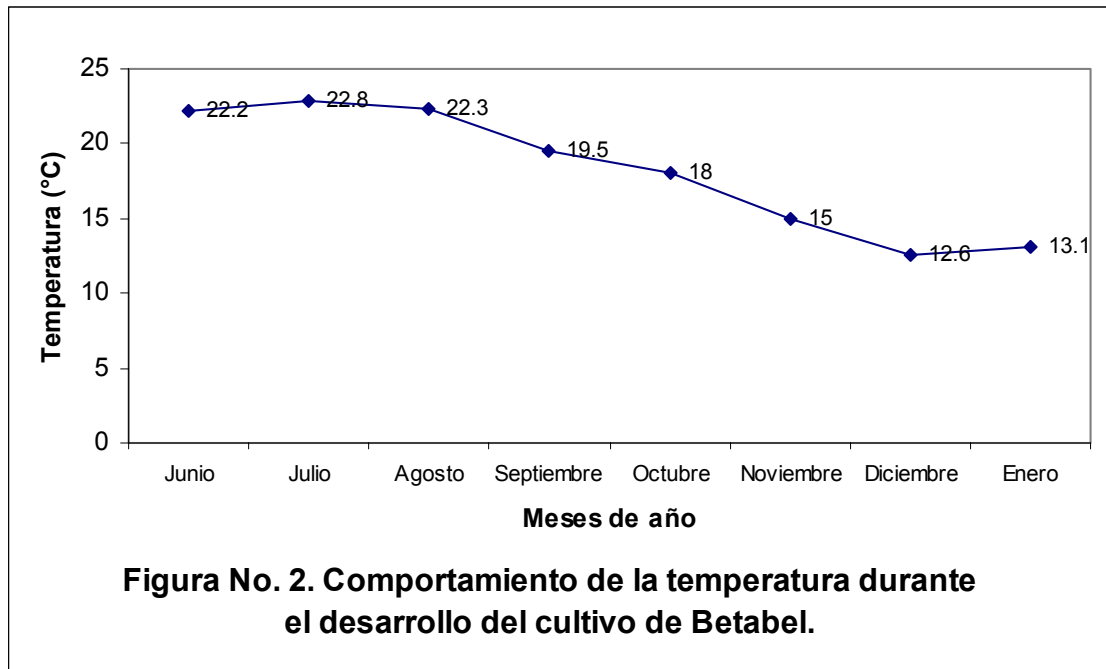
El tipo de clima es B W h w (x) (c). Clima muy seco, semicálido con invierno fresco, extremoso, con lluvia en verano y precipitación invernal superior al 10 %

de la total anual. Datos obtenidos de la estación Agrometeorológica “Buenavista Coahuila”, publicados en el Boletín meteorológico de la UAAAN, de 1968 a 1982. La temperatura media anual es de 16.8° C y la precipitación total media anual es de 463 mm. La temporada lluviosa es de Julio a Septiembre. La evaporación total anual en promedio varía entre 220 y 250 cm. Los vientos predominantes durante la mayor parte del año provienen del Sureste, pero en el invierno predominan los vientos del Noreste.

En las figuras 2 y 3 se muestran la temperatura y la precipitación pluvial que se obtuvieron durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.



Figura No. 1. Localización del sitio experimental.



Suelo

El sitio en el cual se desarrolló el presente trabajo, ha sido originado a partir de materiales aluviales de rocas sedimentarias, que han dado lugar a suelos Feozem calcáricos de textura media con una fase petrocálcica profunda.

Cuadro No. 1. Análisis Físico y Químico del suelo antes de aplicar los tratamientos a una profundidad de 15 cm del suelo.

Propiedades Físicas		Método	
Densidad aparente (gr/cm ³)	0.992	Probeta	
Densidad de Sólidos (gr/cm ³)	2.390	Picnómetro	
Espacio poroso (%)	58.493	Calculado	
Humedad Disponible (%)	11.752	Columnas de Colman	
PW CC (%)	25.742		
PW PMP (%)	13.990		
Textura	Arena (%)	48.4	Hidrómetro de Bouyoucos
	Limo (%)	23.4	
	Arcilla (%)	28.2	
Propiedades Químicas		Método	
pH	7.5	Potenciómetro	
Conductividad Eléctrica (dS/cm)	1.852	Conductivímetro	
Materia Orgánica (%)	4.29	Walkley – Black	
Nitrógeno total (%)	0.214	Calculado	

La interpretación del análisis de suelo se realizó en base a los valores obtenidos en las diferentes características analizadas, resultando que es un suelo de textura migajón arcillo-arenoso, con buena permeabilidad y con una velocidad de infiltración media.

Es un suelo rico en materia orgánica para el horizonte superficial, rico en nitrógeno, su pH es ligeramente alcalino, con una conductividad eléctrica de 1.852 mmhos/cm la cual se clasifica como un suelo no salino.

Agua de Riego

El agua es una limitante de los cultivos y es uno de los problemas que tiene el desarrollo de la investigación en la UAAAN. El agua que se utilizo para el desarrollo del presente trabajo de investigación fue agua de la red de distribución de la Universidad. El análisis de agua se presenta en el cuadro 2.

Cuadro No. 2. Análisis del agua de riego de la UAAAN que se utilizó en el desarrollo de la presente investigación.

Propiedades Químicas		Método
pH	7.45	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica (dS/cm)	0.570	Conductivímetro
Ca (meq/lit)	0.42	Titulación
Mg (meq/lit)	0.70	Titulación
Na (meq/lit)	0.22	Absorción atómica

Se realizó el análisis de calidad de agua utilizada, para su clasificación química basado en los índices de relación de adsorción de sodio y la conductividad eléctrica. El agua se clasificó según el manual número 60 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1985), como C2S1; que se considera como agua de salinidad media, que puede usarse cuando haya un grado moderado de lavado, sin utilizar prácticas especiales de control de salinidad. Se pueden cultivar plantas medianamente tolerantes a la salinidad.

Origen de los Estiércoles

Los estiércoles Bovino y Caprino que se utilizaron se obtuvieron del establo de la UAAAN y fueron cribados, secados previamente. Una vez terminado de cribar los estiércoles y homogeneizados, se tomó una muestra representativa para la realización de un análisis y conocer el contenido de cada estiércol. Posteriormente se procedió a pesar las cantidades de cada estiércol para cada parcela. En el cuadro No. 3 se muestra el análisis de cada estiércol.

Cuadro No. 3. Análisis de los estiércoles utilizados en el presente trabajo de investigación.

Característica	Estiércol Bovino	Estiércol Caprino	Método
pH	8.15	8.6	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica (dS/cm)	39.5	18.36	Conductivímetro
Materia Seca (%)	4.73	5.86	Calculado
Materia Orgánica (%)	23.81	32.70	Walkley – Black
Nitrógeno total (%)	1.286	2.007	Kjeldahl
Fósforo (mg/g)	43	0.5	Olsen

Descripción de los Tratamientos

El presente trabajo consistió en evaluar los rendimientos de ocho dosis de estiércol Bovino y Caprino en el Cultivo de Betabel (*Beta vulgaris L.*) y así determinar en cual dosis de estiércol se obtienen mayores rendimientos.

También se estableció un tratamiento testigo en el cual no se aplicó estiércol. La descripción de los tratamientos que se evaluaron se muestra en el cuadro 4.

Cuadro No. 4. Descripción de los tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo de investigación.

Estiércoles			
Bovino		Caprino	
Clave	Dosis (Ton/Ha)	Clave	Dosis (Ton/Ha)
Testigo	0		
B I	15	C I	15
B II	30	C II	30
B III	45	C III	45
B IV	60	C IV	60
B V	75	C V	75
B VI	90	C VI	90
B VII	105	C VII	105

Diseño Experimental

El Diseño Experimental que se empleó fue el Diseño Completamente al Azar con tres repeticiones.

Tamaño de la Unidad Experimental

El tamaño de cada parcela fue de cuatro metros cuadrado con tres repeticiones el cual fue de doce metros cuadrados por tratamiento por 15 tratamientos, esto nos dio un total de 180 metros cuadrado de parcela total. Entre cada parcela hubo una separación de 40 centímetros. Para tener una mejor idea ver el siguiente croquis:

Croquis de la Distribución de los Tratamientos en Campo para los Estiércoles
Bovino y Caprino

C A N A L D E R I E G O	P A S I L L O	1	18	19	36	37
		2	17	20	35	38
		3	16	21	34	39
		4	15	22	33	40
		5	14	23	32	41
		6	13	24	31	42
		7	12	25	30	43
		8	11	26	29	44
		9	10	27	28	45

C
A
N
A
L

D
E

R
I
E
G
O

Cuadro No. 5. Descripción de Números de Parcelas y sus Claves

Parcela Clave	Parcela Clave	Parcela Clave	Parcela Clave	Parcela Clave
1.- B IV 3	10.- C IV 1	19.- B VI 1	28.- B I 3	37.- B III 2
2.- B IV 2	11.- B VI 2	20.- C VII 1	29.- B VI 3	38.- B VII 3
3.- C V 1	12.- B II 2	21.- C IV 3	30.- C I 3	39.- C II 2
4.- B III 3	13.- C IV 2	22.- C I 2	31.- B V 1	40.- B V 2
5.- B IV 1	14.- C VI 2	23.- C V 3	32.- C VII 3	41.- C I 1
6.- B II 1	15.- B V 3	24.- C VII 2	33.- T 1	42.- B I 1
7.- B I 2	16.- B VII 1	25.- B III 1	34.- T 2	43.- C III 2
8.- C VI 1	17.- C III 1	26.- C III 3	35.- T 3	44.- C II 1
9.- C V 2	18.- C II 3	27.- B II 3	36.- C VI 3	45.- B VII 2

Labores Culturales

Preparación del Terreno

La preparación del terreno que se realizó al establecer el presente trabajo de investigación se realizó de forma manual con azadones. Primero se escarbó el terreno para romper posibles capas duras que se encuentran en el terreno y exponer al sol algunas plagas anidadas en el suelo. Posteriormente se trazaron cada una de las parcelas con dimensiones de 2 por 2 metros, una vez trazadas las parcelas se procedió con las construcciones de bordos de cada una de las parcelas, una vez construido los bordos se realizó la nivelación de cada una de las parcelas con la finalidad de lograr una excelente distribución uniforme del agua. La preparación del terreno se realizó del 29 de mayo al 19 de junio de 2001.

Aplicación e Incorporación de los Tratamientos

Una vez que se tuvo el terreno preparado se trasladaron los estiércoles a las parcelas, se identificaron y se colocaron en su respectiva parcela. La aplicación e incorporación de los tratamientos se realizó de forma manual con rastrillos y azadones en cada una de las

parcelas y se realizo a los 60 días antes de la siembra. La aplicación e incorporación de los estiércoles se realizo el 9 de julio de 2001.

Riegos antes de la Siembra

Una vez terminada la incorporación de los materiales estiércoles se aplicó un riego ligero con la finalidad de ayudar a la descomposición de los estiércoles, posteriormente se removió el suelo de cada parcela después de aplicado cada riego para airear el suelo y acelerar la descomposición. Durante el desarrollo del presente trabajo se aplicaron dos riegos antes de la siembra, el primero se realizo el 10 de julio y el segundo se realizó el 11 de agosto de 2001. Se aplicó la cantidad de 400 litros de agua a cada parcela en forma individual por medio de una manguera conectada a la toma de agua.

Fertilización

En el presente trabajo de investigación no se realizó ningún tipo de fertilización ya que los fertilizantes tendrían influencia en las propiedades físicas y químicas del suelo.

Siembra

La siembra se realizó una vez culminados los 60 días de incorporación de los estiércoles y se realizo de forma directa al suelo a chorrillo y a 40 cm entre surco y surco. Cada parcela tenía 5 surcos de siembra, la longitud de cada surco fue de 160 cm dejando 20 cm de separación de la orilla del bordo de la parcela. La siembra se realizó el 9 de septiembre de 2001 y la nacencia total de las plantas se obtuvo hasta los 17 días después de la siembra debido a la falta de humedad.

Riegos

El cultivo se irrigó con agua limpia de la red de distribución de la Universidad, el riego se hizo por inundación a cada una de las parcelas por medio de una manguera previamente aforada. Después de la siembra se aplicaron seis riegos en diferentes fechas y etapas del cultivo, más el aprovechamiento del agua de la lluvia del temporal. A los 8 días después de la siembra se realizó el primer riego aplicando 100 litros de agua por parcela. A los 15 días después de la siembra se aplicó el segundo riego (120 litros por parcela). El tercer riego se realizó a los 44 días después de la siembra aplicando 200 litros a cada parcela. El cuarto riego se realizó a los 54 días después de la siembra y se aplicó 228 litros de agua por parcela. La aplicación del quinto riego se realizó a los 70 días después de la siembra con 100 litros por parcela. La sexta y última aplicación de riego se realizó a los 89 días después de la siembra y se aplicaron 200 litros de agua por parcela.

Control de Malezas

Las malezas se controlaron manualmente, no se aplicaron herbicidas ya que estos contaminan el medio ambiente y tienen efectos residuales. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron tres deshierbes. El primer deshierbe se realizó a los 35 días después de la siembra. El segundo deshierbe se realizó a los 58 días después de la siembra y a los 81 días después de la siembra se realizó el último deshierbe.

Control de Plagas

El control de plagas se realizó con dos insecticidas una vez identificadas las plagas, las plagas que más se presentaron fueron los Trips (*thysanoptera sp*) y Pulgones (*siphonaptera sp*) que causaron severos daños a las plantas durante su desarrollo. Se

realizaron cuatro aplicaciones de productos durante el desarrollo del presente trabajo. A los 20 días después de la siembra se realizó la primera aplicación del insecticida Custer 25 Diazinón. La segunda aplicación se realizó a los 35 días después de la siembra y se aplicó el insecticida Dimetil Dicloro Vinil Fosfato 50% C.E. La tercera aplicación se realizó a los 49 días después de la siembra y se aplicó el producto Custer 25 Diazinón. La cuarta y última aplicación de insecticida se realizó a los a los 84 días después de la siembra y se aplicó el producto Dimetil Dicloro Vinil Fosfato 50% C.E.

Aclareo

El aclareo del cultivo se realizó de forma manual una vez que las plantas empezaron a competir y se seleccionaron las plantas más vigorosas. El aclareo se realizó con la finalidad de definir la distancia entre planta y planta la cual fue aproximadamente a una distancia de 8 a 10 cm entre planta y planta. El aclareo se realizó el 14 y 15 de noviembre de 2001.

Aporque

Después del aclareo se realizó el aporque con la finalidad de cubrir las raíces de las plantas y lograr un mayor engrosamiento de la raíz tuberculosa, esta actividad se realizó de forma manual con azadones. El aporque se realizó el 7 de diciembre de 2001.

Cosecha

La cosecha del cultivo se realizó de forma manual y se realizaron dos cosechas, la primera cosecha se realizó el 12 de diciembre y la segunda cosecha se realizó el 9 de

enero de 2002. De cada una de las parcelas se extraían las plantas de raíz de mayor grosor y se dejaban las plantas más pequeñas para la segunda cosecha. Las plantas cosechadas se amontonaron en su propia parcela y posteriormente se recolectaron para su peso por separado por tratamiento y por repetición.

Toma de Muestra del Suelo

Para el análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo en estudio se realizaron tres tomas de muestra de suelo. La primera toma (primera etapa) se realizó a los 60 días después de haber incorporado los estiércoles. La segunda toma (segunda etapa) se realizó a los 122 días después de haber incorporado los estiércoles. Y la tercera toma (tercera etapa) se realizó a los 183 días después de haber incorporado los estiércoles. La toma de muestra se realizó por medio de una Barrena de Caja a una profundidad de 15 cm. Las parcelas fueron muestreadas en la parte central de cada una y se tomó dos cajas de muestra y se depositaron en una bolsa de polietileno con una clave de identificación, posteriormente se trasladaron las muestras a una bodega para separarlas por tratamiento y así homogeneizar las muestras, ponerlas a secar al aire libre y en la sombra.

Análisis de las Propiedades Físicas y Químicas

Las propiedades físicas y químicas del suelo que se determinaron en el laboratorio fueron los siguientes:

Propiedades Físicas:

- Densidad aparente
- Densidad de sólidos
- Espacio Poroso
- Pw a Capacidad de Campo
- Pw a Punto de Marchitez Permanente
- Humedad Disponible

Métodos

- Probeta
- Picnómetro
- Calculado
- Columnas de Colman
- Columnas de Colman
- Columnas de Colman

Propiedades Químicas:

- pH
- C.E.
- Materia Orgánica
- Nt

Métodos

Potenciómetro
Conductivímetro
Walkley – Black
Calculado

Lecturas de las Plantas

Los datos de campo que se estuvieron tomando durante el desarrollo del cultivo y la cosecha fueron los siguientes:

- Altura de las Plantas
- Diámetro de la Raíz tuberculosa
- Por ciento de Materia Seca
- Rendimiento del Cultivo

Lecturas de las Plantas

Altura de Plantas

Durante del desarrollo del presente trabajo de investigación se estuvo midiendo la altura de las plantas con la finalidad de encontrar las diferencias de crecimiento entre dosis de estiércol y tipos de estiércol. Las altura de las plantas fue medida cada ocho días durante el desarrollo del cultivo hasta el día de la cosecha.

Las alturas de plantas obtenidas en el presente trabajo de investigación en las diferentes etapas de muestreo se presentan en el cuadro No. 16, 17 y en la figura No. 24 donde se puede apreciar que al incrementar la dosis de estiércol bovino y caprino, la altura de plantas, se incrementa con las dosis bajas de estiércol y se reduce con las dosis altas.

En el estiércol bovino, a los 11 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 6.83 cm con la dosis 60 ton/ha y la más baja fue de 4.68 cm con la dosis 15 ton/ha. La altura de plantas a los 18 días después de la emergencia, la mejor fue de 10.83 cm con la dosis 60 ton/ha y la más baja fue de 9.16 cm con la dosis 15 ton/ha. A los 25 días de emergencia, la mejor altura de plantas fue de

18.43 cm con la dosis 60 ton/ha y la más baja fue de 14.13 cm con la dosis 15 ton/ha. La altura de plantas a los 32 días después de la emergencia, la más alta fue de 25.53 cm con la dosis 60 ton/ha y la más baja fue de 18.83 cm con la dosis 90 ton/ha. A los 39 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 29.33 cm con la dosis 60 ton/ha y la más baja fue de 23.66 cm con la dosis 15 ton/ha. La altura de plantas a los 46 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 33.40 cm con la dosis 60 ton/ha y la más baja fue de 27.46 cm con la dosis 15 ton/ha. A los 53 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 32.33 cm con la dosis 60 ton/ha y la más baja fue de 27.60 cm con la dosis 90 ton/ha. La altura de plantas a los 60 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 35.13 cm con la dosis 60 ton/ha y la más baja fue de 30.26 cm con la dosis 90 ton/ha. A los 67 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 34.66 cm con la dosis 60 ton/ha y la más baja fue de 30.60 cm con la dosis 15 ton/ha. Al momento de la cosecha la mejor altura de plantas fue de 35.50 cm con la dosis 60

ton/ha y la más baja fue de 31.26 cm con la dosis 90 ton/ha de estiércol.

En el estiércol caprino, a los 11 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 6.06 cm con la dosis 30 ton/ha y la más baja fue de 5.17 cm con la dosis 60 ton/ha. La altura de plantas a los 18 días después de la emergencia, la mejor fue de 10.53 cm con la dosis 75 ton/ha y la más baja fue de 8.33 cm con la dosis 105 ton/ha. A los 25 días de emergencia, la mejor altura de plantas fue de 16.00 cm con la dosis 45 ton/ha y la más baja fue de 12.23 cm con la dosis 105 ton/ha. La altura de plantas a los 32 días después de la emergencia, la más alta fue de 22.33 cm con la dosis 30 ton/ha y la más baja fue de 16.33 cm con la dosis 105 ton/ha. A los 39 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 26.33 cm con la dosis 30 ton/ha y la más baja fue de 21.06 cm con la dosis 105 ton/ha. La altura de plantas a los 46 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 30.86 cm con la dosis 30 ton/ha y la más baja fue de 22.53 cm con la dosis 105 ton/ha. A los 53 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 31.86 cm con la dosis 15

ton/ha y la más baja fue de 25.20 cm con la dosis 105 ton/ha. La altura de plantas a los 60 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 34.00 cm con la dosis 45 ton/ha y la más baja fue de 27.73 cm con la dosis 105 ton/ha. A los 67 días después de la emergencia, la mejor altura de plantas fue de 33.06 cm con la dosis 45 ton/ha y la más baja fue de 28.00 cm con la dosis 90 ton/ha. Al momento de la cosecha la mejor altura de plantas fue de 33.26 cm con la dosis 45 ton/ha y la más baja fue de 28.36 cm con la dosis 90 ton/ha de estiércol.

El estiércol bovino es más estable en cuanto al comportamiento de la altura de las plantas siendo la dosis 60 ton/ha la que proporciona las mejores condiciones para obtener la mejor altura de plantas, las dosis 15 y 90 ton/ha presentaron las alturas más bajas.

El estiércol caprino es más inestable en cuanto al comportamiento de la altura de las plantas siendo las dosis 30 y 45 ton/ha las que proporcionaron mejores condiciones para obtener la mejor altura

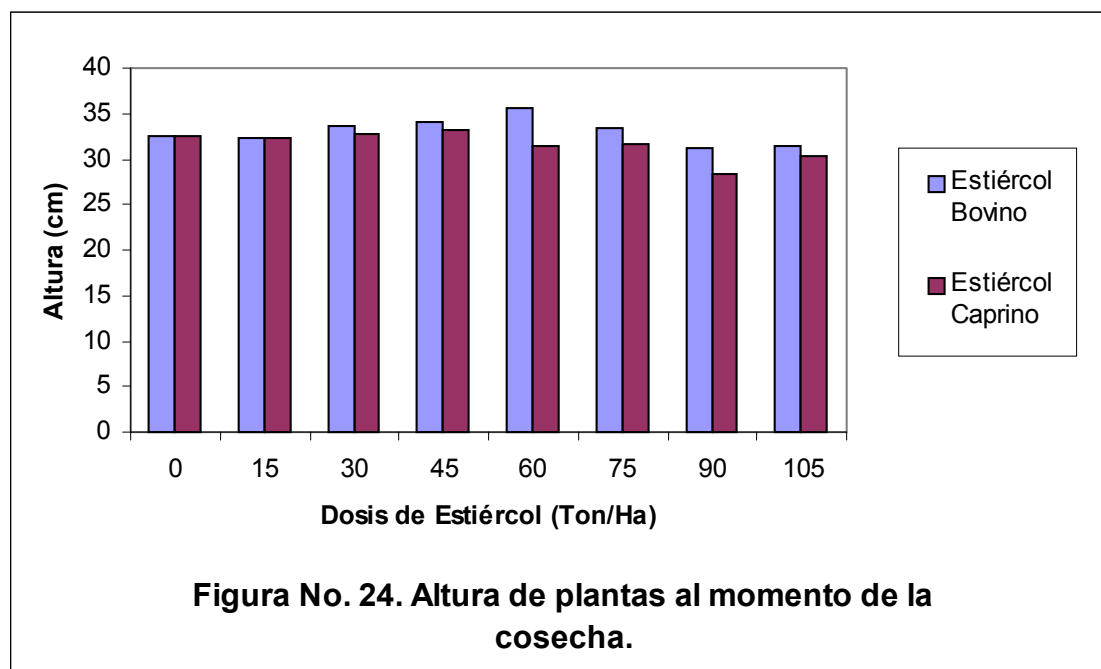
**de las plantas, las dosis 90 y 105 ton/ha
presentaron las alturas más bajas.**

Cuadro No. 16. Altura de plantas obtenidas con la incorporación del estiércol bovino.

Dosis de Estiércol (Ton/Ha)	07/X/01	14/X/01	21/X/01	28/X/01	04/XI/01	11/XI/01	18/XI/01	25/XI/01	02/XII/01	12/XII/01
Testigo	5.45	9.63	16.56	22.03	25.20	28.93	30.33	32.26	31.40	32.53
15	4.68	9.16	14.13	20.63	23.66	27.46	29.13	31.33	30.60	32.23
30	5.38	10.13	16.10	22.80	28.40	29.60	32.06	34.80	32.40	33.56
45	5.38	10.16	16.43	22.13	26.60	29.73	32.06	33.46	33.66	34.06
60	6.83	10.83	18.43	25.53	29.33	33.40	32.33	35.13	34.66	35.50
75	5.46	10.00	15.33	20.13	24.33	29.20	30.80	31.33	32.73	33.30
90	4.99	9.23	15.43	18.83	24.46	29.20	27.60	30.26	30.93	31.26
105	6.13	10.43	15.66	21.00	26.66	29.86	31.40	32.26	31.26	31.46

Cuadro No. 17. Altura de plantas obtenidas con la incorporación del estiércol caprino.

Dosis de Estiércol (Ton/Ha)	07/X/01	14/X/01	21/X/01	28/X/01	04/XI/01	11/XI/01	18/XI/01	25/XI/01	02/XII/01	12/XII/01
Testigo	5.45	9.63	16.56	22.03	25.20	28.93	30.33	32.26	31.40	32.53
15	5.40	8.86	14.26	20.06	24.73	28.86	31.86	32.20	31.20	32.23
30	6.06	10.33	15.06	22.33	26.33	30.86	31.80	33.06	32.40	32.66
45	5.74	10.23	16.00	21.93	26.06	29.26	30.93	34.00	33.06	33.26
60	5.17	10.13	13.83	19.23	24.33	25.66	25.80	32.20	31.33	31.43
75	5.41	10.53	14.83	20.66	24.33	26.46	28.66	32.06	32.40	31.56
90	5.35	9.83	13.53	19.10	21.80	23.06	26.80	28.00	28.00	28.36
105	5.35	8.33	12.23	16.33	21.06	22.53	25.20	27.73	30.13	30.38



Diámetro de Raíces
**El día en que se realizó la cosecha se
seleccionaron diez plantas de betabel (*beta***

***vulgaris L.*) de cada parcela a las cuales se les midió el diámetro de la raíz tuberculosa, con la finalidad de encontrar algún indicador del comportamiento de las raíces al modificar las propiedades físicas y químicas del suelo.**

Los diámetros de las raíces de las plantas de betabel obtenidas en el presente trabajo de investigación se presentan en el cuadro No. 18 y en la figura No. 25 donde se puede apreciar que al incrementar la dosis de estiércol bovino y caprino, el diámetro de raíces de las plantas, se incrementa en unos cuantos milímetros.

Para el estiércol bovino la dosis 105 ton/ha fue la que presentó un mayor diámetro de raíz con 10.466 cm. Las dosis 0 y 90 ton/ha fueron las que presentaron menos diámetro de raíz con 10.050 cm.

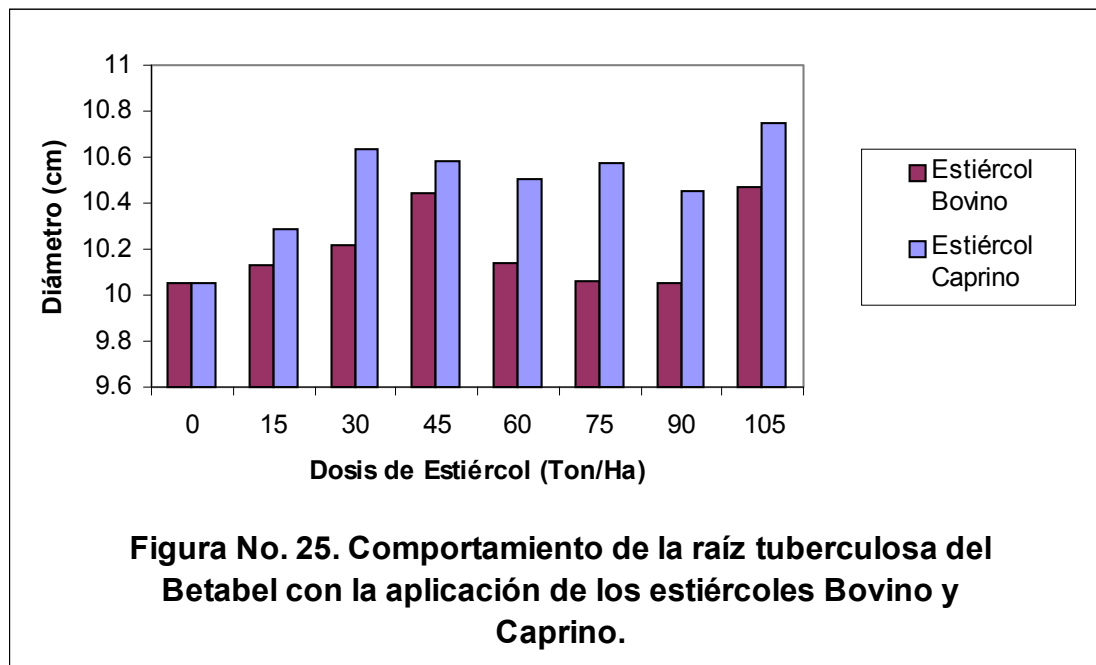
Para el estiércol caprino la dosis 105 ton/ha fue la que presentó un mayor diámetro de raíz con 10.750 cm. La dosis 0 ton/ha fue la que presentó menos diámetro de raíz con 10.050 cm.

Los diámetros de raíces obtenidos en las dosis altas de estiércol bovino y caprino se deben a que

en estos tratamientos las parcelas tenían menos plantas que los otros tratamientos.

Cuadro No. 18. Diámetro de raíces de las plantas obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.

	Estiércol Bovino	Estiércol Caprino
Dosis de Estiércol (Ton/Ha)	Diámetro de Raíces (cm)	Diámetro de Raíces (cm)
Testigo	10.050	10.050
15	10.133	10.283
30	10.216	10.633
45	10.441	10.583
60	10.141	10.508
75	10.058	10.575
90	10.050	10.450
105	10.466	10.750



Producción de Materia Seca

La producción de materia seca es un indicador de cuanta materia fue extraída del suelo y transformada por las plantas.

Después de evaluar la producción se seleccionó una planta al azar de cada parcela, se trasladaron al laboratorio para ponerlas a secar a la estufa a 70 °C por un tiempo de 5 días (108 horas aproximadamente). Una vez que fueron extraídas de la estufa se procedió a pesar cada una de las

plantas secas. Los resultados que se presentan es el promedio de tres plantas por tratamiento.

La materia seca de las plantas de betabel obtenidas en el presente trabajo de investigación se presentan en el cuadro No. 19 y en la figura No. 26 donde se puede apreciar que al incrementar la dosis de estiércol bovino y caprino, se obtienen diferentes pesos de materia seca.

Para el estiércol bovino, las dosis 0, 30 y 75 ton/ha fueron las que mayor producción de materia seca obtuvieron con 41.01 g, 41.47 g y 44.00 g respectivamente. Las dosis 15 y 105 ton/ha fueron las que menos materia seca obtuvieron con 36.81 g y 29.91 g respectivamente.

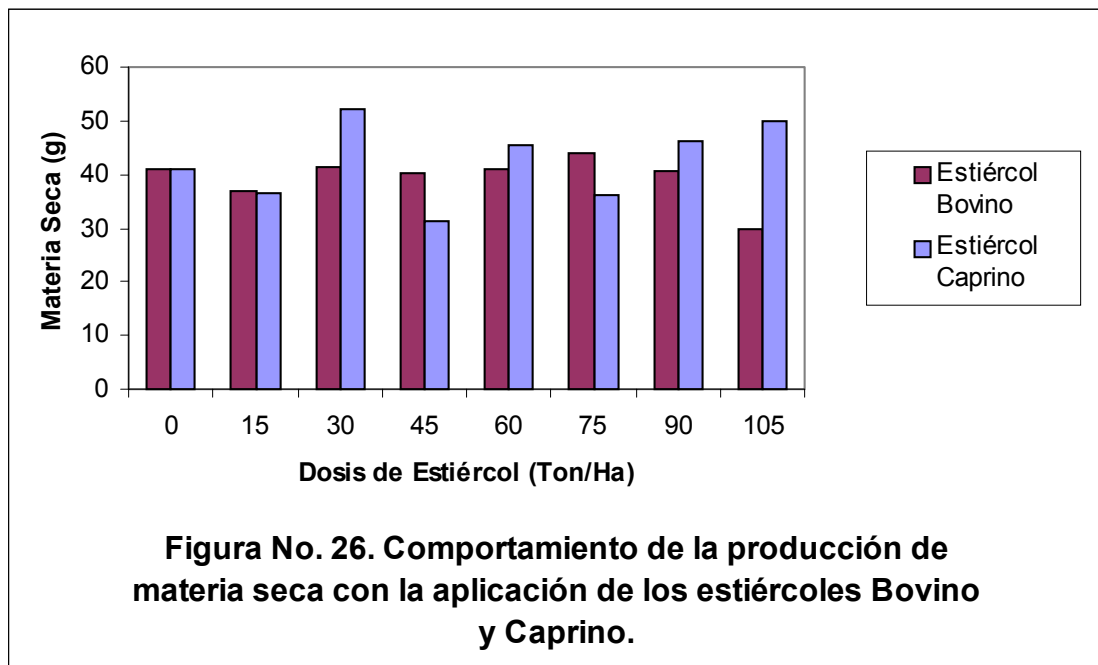
Para el estiércol caprino, las dosis 30 y 105 ton/ha fueron las que mayor producción de materia seca obtuvieron con 52.05 g y 50.12 g respectivamente. Las dosis 15, 45 y 75 ton/ha fueron las que menos materia seca obtuvieron con 36.60 g, 31.14 g y 36.27 g respectivamente.

Las dosis de 75 ton/ha para el estiércol bovino y 30 ton/ha para el estiércol caprino, son las

mejores dosis que obtuvieron mayor materia del suelo.

Cuadro No. 19. Materia seca de las plantas obtenidas con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.

	Estiércol Bovino	Estiércol Caprino
Dosis de Estiércol (Ton/Ha)	Materia Seca (g)	Materia Seca (g)
Testigo	41.01	41.01
15	36.81	36.60
30	41.47	52.05
45	40.16	31.14
60	40.83	45.31
75	44.00	36.27
90	40.49	46.36
105	29.91	50.12



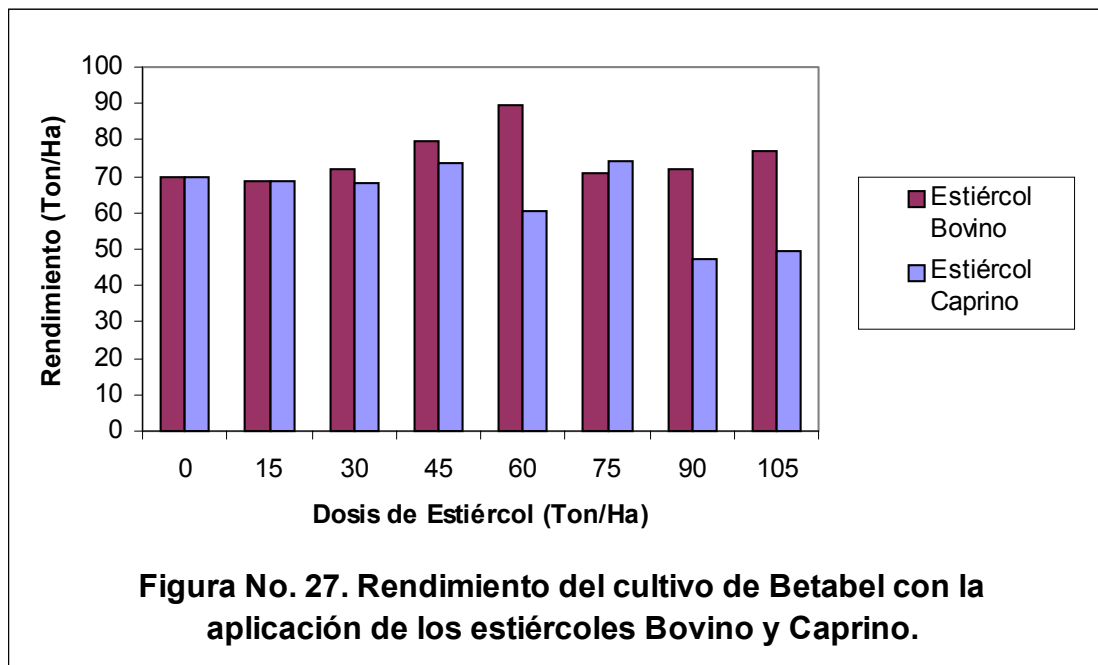
Rendimiento del Cultivo

El rendimiento total del cultivo se obtuvo después de hacer la suma de las dos cosechas que se realizaron y al realizar los cálculos a una hectárea.

El rendimiento del cultivo que se obtuvo en el presente trabajo de investigación se presenta en el cuadro No. 20 y en la figura No. 27 donde se puede apreciar que a medida como se incrementa la dosis de estiércol bovino y caprino se incrementa el rendimiento pero se llega a un momento en que el rendimiento decrece.

Cuadro No. 20. Rendimiento del cultivo obtenido con la incorporación de los estiércoles bovino y caprino.

	Estiércol Bovino	Estiércol Caprino
Dosis de Estiércol (Ton/Ha)	Rendimiento (Ton/Ha)	Rendimiento (Ton/Ha)
Testigo	69.530	69.530
15	68.489	68.749
30	71.744	68.098
45	79.556	73.567
60	89.713	60.676
75	71.093	74.218
90	71.744	47.135
105	76.952	49.348



Cuadro No. 21. Análisis de Varianza para el Estiércol Bovino.

					FT	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Trat (t - 1)	7	1,048.926	149.846	2.492(N.S.)	2.66	4.03
Eexp t (r - 1)	16	961.793	60.112	----		
Total tr - 1	23	2,010.719	----			
C.V. = 10.35 %						

Si F.C. > FT 0.005 = Significativo (*)

Si F.C. > FT 0.001 = Altamente Significativo (**)

Si F.C. < FT = No Significativo (N.S.)

De acuerdo al análisis de Varianza para el estiércol Bovino (cuadro 21) se obtuvo que no hay significancia entre los tratamientos ya que el FC es mayor

que el FT en 0.05 y 0.01. También se obtuvo un coeficiente de variación de 10.35 %.

De acuerdo a la Diferencia Mínima Significativa se encontró diferencias entre los tratamientos y la clasificación se presenta en el cuadro 22.

Cuadro No. 22. Clasificación de los tratamientos de estiércol Bovino de acuerdo a la Diferencia Mínima Significativa.

Tratamiento	(Ton/Ha)	Clasificación	
T5	89.713	A	Iguales
T4	79.556	A	
T8	76.952	A	
T3	71.744	B	Iguales
T7	71.744	B	
T6	71.093	B	
T1	69.530	B	
T2	68.489	B	

Los tratamientos (T5, T4 y T8 (60, 45 y 105 ton/ha) se clasifican como iguales de acuerdo a la DMS y los tratamientos T3, T7, T6, T1 y T2 (30, 90, 75, 0 y 15 ton/ha) se clasifican como iguales.

Cuadro No. 23. Análisis de Varianza para el Estiércol Caprino.

	FT
--	----

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Trat (t – 1)	7	2,327.956	332.565	3.291(*)	2.66	4.03
Eexp t (r – 1)	16	1,616.705	101.044	-----		
Total tr – 1	23	3,944.661	-----			
C.V. = 15.72 %						

Si F.C. > FT 0.005 = Significativo (*)

Si F.C. > FT 0.001 = Altamente Significativo (**)

Si F.C. < FT = No Significativo (N.S.)

De acuerdo al análisis de Varianza para el estiércol Caprino (cuadro 23) se obtuvo que hay significancia entre los tratamientos ya que el FC es menor que el FT en 0.05 y el FC es mayor que el FT 0.01. También se obtuvo un coeficiente de variación de 15.72 %.

De acuerdo a la Diferencia Mínima Significativa se encontró diferencias entre los tratamientos y la clasificación se presenta en el cuadro 24.

Cuadro No. 24. Clasificación de los tratamientos de estiércol Caprino de acuerdo a la Diferencia Mínima Significativa.

Tratamiento	(Ton/Ha)	Clasificación	
T6	74.218	A	Iguales
T4	73.567	A	
T1	69.530	A	
T2	68.749	A	
T3	68.098	A	
T5	60.676	A	
T8	49.348	B	Iguales
T7	47.135	B	

Los tratamientos T6, T4, T1, T2, T3 y T5 (75, 45, 0, 15, 30 y 60 ton/ha) se clasifican como iguales de acuerdo a la DMS y los tratamientos T8 y T7 (105 y 90 ton/ha) se clasifican como iguales.

CONCLUSIONES

Una vez obtenidos los resultados del presente trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- 1. El estiércol que mejor se comportó en cuanto a la aportación de la materia orgánica fue el estiércol caprino con un 5.900 % de materia orgánica con la dosis 105 ton/ha a los 183 días de incorporado el estiércol. En el estiércol bovino se reportó un 5.680 % de materia orgánica con la dosis 90 ton/ha a los 122 días de incorporado el estiércol.**
- 2. Con el estiércol bovino se obtuvo el mejor rendimiento con 89.713 ton/ha con la dosis 60 ton/ha de estiércol. El estiércol caprino obtuvo un rendimiento de 74.218 ton/ha con la dosis 75 ton/ha de estiércol.**
- 3. Con la aplicación de los diferentes estiércoles se mejoraron algunas propiedades físicas y químicas del suelo.**
 - La Densidad aparente se modificó desde un valor de 0.999 g/cc con el tratamiento testigo hasta 0.926 g/cc para el estiércol**

bovino y 0.944 g/cc para el estiércol caprino con la dosis 105 ton/ha a los 60 días de incorporado los estiércoles.

- **La Densidad de sólidos se modificó desde un valor de 2.487 g/cc con el tratamiento testigo hasta 2.162 g/cc para el estiércol bovino a los 60 días de incorporación y 2.090 g/cc para el estiércol caprino con las dosis 105 ton/ha a los 183 días de incorporación para el estiércol caprino.**
- **El Espacio poroso se modificó desde un valor de 59.831 % con el tratamiento testigo hasta 57.169 % para el estiércol bovino y 58.248 % para el estiércol caprino con las dosis 105 ton/ha a los 60 días de incorporado los estiércoles.**
- **El Pw_{cc} se modificó desde un valor de 25.940 % con el tratamiento testigo hasta 32.541 % con la dosis 90 ton/ha para el estiércol bovino a los 122 días de incorporación y 32.122 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol caprino a los 183 días de incorporado el estiércol.**
- **El Pw_{pmp} se modificó desde un valor de 13.940 % con el tratamiento testigo hasta**

17.685 % con la dosis 90 ton/ha para el estiércol bovino a los 122 días de incorporación y 17.457 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol caprino a los 183 días de incorporado el estiércol.

- **La Humedad disponible se modificó desde un valor de 11.711 % con el tratamiento testigo hasta 14.856 % con la dosis 90 ton/ha para el estiércol bovino a los 122 días de incorporación y 14.665 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol caprino a los 183 días de incorporado el estiércol.**
- **El pH se modificó desde un valor de 7.55 con el tratamiento testigo hasta 7.50 con las dosis 30, 45 y 75 ton/ha para el estiércol bovino a los 60 días de incorporación y 7.45 con las dosis 45 y 60 ton/ha para el estiércol caprino a los 60 y 122 días de incorporado el estiércol.**
- **La Conductividad eléctrica se modificó desde un valor de 1.603 dS/cm con el tratamiento testigo hasta 4.960 dS/cm con la dosis 75 ton/ha para el estiércol bovino a los 60 días de incorporación y 4.360 dS/cm con la dosis 105 ton/ha para el estiércol**

caprino a los 60 días de incorporado el estiércol.

- **La Materia orgánica se modificó desde un valor de 4.600 % con el tratamiento testigo hasta 5.680 % con la dosis 90 ton/ha para el estiércol bovino a los 122 días de incorporación y 5.900 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol caprino a los 183 días de incorporado el estiércol.**
- **El Nitrógeno total se modificó desde un valor de 0.230 % con el tratamiento testigo hasta 0.284 % con la dosis 90 ton/ha para el estiércol bovino a los 122 días de incorporación y 0.295 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol caprino a los 183 días de incorporado el estiércol.**

4. La hipótesis donde se propone que el estiércol caprino es mejor que el estiércol bovino en cuanto al rendimiento, no se acepta ya que estiércol bovino es mejor que el estiércol caprino en cuanto al rendimiento.

5. La hipótesis donde se propone que al mejorarse algunas propiedades físicas y químicas del suelo se logra un mejor diámetro de raíz tuberculosa, si se acepta ya que a medida como se mejorar

las propiedades del suelo se mejora el diámetro de la raíz tuberculosa.

RESUMEN

En la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en el campus Buenavista, se estableció un trabajo de investigación con el título de “Evaluación del Estiércol Bovino y Caprino en el Rendimiento del Cultivo de Betabel (*beta vulgaris* L.) durante el ciclo otoño – invierno de 2001. Los estiércoles que se utilizaron se obtuvieron del establo de la Universidad previamente cribados, se utilizaron dosis de 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 ton/ha para los dos estiércoles. Una vez transcurrido dos meses de incorporación se procedió a sembrar el cultivo de Betabel.

El diseño utilizado fue el Diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones. El tamaño de las

parcelas fue de cuatro metros cuadrados. La siembra se hizo en surcos y a chorrillo la cual se llevó a cabo el 9 de septiembre de 2001. La cosecha se realizó en dos etapas, la primera fue el 12 de diciembre de 2001 y la segunda se realizó el 9 de enero de 2002.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron tres tomas de muestras de suelo, la primera etapa se realizó a los 60 días de incorporado los estiércoles, la segunda etapa a los 122 días y la tercera se realizó a los 183 días de incorporado los estiércoles.

Las propiedades físicas del suelo que se modificaron con la incorporación de los estiércoles fueron, la Densidad aparente se modificó hasta 0.926 g/cc y 0.944 g/cc con el estiércol bovino y caprino con las dosis 105 ton/ha. La Densidad de sólidos se modificó hasta 2.162 y 2.090 g/cc con las dosis 105 ton/ha para el estiércol bovino y caprino. El Espacio poroso hasta 57.169 % y 58.248 % con las dosis 105 ton/ha para el estiércol bovino y caprino. La Humedad disponible se modificó hasta un 14.856

% con la dosis 90 ton/ha y 14.665 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol bovino y caprino. El Pw_{cc} se modificó hasta 32.541 % con la dosis 90 ton/ha y 32.122 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol bovino y caprino. El Pw_{pmp} se modificó hasta 17.685 % con la dosis 90 ton/ha y 17.457 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol bovino y caprino.

Las propiedades químicas del suelo que se modificaron con la incorporación de los estiércoles fueron, el pH se modificó hasta 7.5 con las dosis 30, 45 y 75 ton/ha para el estiércol bovino y 7.45 con la dosis 45 y 60 ton/ha para el estiércol caprino. La Conductividad eléctrica se modificó hasta 4.960 dS/cm con la dosis 75 ton/ha y 4.360 dS/cm con la dosis 105 ton/ha para el estiércol bovino y caprino. La Materia orgánica se modificó hasta 5.680 % con la dosis 90 ton/ha y 5.900 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol bovino y caprino. El Nitrógeno total se modificó 0.284 % con la dosis 90 ton/ha y 0.295 % con la dosis 105 ton/ha para el estiércol bovino y caprino.

La mejor altura de plantas en el estiércol bovino se obtuvo con la dosis 60 ton/ha y las más bajas alturas fueron con las dosis 15 y 90 ton/ha. En el estiércol caprino la mejor altura de plantas se obtuvieron con las dosis 30 y 45 ton/ha y las más bajas se obtuvieron con las dosis 90 y 105 ton/ha. Los mejores diámetros de raíz tuberculosa fueron 10.466 cm y 10.750 cm con las dosis 105 ton/ha para el estiércol bovino y caprino. La dosis de 60 ton/ha para los estiércoles bovino y caprino son las que produjeron más materia seca con 12.919 % y 13.076 % respectivamente.

El rendimiento obtenido en el estiércol bovino fue de 89.713 ton/ha con la dosis 60 ton/ha de estiércol. En el estiércol caprino el rendimiento fue de 74.218 ton/ha con la dosis 75 ton/ha de estiércol.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, A. J. 1963. Suelos, Abonos y Enmiendas. Editorial Dossat. Madrid, España.
2. Alsina, G. L. 1972. Horticultura Especial. Segunda Edición. Editorial SINTES, España.
3. Arias, D. F. I. 1986. Efectos de Diferentes Dosis y Fechas de Aplicación de Estiércol Bovino sobre Propiedades Selectas de un Suelo Calcáreo en el Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*, L.). Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
4. Armas, E. R. 1986. Efecto de Dos Mejoradores de Suelo, en Sorgo de Grano (*Sorgo vulgare*. Pers.) Bajo Condiciones de Riego en Anáhuac. N. L. Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
5. Bailey, L. H. 1963. The Standard Encyclopedia of Horticulture. Volumen 1. Impresión No. 20, U.S.A.
6. Buckman, H. y Brady N. 1966. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Traducción del Inglés por: R. Salord Barceló. 1ª. Edición, Montaner y Simón, S.A. Editores. Barcelona, España.

7. Bartholomew, W. V. 1968. Maintaning Organic Matter. Yearbook of Agriculture. U.S.A. Washington.
8. Boswel, V. R. 1974. Growing Table Beets, Lea Flet No. 360, USDA, Washington, D.C., U.S.A.
9. Carrizo del, J. 1967. Diez Temas Sobre Plagas de Hortalizas. Editado por el Ministro de Agricultura de España, España.
10. Centro de Investigaciones Agrícolas del Sureste, 1972. Circular No. 28. INIA – SAGAR – CIASE, México.
11. Curso de Edafología 1977. Departamento de Suelos UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
12. Cásseres, E. 1981. Producción de Hortalizas. Tercera Edición, Primera Impresión, Editorial IICA, San José, Costa Rica.
13. Cronquist, A. 1981. Introducción a la Botánica. Editorial Continental, S.A., México.
14. 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.
15. 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.
16. Cárdenas, B. A. 1986. Aplicación de Diferentes Dosis de Estiércol (Bovino y Gallinaza) Para Reducir la Fijación del Fósforo en la Región de Derramadero, Coahuila. Tesis Maestría, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
17. Cepeda, D. J. M. 1991. Química de Suelos. Segunda Edición. Editorial Trillas, México.
18. Edmond, J. B. Senn T. L. y Andrews F. S. 1967. Principios de Horticultura. Tercera Edición. Compañía Editorial Continental, México.
19. Fabiani, L. 1967. La Patata. Editorial Aedos, Barcelona, España.
20. Fersine, A. 1974. Horticultura Práctica. Tercera Edición, Editorial Vacchi, S.A., España.

21. F.A.O. 1976. Materias Orgánicas, Fertilizantes. Boletín Sobre Suelos No. 27, Roma, Italia.
22. FitzPatrick, E. A. 1985. Suelos: su Formación, Clasificación y Distribución. Segunda reimpresión. Editorial Continental, México.
23. Gajón, S. C. 1956. Horticultura Práctica. Primera Edición. Editorial Diana, España.
24. García, F. J. 1960. Cultivos Frecuentes. Editorial Dossat, S. A. Madrid, España.
25. Guía para Hortalizas Comerciales, 1969. Agricultura de las Américas No. 4, U.S.A.
26. García, H. R. 1962. Efectos de la Distancia de Siembra en los Cultivos de Pepino (*Cucumis sativa* L.) y Betabel (*Beta vulgaris* L.). I.T.E.S.M., Monterrey, N. L., México.
27. Gill, N. T. y Vear K. C. 1965. Botánica Agrícola. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
28. 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.
29. Guaro, E. 1974. Horticultura Práctica, Editorial Albatros, Argentina.
30. Gros, D. 1976. Abonos, Guía Práctica de la Fertilización. Sexta Edición Revisada y Amplificada. Barcelona, España.
31. González, T. M. 1976. Efecto de Cinco Fechas de Siembra en el Rendimiento y Calidad de Dos Variedades de Betabel (*Beta vulgaris*) en la Región de General Escobedo, N. L. UANL, México.
32. Guillén, R. 1980. Plantas Hortícolas, Editorial Floraprint, S.A. Valencia, España.
33. Gavande, Sampat A. 1982. Física de Suelos: Principio y Aplicaciones. Cuarta Reimpresión. Editorial Limusa, México.
34. Gil, R. L. 1986. Efecto de Cinco Dosis de Estiércol de Bovino y Tres Fechas de Aplicación Sobre Propiedades Selectas de un Suelo Calcáreo. Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
35. Huertos Caseros, 1983. Boletín Informativo No. 3. CENTA, El Salvador, Centroamérica.

36. Ignatieff, V. y Page, H. J. 1969. El Uso Eficaz de los Fertilizantes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Italia.
37. Juscofresca, B. 1976. Cultivos de Huertas, Verduras, Ensaladas, Plantas y Raíces. Editorial Serrohina, Barcelona, España.
38. Knott, J. E. 1957. Hand Book for Vegetable Growers, Jhon Wiley and Sons Inc. U.S.A.
39. Lyon, T. L. y Buckman, H. O. 1958. Edafología: Naturaleza y Propiedades del Suelo. Segunda Edición. Editorial Continental S.A., México.
40. Laborde, T. A. 1971. Informe Anual. Departamento de Hortalizas. Otoño de 1968, Verano de 1970. Volumen No. 1, INIA – SARH, México.
41. Leñano, F. 1972. Como se Cultivan las Hortalizas de Raíz, Tubérculos y Bulbos. Editorial Vecchi, S.A., España.
42. López, R. J. y López M. J. 1990. El Diagnóstico de Suelos y Plantas (Métodos de Campo y Laboratorio). Cuarta Edición. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España.
43. Mortensen, E. y Bullard E. 1971. Horticultura Tropical. Impresora Galves, S.A. México.
44. Martín, J. H. y Yanuell, W. P. 1975. Semillas, USDA. Compañía Editorial Continental, S.A., México.
45. Mainardi, F. F. 1978. Hortalizas de Bulbo, Raíz y Tubérculo. Editorial de Vecchi, S.A. Barcelona, España.
46. 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.
47. Mejía, C. F. 1985. Efecto de Dos Mejoradores de Suelo sobre el Desarrollo del Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Saltillo Coahuila. Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
48. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos 1997. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Primera Impresión, México.

49. Núñez, E. R. 1978. Notas del Curso de Fertilidad de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
50. Narro, F. E. 1985. Mejoradores de Suelos Calcáreos y Fertilización Fosfatada en el Cultivo de la Papa. Revista Científica de la UAAAN. Volumen No. 1. Buenavista, Saltillo, México.
51. Narro, F. E. 1994. Física de Suelos: con en foque agrícola. Primera edición. Editorial Trillas, México.
52. Ortiz, V. B. 1977. Fertilidad de Suelos. UACH. Chapingo, México.
53. Ortiz, V. B. 1980. Edafología. Tercera Edición. UACH, México.
54. Ortiz, V. B. 1990. Edafología. Séptima Edición. UACH, México.
55. Patterson, J. B. y Ede R. E. 1970. Suelos y Abonados en Horticultura. Manuales de Técnica Agropecuaria. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
56. Poehlman, J. M. 1971. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Editorial Limusa-Wiley, Segunda Impresión, México.
57. Peterson, M. L. 1972. Manual de Fertilizantes. California Fertilizer Association, Berkeley, California U.S.A.
58. Rodale, J. L. 1946. Abonos Orgánicos. El Cultivo de Huertas y Jardines con compuestos orgánicos. Editorial Tres Emes. Buenos Aires, Argentina.
59. Ramos, R. J. N. 1985. Respuesta del Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*, L.) a Nueve Dosis de Estiércol Bovino, Establecido en Suelo Calcáreo. Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
60. Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los E.U.A. 1973. Relación Suelo Planta y Agua. Segunda Reimpresión Editorial Diana, México.
61. Stewart, D. 1975. Semillas, USDA. Compañía Editorial Continental, S.A., México.
62. Simpson, K. 1991. Abonos y Estiercoles. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
63. Traves, S. G. 1962. Abonos. Enciclopedia Práctica de la Agricultura. Barcelona, España.

64. Tiscornia, J. R. 1976. Cultivo de Hortalizas Terrestres, Bulbos, Raíces. Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.
65. Thompson, L. M. y Troeh F. R. 1980. Los Suelos y su Fertilidad. Cuarta edición, Editorial Montaner y Simón. Barcelona, España.
66. Torres, R. E. 1980. Conservación de Suelos. Departamento de Agrometeorología, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
67. Tamhane, R. V., Motiramani, D. P., Bali, Y. P., Roy, L. y Donahue, 1983. Suelos: su Química y Fertilidad en zonas tropicales. Tercera impresión. Editorial Diana, México.
68. Van Haef, J. N. 1983. Horticultura, Editorial Trillas, México.
69. Warner, G. G. 1953. Spacing Experiment on Vegetables VIII. The Responses of Several Varieties of Globe Beet, Long Beet and Paranips to Changes in the Thinning Distance J. Hort. Sci. 28:152-59. Bibl. (Resumen en Hort. Abs. 23: art. 4255), U.S.A.

APÉNDICE

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR “ESTIÉRCOL BOVINO”

	R1	R2	R3	Σ	X
T1	73.046	75.390	60.156	208.592	69.530
T2	71.875	73.046	60.546	205.467	68.489
T3	77.734	71.093	66.406	215.233	71.744
T4	83.593	73.437	81.640	238.670	79.556
T5	91.015	86.718	91.406	269.139	89.713
T6	76.171	71.875	65.234	213.280	71.093
T7	83.593	55.859	75.781	215.233	71.744
T8	85.546	75.390	69.921	230.857	76.952
	51,923.757	42,956.484	41,601.646	1,796.471	

$$SC_{\text{trat.}} = \sum^t \underline{Y_i}^2 - \underline{Y_{..}}^2.$$

$$\begin{aligned}
 & i = 1 \quad r \quad t r \\
 & = \frac{(208.592)^2 + (205.467)^2 + (215.233)^2 + (238.670)^2 + (269.139)^2 + (213.280)^2 + (215.233)^2 + (230.857)^2}{3} - \frac{(1,796.471)^2}{24} \\
 & = \frac{406,560.282}{3} = 135,520.094 - 134,471.168 \\
 & = \mathbf{1,048.926}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & t = 8 \quad r = 3 \\
 \text{SCtotal} & = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr} \\
 & = (51,923.757 + 42,956.484 + 41,601.646) \\
 & = 136,481.887 - \frac{(1,796.471)^2}{24} = 134,471.168 \\
 & = 136,481.887 - 134,471.168 \\
 & = \mathbf{2,010.719}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SCEExp} & = \text{Sctotal} - \text{Sctrat} \\
 & = 2,010.719 - 1,048.926 \\
 & = \mathbf{961.793}
 \end{aligned}$$

ANALISIS DE VARIANZA

					FT	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Trat (t - 1)	7	1,048.926	149.846	2.492(N.S.)	2.66	4.03
Eexp t (r - 1)	16	961.793	60.112	----		
Total tr - 1	23	2,010.719	----			
C.V. = 10.35 %						

Si F.C. > FT 0.005 = Significativo (*)
 Si F.C. > FT 0.001 = Altamente Significativo (**)
 Si F.C. < FT = No Significativo (N.S.)

$$\begin{aligned}
 \text{C.V.} & = \sqrt{\frac{\text{CMEEExp}}{74.852}} \times 100 \\
 & = \sqrt{\frac{60.112}{74.852}} \times 100
 \end{aligned}$$

= 10.35 %

$$\begin{aligned} \text{DMS} &= \text{G.L. EExp } 0.05 t \propto \sqrt{\frac{2 \text{ CM EExp}}{r}} \\ &= 2.120 \sqrt{\frac{2 (60.112)}{3}} \\ &= \mathbf{13.420 \text{ ton}} \end{aligned}$$

Tratamiento	(Ton/Ha)	Clasificación	
T5	89.713	A	Iguales
T4	79.556	A	
T8	76.952	A	
T3	71.744	B	Iguales
T7	71.744	B	
T6	71.093	B	
T1	69.530	B	
T2	68.489	B	

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR
"ESTIÉRCOL CAPRINO"

	R1	R2	R3	Σ	X
T1	73.046	75.390	60.156	208592	69.530
T2	71.093	71.875	63.281	206.249	68.749
T3	63.671	66.796	73.828	204.295	68.098
T4	81.250	73.828	65.625	220.703	73.567
T5	47.265	68.359	66.406	182.030	60.676
T6	87.109	58.203	77.343	222.655	74.218
T7	38.281	62.890	40.234	141.405	47.135
T8	59.765	41.015	47.265	148.045	49.348
	35,904.739	34,459.871	31,624.894	1,533.974	

t

$$\begin{aligned}
 \text{SC}_{\text{trat.}} &= \sum_{i=1}^3 \frac{Y_i.^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr} \\
 &= \frac{(208.592)^2 + (206.249)^2 + (204.295)^2 + (220.703)^2 + (182.030)^2 + (222.655)^2 + (141.405)^2 + (148.045)^2}{3} - \frac{(1,533.974)^2}{24} \\
 &= \frac{301,118.399}{3} = 100,372.799 - 98,044.843 \\
 &= \mathbf{2,327.956}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & t = 8 \quad r = 3 \\
 \text{SC}_{\text{total}} &= \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^3 Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr} \\
 &= (35,904.739 + 34,459.871 + 31,624.894) \\
 &= 101,989.504 - \frac{(1,533.974)^2}{24} = 98,044.843 \\
 &= 101,989.504 - 98,044.843 \\
 &= \mathbf{3,944.661}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SC}_{\text{Eexp}} &= \text{SC}_{\text{total}} - \text{SC}_{\text{trat}} \\
 &= 3,944.661 - 2,327.956 \\
 &= \mathbf{1,616.705}
 \end{aligned}$$

ANALISIS DE VARIANZA

					FT	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Trat (t - 1)	7	2,327.956	332.565	3.291(*)	2.66	4.03
Eexp t (r - 1)	16	1,616.705	101.044	-----		
Total tr - 1	23	3,944.661	-----			
C.V. = 15.72 %						

Si F.C. > FT 0.005 = Significativo (*)
 Si F.C. > FT 0.001 = Altamente Significativo (**)
 Si F.C. < FT = No Significativo (N.S.)

$$\begin{aligned}
 \text{C.V.} &= \sqrt{\frac{\text{CM}_{\text{Eexp}}}{\text{C.M.}}} \times 100 \\
 &= \sqrt{\frac{101.044}{63.915}} \times 100
 \end{aligned}$$

$$= 15.72 \%$$

$$\begin{aligned} \text{DMS} &= \text{G.L. EExp } 0.05 \text{ t} \propto \sqrt{\frac{2 \text{ CM EExp}}{r}} \\ &= 2.120 \sqrt{\frac{2 (101.044)}{3}} \\ &= 17.399 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tratamiento	(Ton/Ha)	Clasificación	
T6	74.218	A	Iguales
T4	73.567	A	
T1	69.530	A	
T2	68.749	A	
T3	68.098	A	
T5	60.676	A	
T8	49.348	B	Iguales
T7	47.135	B	