

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA BIODEGRADACION DE ESTIERCOL DE
CAPRINO COMPARADO CON LA FERTILIZACION MINERAL
EN EL DESARROLLO RADICAL Y PRODUCCION DEL
NOPAL

POR:
MANUEL OCTAVIO MELENDEZ RUIZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Agosto de 1998

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA BIODEGRADACION DE ESTIERCOL DE CAPRINO COMPARADO
CON LA FERTILIZACION MINERAL EN EL DESARROLLO RADICAL Y
PRODUCCION DEL NOPAL

POR:

MANUEL OCTAVIO MELENDEZ RUIZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el titulo de:

INGENIERO AGRONOMO FORESTAL

APROBADA:

El Presidente del Jurado

M. C. Fernando Borrego Escalante

Vocal

Vocal

Ph. D. Enrique Salazar Sosa

M. C. Armando Najera Castro

Vocal

M. C. José Luis Oviedo

El Coordinador de la División de Agronomía

Ing. Mariano Flores Dávila

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Agosto de 1998

“DE TODAS LAS OCUPACIONES DE LAS QUE SE DERIVA
BENEFICIO, NO HAY NINGUNA TAN AMABLE, TAN SALUDABLE Y
TAN MEREDEDORA DE LA DIGNIDAD DEL HOMBRE LIBRE, COMO
LA AGRICULTURA.”

CICERON

DEDICATORIA

A DIOS. Por haberme permitido obtener y haber llegado a esta etapa de mi vida.

A MIS PADRES. No hay nada más sublime en la tierra, que lo que da la vida; a ellos: Francisco Melendez G. (+), y Aurora Ruiz de M., les brindo este trabajo en premio a su gran amor y en agradecimiento a tantos esfuerzos librados, para que al final sea Yo una persona de bien.

A MI ESPOSA E HIJA. Araceli Medrano y Ruby Jazmin, me han brindado su esperanza y apoyo a que yo concluya mi nivel de licenciatura y me siga forjando a mi superación diaria.

A MIS HERMANOS (AS), CUÑADOS (AS), SOBRINOS (AS) Y SUEGROS. Ya que de cada uno de ellos he encontrado apoyo moral, con esos consejos que nos enseñan en nuestra vida a disfrutar del trabajo para gozar el triunfo, además de su gran preocupación para que yo continúe superándome.

AGRADECIMIENTOS

Al Ph.D. Enrique Salazar Sosa: Por su gran apoyo e interés para la conclusión de mi tesis y además la mejor disponibilidad que para conmigo a tenido en la formación de mi superación profesional.

Al M.C. Armando Najera Castro: Por sus consejos de gran amigo y de buen catedrático para concluir mis estudios de licenciatura.

Al M. C. Fernando Borrego Escalante: Por su participación como presidente del H. Jurado Examinador y a la vez, haber aceptado asesorarme para la realización de mi tesis profesional.

A todos los Profesores de quienes además de obtener sus enseñanzas, me brindaron bonitos consejos para siempre seguir entusiasta en mis labores diarias.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la elaboración del presente, así como también en mi formación profesional.

A mi querida Alma Terra Mater por tener las puertas abiertas y poder contar con valiosos catedráticos que con su esfuerzo y dedicación apoyan en la formación de ingenieros.

INDICE

	Pag.
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	xi

I. INTRODUCCION..	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.2 HIPOTESIS.....	4
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
III. MATERIALES Y METODOS.....	13
3.1 Ubicación del área de estudio.....	13
3.2 Características climatológicas.....	13
3.3 Material genético.....	14
3.4 Espacios de exploración y tratamientos a estudiar.....	14
3.5 Diseño experimental.....	15
3.6 Establecimiento y conducción del experimento.....	17
3.6.1 Cultivos a estudiar.....	17
3.6.2 Muestreo del suelo.....	17
3.6.3 Aplicación de estiércol y fertilizante.....	18
3.6.4 Variables de campo medidas.....	19
3.6.5 Labores culturales.....	20
3.7 Análisis estadísticos.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
V. RESUMEN.....	31
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
VIII. LITERATURA CITADA.....	35

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro</u>	<u>Pagina</u>
1 Lista de tratamientos a estudiar.....	15
2 Variables medidas en el experimento por parcela	

	experimental.....	19
3	Concentración de datos vegetativos (número y largo de cladodios) analizados del experimento de nopal. 1998.....	24
4	Concentración de datos vegetativos (ancho y grueso de cladodio) analizados del experimento de nopal. 1998.....	25
5	Concentración de datos radicales analizados del experimento de nopal. 1998.....	26
6	Medias para número de cladodios en nopal. 1998.....	27
7	Medias para largo de cladodios en nopal. 1998.....	27
8	Medias para ancho de cladodios en nopal. 1998.....	28
9	Medias para grueso de cladodios en nopal. 1998.....	28
10	Medias para longitudes y cantidad de raíces en nopal. 1998.....	29
11	Análisis de varianza para número de cladodios en el muestreo 1 en nopal. 1998.....	40
12	Análisis de varianza para número de cladodios en el muestreo 2 en nopal. 1998.....	40

Cuadro

Pagina

13	Análisis de varianza para número de cladodios en el muestreo 3 en nopal. 1998.....	40
----	--	----

14	Análisis de varianza para numero de cladodios en el muestreo 4 en nopal. 1998.....	41
15	Análisis de varianza para número de cladodios en el muestreo 5 en nopal. 1998.....	41
16	Análisis de varianza para número de cladodios en el muestreo 6 en nopal. 1998.....	41
17	Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 1 en nopal. 1998.....	42
18	Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 2 en nopal. 1998.....	42
19	Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 3 en nopal. 1998.....	42
20	Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 4 en nopal. 1998.....	43
21	Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 5 en nopal. 1998.....	43
22	Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 6 en nopal. 1998.....	43

Cuadro

Pagina

23	Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 1 en nopal. 1998.....	44
----	---	----

24	Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 2 en nopal. 1998.....	44
25	Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 3 en nopal. 1998.....	44
26	Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 4 en nopal. 1998.....	45
27	Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 5 en nopal. 1998.....	45
28	Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 6 en nopal. 1998.....	45
29	Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 1 en nopal. 1998.....	46
30	Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 2 en nopal. 1998.....	46
31	Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 3 en nopal. 1998.....	46
32	Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 4 en nopal. 1998.....	47

Cuadro

Pagina

33	Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 5 en nopal. 1998.....	47
----	--	----

34	Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 6 en nopal. 1998.....	47
35	Análisis de varianza para longitud mayor radical en nopal. 1998.....	48
36	Análisis de varianza para longitud media radical en nopal. 1998.....	48
37	Análisis de varianza para longitud menor radical en nopal. 1998.....	48
38	Análisis de varianza para número de raíces primarias en nopal. 1998.....	49
39	Análisis de varianza para número de raíces secundarias en nopal. 1998.....	49

INDICE DE FIGURAS

Figura

Pagina

1	Distribución de tratamientos en campo mediante un diseño de bloques al azar.....	16
2	Temperatura ambiente, precipitación y evaporación diaria de Enero a Junio de 1998.....	30
3	Temperatura máxima y mínima y unidades calor diarias de Enero a Junio de 1998.....	30

I. INTRODUCCION

México es el principal productor de tuna y nopalito a nivel mundial, con una superficie aproximada de 49 mil y 10 mil has. de plantaciones especializadas, respectivamente (Flores y Gallegos, 1994). Se reportan además tres millones de hectáreas de nopaleras silvestres cuya explotación se registra bajo métodos rústicos de aprovechamiento para diferentes propósitos (fruta, verdura y forraje).

Existe un reconocimiento generalizado entre productores e investigadores en el sentido de que a pesar de que el nopal se ubica como una planta rústica, ésta responde favorablemente a la aplicación de abonos ya sea orgánicos o químicos (Pimienta, 1990 ; Mondragón y Pimienta, 1990).

En el caso del uso de los abonos orgánicos en terrenos cultivados, éste se remonta casi al nacimiento de la agricultura, aceptándose que su efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas se asocia a mayor residualidad, aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo, y la reducción de la erosión, entre otras características (García 1994).

La mayoría de los cultivos manifiesta su producción en la parte aérea en la cual el hombre se beneficia en forma directa, por ello, gran parte de la investigación agrícola se refiere a los rendimientos de las plantas, y pocos investigadores consideran la influencia que ejercen las condiciones del suelo (características físicas y químicas), por lo que es necesario destinarle mayor atención y contar con mas elementos básicos para generar recomendaciones.

La incorporación de materia orgánica es una practica común, la cual se puede realizar, con aplicaciones de estiércol bovino obteniéndolo de los sitios donde se dispone de éste en proporciones tan grandes que llega a ser un problema.

Tal es el caso de la Comarca Lagunera donde el incremento en la población de ganado ha crecido espectacularmente llegando a ser de mas de 400 mil cabezas de ganado bovino y la misma cantidad para ganado caprino, por lo que los desechos animales tienen que ser desalojados de los sitios de producción en forma periódica, siendo el suelo el lugar más idóneo de depósito. Sin embargo existen muchas discrepancias entre las recomendaciones en cuanto a dosis de fertilización para las diferentes etapas de desarrollo de los cultivos, además del desconocimiento de los efectos que provocan en el desarrollo del cultivo.

1.1 OBJETIVOS

1. Determinar el efecto de la aplicación de estiércol caprino sobre el enraizamiento y desarrollo vegetativo del nopal.
2. Comparar el efecto de la fertilización mineral y la aplicación de estiércol caprino sobre la producción y el desarrollo del nopal.

1.2 HIPOTESIS

1. La aplicación de materia orgánica modifica las condiciones físicas y químicas del suelo, por lo tanto, el desarrollo vegetativo del nopal dependerá de las modificaciones surgidas de la aplicación de estiércol.
2. La producción de nopal (forraje) está en función del tipo de fuente nutricional, por lo tanto el desarrollo vegetativo afecta de acuerdo a la alteración química del suelo por la aplicación del estiércol.

II. REVISION DE LITERATURA

Castellanos (1984), indica que el estiércol es el fertilizante más antiguo que el hombre ha utilizado y sigue utilizando en la producción de sus cultivos debido a las ventajas que ofrece: nutre el suelo y permite una mayor retención de humedad.

Hernández (1978), observó diferencias en la distribución de las raíces de las plantas de nopal establecidas con áreas de captación de agua y sin ella. En las primeras, las raíces crecieron hasta llegar al fondo de la cepa e inicia la formación de masas radicales, mientras que en las otras algunas crecieron hasta llegar a la pared y siguieron creciendo hasta abajo en el estrato de 0-30 lo que favoreció un crecimiento de raíces en dicha capa.

Rusell (1979), indica que cuando el diámetro de los poros del suelo es menor que el diámetro de la raíz, ésta crecerá solamente si se desarrolla una presión suficiente para expandirlos o bien, si tiene la capacidad de reducir su diámetro al tamaño de los poros.

Muñoz (1992), confirma que el abonado o fertilización son entre otros factores los que promueven una mas rápida respuesta del nopal siendo el abonado con mejores efectos.

Mondragón (1994), considera al nopal (*Opuntia spp.*) como una especie rústica que no requiere cuidados para su producción, sin embargo, en varias investigaciones se ha demostrado su excelente respuestas a las prácticas culturales de manejo y fertilización, química y orgánica, observándose aceleración en la maduración de frutos e incrementos en crecimiento, rendimiento y calidad de tuna.

La temperatura óptima para el crecimiento radical depende de la humedad del suelo, disponibilidad de nutrimentos y de la etapa de crecimiento en que se encuentre la planta (Nielsen, 1974).

Las raíces que crecen en un bajo contenido de nitrógeno tienden a ser largas y escasamente ramificadas, las que crecen con alto contenido de nitrógeno son cortas y bien ramificadas (Black, 1975), al respecto Kolesnikov (1971) indica que la falta de este

elemento reduce el desarrollo de las raíces que participan en la absorción de agua y nutrimentos, mientras que su exceso anula el crecimiento radical de la planta.

Barrientos (1965,1969); Flores (1977); Roja *et al.*, (1966) mencionan que se ha demostrado comercialmente que las plantaciones de *Opuntia* spp con fines forrajeros son costeables según trabajos realizados en México.

Rojas *et al.*, (1966) nos dicen que las principales especies de nopal que se utilizan como forraje en las zonas áridas son: Nopal de tuna amarilla (*Opuntia tyszacantha*); Nopal de penca redonda (*Opuntia lucen*); Nopal manso (*Opuntia tenuispina*); Nopal rastrero (*Opuntia rastrera*).

(CODAGEM, 1982), cita que el nopal es muy importante en la conservación del suelo, pues protege a la capa fértil de éste contra la erosión debido al tipo de sistema radical que posee; asimismo, los cladodios retienen las partículas orgánicas que mueven el aire, los cuales resbalan por su superficie tersa o bien se quedan en las juntas de las ramificaciones, de donde el agua de lluvia las arrastra para depositarlas en el pie de la planta para formar así una capa de materia orgánica que aumenta constantemente de espesor y mejora la calidad del suelo.

(CODAGEM, 1979), nos dice que las poblaciones silvestres del nopal, se encuentran en zonas con precipitación media anual de 150 milímetros o más, en climas

semiáridos a esteparios donde se manifiesta escasez de lluvias durante las estaciones del año .

Narro (1970), indica que la temperatura media que se debe tener para el nopal fluctúa de 18 a 26°C y que se estima una temperatura mínima de 6°C.

La agresividad y la alta eficiencia para la absorción de la humedad son características distintivas de las raíces de *Opuntia*. En suelos muy tepetatosos la raíz penetra por grietas, o bien se queda en la superficie, conformando masas de raíces suculentas en el suelo fértil. Hernández (1991).

(PROMAN, 1987), indica que la plantación puede realizarse durante todo el año, pero la época más adecuada es en los meses que se inicien las lluvias, según la región donde se establezcan. De ésta manera garantizamos un buen enraizamiento y emisión de brotes tiernos.

Cruz (1983), menciona que la plantación se realiza colocando la mitad inferior de la penca en la tierra, luego se apisona el suelo fuertemente.

Mejía (1988), nos dice que el sistema se ha practicado en el mes de septiembre , pencas de 8 meses a 1 año de edad, de 30 centímetros de largo por 20 centímetros de ancho como mínimo, bajo una densidad de plantación de 16 plantas por metro cuadrado (25

centímetros entre hileras por 25 centímetros entre plantas), en camas de 2 metros de ancho, enterrando 1/3 inferior de la penca, con capa de abono orgánico de 10 centímetros espesor. Se ha utilizado como cubierta plástica, polietileno térmico calibre 600 de 40 a 50 metros de largo por 4 metros de ancho, varilla lisa de 3/8 de pulgada en forma de arco con una altura de 1.5 metros e hilo rafia para sujetar el plástico y la estructura del túnel. Nos dice también que el nopal bajo cubiertas plásticas presenta las siguientes ventajas: facilita las labores de deshierbe, poda, aplicación de insecticidas, abono orgánico y fertilización, así como la cosecha.

Barrientos (1972), señala que al igual que cualquier otro cultivo, el nopal, también tiene variación en cuanto a la densidad, ya que está directamente relacionada con la capacidad de retención de humedad del suelo, fertilidad de éste, tipo de planta, precipitación, objetivo de la explotación, etc., por lo cual existe variación en el número de plantas a utilizarse por hectárea.

Flores y Gallegos (1994), aclaran que la fertilización, ya sea a base de abono animal o fertilizantes químicos, e idealmente la combinación de ambos, es una de las prácticas esenciales de cualquier paquete tecnológico que se enfoque al mantenimiento de la productividad o al incremento del rendimiento. Es una labor altamente redituable, de efectos fácilmente observables a corto plazo y que se puede realizar de manera sencilla. En términos de relación beneficio-costos es también de las más recomendables.

Pimienta *et al.*, (1988) dicen que en experimentos de fertilización con estiércol y fertilizantes químicos se encontró que la aplicación combinada anticipó el inicio de la diferenciación floral, lo cual se reflejó en adelanto del tiempo de floración y maduración de los frutos, ésta última registró un adelanto de 10 a 15 días. El análisis comparativo del efecto residual de la gallinaza y el estiércol reveló que la gallinaza tiene un efecto más pronunciado en la fenología del fruto a diferencia de los tratamientos con estiércol vacuno. Por otro lado, los tratamientos con nitrógeno provenientes de fertilizante químico tuvieron un efecto contrario.

Pimienta (1988), mencionan que las necesidades de fertilización, varían de acuerdo con la fertilización del suelo, la edad de la planta y la precipitación pluvial. La materia orgánica del suelo funge como el principal proveedor de nutrientes junto con la roca madre; que coincide con lo mencionado por Mondragón, 1988. En el caso de las zonas semiáridas el porcentaje de materia orgánica es muy bajo, como consecuencia de la escasez de la vegetación que son capaces de soportar. De ahí que la planta de nopal presente respuestas sorprendentes a la aplicación de fertilizante.

Pimienta (1990), menciona que la dosis de fertilización que se sugiere para las huertas jóvenes de 1 a 6 años de edad, inclusive aquellas que empiezan a producir, incluye la aplicación de: gallinaza 5.5 kg u 8.25 kg de estiércol vacuno, más sulfato de amonio 180 gramos más 180 gr de supersimple más 80 gr de cloruro de potasio. En substitución de las fuentes anteriores se puede usar urea y super triple. Se puede aplicar 80 gr de cada

producto. La fertilización se realiza de preferencia durante los meses de mayo y de junio, antes del inicio de la época de lluvias. De ésta forma la planta puede aprovechar con mayor eficiencia el fertilizante, ya que los nutrientes sólo pueden ser absorbidos cuando en el suelo existe suficiente humedad para diluirlos.

Las poblaciones naturales de nopal son cosechadas y utilizadas como forraje en los diferentes sistemas de explotación ganadera; en consecuencia, en muchas regiones del norte del país, dichas poblaciones han sufrido un deterioro severo y tienden a desaparecer. López (1988).

Villarreal, (1958), Rojas, (1966) y González, (1968), coinciden en manifestar, que es de mucha importancia alambrar las siembras en sus contornos para impedir que en los primeros años de desarrollo de la planta, sea afectada por los animales.

Barrientos, (1965b) y (1972), afirma que el nopal responde notablemente al estercolado; García, (1973), realizó un estudio sobre la producción de forraje verde de nopal, obtenida con diferentes niveles de fertilización y riego. Los niveles de 200 kg de nitrógeno por ha y 100 ton de estiércol por ha dan rendimiento máximo (186 ton/ha.) sin riego; a los mismos niveles y con riego, se obtuvieron solamente (175 ton) el testigo produjo un promedio de 82 ton/ha; la cosecha se realizó en 4 fechas diferentes. En general, se concluye que hay respuesta a la aplicación de estiércol, al nitrógeno y al fósforo combinados. En apariencia no existe ventaja a la aplicación de riego bajo las condiciones

del experimento. En este ensayo, se tomó como base para la cosecha, fechas predeterminadas, sin tomar en cuenta la edad fisiológica de la planta.

Metral, citado por Flores, (1979), informa de un experimento en el que se utilizaron tres variedades de nopal; palma gigante, palma redonda y palma miuda; tres densidades de : 5 000, 10 000 y 20 000 plantas/ha y; tres niveles de abonamiento: 0, 10, y 20 ton de estiércol de cerdo por ha; determinó que a mayor densidad, mayor producción para las 3 variedades; la palma miuda fue la mejor variedad, empero las 3 variedades respondieron sistemáticamente, con mayor producción a las aplicaciones de estiércol.

Las condiciones del suelo que pueden ser importantes en la penetración y desarrollo de las raíces son: la densidad aparente, la temperatura del suelo, la concentración de arena y el desequilibrio de nutrimentos. (Maurya y Lal 1979). Así mismo Baligar (1981), y Nicou y Chopart (1979).

El uso de los abonos orgánicos en terrenos cultivados se remonta casi al nacimiento mismo de la agricultura aún en la época de máxima producción de los abonos químicos; el consumo mundial del nitrógeno y fósforo provenientes de abonos orgánicos ha superado al consumo de abonos químicos; los abonos orgánicos muestran sobre los químicos las siguientes ventajas: mayor efecto residual, aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo, reducción de la erosión del suelo, entre otras características (García, 1994).

La composición química de las porciones sólidas y líquidas de los estiércoles, es muy difícil de precisar, esto es a causa de un número variable de factores que intervienen y pueden cambiar radicalmente las cantidades proporcionales de nitrógeno, ácido fósforo y potasa presentes. Así pues, las cualidades del estiércol están determinadas por la especie de animal, edad, alimentación, tipo de cama y manejo del material (Gresshoff. 1990). Uno de los efectos más importantes en los abonos orgánicos en el suelo es el suministro de nitrógeno aprovechable para las plantas, al respecto Vázquez (1997), reporta que el comportamiento de la producción de nopalito fue mayor en el tratamiento donde se aplicaron 600 ton/ha. Seguido de las dosis de 400 y 200 ton/ha respectivamente, en una plantación donde se incorporó estiércol de bovino dos años antes, atribuyendo los resultados al efecto residual del mismo. Fernández *et al*, (1990) realizaron un estudio con el objetivo de determinar la dosis más adecuada de fertilización química y orgánica para reducir costos de producción y conocer sus efectos como producción de brotes, con respecto a la época del año. Los resultados indicaron que en primavera-verano la mejor mezcla fue aquella que incluyó 300 ton de estiércol, 120 kg. de N y 100 de P₂ O₅, y en segundo término aquella compuesta por 330 ton de estiércol y 120-50 kg. de N y P₂ O₅ respectivamente. En otoño-invierno, no se detectaron diferencias significativas entre tratamiento a lo cual lo atribuyen de que en esta época difícilmente puede influir la producción en base a fertilización, ya que la falta de humedad y temperaturas desfavorables limitan la expresión del potencial productivo de la especie.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

La investigación se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), enclavada en el Km. 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Durango, a inmediaciones del Ejido Venecia, Dgo. Su localización geográfica es 25° 40' 30" Latitud Norte y 102° 40' 30" Longitud Oeste.

3.2 CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS.

Según Thornwaite el clima es árido con lluvias escasas en todas las estaciones del año, con una precipitación media anual de 248 mm. donde normalmente los eventos lluviosos se presentan en los meses de Junio a Septiembre, temperaturas medias anuales de 20.7°C, una altitud de 1110 m.s.n.m., y evaporaciones medias anuales de 2100 mm., por lo cual se considera que la atmósfera de la región es seca. Según la clasificación de Koppen modificado por E. García el clima es del tipo seco desértico, clave ("BWhw" (e)).

3.3. MATERIAL GENETICO

Considerando principalmente las condiciones ecológicas de la Laguna, es necesario el de evaluar variedades resistentes a heladas y sequías, por esta razón en este estudio se trabajó con la variedad alfa forrajera, la cual fue proporcionada por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León como una variedad que soporta hasta 20° C bajo cero y es altamente resistente a sequías.

3.4 ESPACIOS DE EXPLORACION Y TRATAMIENTOS A ESTUDIAR

Los espacios de exploración y los tratamientos fueron los siguientes:

- 1) Estiércol, 0, 40, 80 y 120 ton/ha
- 2) Dosis de fertilizantes:
 - a) Nitrógeno, 0, 40, 80 y 120 kg/ha
 - b) Fósforo, 0, 80 y 160 kg/ha

En base a la investigación con dosis de fertilizantes que se ha realizado en la región para el caso de Nitrógeno y Fósforo, se seleccionaron las combinaciones mas adecuadas para definir los tratamientos, siendo el numero total, considerando estiércol, los siguientes:

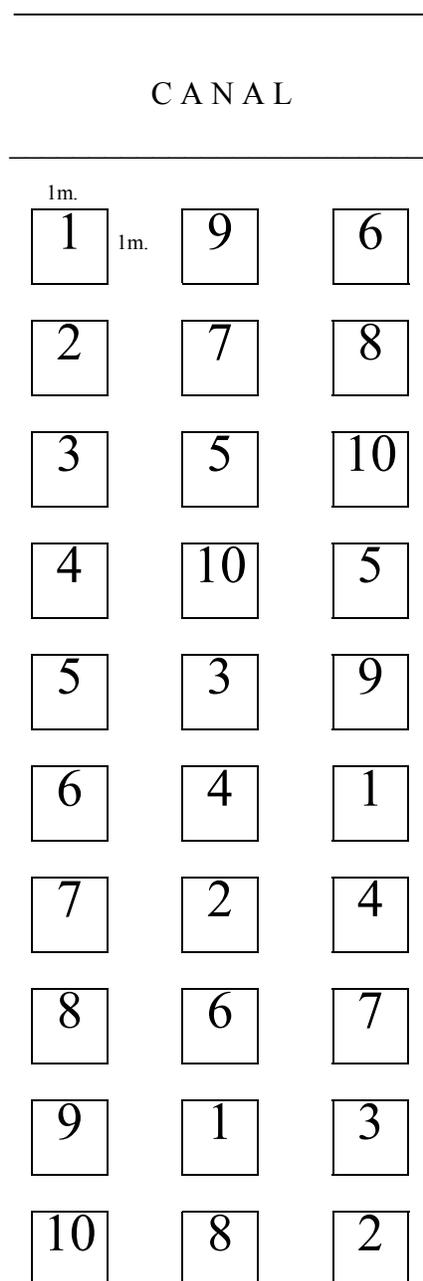
Cuadro 1. Lista de tratamientos a estudiar

NUMERO	TRATAMIENTO
1	0 ton./ha. de estiércol
2	40 ton./ha. de estiércol
3	80 ton./ha. de estiércol
4	120 ton./ha. de estiércol
5	40- 80-0 Nitrógeno y Fósforo
6	80- 80-0 Nitrógeno y Fósforo
7	120- 80-0 Nitrógeno y Fósforo
8	40-160-0 Nitrógeno y Fósforo
9	80-160-0 Nitrógeno y Fósforo
10	120-160-0 Nitrógeno y Fósforo

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó utilizando el Diseño Experimental de Bloques al Azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Con un total de 30 unidades experimentales, siendo el área experimental de cada unidad de un metro cuadrado.

Fig. 1. Distribución de tratamientos en campo mediante un diseño de bloques al azar



B1 B2 B3
REPETICIONES

3.6 ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

3.6.1 Cultivo a estudiar

Se utilizó una sola variedad para todos los tratamientos antes mencionados, plantando un cladodio por unidad, siendo la variedad Alfa forrajera.

3.6.2 Muestreo de suelo

Previo a la plantación se realizó tres muestreos de suelo al azar, con una barrena de caja extrayendo una porción de suelo a la profundidad de 0-30 cm., con el objeto de determinar las características físicas químicas del suelo en el laboratorio como son:

Físicas

1. Textura
2. Capacidad de campo (C.C.)
3. Punto de marchitez permanente (P.M.P.)
4. Humedad aprovechable o agua disponible (H.A.)

5. Densidad aparente (D.A.)

Químicas

1. Potencial hidrógeno (p.H.)
2. Materia orgánica (M.O.)
3. Carbonatos insolubles
4. Conductividad eléctrica (C.E.)
5. Cationes solubles (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , y K^+)
6. Aniones solubles (CO_3^- , HCO_3^- , SO_4^- y Cl^-)
7. Porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.)

Las características químicas y parte de las físicas como densidad aparente y humedad aprovechable se analizaron también al mes y medio y tres meses para cuantificar la materia orgánica degradada y su efecto.

3.6.3 Aplicación de estiércol y fertilizante

Esto se aplicó en el campo de la siguiente manera:

Estiércol. La cantidad que se utilizó para cada muestra de acuerdo al cuadro 1, se obtuvo mediante la ecuación de la regla de tres.

Ejemplo: (Trat. 2). 1 ton. = 10000 Kg. y 1 ha. = 10000 m²

$$\begin{array}{l} 40000 \text{ kg.} \text{-----} = 10000 \text{m}^2 \\ \text{¿? kg.} \text{-----} = \quad 1 \text{m}^2 \end{array} \quad \frac{40000 \text{ kg.} * 1 \text{m}^2}{10000 \text{m}^2} = 4 \text{kg/m}^2.$$

Fertilizante: se utilizaron el urea (46-0-0) y el map (11-52-0); primeramente obteniendo del map las cantidades recomendadas para el Fósforo, las cantidades obtenidas de Nitrógeno de este fertilizante se adjunto con el urea con el fin de que la cantidad que se aplicó fue la recomendada por cada unidad; se utilizo para cada fertilizante la ecuación de la regla de tres.

Testigo: fue sometido a la acción directa del suelo ya que no se le colocó ningún material para estimular su desarrollo.

3.6.4 Variables de campo medidas:

Las variables de campo medidas así como la época de muestreo, se observan en el cuadro 2.

Cuadro. 2. Variables medidas en el experimento por parcela experimental.

VARIABLE	PERIODICIDAD DEL MUESTREO
----------	---------------------------

a) Evaporación de un tanque evaporímetro tipo "A"	Cada tercer día
b) Precipitación pluvial	Según ocurrencia
c) Largo, ancho y grueso de cladodios	Quincenalmente
d) Número de cladodios	Mensualmente
e) Temperatura máxima	Diariamente
f) Temperatura mínima	Diariamente
g) Unidades calor	Diariamente

3.6.5. Labores culturales.

Se realizaron escardas dentro del área, quincenalmente y mensualmente para disminuir la compactación del suelo y aumentar la aireación del mismo. Deshierbes fuera y dentro de la unidad experimental pero principalmente dentro de ella para evitar al máximo la competencia de absorción entre el nopal y las malezas, esta labor se realizó con la misma periodicidad que la anterior.

3.7 ANALISIS ESTADISTICOS

Los datos del desarrollo del cultivo (largo, ancho y grueso de cladodios), se analizaron a través de un modelo de bloques al azar y dependiendo de los resultados en algunos casos se utilizó una prueba de rango múltiple.

También se realizó un análisis gráfico de la precipitación y evaporación durante medio año, así como el cálculo de las unidades calor en este período.

Unidades calor

El método que se utilizó para determinarlas fue el siguiente:

$$UC = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} - TC$$

Donde:

UC = Unidades calor (adimensional)

T. max = Temperatura máxima (°C)

T. min = Temperatura mínima (°C)

TC = Temperatura a punto critico (5°C)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el suelo donde se llevó a cabo el experimento se encontró un mayor porcentaje de limo, seguido por arcilla y arena; siendo de tipo migajon arcilloso en su nivel de 0-30 cm de profundidad; esta clasificación se realizó de acuerdo al triángulo de texturas propuesto por USDA.

El análisis de suelo presentó un pH moderadamente alcalino; lo mas lógico de estas zonas áridas, con una conductividad eléctrica normal y tomando en cuenta los valores de cationes y aniones solubles, hace que este se considere un suelo normal.

El contenido de materia orgánica de este suelo es pobre, por otra parte se observo que el contenido de carbonatos insolubles es moderadamente alto; estos valores son normales en suelos alcalinos, provocando que el fosfato se transforme en formas insolubles para las plantas.

Respecto a las variables a medir sobre temperaturas, precipitación, evaporación y unidades calor, en la figura 2 se muestra la distribución de precipitación pluvial y evaporación de enero a junio para el año 1998. Se puede observar que en el mes de junio ocurrieron precipitaciones, aunque no muy considerables, evitaron aplicar el riego a la plantación por este mes, considerando que en estos meses la evaporación fue mucho mayor que la precipitación. En cuanto a las temperaturas (fig. 3), la temperatura máxima vario de los 15 a los 35° C en los meses de enero a marzo, pero a partir de abril, y hasta finales de junio, vario de los 27 a los 43° C; la temperatura mínima fue de 2° C hasta los 12° C en los primeros tres meses y 13 a 23 para los meses de abril a junio. Las unidades calor fluctuaron entre los 2 y los 10.5° C

Para las variables medidas en cuanto al desarrollo vegetativo y producción de la planta (número, largo, ancho y grueso de cladodios), los tratamientos con mejores

resultados fueron primeramente el 9 seguido por el 6 (ver cuadros 6, 7, 8 y 9). Esto pudo deberse principalmente al aporte favorable del fertilizante a la planta, pero tomando en cuenta la velocidad con que el estiércol se ha ido biodegradando, las plantas sometidas a estos tratamientos manifestaron mejoría en cuanto a producción y desarrollo.

En el cuadro 10 se muestra que en cuanto a desarrollo radical de la planta, el tratamiento con mas producción fue el 9, seguido por el 6, pero en lo que respecta a longitudes de raíces primarias y secundarias, el tratamiento que le siguió fue el 4, lo cual indica que conforme el estiércol va biodegradandose en el suelo la planta absorbe con mas facilidad los nutrientes que va requiriendo gracias al grado de absorbencia que este tipo de raíz desarrolló

Resultados del análisis de varianza

En los cuadros 3, 4 y 5 se muestran los resultados obtenidos mediante seis mediciones en campo respecto a las variables de medición como fueron, número, largo, ancho y grueso de cladodios; así como también longitud y número de raíces primarias y número de raíces secundarias.

En los cuadros del 11 al 16, se muestran los resultados para el número de cladodios en el que el coeficiente de variación es bajo en el muestreo 4 (cuadro 14) y el más alto es en el muestreo 6 (cuadro 16). En lo que respecta a largo de cladodios se observa en los cuadros 17 al 22 en los cuales el coeficiente de variación fue bajo en el muestreo 1 y más alto en el 6 (cuadros 17 y 22, respectivamente); los cuadros del 23 al 28 muestran el coeficiente de variación respecto al ancho de cladodios, en los cuales fue bajo en el muestreo 2 y el 1 fue el más alto (cuadros 24 y 23); en cuanto al grueso de los cladodios, el coeficiente de variación se muestra en los cuadros 29 al 34, en los cuales el bajo se observa en el cuadro 29 y el alto en el 34 (muestreo 1 y 6 respectivamente).

En cuanto a longitud radical (mayor, media y menor), esta presentó un coeficiente de variación muy baja; pero en cuanto a número de raíces primarias y secundarias el coeficiente de variación fue bajo para raíces primarias, pero muy alto para las raíces secundarias.

Cuadro 3. Concentración de datos vegetativos analizados del experimento de nopal. 1998.

OBS	TR	REP	C1	C2	C3	C4	C5	C6	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	MS6
1	1	1	1	2	1	1	1	1	0.69	3.42	9.63	18.48	20.32	21.90
2	1	2	1	1	1	1	1	1	0.00	0.00	3.62	12.23	14.20	15.80
3	1	3	0	0	0	1	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	6.85	11.40
4	2	1	1	1	1	1	1	1	0.00	1.27	5.69	13.35	17.43	17.50
5	2	2	1	2	2	2	2	0	0.00	2.51	5.80	6.02	6.15	0.00

6	2	3	2	3	3	3	3	3	0.00	5.23	23.42	46.01	56.03	60.08
7	3	1	2	2	2	2	2	2	0.00	2.89	6.72	7.26	6.99	5.70
8	3	2	1	2	2	2	2	2	0.00	2.55	9.48	14.70	18.75	21.60
9	3	3	0	0	0	1	1	1	0.00	0.00	0.00	1.46	9.70	11.00
10	4	1	2	1	1	1	2	1	1.35	4.47	11.45	16.91	18.30	17.60
11	4	2	1	1	2	1	1	1	0.00	2.45	8.23	9.12	10.51	11.50
12	4	3	1	4	3	1	1	1	0.00	1.43	3.25	2.95	5.32	5.40
13	5	1	0	1	2	2	2	2	0.00	0.00	2.69	20.50	28.98	29.20
14	5	2	2	3	3	3	3	6	0.00	7.08	34.53	53.56	58.63	63.30
15	5	3	2	2	2	2	3	3	3.49	11.15	21.80	27.39	31.49	38.40
16	6	1	3	3	3	3	6	7	1.01	9.40	29.24	42.02	54.76	78.60
17	6	2	2	2	2	2	2	4	2.47	10.49	25.81	34.94	39.50	41.20
18	6	3	1	1	1	1	2	2	1.01	4.68	12.28	17.74	28.54	30.60
19	7	1	4	4	4	4	3	4	5.68	20.44	42.52	56.67	63.94	66.90
20	7	2	0	0	0	2	2	3	0.00	0.00	0.00	9.27	23.08	23.50
21	7	3	1	1	2	2	2	3	1.68	5.83	12.67	28.60	32.45	34.30
22	8	1	2	2	2	2	3	3	2.66	9.59	24.30	39.17	51.78	58.70
23	8	2	0	2	2	2	2	3	0.00	2.59	15.75	27.41	32.07	33.70
24	8	3	1	1	1	1	3	3	1.03	5.24	14.07	18.64	24.45	24.50
25	9	1	3	4	4	4	4	6	3.34	16.30	41.35	59.79	69.29	72.30
26	9	2	2	2	2	3	3	3	4.36	13.34	25.43	33.33	47.61	48.90
27	9	3	3	3	3	3	4	7	13.66	31.74	50.09	60.05	72.80	90.60
28	10	1	1	1	1	1	2	2	0.00	2.09	9.72	16.24	19.94	20.00
29	10	2	3	3	3	3	3	3	0.00	10.78	32.51	42.21	44.90	41.50
30	10	3	1	1	1	1	1	1	0.00	1.85	9.44	18.78	21.58	21.60

C1= Numero de cladodios muestreo 1

C2= Numero de cladodios muestreo 2

C3= Numero de cladodios muestreo 3

C4= Numero de cladodios muestreo 4

C5= Numero de cladodios muestreo 5

C6= Numero de cladodios muestreo 6

MS1= Largo de cladodio muestreo 1

MS2= Largo de cladodio muestreo 2

MS3= Largo de cladodio muestreo 3

MS4= Largo de cladodio muestreo 4

MS5= Largo de cladodio muestreo 5

MS6= Largo de cladodio muestreo 6

Cuadro 4. Concentración de datos vegetativos analizados del experimento de nopal.
¡Error! Marcador no definido.1998.

OBS	TR	REP	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	MV6	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6
1	1	1	0.88	2.92	6.11	10.96	12.18	12.6	0.62	1.16	0.65	1.10	1.19	1.20

2	1	2	0.38	0.58	2.43	7.21	8.22	9.2	0.00	0.00	0.64	1.06	1.10	1.40
3	1	3	0.00	0.00	0.00	0.22	6.40	7.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	1.00
4	2	1	0.48	0.96	3.46	7.13	9.21	9.8	0.00	0.34	0.51	0.87	1.00	1.00
5	2	2	0.15	2.08	4.08	3.84	3.92	0.0	0.00	0.86	0.93	0.94	1.02	0.00
6	2	3	0.63	3.90	13.54	23.58	28.79	32.0	0.00	1.25	1.39	2.33	2.96	4.00
7	3	1	0.53	2.69	4.60	5.01	4.62	4.3	0.00	1.04	1.18	1.34	1.18	0.90
8	3	2	0.37	2.19	7.20	9.74	12.20	12.5	0.00	1.13	0.91	1.22	1.39	1.40
9	3	3	0.00	0.00	0.00	1.07	3.50	4.1	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.70
10	4	1	1.69	2.63	6.06	8.30	9.16	7.8	0.39	0.49	0.64	0.72	0.73	0.50
11	4	2	0.40	1.76	5.16	5.79	6.12	6.5	0.00	0.40	0.54	0.47	0.53	0.70
12	4	3	0.32	1.66	2.51	1.90	3.13	4.1	0.00	0.42	0.58	0.44	0.55	0.60
13	5	1	0.00	0.32	2.17	13.34	17.37	17.5	0.00	0.00	0.56	1.67	1.73	1.75
14	5	2	0.99	4.96	18.41	26.92	30.86	34.7	0.00	1.39	1.75	3.03	3.15	4.30
15	5	3	2.79	7.05	13.43	18.04	20.35	25.2	0.77	1.02	1.35	2.33	2.32	2.50
16	6	1	2.06	6.59	17.17	26.90	35.64	47.3	0.62	1.81	1.90	3.13	4.47	4.80
17	6	2	1.94	6.16	12.04	17.52	19.52	20.4	1.31	1.01	1.05	1.96	2.10	2.70
18	6	3	1.04	3.24	7.07	10.58	18.50	15.9	0.64	0.43	0.59	1.20	1.85	1.90
19	7	1	3.61	12.97	23.01	31.82	34.61	36.1	2.09	2.15	2.18	2.85	3.31	3.40
20	7	2	0.00	0.00	0.00	6.38	15.58	15.9	0.00	0.00	0.00	1.14	1.59	1.90
21	7	3	1.14	3.44	7.91	16.93	19.48	20.5	0.39	0.42	0.45	1.67	1.82	2.10
22	8	1	1.83	5.44	13.01	19.91	27.88	31.1	0.79	1.10	1.11	2.19	3.02	2.50
23	8	2	0.00	2.07	8.55	14.65	17.36	17.4	0.00	1.01	1.07	1.65	2.00	2.50
24	8	3	0.93	2.75	7.18	9.58	13.58	13.5	0.32	0.47	0.78	1.18	2.02	2.50
25	9	1	3.05	10.38	22.81	33.34	39.07	39.1	1.35	1.45	1.99	3.48	4.18	4.70
26	9	2	3.04	8.67	14.80	21.60	29.56	28.9	1.05	1.10	1.22	2.40	2.64	2.60
27	9	3	9.53	19.97	29.01	34.16	42.21	53.9	1.93	2.04	2.05	3.18	3.94	7.20
28	10	1	0.58	1.42	5.54	9.89	11.86	12.0	0.00	0.60	0.61	1.12	1.43	1.60
29	10	2	1.41	6.63	18.07	23.50	23.94	22.4	0.00	1.49	1.61	2.00	1.30	1.50
30	10	3	0.44	1.31	6.00	10.22	11.93	12.0	0.00	0.54	0.62	0.82	0.92	1.00

MV1= Ancho de cladodio muestreo 1
MV2= Ancho de cladodio muestreo 2
MV3= Ancho de cladodio muestreo 3
MV4= Ancho de cladodio muestreo 4
MV5= Ancho de cladodio muestreo 5
MV6= Ancho de cladodio muestreo 6
GR1= Grueso de cladodio muestreo 1
GR2= Grueso de cladodio muestreo 2
GR3= Grueso de cladodio muestreo 3
GR4= Grueso de cladodio muestreo 4
GR5= Grueso de cladodio muestreo 5
GR6= Grueso de cladodio muestreo 6

Cuadro 5. Concentración de datos radicales analizados del experimento de nopal. 1998.

OBS	TR	REP	LM	LE	LC	RP	RS
1	1	1	19.31	7.08	1.29	12	14
2	1	2	13.22	4.19	1.84	10	21
3	1	3	9.12	5.24	1.37	8	17

4	2	1	13.12	7.33	1.81	17	43
5	2	2	14.11	8.19	2.12	13	39
6	2	3	15.23	8.51	2.18	25	96
7	3	1	14.36	10.80	2.09	32	98
8	3	2	18.36	7.09	3.94	33	87
9	3	3	12.94	7.61	1.99	13	38
10	4	1	16.43	8.32	3.07	40	116
11	4	2	17.76	9.09	4.08	43	122
12	4	3	10.19	4.31	2.08	12	47
13	5	1	12.13	6.37	2.15	15	32
14	5	2	11.33	6.54	1.18	13	27
15	5	3	16.26	9.13	2.91	19	89
16	6	1	17.24	7.06	3.34	19	57
17	6	2	16.32	7.94	3.53	25	117
18	6	3	13.08	6.44	2.45	16	54
19	7	1	19.54	12.00	4.53	28	103
20	7	2	12.55	5.13	2.33	11	26
21	7	3	14.56	8.96	2.96	18	48
22	8	1	18.13	9.53	2.03	26	78
23	8	2	10.19	4.96	3.01	13	18
24	8	3	17.31	8.08	1.14	25	123
25	9	1	19.32	6.84	2.98	32	109
26	9	2	17.06	9.73	2.91	39	153
27	9	3	21.19	12.10	3.48	39	187
28	10	1	18.84	8.67	1.32	22	58
29	10	2	16.03	6.93	3.16	35	108
30	10	3	12.09	5.83	1.04	13	29

LM= Longitud mayor de la raíz
LE= Longitud media de la raíz
LC= Longitud menor de la raíz
RP= Número de raíces primarias
RS= Número de raíces secundarias

Cuadro 6. Medias para número de cladodio en nopal. 1998.

Trat.	Muestreo					
	1	2	3	4	5	6
1	0.666	1.000	0.666	1.000	1.000	1.000
2	1.333	2.000	2.000	2.000	2.000	1.333
3	1.000	1.333	1.333	1.666	1.666	1.666
4	1.333	2.000	2.000	1.000	1.333	1.000
5	1.333	2.000	2.333	2.333	2.666	3.666
6	2.000	2.000	2.000	2.000	3.333	4.333
7	1.666	1.666	2.000	2.666	2.333	3.333
8	1.000	1.666	1.666	1.666	1.666	3.000
9	2.666	3.000	3.000	3.333	3.666	5.333
10	1.666	1.666	1.666	1.666	2.000	2.000
L.S.D.	1.7991	2.1923	1.899	1.299	1.667	2.463

Cuadro 7. Medias para largo de cladodio en nopal. 1998

Trat.	Muestreo					
	1	2	3	4	5	6
1	0.230	1.140	4.41	10.236	13.790	16.366
2	0.00	3.003	11.63	21.793	26.536	25.860
3	0.00	1.813	5.56	7.806	11.813	12.766
4	0.450	2.783	7.66	9.660	11.376	11.500
5	1.163	6.093	19.66	33.816	39.700	43.633
6	1.496	8.193	22.43	31.566	40.933	50.133
7	2.453	8.743	18.43	31.513	39.823	41.566
8	1.230	5.806	18.06	28.406	36.100	38.966
9	7.133	20.300	38.96	51.056	63.233	70.600
10	0.00	4.913	17.22	25.743	28.806	27.700
L.S.D.	3.77	9.68	20.70	26.113	26.658	32.528

Cuadro 8. Medias para ancho de cladodio en nopal. 1998

Trat.	Muestreo					
	1	2	3	4	5	6
1	0.420	1.100	2.84	6.130	8.933	9.700
2	0.420	2.313	7.01	11.516	13.973	13.933
3	0.300	1.626	3.93	5.273	6.773	6.966
4	0.803	2.016	4.57	5.330	6.136	6.133
5	1.260	4.110	11.32	19.433	22.860	25.800
6	1.680	5.330	8.78	18.333	24.553	27.866
7	1.583	5.480	10.30	18.376	23.223	24.166
8	0.920	3.423	9.576	14.713	19.606	20.666
9	5.206	12.990	22.20	29.700	36.946	40.633
10	0.810	3.120	9.88	14.536	15.910	15.466
L.S.D.	2.5561	6.073	11.16	13.307	13.575	18.03

Cuadro 9. Medias para grueso de cladodio en nopal. 1998

Trat.	Muestreo					
	1	2	3	4	5	6
1	0.206	0.386	0.430	0.720	0.973	1.200
2	0.000	0.816	0.943	1.380	1.660	1.666
3	0.000	0.723	0.696	1.020	1.023	1.000
4	0.130	0.436	0.586	0.543	0.603	0.600
5	0.256	0.803	1.220	2.343	2.400	2.850
6	0.856	1.083	1.180	2.096	2.806	3.133
7	0.826	0.856	0.866	1.886	2.240	2.446
8	0.370	0.860	0.986	1.673	2.346	2.500
9	1.443	1.430	1.753	3.020	3.586	4.833
10	0.000	0.876	0.946	1.313	1.216	1.366
L.S.D.	0.770	1.109	1.010	1.119	1.314	2.139

Cuadro 10. Medias para longitudes (cm) y cantidad de raices en nopal. 1998

Tratamiento	Longitud Mayor	Longitud Media	Longitud Menor	Raices Primarias	Raices Secundarias
1	13.883	5.503	1.500	10.000	17.333
2	14.153	8.010	2.036	18.333	59.333
3	15.220	8.500	2.673	26.000	74.333
4	14.793	7.240	3.076	31.666	95.000
5	13.240	7.346	2.080	15.666	49.333
6	15.546	7.146	3.106	20.000	76.000
7	15.550	8.696	3.273	19.000	59.000
8	15.210	7.523	2.050	21.333	73.000
9	19.190	9.556	3.123	36.666	149.666
10	15.653	7.143	1.840	23.333	65.000
L.S.D.	5.4677	3.4924	1.3938	14.764	66.917

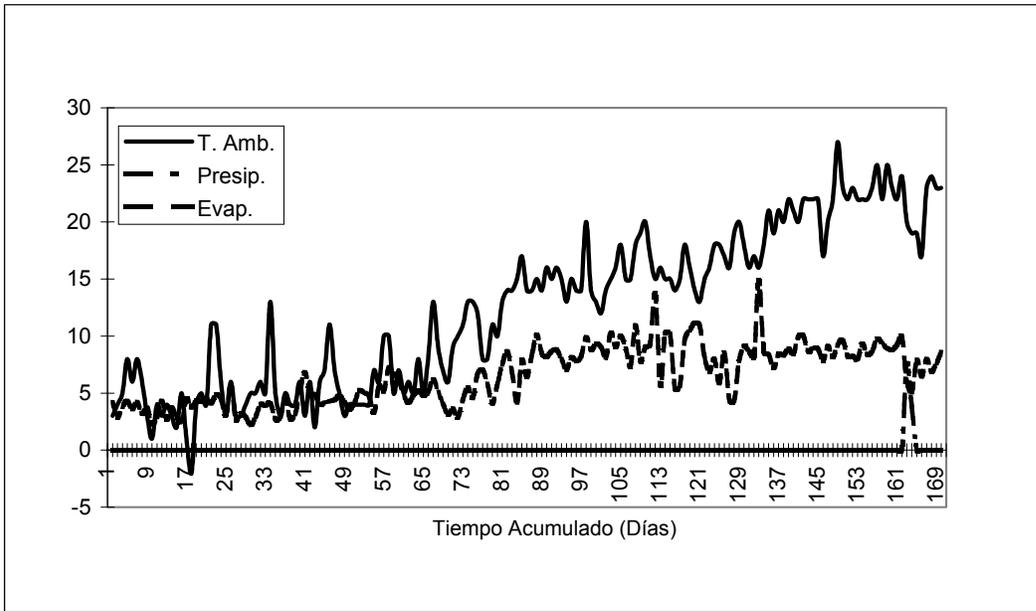


Figura 2. Temperatura Ambiente, Precipitación y Evaporación Diaria de Enero a Junio de 1998.

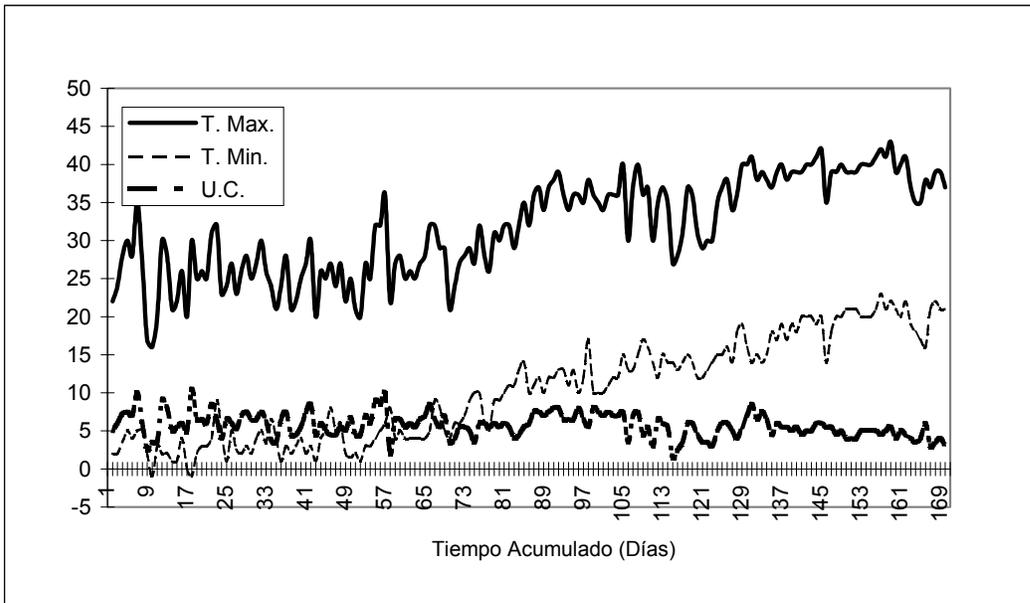


Figura 3. Temperatura Máxima, Mínima y Unidades Calor Diarias de Enero a Junio de 1998.

V. RESUMEN

Los tratamientos estudiados fueron realizados por medio del diseño experimental de bloques al azar, siendo un total de 10 tratamientos con 3 repeticiones; el trabajo se realizó con nopal (*Opuntia spp*) variedad alfa forrajera, con el propósito de ver la productividad por medio de abono orgánico en comparación con la fertilización mineral, donde se presentaron mejores resultados; el mejor fue el tratamiento 9, seguido por el 6.

En los tratamientos que se aplicó estiércol, al principio se presentaron problemas de pudrición y ataque por gallina ciega, pero fueron muy resistentes ya que no dañaron totalmente a la planta, esto se manifestó en una recuperación rápida. En cuanto a su producción, fue un poco tardía pero se llegó a estimar mejores resultados en el tratamiento número 4.

En cuanto al testigo, este se mantuvo en una producción muy pobre en comparación con los demás tratamientos.

Cabe hacer señalar que los cladodios fueron plantados en forma homogénea, por lo cual no es muy preciso el determinar en tan solo seis meses la eficiencia que puede tener el estiércol aplicado al suelo.

México es un país donde solamente un 60% de la superficie total es de potencial agrícola, es decir, del total de su superficie cultivable solamente 30 millones de hectáreas son aptas para la agricultura.

La Comarca Lagunera es azotada año con año por una severa variación climática (temperatura, precipitación pluvial, etc), por lo cual no es ajena a la falta de agua, tanto en el área de riego como en la de temporal. En ésta región donde la evaporación media anual es de 2100 mm, y la precipitación media anual es de 248 mm, o sea donde la evaporación es de 8 a 10 veces mayor que la precipitación, es importante considerar este factor en donde

vaya de por medio la captación y la retención de agua de escorrentía en una cuenca hidrológica.

VI. CONCLUSIONES

Los tratamientos estudiados con mejores resultados fueron el número 9 (80 – 160 – 0), seguido por el 6 (120 – 80 – 0). Pero en cuanto a que los tratamientos 2, 3 y 4 (con estiércol caprino), el que no hayan sido muy productivo es debido probablemente a la lenta biodegradación del estiércol, aunque conforme se fue observando en las plantas, estas van adquiriendo mejor desarrollo y producción además de resistencia a pudrición y a enfermedades, conforme dicha biodegradación va existiendo.

En la variable medida de número de raíces primarias y secundarias (cuadro 10), se observa la relación de la biodegradación con el desarrollo radical, lo cual, indica la importancia de aplicar abono orgánico al suelo.

El trabajo fue muy importante ya que de alguna forma existe la necesidad de eficientar el proceso productivo y simultáneamente se genera una vertiente de desalojo para un deshecho orgánico como es el estiércol.

VII. LITERATURA CITADA

- Balivar, V.C. 1981. Sorghum and soybean growth as influenced by synthetic pans. Communication in soil and plant analysis. Dep. of Agron. Mississippi State Univ. Mississippi, U. S. A.
- Barrientos P.F. 1965. Mejoramiento de diferentes especies del género *Opuntia*. México. Memoria del 1er. Congreso de Fitogenética, Sociedad Mexicana de Fitogenética P. 93-99.
- Barrientos P. F. 1965. El nopal y su utilización en México. Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural P. 87-94.
- Barrientos P.F. 1972. Rendimiento del nopal *Opuntia ficus indica* var. COPENA F-1 a diversas densidades. Rama de genética, Colegio de Postgraduados de Chapingo, Chapingo, México.
- Bautista C.R. 1982. Los agrosistemas nopalersos del Valle de México, Tesis Profesional, U.A.CH., Chapingo México.
- Blak, C. A. 1975. Relación Agua-Suelo-Planta Trd. por Rabuffetti, A. De Hemisferio Sur P.26-32
- Castellanos R. J. 1984. El estiércol para su uso agrícola. INIACIAIVO. Folleto Técnico No. 1. México.
- CODAGEM, 1979. Cultivo, Explotación y aprovechamiento del Nopal. Folleto informativo No.158.
- Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agrícola y Ganadero de México (CODAGEM), 1982. Cultivo y aprovechamiento del Nopal en el estado de México. Folleto informativo No. 912. México.
- Canales, C. R. 1983. Etiología, Evaluación de daños y control de la pudrición negra del nopal (*Opuntia Ficus indica*) ocasionado por *macrophomine spp* en la Sierra de Arteaga, Coah. Tesis Profesional de U.A.A.A.N. Buena-Vista, Saltillo, Coahuila, México.

- Fernández M., V. R., J. Vázquez R. Y J. A. Villalobos, 1990 Fertilización preliminar del nopal para verdura en Milpa Alta, D.F. en IV Reunión Nacional y II Encuentro Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Sociedad Mexicana de las Ciencias Hortícolas. Zacatecas Zac. Pp. 29.
- Flores V.,C.A.. 1977. El nopal como forraje. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- Flores V., C.A. y J.R. Aguirre 1979. El nopal como forraje. Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México. P. 79.
- Flores V., C.A. y C. Gallegos V. 1994. La producción y comercialización del nopal para verdura en México y Zacatecas. 1ª Reunión sobre Hortalizas. U. A. Z. Zacatecas Zac. 10 p.
- Flores V.C.A. y Gallegos V.C. 1994. Situación y perspectivas de la producción de tunas en la región Centro Norte de México. CAUCEN-CISESSTAAM. U.A.CH. Chapingo., México.
- García V.A. 1973. Cultivo del nopal verdura. Dirección General de Ext. Agrícola.
- Gresshof, P.M. 1990. The importance of biological nitrogen fixation to new crop development. In: Advances in new crop. J. Janick (de.), Timber Press, Portlad, Oregon. Pp. 113-119.
- Hernández U. 1991. Distribución de Sistema radical del nopal en: Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas A.C. 10ª. Congreso Nacional., Programa y Memorias U.A.A.A.N. Saltillo, Coah., México. P. 35.
- Hernández, R. L. 1978. Distribución del sistema radical del nopal. (*Opuntia amyclaea*, Tenore) tesis de M: C: Colegio de postgraduados, Chapingo, México.
- Kolesnikov, V. 1971. The root system of fruit plants, Traslated from the russian by I. Aksenova. ir Publishers. Pp. 53-54, 103.
- López G.J.J., Elizondo E., J.L y Ayala O., M.J. 1988. Aprovechamiento actual del Nopal forrajero (*Opuntia* spp) en el sur de Coahuila. En: El nopal programas y resúmenes de la 3ª. Reunión Nacional y 1ª. Internacional en Saltillo Coahuila, México.
- Maurya, P. R. and R. Lal. 1979. Effects of bulk density and soil moisture on radicle elongation of some tropical crops. In Lal R. and D. J. Grenland. Ed. Soil Phisical properties and crop production in the tropics. John Wiley and sons. Great Britain, p. 338.

- Mejía L.P. 1988. "Experiencias obtenidas sobre el cultivo del nopal de verdura (*O. Ficus indica* L.) bajo el Sistema de Macrotúnel para producción en invierno" En: El nopal Programas y resúmenes de la 3ª. Reunión internacional U.A.A.A. N. Saltillo, Coahuila, México. P.63.
- Mondragón J., C. y E. Pimienta B. 1990. Fertilización orgánica y química del nopal tunero en zonas semiáridas. En memorias de resúmenes de IV Congreso Nacional y II Congreso Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac. Pp.28.
- Mondragón C.,J. 1994. Fertilización del Nopal Tunero. En: Esparza F.,G. y S.J. Méndez G. Aportaciones Técnicas y experiencias de la producción de tuna en Zacatecas. CREZAS-CP. Salinas de Hgo., S.L.P. 41-45p
- Muñoz Z.,L. 1992. La producción invernal del nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* L.) bajo microtúnel usando dos diferentes tipos de plástico como cubierta en Xalostoc, Tlaxcala, Méx. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Méx. 75p.
- Narro, F.E. 1970. Cultivo y Aprovechamiento del Nopal. Nota Agricultura Ejidal pequeña Propiedad. P. 71-73.
- Nicou, R. and J. L. Chopart 1979. Root growth and development in sandy clay soils of Senegal. In Lal R. and D. J. Greenland. Ed. Soil Physical properties and crop production in the tropics. John Wiley and sons. Great Britain, p. 72.
- Pimienta, B.E. 1988. Efectos de la fertilización Orgánica y Química en la diferenciación floral y maduración de los frutos del nopal. En: resúmenes del XII Congreso de filogenética. Chapingo, México.
- Pimienta, B. E. 1990. El nopal tunero. Colección tiempos de ciencia. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Pimienta B.,E. 1990. El nopal tunero. Universidad Autónoma de Guadalajara. Jalisco, México p.235.
- Promotora de Maguey y de Nopal (PROMAN) 1987. El cultivo del nopal. Memoria del Curso impartido del 25-28 de Junio. Axapusco, Estado de México, México.
- Rojas, M.T., Malo, C. F.J. y Palomo G.O., 1966. El nopal forrajero en Nuevo León. Agronomía No. 108 (septiembre). Escuela Agrícola y Ganadera., Instituto Tecnológico de Monterrey.

- Serrano C.,Z. 1990. Técnicas de invernadero. PSGSA. Sevilla España. Pp.238-292.
- Vázquez A.,R. 1997. Efecto del estiércol vacuno en el segundo año de producción de nopal verdura. En memorias del VII Congreso Nacional y V Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey, N.L. México. Pp.148.
- Vazquez V.G. y E.S. Salazar; 1995. Establecimiento del nopal (*Opuntia spp.*) mediante el sistema SACEG 88 en la Cuenca Hidrológica de Fco. Villa, Dgo. Memorias del 6to. Congreso Nacional y 4to. Congreso Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Guadalajara, Jal. México.

APENDICE

Cuadro 11. Análisis de varianza para numero de cladodios en el muestreo 1 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	8.80000	0.97777778	0.89	0.5533
Repetición	2	2.86667	1.43333333	1.30	
Error	18	19.80000			
Total	29	31.46667			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.370763 9.15 1.048809 1.46666667

Cuadro 12. Análisis de varianza para numero de cladodios en el muestreo 2 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	7.50000	0.83333333	0.51	0.8484
Repetición	2	1.26666	0.63333333	0.39	0.6841
Error	18	29.40000	1.63333333		
Total	29	38.16666			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.229694 10.80 1.278019 1.83333333

Cuadro 13. Análisis de varianza para numero de cladodios en el muestreo 3 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	10.13333	1.12592593	0.92	0.5315
Repetición	2	1.26667	0.63333333	0.52	0.6051
Error	18	22.06667	1.22592593		
Total	29	33.46667			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.340637 9.33 1.107215 1.88666667

Cuadro 14. Análisis de varianza para numero de cladodios en el muestreo 4 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	13.88667	1.50074074	2.68	0.0357
Repetición	2	1.66667	0.83333333	1.45	0.2603
Error	18	10.33333	0.57407407		
Total	29	25.86667			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.600515 6.35 0.757677 1.933333333

Cuadro 15. Análisis de varianza para numero de cladodios en el muestreo 5 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	19.20000	2.13333333	2.26	0.0675
Repetición	2	1.66667	0.83333333	0.88	0.4310
Error	18	17.00000	0.94444444		
Total	29	37.86667			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.551036 7.92 0.971825 2.26666667

Cuadro 16. Análisis de varianza para numero de cladodios en el muestreo 6 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	60.66667	6.74074074	3.27	0.0156
Repetición	2	0.86667	0.43333333	0.21	0.8125
Error	18	37.13333	2.06296296		
Total	29	98.66667			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.623649 11.34 1.436302 2.66666667

Cuadro 17. Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 1 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	126.67147	14.0746078	2.91	0.0255
Repetición	2	9.96163	4.9808133	1.03	0.3767
Error	18	86.93984	4.8299911		
Total	29	223.57294			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.611134 2.16 2.197724 1.41566667

Cuadro 18. Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 2 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	833.24954	92.5832819	2.90	0.0260
Repetición	2	18.65426	9.3271300	0.29	0.7500
Error	18	574.22827	31.9015707		
Total	29	1426.13207			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.597353 5.36 5.648148 6.27900000

Cuadro 19. Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 3 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
tratamiento	9	2771.973	307.997030	2.11	0.0843
Repetición	2	66.260	33.130293	0.23	0.7989
Error	18	2622.408	145.689382		
Total	29	5460.641			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.519764 10.37 12.07019 16.4056667

Cuadro 20. Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 4 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	4839.885	537.76502	2.32	0.0614
Repetición	2	248.108	124.05403	0.54	0.5945
Error	18	4171.060	231.72558		
Total	29	9259.053			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0549515 12.16 15.22254 25.1600000

Cuadro 21. Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 5 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	7172.649	796.96100	3.30	0.0149
Repetición	2	237.337	118.66292	0.49	0.6198
Error	18	4347.022	241.50125		
Total	29	11757.008			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.630261 11.84 15.54031 31.2113333

Cuadro 22. Análisis de varianza para largo de cladodios en el muestreo 6 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	9445.422	1049.99135	2.82	0.0254
Repetición	2	400.798	200.3994	0.56	0.5823
Error	18	6472.278	359.57109		
Total	29	16318.498			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.603378 14.16 18.96236 33.90933333

Cuadro 23. Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 1 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
ratamiento	9	55.95609	6.2173441	2.80	0.0301
Repetición	2	3.56909	1.7845433	0.80	0.4631
Error	18	39.96651	2.2203618		
Total	29	99.49169			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.598293 14.66 1.490088 1.34033333

Cuadro 24. Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 2 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
ratamiento	9	319.47480	35.4972004	2.43	0.0288
Repetición	2	6.58662	3.2933100	0.26	0.7719
Error	18	225.64545	12.5358581		
Total	29	551.70687			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.591005 1.47 3.540601 4.15100000

Cuadro 25. Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 3 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
ratamiento	9	808.5561	89.839574	2.12	0.0833
Repetición	2	2.7231	1.361583	0.03	0.9684
Error	18	762.0185	42.334364		
Total	29	1573.2979			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
0.623710 3.41 6.506486 9.04366667

Cuadro 26. Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 4 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	1599.1518	177.683541	2.95	0.0242
Repetición	2	87.0387	43.519363	0.72	0.4631
Error	18	1083.2665	60.181474		
Total	29	2769.4570			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.608852 6.03 7.757672 14.33433333

Cuadro 27. Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 5 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	2474.5574	274.950831	4.39	0.0037
Repetición	2	77.1974	38.590723	0.62	0.5509
Error	18	1127.2786	62.626599		
Total	29	3679.0334			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.693594 6.79 7.913697 17.8916667

Cuadro 28. Análisis de varianza para ancho de cladodios en el muestreo 6 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	3171.4533	352.38370	3.19	0.0173
Repetición	2	124.7086	62.35433	0.56	0.5784
Error	18	1988.6046	110.47803		
Total	29	5284.7665			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.623710 6.71 10.51085 19.1333333

Cuadro 29. Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 1 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	6.27014	0.6966818	3.45	0.0122
Repetición	2	0.61274	0.3063700	1.52	0.2461
Error	18	3.63479	0.2019329		
Total	29	10.51767			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.654411 4.32 0.449370 0.40900000

Cuadro 30. Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 2 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	2.37425	0.2638059	0.63	0.7568
Repetición	2	0.53016	0.2650833	0.63	0.5420
Error	18	7.52876	0.4182648		
Total	29	10.43317			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.278383 5.88 0.646734 0.82733333

Cuadro 31. Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 3 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	3.73460	0.414956	1.20	0.3554
Repetición	2	0.63194	0.315970	0.91	0.4202
Error	18	6.24813	0.347118		
Total	29	10.61467			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.411369 5.37 0.589167 0.96100000

Cuadro 32. Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 4 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	15.78329	1.75369963	4.12	0.0051
Repetición	2	1.16402	0.58201333	1.37	0.2801
Error	18	7.66337	0.42574296		
Total	29	24.61068			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.688616 5.63 0.652990 1.59966667

Cuadro 33. Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 5 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	24.18927	2.68769667	4.58	0.0030
Repetición	2	1.74084	0.87042333	1.48	0.2535
Error	18	10.56902	0.58716778		
Total	29	34.49913			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.710431 6.45 0.766269 1.88566667

Cuadro 34. Análisis de varianza para grueso de cladodios en el muestreo 6 en nopal. 1998.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	43.06008	4.78445370	3.08	0.0203
Repetición	2	1.09316	0.54658333	0.35	0.7084
Error	18	27.99516	1.55528704		
Total	29	72.14840			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.611978 10.25 1.247111 2.16166667

Cuadro 35. Análisis de varianza para longitud mayor radical en el nopal. 1998

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	69.556586	7.728509	0.76	0.6526
Repetición	2	39.534140	19.767070	1.96	0.1718
Error	18	182.876793	10.159788		
Total	29	291.966929			

Raíz Cuadrada Coeficiente de Variación Raíz del CME Media
 0.373641 2.77 3.187442 15.244000

Cuadro 36. Análisis de varianza para longitud media radical en el nopal. 1998

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	32.923800	3.658200	0.88	0.5584
Repetición	2	10.127486	5.063743	1.22	0.3182
Error	18	74.652180	4.147343		
Total	29	117.703466			

Raíz cuadrada Coeficiente de variación Raíz de CME media
 0.365761 1.89 2.036503 7.6666666

Cuadro 37. Análisis de varianza para longitud menor radical en el nopal. 1998

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	11.196630	1.244070	1.88	0.1207
Repetición	2	2.116340	1.058170	1.60	0.2287
Error	18	11.882660	0.660147		
Total	29	25.195630			

Raíz cuadrada Coeficiente de variación Raíz de CME Media
 0.528383 0.77 0.812491 2.447000

Cuadro 38. Análisis de varianza para número de raíces primarias en nopal. 1998

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	1610.800000	178.977778	2.42	0.0531
Repetición	2	176.600000	88.300000	1.19	0.3265
Error	18	1333.400000	74.077778		
Total	29	3120.800000			

Raíz cuadrada Coeficiente de variación Raíz de CME Media
 0.573738 7.04 8.606845 22.2000000

Cuadro 39. Análisis de varianza para número de raíces secundarias en nopal. 1998

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pv>F
Tratamiento	9	31391.46667	3487.94074	2.29	0.0641
Repetición	2	20.00000	10.00000	0.01	0.9935
Error	18	27391.33333	1521.74074		
Total	29	58802.80000			

Raíz cuadrada Coeficiente de variación Raíz de CME Media
 0.534183 22.71 39.00950 71.800000

