

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ESTIÉRCOL DE BOVINO EN MAIZ  
(*Zea mays* L.) FORRAJERO.**

**POR:**

**RIGOBERTO FRANCO DEL CASTILLO**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Torreón, Coahuila, México**

**Marzo del 2004**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRÓ"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS**

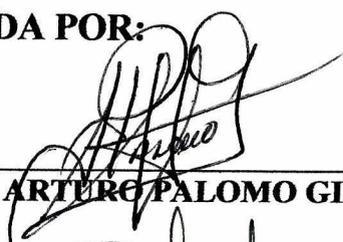
**OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ESTIÉRCOL DE BOVINO EN MAIZ  
(*Zea mays* L.) FORRAJERO.**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

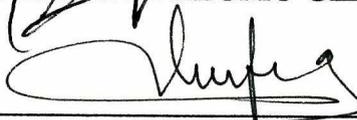
**ELABORADO POR:  
RIGOBERTO FRANCO DEL CASTILLO**

**APROBADA POR:**

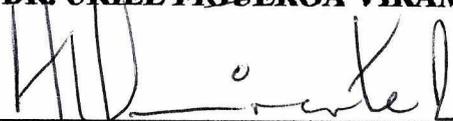
**ASESOR PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**Ph. D. ARTERO PALOMO GIL**

**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES**

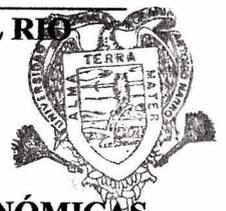
**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. HERIBERTO QUIBARTE RAMIREZ**

**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. EMILIANO GUTIERREZ DEL RIO**

**MC. JOSE JAIME LOZANO GARCIA  
COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**COORDINACION DE LA DIVISION  
DE CARRERAS AGRONOMICAS  
UAAAN UL**

**Torreón, Coahuila, México**

**Marzo del 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS**

**OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ESTIÉRCOL DE BOVINO EN MAIZ  
(*Zea mays* L.) FORRAJERO.**

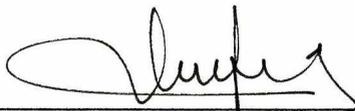
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**ELABORADO POR:**

**RIGOBERTO FRANCO DEL CASTILLO**

**APROBADA POR:**

**COORDINADOR**



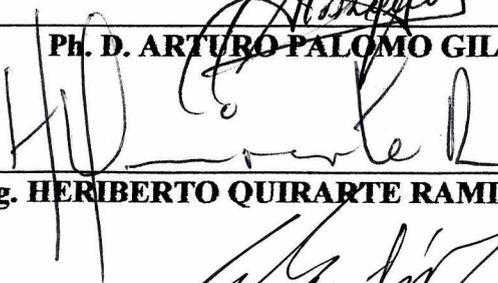
**DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES**

**ASESOR**



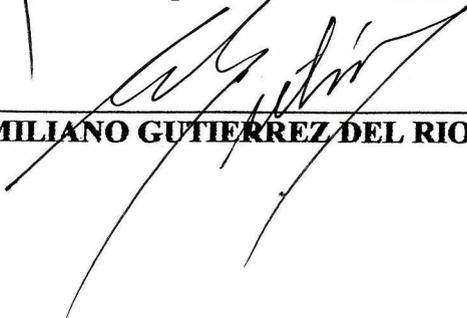
**Ph. D. ARTURO PALOMO GIL**

**ASESOR**



**Ing. HERIBERTO QUIRARTE RAMIREZ**

**ASESOR**



**DR. EMILIANO GUTIERREZ DEL RIO**

**Torreón, Coahuila, México**

**Marzo del 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

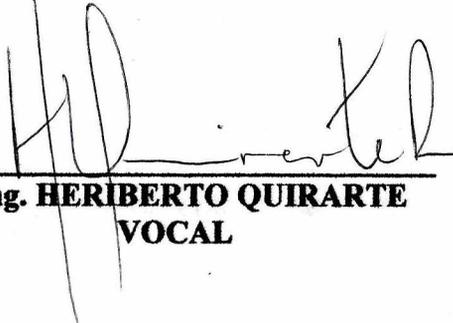
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

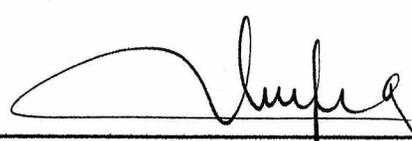
**TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H.  
JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

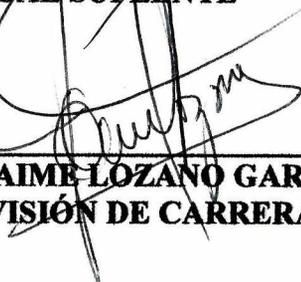
**POR:  
RIGOBERTO FRANCO DEL CASTILLO**

  
\_\_\_\_\_  
**Ph. D. ARTURO PALOMO GIL  
PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. HERIBERTO QUIRARTE  
VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES  
VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RÍO  
VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. JOSE JAIME LOZANO GARCIA  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



## **DEDICATORIAS**

A mi madre, Irma Yolanda del Castillo Carrera, por guiarme y apoyarme en todos los momentos de mi vida, sé que cuento contigo ayer, hoy y siempre.

A mi padre, Isidro Franco Favela, por apoyarme a salir adelante; siempre estuviste conmigo como ejemplo a seguir para ser alguien. Gracias.

A todos mis Hermanos, Yolanda Adilene Franco del castillo, German Alfredo Franco del Castillo y Allan Isidro Franco del Castillo, que siempre me brindaron su apoyo para seguir adelante y terminar mi carrera.

A mi esposa Flor Navarrete Ruiz, por su apoyo incondicional en los momentos difíciles y felices durante mi carrera; Gracias mi amor.

A mis abuelos Rodolfo del Castillo Rodríguez, Maria Natividad Carrera Carrera, por darme sus consejos, los quiero mucho. Gracias.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Dios por permitirme estar en este Momento y lugar del mundo donde se conoce mucha gente interesante e importante en mi vida.

**A MI ALMA MATER**, por darme la oportunidad de realizarme como profesionista, gracias.

A la Fundación PRODUCE Coahuila, por haber proporcionado el financiamiento para la realización de la presente investigación.

Al Dr. Uriel Figueroa Viramontes, gracias por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación y su apoyo total durante la misma.

Al Dr. Arturo Palomo Gil por su enseñanza, sus consejos, su dedicación y colaboración para realizar la elaboración de la tesis.

A Rafael por su apoyo y colaboración en el trabajo de campo y por su enseñanza para realizar esta investigación.

A Carlos Castañeda Hernández por brindarme todas las facilidades para realizar el trabajo de campo.

A mis profesores del Departamento de Fitomejoramiento que me transmitieron sus conocimientos en esta etapa de mi carrera profesional.

A mis amigos de grupo y generación, por su amistad durante la estancia en esta universidad.

A mis amigos: Víctor Hugo Soto Vaquera, Ramón Guerrero Leal, Claudio Rodríguez Torres, Netzahualcoyotl Estrada Lozano, Sandino Ramírez López, Alfredo Àvalos de los Santos, Juan pablo Gonzáles López, Jorge Rivera Maya, por sus consejos y amistad incondicional.

## INDICE

<b>I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Justificación.....	4
1.2. Objetivos .....	4
1.3. Hipótesis .....	5
1.4. Metas .....	5
<b>II REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Generalidades del cultivo .....	6
2.1.1 Teoría del ancestro común .....	6
2.1.2. Origen citogenético .....	7
2.1.3. Clasificación taxonómica (Robles 1994).....	7
2.1.4. Descripción botánica del maíz.....	7
2.1.5. Sistema radicular.....	8
2.1.6. Tallo.....	8
2.1.7. Hojas .....	9
2.1.8. Flores .....	9
2.1.9. Fruto.....	10
2.2. Requerimientos climáticos.....	10
2.2.1. Temperatura.....	10

2.2.2. Altitud .....	10
2.2.3. Latitud.....	11
2.2.4. Fotoperiodo .....	11
2.2.5. Suelos .....	11
<b>III Materiales y Metodos .....</b>	<b>17</b>
3.1. Localización geográfica de la Comarca agunera.....	17
3.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera.....	18
3.2.1. Clima .....	18
3.2.1. Temperatura.....	18
3.2.1. Precipitación.....	18
3.2.3. Humedad relativa .....	19
3.3. Caracterización del sitio experimental .....	19
3.4. Actividades de campo.....	22
3.4.1. Método de siembra.....	22
3.4.2. Fertilización .....	22
3.4.3. Aclareo .....	22
3.4.4. Aporque y control de malas hierbas .....	23
3.4.5. Aplicación de riegos .....	23
3.5. Variable evaluadas.....	24
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>26</b>
4.1. Rendimiento de forraje verde y seco.....	26

4.2. Calidad de forraje .....	28
4.3. Extracción de humedad.....	29
4.4. Extracción de Nitrógeno .....	31
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>34</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.0</b>	Porcentajes de humedad en las diferentes estaciones del año..19
<b>Cuadro 2.0</b>	Caracterización del suelo en el sitio experimental. CELALA, 2002..... 20
<b>Cuadro 3.0</b>	Calendario en el que se aplicaron los riegos en las distintas fases de su desarrollo.CELALA, 2002. .... 23
<b>Cuadro 4.0</b>	Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo. CELALA, 2002 ..... 24
<b>Cuadro 5.0</b>	Rendimiento de forraje, altura y densidad de plantas en maíz forrajero con diferentes tratamientos de estiércol bovino.CELALA, 2002..... 26
<b>Cuadro 6.0</b>	Concentración de nitrógeno total y calidad de forraje de maíz forrajero con diferentes tratamientos de estiércol bovino.CELALA, 2002..... 29

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Porcentaje de humedad en el tratamiento testigo, antes y después del segundo riego de auxilio CELALA, 2002.....	30
<b>Figura 2</b>	Porcentaje de humedad en el tratamiento de estiércol, antes y después del segundo riego de auxilio.CELALA,2002.....	30
<b>Figura 3</b>	Porcentaje de humedad en el tratamiento con fertilizante inorgánico, antes y después del segundo riego de auxilio. CELALA, 2003.....	31
<b>Figura 4</b>	Extracción de N por maíz forrajero durante el ciclo de cultivo CELALA, 2002.....	32
<b>Figura 5.</b>	Porcentaje acumulado de extracción de N por maíz forrajero, durante el ciclo de cultivo. CELALA, 2002 .....	32

## Resumen

La comarca lagunera es una de las principales regiones en la producción de forrajes. Para la industria lechera, esta actividad genera más de 600,000 toneladas de estiércol (peso seco). Estos desechos de estiércol se incorporan al suelo para aumentar el contenido de materia orgánica y la fertilidad de este; pero además se hace fertilización inorgánica aportando N, P, K, en la dosis habitual. El presente trabajo se planteó como principales objetivos 1) optimizar el uso de estiércol en base a la demanda del cultivo, al potencial productivo del suelo y al nitrógeno disponible en el estiércol, y 2) evaluar la respuesta agronómica de cultivos forrajeros (rendimiento y calidad) a la aplicación de estiércol.

El experimento se estableció en terrenos del Campo Experimental de la Laguna (CELALA) en el ciclo agrícola de primavera de 2002. Los tratamientos se aplicaron en el mes de abril y la siembra se llevó a cabo el 29 del mismo mes. La variedad a utilizar será la SB-302. Durante el ciclo se analizaron la concentración de nitrógeno inorgánico en el suelo. Al final del ciclo se evaluaron el rendimiento de forraje verde y seco, la concentración de nitrógeno total en planta, se estimó la extracción de nitrógeno del suelo nitrógeno ( $\text{NO}_3$ ) en ( $\text{t ha}^{-1}$ ) en el suelo, el contenido de fibra neutro detergente (FND), la proteína cruda

(PC) , la digestibilidad in vitro (DIV).

Un resultado sobresaliente del presente estudio es que los que recibieron sólo estiércol rindieron lo mismo que aquellas parcelas que recibieron fertilizante inorgánico o combinaciones de abono orgánico y fertilizante químico. En las parcelas con estiércol y composta se extrajeron poco más de 200 kg N ha<sup>-1</sup> al final del ciclo, comparado con 186 kg N ha<sup>-1</sup> en las parcelas con fertilizante

Todas las variables se analizaron de acuerdo a un diseño experimental en bloques al azar, con una separación de medias por el método de Tukey al 0.05

## I.-INTRODUCCIÓN

La producción mundial de maíz en el año 1998 ascendió a más de 604 millones de toneladas anuales; por volumen de producción el maíz ocupa el primer lugar seguido del trigo y el arroz. Estados Unidos es el primer productor, y acumula más del 40% de la producción mundial. China, Brasil, Argentina y México son otros importantes países maiceros.

El maíz es un alimento básico para el hombre y para el ganado (cerdos, ganado vacuno y aves de corral). El grano de maíz posee un 13% de proteínas y un 7% de grasas, por lo que la dieta debe complementarse con alimentos proteicos. Además tiene un gran número de aplicaciones industriales como la producción de glucosa, alcohol o la obtención de aceite y harina. (Encarta 2002).

El maíz tiene cada vez mayores aplicaciones agroindustriales y va convirtiéndose en un producto estratégico. Por tratarse de uno de los cultivos con mayor capacidad fotosintética, es un gran captador de CO<sub>2</sub> atmosférico lo que aunado a su gran demanda de

nutrientes, presenta altas posibilidades como cultivo reciclador de residuos orgánico-minerales.

El maíz requiere de una cuidadosa preparación del suelo, puesto que sus raíces necesitan asimilar una gran cantidad de nutrientes en espacios de tiempo muy cortos, por lo que las labores de cultivo deben ser las adecuadas para que permitan incorporar al suelo materia orgánica (MO), ya sea de residuos de cultivo o fuentes externas.

El estiércol representa un potencial para mejorar el suelo en cuanto a su resistencia, permeabilidad y características de aireación, las aportaciones de estiércoles, o residuos, facilitan la máxima estructuración del sustrato. (Gamainternet, 2002).

El estiércol bovino es un residuo orgánico de la industria lechera que requiere de un manejo adecuado para prevenir efectos adversos al ambiente. Este material aporta una cantidad importante de nutrientes que deben tomarse en cuenta para un adecuado manejo de la fertilidad del suelo y así contribuir a la sustentabilidad del sistema de producción forraje-leche. La producción de estiércol en la cuenca lechera de la Comarca Lagunera es de aproximadamente 600,000 toneladas en peso seco por año, las cuales se incorporan a suelos agrícolas. En base al contenido de

nitrógeno, el estiércol bovino en esta región puede aportar alrededor de 14 Kg/t, (base peso seco) de nitrógeno aprovechable por el cultivo durante el año de aplicación (Castellanos, 1981); es decir, la producción anual de estiércol en esta región puede aportar mas de 2,000 ton de nitrógeno (N) aprovechable, que pudieran beneficiar mas de 10,000 ha<sup>1</sup> por año, al sustituir la aplicación de fertilizantes inorgánicos. Sin embargo, la práctica común en esta región es incorporar mas de 80 t ha<sup>-1</sup> de estiércol y, adicionalmente, aplicar la dosis habitual de N-P con fertilizantes inorgánicos, la cual promedia 200 y 80 kg t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, y en algunos predios se aplican dosis variables de potasio.

Un sistema de manejo sustentable de estiércol debe incluir dentro de sus propósitos el reciclar nutrientes aprovechables por los cultivos y aumentar la materia orgánica del suelo, pero también debe minimizar los riesgos de contaminación del acuífero por nitratos y metales pesados. En México no existen regulaciones sobre el manejo de estiércol, sin embargo, es necesario promover en la industria lechera y en los agricultores un manejo sustentable del estiércol que permita reducir los costos del uso de fertilizantes inorgánicos y prevenir la contaminación del acuífero. (Figuroa, 2001).

## **1.1. Justificación**

En México el rendimiento por hectárea de maíz en el ciclo 2002 fue de 28.512 t ha<sup>-1</sup>. (Sagarpa., 2002). Sin embargo, existen prácticas y técnicas cuya aplicación elevaría los rendimientos unitarios y mejorarían la calidad del producto. Tal caso es el manejo de estiércol bovino. Por tal motivo, en el presente trabajo se utiliza la fertilización orgánica (estiércol). La utilización del estiércol bovino presupone conocer el efecto de este apropiado método, por lo que antes de estudiar las dosis aplicables es importante considerar las características del cultivo y del suelo para que se refleje en un mejor rendimiento y calidad.

## **1.2. Objetivos**

- 1) Optimizar el uso de estiércol en base a la demanda del cultivo, al potencial productivo del suelo y al nitrógeno disponible en el estiércol.
- 2) Evaluar la respuesta agronómica de cultivos forrajeros (rendimiento y calidad) a la aplicación de estiércol.

### **1.3. Hipótesis**

Que el estiércol bovino puede utilizarse como un fertilizante orgánico, en sustitución de fertilizantes inorgánicos, cuando se calcula la cantidad de nitrógeno en el estiércol que es aprovechable al cultivo durante el ciclo.

### **1.4. Metas**

Al finalizar el presente estudio, conocer de manera preliminar los efectos del estiércol como abono, en la producción y calidad del maíz forrajero.

## II.-REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del cultivo

#### 2.1.1. Teoría del ancestro común.

El cultivo del maíz, el Teocintle\* y el *Tripsacum* provienen de un ancestro común, originado en las tierras altas de México o Guatemala, se cree que tenía un grado de adaptación muy pobre y se extinguió cuando los indígenas comenzaron a domesticar el maíz cambiando el número cromosómico de 20 a 18, dando origen al *Tripsacum* y de aquí a 36 y 72, lo cual ocasionó que el Teocintle no se volviera a cruzar con el *Tripsacum*. (Weathermax, citado por Robles 1994). Los investigadores no se han puesto de acuerdo sobre si este cultivo se originó en México, en el Sur de Estados Unidos o Centroamérica sin embargo, los vestigios históricos evidencian que este cultivo se inició en nuestro país. Probablemente en la región Huasteca, antes de la conquista Española.

### 2.1.2. Origen citogenético

El maíz proviene del teocintle ya que ambas plantas tienen 10 cromosomas en sus células gaméticas, la posición de los nudos cromosómicos en algunos teocintles es terminal y en otros es intercalaria, al igual que el maíz, estas diferencias pueden atribuirse a la migración, mutación, a la recombinación y a la selección. La hibridación entre maíz y teocintle, ocurre con mucha frecuencia en forma natural y los híbridos son altamente fértiles (Robles 1994).

### 2.1.3. Clasificación taxonómica (Robles 1994)

Reino.....	Vegetal
División.....	Treacheophyta
Subdivisión.....	Preopsidae
Clase.....	Angiospermas
Subclase.....	Monocotiledóneas
Grupo.....	Glumifora
Orden.....	Graminales
Familia.....	Graminae
Tribu.....	Maydea
Genero.....	Zea
Especie.....	Mays.

### 2.1.4. DESCRIPCIÓN BÓTANICA DEL MAÍZ

El maíz es una planta monoica, con hábito de crecimiento anual, su ciclo de vida es de 80 hasta 200 días, siendo las variedades más rendidoras las que se encuentran entre los 100 y

140 días, esto debido a que acumulan mayor cantidad de materia seca.

### **2.1.5 Sistema radicular**

La raíz principal esta representada por cuatro raíces seminales, que al dejar de funcionar como tales, comienzan a desarrollar una profusa cantidad de raíces fibrosas las cuales se localizan en la corona, ramificándose en raíces secundarias y terciarias y éstas a su vez forman cada uno de los pelos radicales, que es donde se presenta la mayor adsorción de agua y nutrimentos (Robles 1994).

### **2.1.6. Tallo**

Es de forma cilíndrica, formado por nudos y entre nudos. Las variedades más comunes presentan 14 entrenudos los cuales son mas largos a medida en que se encuentra en posiciones más superiores, hasta culminar en el entrenudo más largo, que lo constituyen la base de la inflorescencia. La altura del tallo varía de 0.8 a 4 metros dependiendo de las condiciones ecológicas y edáficas de cada región, así como del genotipo (Robles 1994).

### **2.1.6. Hojas**

El número más frecuente es de 12 a 18 hojas, con un promedio de 14, el cual depende del número de entrenudos del tallo. Las hojas se desarrollan en los primordios foliares, la forma de la hoja del maíz es larga y angosta con una venación paralelinerve y constituida por la vaina, lígula y limbo. (Robles 1994).

### **2.1.7. Flores**

Existen dos tipos de flores, unas conocidas como flores estaminadas, las cuales se encuentran expuestas en espiguillas y constituyen la inflorescencia masculina, cada flor esta integrada por dos brácteas, la glumilla inferior y la glumilla superior, éstas se insertan de dos en dos y contienen cada una tres estambres. El otro tipo de flores son conocidas como pistiladas y se encuentran distribuidas en una inflorescencia con un soporte central denominado "olote", estas también se encuentran de dos en dos, lo cual explica que el número de hileras por mazorca siempre sea un par. Cada flor esta formada por un ovario, un estilo y una gran cantidad de estigmas distribuidos a lo largo del estilo. (Robles 1994).

### **2.1.8. Fruto**

Botánicamente es un fruto cariósido, conocido comúnmente como semilla o grano. (Robles 1994).

## **2.2. Requerimientos climáticos**

### **2.2.1. Temperatura**

La temperatura media óptima durante el ciclo, es de 25 a 30° C; las temperaturas medias máximas de 40° C le son perjudiciales, principalmente en el periodo de polinización en regiones con alta humedad relativa debido a que el polen germina y muere antes de fecundar (Robles 1994). Temperaturas menores de 10 ° C retardan o inhiben la germinación, y al disponer de humedad, se pueden presentar fitopatógenos que dañan el embrión.

### **2.2.2. Altitud**

El maíz se cultiva desde el nivel del mar hasta 2500 msnm, por esto se adapta a la mayor parte del mundo (Robles 1994).

### **2.2.3. Latitud**

Este cultivo se adapta desde 50° de latitud norte, hasta alrededor de 40° de latitud sur, lo que incluye las latitudes comprendidas en este amplio rango es decir, desde el sur de Canadá hasta el sur de Argentina; sin embargo las regiones más productoras están entre el trópico de Cáncer y trópico de capricornio.

### **2.2.4. Fotoperiodo**

El cultivo del maíz es insensible al fotoperiodo, debido a que se adapta a fotoperiodos cortos y largos, sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen con 11 a 14 horas luz (Robles, 1994).

### **2.2.5. Suelos**

El maíz prospera en diferente tipo de suelo, respecto a la textura y estructura, ya que se siembra en suelo arcilloso, arcilloso-arenoso, francos, francos-arcilloso, franco-arenoso, etc., sin embargo, son mejores los suelos francos, ya que permiten un buen desarrollo radical y por lo tanto mayor eficiencia en la absorción de agua y nutrimentos, (Robles, 1994).

En años recientes se han incrementado considerablemente el uso de nuevos sistemas de producción desarrollados, permitiendo una nueva eficiencia en el uso de los recursos clima, agua y suelo contribuyendo también a la obtención de mayores rendimientos de forraje. (Reta *et al.*, 2001).

Figueroa, (2002a) afirma que los fertilizantes orgánicos como el estiércol bovino son una excelente fuente de nutrimentos que, además, contribuyen con la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios al reducir el uso de fertilizantes inorgánicos y aumentar la materia orgánica del suelo. La producción de estiércol solo en la cuenca lechera es de un millón de toneladas por año, las cuales requieren de un manejo adecuado para prevenir efectos adversos en el ambiente.

Un sistema de manejo sustentable de estiércol debe contener los siguientes objetivos:

- **Reciclar nutrientes aprovechables para los cultivos**
- **Aumentar la materia orgánica del suelo**
- **Minimizar los riesgos de contaminación del acuífero**
- **Minimizar riesgos de contaminación o toxicidad (química o microbiológica) en cultivos de consumo humano.**

La dosis óptima es aquella con la que se obtiene el mayor rendimiento y se recomienda para toda aquella región o áreas grandes dentro de una región.

En la aplicación de fertilizantes al suelo se siguen recomendaciones de técnicos o casas comerciales basadas en criterios diversos. Uno de estos criterios son los basados en los experimentos de campo, en los que se prueban dosis de nitrógeno (N), se selecciona la dosis óptima-económica y esta se recomienda para diversas condiciones del suelo y de manejo del cultivo.

Algunas desventajas de este enfoque son:

- No toma en cuenta el requerimiento de nutrientes del cultivo para obtener un rendimiento potencial. Año tras año se liberan nuevas variedades que superan en rendimiento a las anteriores, por lo que es necesario ajustar las dosis de nutrientes.
- No considera las cantidades de nutrientes disponibles en el suelo. Después de la cosecha de cualquier cultivo quedan nutrientes en el suelo que son aprovechados por el cultivo siguiente.
- Cuando las aplicaciones de N son excesivas, no considera los riesgos de contaminación al acuífero ni los riesgos de contaminación al ganado.

Un manejo eficiente y sustentable de la fertilidad del suelo contempla lo siguiente

- » Uso del análisis de laboratorio para conocer las reservas de nutrientes disponibles.
- » Estimación de los rendimientos potenciales esperados.
- » Conocer los requerimientos de nutrientes de los cultivos por unidad de rendimiento. (Figueroa, 2001).

Romero (1989), menciona que la dosis de aplicación de estiércoles y compost depende del tipo de suelo, cultivo y características del abono orgánico.

Los productos que aportan humus y nutrientes al suelo y son de naturaleza orgánica, son denominados fertilizantes orgánicos, además son bioactivadores de microorganismos. El estiércol fresco procedente de los excrementos animales se utiliza si el suelo tiene buena actividad biológica y buen equilibrio mineral, si el tiempo es favorable (caliente y húmedo) y en cultivos como viña, árboles frutales, praderas permanentes y en cultivos exigentes en nitrógeno como alcachofa, apio, calabaza, col, maíz, patata, puerro, tomate, etc. La composición del estiércol depende del ganado y del manejo posterior, para una utilización correcta hay que tener estas variantes en cuenta. (Agrilologica, 2003).

Vásquez y Gallegos, (1995, 1997) establecieron trabajos sobre altas dosis de estiércol vacuno en nopal verdura en el Campo agrícola Experimental de la facultad de agronomía de la U.A.N.L. Se utilizaron los niveles de 200, 400 y 600 t ha<sup>-1</sup>, en dos genotipos (Villanueva y Jalpa). El estiércol que se utilizó era de una antigüedad de aproximada de 6 meses y se mezcló con el suelo lo mejor posible. Los resultados de dichas pruebas indicaron que la dosis de 400 y 600 t ha<sup>-1</sup> produjeron el mayor número de brotes totales, siendo estadísticamente inferior las dosis de 200 t ha<sup>-1</sup>. Con respecto al rendimiento por dosis no se tuvieron diferencias en el primer año, lo que indica que dosis de 200 t ha<sup>-1</sup> es una buena opción.

#### Necesidades del estiércol y dosis de aportación:

Las necesidades de estiércol, considerado como enmienda, serán las que resulten de equilibrar el balance de humus en la explotación, es decir, las suficientes para mantener un nivel satisfactorio de humus en el suelo (por lo menos superior al crítico). Estas necesidades, teóricamente, podrían aportarse en dosis anuales o en dosis más grandes cada un número determinado de años.

Sobre este extremo podemos señalar:

1. Si nos atenemos únicamente al mantenimiento del nivel del humus, se puede aportar el estiércol cada un x número de años, utilizando dosis más fuertes.

2. Si se considera la acción benéfica de la evolución de la materia orgánica, la acción fertilizante del estiércol y, sobre todo, la acción estimulante de las biotinas sobre el crecimiento de las plantas, lo más conveniente sería aportar el estiércol todos los años, y en dosis más pequeñas. No obstante, esta última postura presenta desventajas, como el mayor costo en la distribución y la improcedencia de estercolar antes de determinados cultivos. (Docuagro, 2003).

### **III.-MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera**

La Comarca Lagunera, esta integrada por los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila; y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Nazas, San Juan de Guadalupe y Simón Bolívar en el estado de Durango. Esta se encuentra situada entre los paralelos  $24^{\circ} 05'$  y  $26^{\circ} 45'$  de latitud norte y entre los meridianos  $101^{\circ} 40'$  y  $104^{\circ} 45'$  de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1120 metros sobre el nivel del mar. Al norte colinda con el estado de Chihuahua y con los municipios de Sierra Mojada y Cuatro Ciénegas en Coahuila, al este con los municipios de General Cepeda y Saltillo, Coahuila, al sur con el estado de Zacatecas Y el municipio de Guadalupe Victoria, Durango y al oeste con los municipios de Hidalgo, San Pedro del Gallo, Indé, Coneto de Comonfort y San Juan del Rió, Durango (Aguirre, 1981).

Cuenta además, con una extensión montañosa y una superficie plana, donde se localizan áreas agrícolas y urbanas.

## **3.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera**

### **3.2.1. Clima**

El clima de la Comarca Lagunera es árido en casi toda su área cultivable, con lluvias deficientes en todas las estaciones del año, con una temperatura adecuada de 30° C (Quiñónez, 1988).

### **3.2.2. Temperatura**

En la Comarca Lagunera existen dos épocas definidas de temperaturas extremas, la primera comprende del mes de Abril al mes de Octubre, en esta la temperatura media mensual excede de los 20° C, y la segunda abarca los meses de Noviembre a Marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6 y 19.4 ° C, los meses más calurosos son de Mayo a Agosto y los más fríos son Diciembre y Enero (Farias, 1980).

### **3.2.3. Precipitación**

De acuerdo con las lluvias registradas durante los últimos 30 años en la estación climatológica de Ciudad Lerdo, Durango se concluye que en la Comarca Lagunera, el periodo de máxima

precipitación comprende los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto. La precipitación pluvial característica de la región, condiciona la existencia de una atmósfera desprovista de humedad, la precipitación media anual es de 220 mm. (Santos, citado por Quiñónez, 1988).

#### **3.2.4. Humedad relativa**

La humedad relativa varía según las estaciones del año, esta humedad es promedio de las observaciones efectuadas durante el día, y son los siguientes (Quiñones, 1988).

Cuadro 1. Porcentajes de humedad en las diferentes estaciones del año.

<b>Primavera</b>	<b>31.30%</b>
<b>Verano</b>	<b>46.20%</b>
<b>Otoño</b>	<b>52.90%</b>
<b>Invierno</b>	<b>44.30%</b>

#### **3.3. Caracterización del suelo en el sitio experimental**

Para definir las características físicas y químicas del suelo, se presentan los resultados del análisis. En el Cuadro 2 se

muestran los datos resultantes en el estudio del suelo en una muestra tomada de 0 a 30 centímetros de profundidad.

Cuadro 2. Características del suelo del sitio experimental. CELALA 2002.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
pH		8.61
Conductividad eléctrica	Ds/m	1.3
Materia orgánica	%	1.34
Carbonatos totales	%	10.49
Fósforo	mg/kg	20
Potasio	mg/kg	1120
% de sodio intercambiable	%	5.86
Arena	%	20.2
Arcilla	%	52.2
Nitratos	mg/kg	33

\* Valores de fertilidad del suelo en el sitio experimental.

En el cultivo del maíz los tratamientos evaluados fueron:

1. Testigo sin fertilizar.
2. Fertilización inorgánica (220 Kg N ha<sup>-1</sup>)
3. 60 t ha<sup>-1</sup> de estiércol + complemento con fertilizantes (total, 220 Kg N ha<sup>-1</sup>)
4. Estiércol a una dosis de 85 ton/ha, basada en análisis de laboratorio, para cubrir el requerimiento del cultivo (220 Kg N ha<sup>-1</sup>)
5. Composta de estiércol (30 t ha<sup>-1</sup>) + complemento con fertilizante para un total de 220 Kg N ha<sup>-1</sup>.

La dosis de nitrógeno se calculó utilizando un requerimiento de nitrógeno del maíz torrajero de 14.2 Kg N por tonelada de materia seca producida (Quiroga y Cueto, 1991). El rendimiento potencial esperado fue de 18 t ha<sup>-1</sup> de materia seca.

En el tratamiento cuatro (220 Kg N ha<sup>-1</sup> en forma de estiércol), se estimó la cantidad de nitrógeno incorporado en base al contenido de nitrógeno total en el estiércol y con una tasa de mineralización de 25% (Castellanos, 1984). En los demás tratamientos que involucran estiércol o composta, se estimó la cantidad de nitrógeno incorporado en cada tratamiento y se complementó con fertilizantes inorgánicos para alcanzar 220 Kg N ha<sup>-1</sup>.

Los tratamientos se aplicaron en el mes de abril; el estiércol se incorporó con rastra, se trazaron los surcos y se dio el riego de presembrado. La siembra se llevó a cabo el 26 del mismo mes. La variedad utilizada fue la SB-302.

### **3.4. ACTIVIDADES DE CAMPO**

#### **3.4.1. Método de siembra**

La siembra se realizó en húmedo y a "chorrillo", en surco sencillo.

#### **3.4.2. Fertilización**

Solo se fertilizaron parcelas en cuyo tratamiento se aplicaría fertilizante inorgánico, la fórmula de éstos fue estimada hasta alcanzar 220 Kg de N ha<sup>-1</sup>, con el fertilizante MAP. El fertilizante se aplicó en cuatro partes; la primera se aplicó en el riego de aniego y las demás en los tres riegos de auxilio posteriores.

#### **3.4.3. Aclareo**

Este se llevó acabo a los 45 días después de la siembra, dejando un promedio de 9 plantas en un metro lineal, para obtener una población aproximada de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

### 3.4.4. Aporque y control de malas hierbas

Para aporcar y mantener el cultivo libre de malas hierbas se realizó una escarda mecánica, a los 50 días después de la siembra.

### 3.4.5. Aplicación de riegos e insecticidas

#### Calendario de riegos

La calendarización de los riegos se planteó en función de mediciones que se hacían con un dispersor de electrones los días lunes, miércoles y viernes, dichas mediciones se realizaban a diferente profundidad que iba desde los 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm. Respectivamente, estos datos se analizaban y de acuerdo con ellos se calculaba el contenido de humedad en el suelo y según el porcentaje de humedad es como se aplicaban los riegos al cultivo.

La información relacionada con la aplicación de riegos e insecticidas se presenta en los cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Calendario en el que se aplicaron los riegos.

RIEGOS	FECHA DE APLICACIÓN	DDS*
Aniego	8 de Abril	-16
Primer auxilio	24 de Mayo	28
Segundo auxilio	17 de Junio	52
Tercer auxilio	01 de Julio	66
Cuarto auxilio	22 de Julio	87

• Días después de siembra

Cuadro 4. Plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo.

PLAGA	PRODUCTO DE APLICACIÓN	DOSIS/HA	FECHA
Gusano cogollero*	Clorpyrifos 480 E	1.0 lts	9 de Mayo
Gusano cogollero	Clorpyrifos 480 E	1.0 lts	15 de Mayo
Gusano cogollero	Clorpyrifos 480 E	1.0 lts	7 de Junio
Araña roja**	Folimat 1000 E	100 ml	24 de Junio
Araña roja	Folimat 1000 E	100 ml	29 de Julio

\*Spodoptera frugiperda

\*\*Oligonchus mexicanus

### 3.5. Variables evaluadas

Se evaluó el rendimiento de forraje verde y seco. Para la evaluación de la calidad nutricional del forraje producido, se envió una muestra al laboratorio, donde se determinó el contenido de fibra neutro detergente (FND) en %, la proteína cruda (PC) en %, la digestibilidad in vitro (DIV) en %, también se evaluó la concentración de nitrógeno total en planta y se estimó la extracción de nitrógeno ( $\text{NO}_3$ ) en ( $\text{t ha}^{-1}$ ) en el suelo.

Para la evaluación final de forraje verde se cortaron 2 surcos de 8 m de largo en cada parcela, se peso el forraje ( $\text{t ha}^{-1}$ ), y las mazorcas ( $\text{t ha}^{-1}$ ), se contó el numero de plantas por parcela para determinar la población/ha), el numero y % de mazorcas, luego se peso en seco el rastrojo para saber el rendimiento ( $\text{t ha}^{-1}$ ), se midió la altura (m) de la mazorca, numero de hojas verdes (promedio),

numero de hojas secas (promedio), Aparte se separaron 3 plantas para desmenuzarse cada una en sus diferentes partes como son hojas verdes, hojas secas, tallo, vaina, mazorca, espiga, brácteas, pedúnculo y primordios, estas muestras se pesaron en verde y posteriormente se llevaron a la estufa de secado y se mantuvieron ahí por 72 horas a una temperatura constante de 72 °C; al sacarlas de la estufa se pesaron en seco, y posteriormente se determinó el porcentaje de materia seca (% MS).

También se realizó un muestreo de 5 plantas juntas y 5 separadas, las primeras se trocearon cada una, depositándose en una bolsa por separado. Las segundas se trocearon de igual forma pero estas se juntaron en una o más bolsas. Estas muestras se pesaron en verde ( $t\ ha^{-1}$ ) y posteriormente se llevaron a la estufa de secado y se mantuvieron ahí por 72 horas a una temperatura constante de 72 °C; al sacarlas de la estufa de secado se pesaron en seco, nuevamente ( $t\ ha^{-1}$ ). Esto se hizo para estimar el porcentaje de materia seca (% MS). Para la determinación de N, (en %) se estimaba en base a materia seca que se sacaba de las muestras llevadas al laboratorio. Todas las variables se analizaron de acuerdo a un diseño experimental de bloques completos al azar, y cuando se detectaron diferencias significativas se compararon las medias por el método de Tukey al 0.05.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Rendimiento de forraje verde y seco

Los análisis de varianza mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos para rendimiento de forraje verde y en seco, así como para la altura de planta. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimiento de forraje, altura y densidad de plantas en maíz forrajero con diferentes tratamientos de estiércol bovino.

Tratamiento	Altura planta	Densidad de plantas	Rendimiento de forraje verde	Materia seca	Rendimiento de materia seca
	M	miles/ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	%	t ha <sup>-1</sup>
Testigo	2.09 b	105	35.4 b	38.1 a	13.4 b
Fertilizante inorgánico	2.17 ab	97	46.6 a	37.1 a	17.3 ab
Estiércol + fertilizante	2.27 ab	93	48.0 a	35.3 a	16.9 ab
Estiércol	2.44 a	96	52.8 a	34.5 a	18.2 a
Composta + fertilizante	2.26 ab	106	47.7 a	36.5 a	17.4 ab
DMS (tukey, 0.05)	0.3	10.2	10.2	0.04	4.4

El rendimiento de forraje en verde y en seco fue estadísticamente superior al testigo en todos los tratamientos que recibieron N en cualquiera de las formas evaluadas. Un resultado

sobresaliente del presente estudio es que las parcelas que recibieron sólo estiércol rindieron lo mismo que aquellas parcelas que recibieron fertilizante inorgánico o combinaciones de abono orgánico y fertilizante químico, lo cual indica que es posible sustituir total o parcialmente la aplicación de fertilizantes inorgánicos en maíz forrajero con la aplicación de estiércol, cuando la dosis se estima en base al nitrógeno que se libera del estiércol durante el ciclo de cultivo. Los datos anteriores concuerdan con los análisis de planta realizados al final del experimento.

El resultado en este experimento concuerda con el realizado por Dimas,(2001) que estableció maíz forrajero, con cuatro tratamientos de abonos orgánicos como fuentes de nitrógeno , en dosis de 20, 30, 40 t ha<sup>-1</sup> para bovino, caprino y composta, y 4,8 y 12 t ha<sup>-1</sup> para gallinaza, y un testigo con fertilización inorgánica (120-40-00 de N-P-K). Encontrando resultados similares de 5.66 t ha<sup>-1</sup> y 6.05 t ha<sup>-1</sup>, entre la composta y la fertilización química en la variable rendimiento de grano, y concluyo que los abonos orgánicos principalmente composta son una alternativa para sustituir la fertilización inorgánica.

Algo parecido sucedió con Gallegos, (2001) quien evaluó el efecto de abonos orgánicos en algodónero, aplicando 80, 120, 140, 164 y 180 unidades de nitrógeno (U.N.) para estiércol bovino y gallinaza, respectivamente; encontrando diferencias en altura de

planta, floración, primeras bellotas y peso de capullos, en aquellos tratamientos que se fertilizaron con estiércol bovino ( $7.5 \text{ t ha}^{-1}$ ), gallinaza ( $5.3 \text{ t ha}^{-1}$ ); sobresaliendo particularmente la dosis de 164 U.N. ( $77 \text{ t ha}^{-1}$ ) superando al testigo (164 U.N. inorgánico en  $1.5 \text{ t ha}^{-1}$ ).

También en altura final promedio todos los tratamientos que recibieron nitrógeno en cualquiera de sus formas, mostraron una altura superior al tratamiento que no recibió N.

#### **4.2. Calidad del forraje**

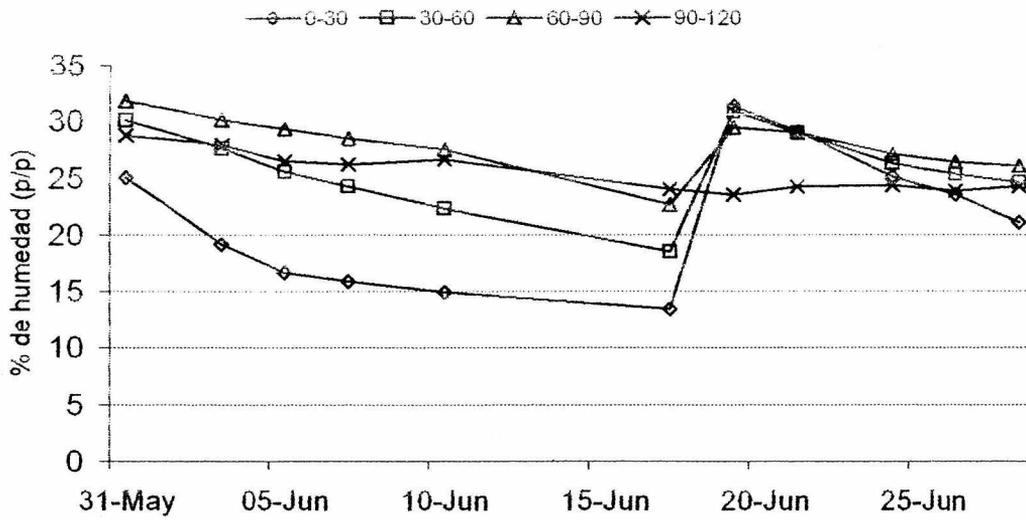
En el Cuadro 6 se observa que en todos los tratamientos que recibieron N, el porcentaje de nitrógeno total y de proteína cruda fueron estadísticamente iguales y muy superiores a la vez, a los valores mostrados por el testigo sin fertilizar, lo cual por sí mismo se explica, y es también indicativo de que el sitio experimental carecía de suficiente N residual. En cambio, no se manifestaron diferencias estadísticas entre tratamientos para los valores de digestibilidad in vitro y fibra neutro detergente (Cuadro 6). Estos resultados son importantes porque indican que con fertilización orgánica o química, o bien una combinación de ambas no afectan la calidad del forraje producido.

Tratamiento	N total %	Proteína Cruda %	Digestibilidad In vitro Kg ha <sup>-1</sup>	Fibra neutro detergente Kg t MS
Testigo	0.68 b	4.23 b	74.6	65.9
Fertilizante inorgánico	1.03 ab	6.46 a	75.1	65.7
Estiércol + fertilizante	1.00 ab	6.27 a	74.5	66
Estiércol	1.08 a	6.75 a	75.5	66.9
Composta + fertilizante	1.08 a	6.75 a	75.3	65.9
DMS (tukey, 0.05)	0.43	2.73	5.03	4

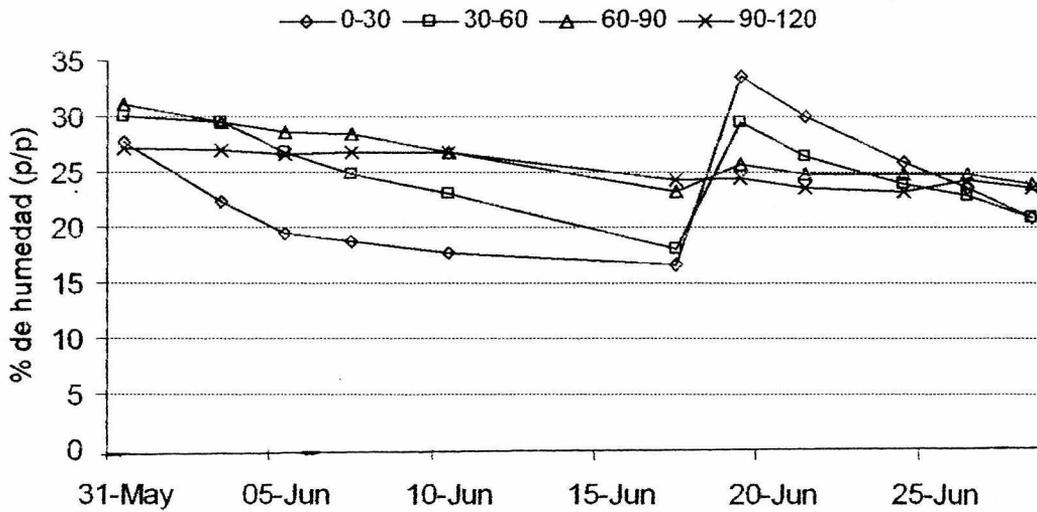
Cuadro 6. Concentración de nitrógeno total y calidad de forraje de maíz forrajero con diferentes tratamientos de estiércol bovino.

#### 4.3. Extracción de humedad

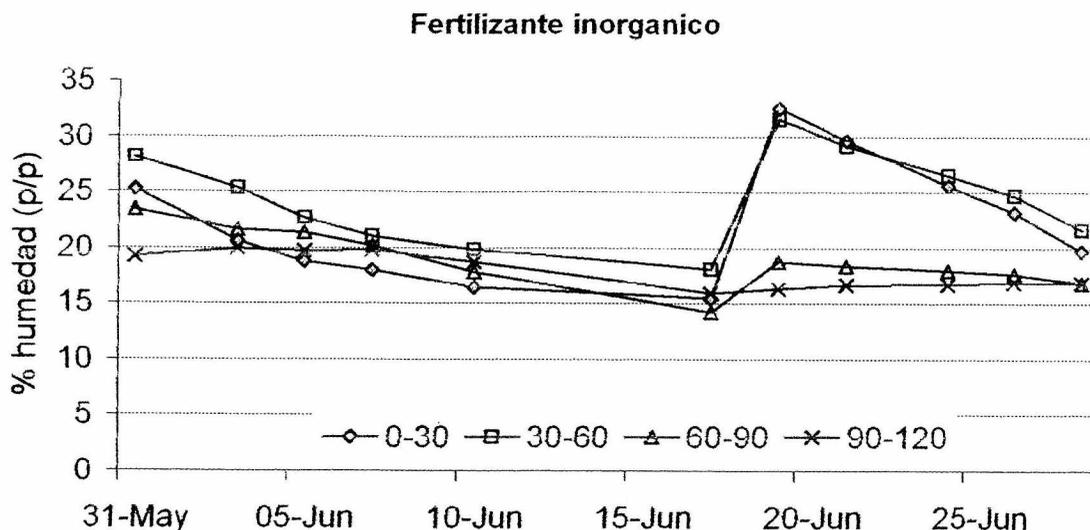
El suelo donde se estableció el experimento es de textura arcillosa (Cuadro 2). En este tipo de suelo y con el manejo de riego por gravedad que se utiliza, el maíz extrae la mayor parte del agua del estrato 0-60 cm. (Figuras 1 a la 3), lo cual concuerda con datos de Faz *et al.* (1997). La mayor absorción de nitrógeno debe ocurrir a la misma profundidad de 0-60 cm., ya que el nitrógeno se absorbe en flujo de masas. En este tipo de suelos y con el manejo de agua de riego por gravedad, es poco probable que ocurra una lixiviación de nitratos al acuífero, ya que prácticamente no se afecta el contenido de humedad a profundidades mayores de 90 cm.



**Figura 1. Porcentaje de humedad en el tratamiento testigo, antes y después del segundo riego de auxilio.**



**Figura 2. Porcentaje de humedad en el tratamiento de estiércol, antes y después del segundo riego de auxilio.**

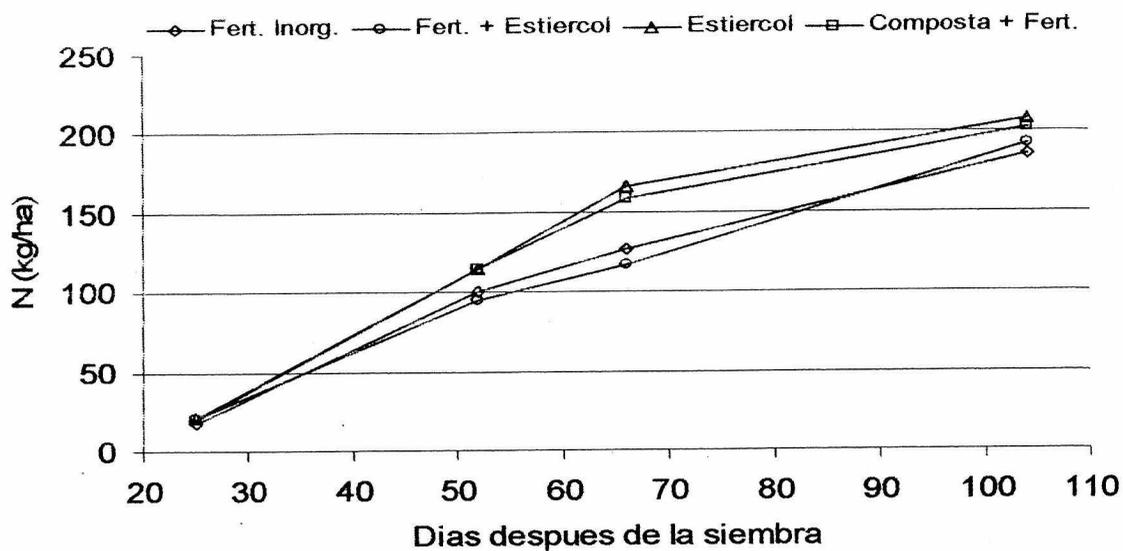


**Figura 3. Porcentaje de humedad en el tratamiento con fertilizante inorgánico, antes y después del segundo riego de auxilio.**

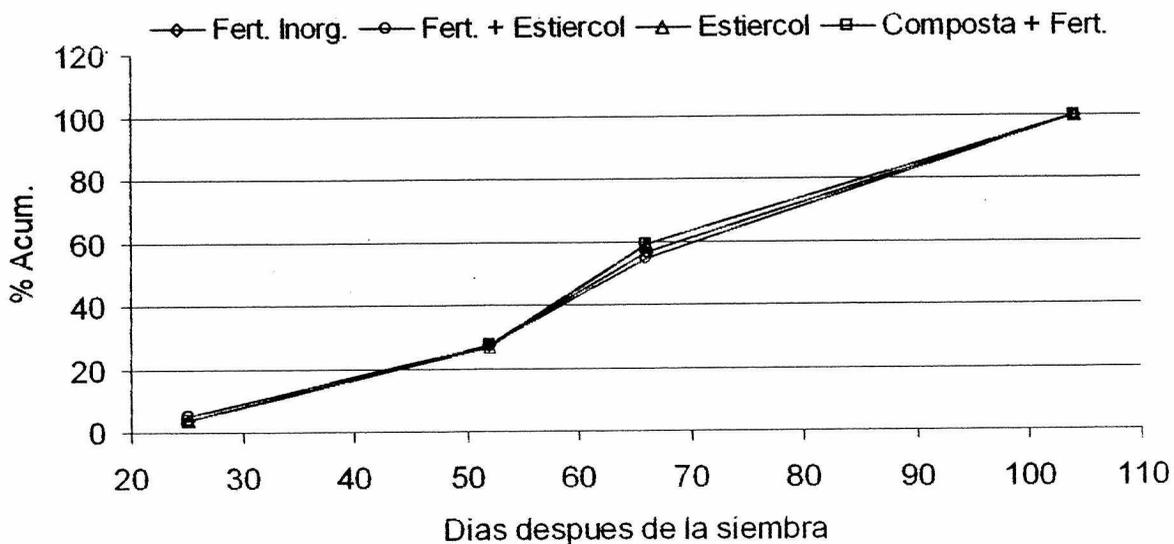
#### **4.4. Extracción de Nitrógeno**

Con respecto a la extracción de nitrógeno durante el ciclo, en la Figura 4, se anotan los resultados. Puede observarse que en las parcelas con estiércol y composta se extrajeron poco más de 200 Kg N ha<sup>-1</sup> al final del ciclo, comparado con 186 Kg N ha<sup>-1</sup> en las parcelas con fertilizante. Al graficar el porcentaje de extracción con respecto al N total extraído a la cosecha., se aprecia en la Figura 5 que hasta antes del primer auxilio se absorbió alrededor de un 5% del total, al segundo auxilio se acumuló una extracción del 27%, al tercer auxilio se extrajeron de 55 a 60% y a los 87 dds. se acumuló un 80% de la extracción total de cada tratamiento.

Los datos anteriores servirán para ajustar las recomendaciones de nitrógeno en forma fraccionada.



**Figura 4. Extracción de N por maíz forrajero durante el ciclo del Cultivo**



**Figura 5. Porcentaje acumulado de extracción de N por maíz forrajero, durante el ciclo de cultivo.**

En aplicaciones de estiércol o composta de estiércol como se realizaron en el presente experimento, tomando como criterio el requerimiento de nitrógeno del cultivo, no es necesario aplicar fósforo ni potasio ya que con las cantidades aplicadas se satisfacen los requerimientos de ambos elementos.

## V. CONCLUSIONES

1. Es posible estimar dosis de estiércol en base al requerimiento de nitrógeno del cultivo, y a la cantidad de nitrógeno en el estiércol que es disponible al cultivo durante el ciclo.
2. El rendimiento de forraje verde y seco en las parcelas que recibieron solamente estiércol fue similar al de las parcelas que recibieron fertilizante inorgánico o bien una combinación de abono orgánico + fertilizante.
3. La concentración de nitrógeno en la planta y el porcentaje de proteína fueron similares en los diferentes tratamientos que recibieron N.
4. El nitrógeno extraído del suelo fue estadísticamente igual en los diferentes tratamientos y fluctuó de 10.0 a 10.8 Kg N/t MS.
5. La mayor extracción de agua en los diferentes tratamientos se realizó de 0 a 60 cm. de profundidad.

## VI. BIBLIOGRAFIA

Abonos de maíz. [En línea] Disponible en:

<http://www.gamainternet.com/abonosmaiz.html> (Revisado el 15 de julio del 2003).

Aguirre, S.O., 1981. Guía Climática de la Comarca Lagunera, Publicación especial, CIAN CELALA-INIA-SARH.

Castellanos, J.Z., 1982. Utilización de los estiércoles en la agricultura. Colegio de Ingenieros Agrónomos del Tecnológico de Monterrey, Sección Laguna: Pág.72-75.

Castellanos, J.Z., 1987. Características de los estiércoles de bovino y gallinaza en la Comarca Lagunera. Informe de investigación agrícola en forrajes, 1984. Campo Experimental de la Laguna. INIFAP. Pág. 79-89.

Castellanos, J.Z., 1994. Efecto del estiércol de bovino sobre las propiedades del suelo y el rendimiento de forrajes. Informe de investigación agrícola en forrajes, 1987. Campo Experimental de la Laguna. INIFAP. Pág. 255-267.

Costes energéticos y económicos de agrosistemas de cereales considerando manejos convencionales y ecológicos. [En línea] Disponible en: <http://www.agrilogica.com/articulos/02.htm#> (Revisado el 10 de agosto del 2003).

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. (Revisado el 01 de septiembre del 2003).

Eubank, w., j. Carpenter and B. Maltzberger et al. 1998. Nitrate in drinking water. University of Missouri. WQ 103.5 Pág.

Farias, F.J.M., 1980 Producción de forrajes en la Comarca lagunera: El agua como factor limitante. En: Seminarios técnicos. Vol. % Num. 26. CIAN-CAELALA-INIA-SARH.

Faz, C.R., Núñez H.G. y Contreras G.F.E. 1997. Evaluación del uso del agua en la producción de ensilados de maíz de alto valor energético. Informe de investigación. CELALA-INFAP.

FERTIBERIA. CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS DEL PAÍSVASCO.  
[En línea] Disponible en:  
[http://www.fertiberia.es/informacion\\_fertilizacion/medioambiente/codigo\\_buenas\\_practicas/paisvasco.html](http://www.fertiberia.es/informacion_fertilizacion/medioambiente/codigo_buenas_practicas/paisvasco.html) (Revisado el 13 de agosto del 2003).

Figuroa, V.U., UNION GANADERA., 2001, Unión Ganadera Regional de la Laguna. Pág. 16.

Figuroa, V.U., UNION GANADERA., 2002. Unión Ganadera Regional de la Laguna. Pág. 11-12.

Gallegos, R.M.A. y López, M.D.J., AGROFAZ., Fertilizantes orgánicos y su efecto sobre rendimiento y control de plagas en algodón transgénico. Publicación anual de difusión. CONACYT. México. P. 25-28

López, M.D.J. y Díaz, E.A., AGROFAZ., 2001. Efectos de abonos orgánicos sobre humedad del suelo y rendimiento en maíz. Publicación anual de difusión. CONACYT. MEXICO. p. 1-3

La fertilización. [En línea] Disponible en:

La fertilización. [En línea] Disponible en:

<http://www.agrilogica.com/tecnicas/fertilizacion.htm#top> (Revisado el 30 de julio del 2003).

Quiñones, R.E. 1998. Función de producción de maíz forrajero usando laminas de frecuencias de riego. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Unidad Laguna. Torreón Coahuila.

Quiroga, G, H.M. y Cueto W., J.A. 1991. Efectos de la fertilización nitrogenada y población sobre el rendimiento y calidad de forraje y componentes del rendimiento de maíz para ensilaje. Informe de investigación. CELALA-INIFAP.

Reta S., D.G., J.A. Cueto W. Gaytan M., J.S. Camilo A., J.A. Cueto W. y H. Salinas G. 2001. Rendimiento, concentración y extracción de nutrimentos de maíz forrajero en respuesta a métodos de siembra. Informe de investigación. CELALA-CIRNOC-INIFAP.

Reyes, O.S., 1980. El cultivo de maíz en México. Centro de investigaciones Agrarias. . Pág. 12.

Robles, S.R. 1994. Producción de granos y forrajes. Quinta edición .Edit. Limusa. México.

Romero, F.E. 1989. Efecto de los estiércoles sobre la calidad de agua y del suelo. Seminarios técnicos del INIFAP-SARH. Volumen 6(12): p. 270.

SAGARPA. Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. [En línea] Disponible en [http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar\\_comrecre.html](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comrecre.html) . (Revisado el 01 de septiembre del 2003).

Utilización y distribución de los estiércoles. [En línea] Disponible en: <http://www.merkasi.com/docuagro/ABONO13.htm#natural>. (Revisado el 05 del Agosto de 2003).

Vásquez A., R.E. y C. Gallegos V., 1995. Organic fertilization for production of young tender pads of *Opuntia spp* in Nuevo Leon, Mexico. First Annual Conference. On professional Association for Cactus Development. pp 49-60. San Antonio Texas. Texas A. and M. University Extension Service. Sep. 14. 1995.

Vásquez A., R.E. y C. Gallegos V., 1997. Efecto del estiércol vacuno en el segundo año de producción de nopal verdura. En: Vásquez-Alvarado, R.E., C. Gallegos-Vásquez, y Y. Nacional y 5º Internacional. P. 148. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L., México.