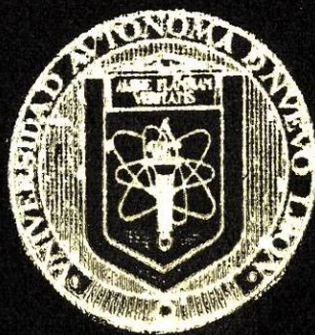


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE UNA SEGUNDA FERTILIZACION NITROGENADA  
EN EBANO (Pithecolobium flexicaule L.) A  
DIFERENTES DOSIS, MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

JUAN PASTOR CORDOVA SANCHEZ

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1991

Q. 1  
Q. 6  
E. 2  
B. 3  
Q. 1



1080061215

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DE UNA SEGUNDA FERTILIZACION NITROGENADA  
EN EBANO (Pithecellobium flexicaule L.) A  
DIFERENTES DOSIS, MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

JUAN PASTOR CORDOVA SANCHEZ

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1991

10816 E

T  
SB 317  
.L 2  
C 6

  
Biblioteca Central  
Maana Solidaridad  
F. Tesis

  
BU Raúl Rangel Films  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

040.631  
FA8  
1991  
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE UNA SEGUNDA FERTILIZACION NITROGENADA  
EN EBANO (*Pithecellobium flexicarle L.*) A  
DIFERENTES DOSIS, MARIN, N.L.

Tesis que presenta

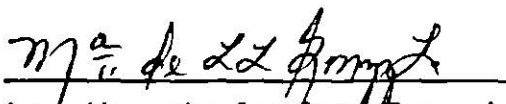
JUAN PASTOR CORDOVA SANCHEZ

Como requisito parcial para obtener el título de  
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Comisión Revisora



Ing. Margarito de la Garza Dávila  
Asesor Principal



---

Lic. Ma. de la Luz Gzz. L.  
Asesor Estadístico



---

Ing. Raúl P. Saázar Sáenz  
Asesor Auxiliar

MARIN, N.L.

OCTUBRE 1991

DEDICATORIA

GRACIAS A DIOS.

A MIS PADRES:

SR. FIDEL CORDOVA MUÑOZ

SRA. RAFAELA SANCHEZ SANTIAGO

Con cariño y respeto.

A MIS HERMANOS:

ANSELMO FLAVIO

ARG. MANUEL REY

## AGRADECIMIENTOS

AL ING. MARGARITO DE LA GARZA DAVILA.

Por su importante revisión y sugerencias en la culminación del presente trabajo.

A LA LIC. MARIA DE LA LUZ GONZALEZ LOPEZ.

Por su gran ayuda prestada en la revisión del análisis estadístico de este trabajo.

AL ING. RAUL P. SALAZAR SAENZ.

Por haberme proporcionado su colaboración, interés, y consejos para la realización del presente trabajo.

AL ING. ANTONIO DURON ALONSO.

Por su ayuda brindada en el Centro de Informática de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

AL PROYECTO ESTUDIO BOTANICO Y POTENCIAL FRUTICOLA Y MADERABLE DE ESPECIES SILVESTRES EN EL ESTADO DE NUEVO LEON (CIA-FAUANL).

A MIS MAESTROS, COMPAÑEROS Y AMIGOS.



# INDICE

	PAGINA
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Clasificación taxonómica.....	3
2.2 Descripción botánica.....	3
2.3 Observaciones del ébano.....	4
2.4 Distribución geográfica.....	4
2.5 Distribución climática.....	5
2.6 Características generales de la localidad de Marín, N.L.....	6
2.6.1 Clima.....	6
2.6.2 Vegetación.....	7
2.6.3 Geología.....	7
2.6.4 Suelos.....	7
2.6.5 Propiedades físicas.....	8
2.6.5.1 Textura.....	8
2.6.5.2 Estructura.....	8
2.6.5.3 Consistencia.....	9
2.6.6 Propiedades químicas.....	9
2.6.6.1 pH.....	9
2.6.6.2 Materia orgánica.....	10
2.6.7 Mineralización.....	10
2.6.7.1 Ciclo del nitrógeno.....	11
2.7 Fertilización.....	13

2.7.1 Gallinaza.....	15
2.7.1.1 Aspectos generales.....	15
2.7.1.2 Importancia.....	17
2.7.1.3 Composición de la gallinaza.....	19
2.7.1.4 Método de aplicación.....	19
2.7.1.5 Conservación de la gallinaza.....	20
2.7.1.6 Refuerzo del abono.....	21
2.7.1.7 Influencia de la gallinaza en el suelo.....	22
2.7.2 Urea.....	23
2.7.2.1 Aspectos generales.....	23
2.7.2.2 Obtención de la urea.....	25
2.7.2.3 Reacciones en el suelo.....	25
2.7.2.4 Características de la urea.....	26
2.7.2.5 Ventajas en su aplicación.....	26
2.7.2.6 Desventajas.....	28
2.7.2.7 Formas de aplicación.....	28
3. MATERIALES Y METODOS.....	30
3.1 Materiales.....	31
3.2 Métodos.....	31
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	37
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1 Conclusiones.....	43
5.2 Recomendaciones.....	45
6. RESUMEN.....	46
7. BIBLIOGRAFIA.....	48
8. APENDICE.....	53

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

CUADRO		PAGINA
1	Composición porcentual media del estiércol de gallina comparado con las de otros animales.....	18
2	Datos de temperatura registradas del mes de Agosto de 1988 al mes de Noviembre del mismo año, en el experimento de fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicarle</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....	30
3	Estadísticos descriptivos de las variables consideradas en el experimento uno, en una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicarle</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....	56
4	Estadísticos descriptivos de las variables consideradas en el experimento dos, en una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicarle</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....	57

5	<p>Resumen de los análisis de varianzas realizados para la variable altura de planta, del experimento uno, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (<i>Pithecellobium flexicarpale</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....</p>	58
6	<p>Resumen de los análisis de varianzas realizados para la variable número de hojas, del experimento uno, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (<i>Pithecellobium flexicarpale</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....</p>	59
7	<p>Resumen de la comparación múltiple de medias de los 9 tratamientos utilizados para la variable altura de planta correspondiente a la sexta etapa, del experimento uno, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (<i>Pithecellobium flexicarpale</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....</p>	60
8	<p>Resumen de la comparación múltiple de medias por el método Tukey (<math>\alpha = 0.05</math>) para los 9</p>	

	tratamientos de la variable número de hojas, de las etapas 1, 2, 3 y 4 del experimento uno, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicaule</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....	61
9	Resumen de los análisis de varianzas efectuados para el experimento dos, de la variable altura de planta, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicaule</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....	62
10	Resumen de los análisis de varianzas efectuados para la variable número de hojas, del experimento dos, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicaule</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....	63
11	Resumen de la comparación múltiple de medias efectuada para la sexta etapa de los 5 tratamientos de la mezcla (urea y gallinaza) del experimento dos, para la variable altura	

	de planta, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicarule</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....	64
12	Valores del coeficiente de correlación para las dos variables estudiadas en el experimento uno, en el estudio de una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicarule</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....	65
13	Valores del coeficiente de correlación para las dos variables estudiadas en el experimento dos, en una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicarule</i> L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.....	66

**FIGURA**

1	Croquis del experimento uno y distribución de los tratamientos de fertilizante inorgánico (urea) y orgánico (gallinaza) en la evaluación del efecto sobre una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicarule</i> L.) Marín, N.L.....	54
---	--	----

2	Croquis del experimento dos y distribución de los tratamientos de una mezcla de fertilizante inorgánico y orgánico (urea y gallinaza) en la evaluación del efecto sobre una segunda fertilización nitrogenada en ébano ( <i>Pithecellobium flexicaule</i> L.) a diferentes dosis en Marín, N.L.....	55
---	---	----

## 1. INTRODUCCION.

La fruticultura va tomando cada vez mayor incremento en el país, y en el mundo en general. Debido a la gran redituabilidad de esta rama de la Agricultura, que reporta grandes ingresos por unidad de superficie, ha llegado a comprenderse que la actividad frutícola representa uno de los medios más importantes para lograr el mejor aprovechamiento de las cada vez más escasas superficies de cultivo.

Un grupo de plantas al que se les ha dedicado escasa atención es al de los que pertenecen los frutales silvestres de México. En Areas extensas de Nuevo León se encuentran formando parte de su flora, especies silvestres como anacua, ébano, brasil, mezquite, coma, pino piñonero, etc.

En la FAUANL actualmente se esta desarrollando el proyecto titulado: Estudio botánico y potencial frutícola y maderable de especies silvestres en el estado de Nuevo León, en el cual se están realizando estudios sobre la especie *Pithecellobium flexicarpale* L. (ébano), por ser muy abundante y su gran importancia como árbol maderable ya que de ella se obtiene carbón de alta calidad, también se usa para postes de cerca en construcciones rurales y para la fabricación de muebles. Se recomienda para la fabricación de mangos para cuchillería fina, construcciones marinas, armazones de casas y puentes de caminos.



En algunas localidades la semilla es apreciada como complemento alimenticio.

La mahuacata o ébano predomina en la selva baja espinosa caducifolia en clima subáridos, suelos profundos áridos con temperatura media anual superior a 18° C. y precipitación inferior a 700 mm y su altura esta entre los 5 m y 10 m.

El presente trabajo tiene como objetivos:

1. Comparar el efecto del fertilizante orgánico (gallinaza) con diferentes dosis, sobre el crecimiento y desarrollo del ébano.
2. Determinar el comportamiento del fertilizante inorgánico (urea) con diferentes dosis, sobre el crecimiento y desarrollo del ébano.
3. Evaluar el efecto de una mezcla (gallinaza y urea) con diferentes dosis, sobre el crecimiento y desarrollo del ébano.

Cabe mencionar que dicho trabajo es una continuidad de un trabajo experimental anterior efectuado por los compañeros, Sergio Resendez Torres y Salvador Velazquez Casados, los cuales hicieron la primera aplicación de los fertilizantes mencionados anteriormente. (mayo 89). (4, 18, 23)

## 2. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1 Clasificación taxonómica

Reino: vegetal

Subreino: embriofitas.

Clase: angiosperma.

Subclase: dicotiledóneas.

Familia: Fabaceae.

Subfamilia: mimosoideae.

Género: *Pithecellobium*.

Especie: *flexicarule*.

Nombre científico: *Pithecellobium flexicarule* L.

Sinonimia: *Ebenopsis flexicarulis* (Benth),  
Britt, *Mimosa flexicarule* (Benth);  
Ebony of texas; ébano de México,  
acte, ajcte (Huasteco, S.L.P.);  
guaypinole (Sin.).

Nombre común: ébano. (24, 26, 28)

### 2.2 DESCRIPCION BOTANICA DEL EBANO.

Arbusto o árbol hasta de 15 m de altura, ramificaciones rígidas y cortas armadas con espinas estipulares, la corteza es de color gris pálido en las ramas jóvenes. Folíolos de tres a seis pares por pinna. Con un tronco de 1.2 m de diámetro. Las flores en densas espigas usualmente de 2 a 3 cm de largo y

2 cm de ancho, amarillas, fragantes; el fruto es una legumbre gruesa, de valvas rígidas, leñosa de 10 a 20 cm de largo y 2 cm de ancho; semillas de aproximadamente 1 cm de largo de color rojo oscuro. (21)

### 2.3 OBSERVACIONES DEL EBANO.

La madera de este árbol es muy dura, por lo que se le utiliza en la obtención de postes para cerca, otros usos que recibe son en la fabricación de muebles y como combustibles, en forma de carbón o leña. Las semillas son comestibles; una forma de comerlas, es hirviendo las semillas inmaduras ("verdes") que reciben el nombre de "mahuacatas"; otra forma de consumirlas es tostando y moliendo las semillas maduras, obteniéndose una bebida sustituto del café. Además, debido a su espeso follaje y al hecho de que es perennifolio se le utiliza como árbol de sombra. (24)

### 2.4 DISTRIBUCION GEOGRAFICA.

El ébano (*Pithecellobium flexicarle L.*) se presenta en el Sur de México, en pequeñas zonas de la cuenca del Papaloapan, así como en partes bajas de la cuenca del Balsas e Istmo de Tehuantepec, y en Tamaulipas, Sonora, Baja California y el Noreste del país.

En el sureste de San Luis Potosí el ébano (*Pithecellobium*

*flexicarule* L.) de acuerdo a Rzedowski (1966), forma un bosque espinoso representado por una comunidad de 8 m a 10 m de alto, cuyos árboles cubren menos del 30 % de la superficie.

De acuerdo con González-Medrano (1972) citado por Rzedowski (1978). En la región de Matamoros, el bosque espinoso pasa hacer una variante del mezquital donde predomina *Pithecellobium flexicarule* L. Esta comunidad tiene de 6 m a 8 m de alto y presenta un estrato arbustivo con numerosas especies espinosas. La misma comunidad la reconoce F. Miranda y E. Hernández X. (1964) del este de Nuevo León.

El ébano de texas (*Pithecellobium flexicarule* L.) (Benth. Coult), es un árbol nativo ornamental que crece extensivamente en el sur de Texas. También se encuentra en el norte de la península de Yucatán y el norte de la Sierra de Naolinco. (17, 25)

## 2.5 DISTRIBUCION CLIMATICA.

F. Miranda y E. Hernández X. (1964), indican que el ébano (*Pithecellobium flexicarule* L.) es predominante de la selva baja espinosa caducifolia, que se caracteriza por el promedio de leguminosas espinosas bajas (4 m a 8 m). Por lo tanto, se desarrolla en climas subáridos o en suelos profundos francamente áridos, con temperaturas media superior a 18°C y precipitación inferior a 700 mm.

Es especie dominante de la selva baja caducifolia espinosa del norte de la planicie costera del golfo, en suelos derivados de materiales calcáreos, muy arcillosos y frecuentemente con una capa de arcilla impermeable a poca profundidad y con problemas de drenaje. Se encuentra asociada con *Acacia unijuga*, *Acacia farnesiana*, *Prosopis laevigata* y *Phyllostylon brasiliense*. (17, 21)

## 2.6 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA LOCALIDAD DE MARIN, N.L.

Este municipio comprende una superficie de 129 km<sup>2</sup> limita al norte con el municipio de Higuera; al este con el municipio de Dr. González; al sur con el municipio de Pesquería y al oeste con el municipio de Gral. Zuazua.

La cabecera municipal se localiza en el poblado Marín, que se encuentra ubicado a los 25<sup>o</sup> 53' de latitud norte y a los 100<sup>o</sup> 03' longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a una altitud de 393 msnm. (24)

### 2.6.1 Clima.

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada para la República Mexicana por E. García, el municipio de Marín se encuentra bajo la influencia de dos subtipos climáticos BS<sub>0</sub> y BS<sub>1</sub>, los cuales pertenecen al grupo de climas secos o esteparios. La precipitación anual media es

de 520 mm y existen dos períodos de lluvias, uno en el mes de mayo y otro de agosto a septiembre. La temperatura anual media es de 22<sup>o</sup> a 24<sup>o</sup>C. con heladas ocasionales, principalmente en el mes de enero. (24)

### 2.6.2 Vegetación.

La Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), determina para el municipio de Marín, N.L. los siguientes tipos de vegetación:

- 1) Matorral alto espinoso con espinas laterales (sitio Da (k) 62).
  - 2) Matorral mediano subinermes (sitios Db(k)62, Db(k)67 y Db(k)70).
  - 3) Bosque caducifolio espinoso de *Prosopis* (sitio Be(k)62).
- (24)

### 2.6.3 Geología.

Los afloramientos en el área de estudio son de rocas sedimentarias de la era mesozoica, principalmente del cretácico superior e inferior. Estas rocas son principalmente calizas con pedernal, areniscas y lutitas. (24)

### 2.6.4 Suelos.

La mayor parte de los suelos pertenecen al grupo

ferozen, pero también se presentan los grupos litosol en las lomas y cerros, fluvisol en los cauces de los arroyos y regosol en las partes bajas de los taludes de cerros y sierras. (24)

### 2.6.5 PROPIEDADES FISICAS.

El conocimiento de las propiedades físicas, permiten conocer mejor las actividades agrícolas como: laboreo, fertilización, drenaje, conservación de agua y suelo, manejo de residuos vegetales y animales.

#### 2.6.5.1 Textura.

En el municipio de Marín, N.L. la textura del suelo que predomina, es de tipo arcilloso, Parra (1985), que corresponde a los suelos plásticos, llamados pesados, difíciles de trabajar cuando están mojados; por su fuerte poder adhesivo que al secarse forman un encostramiento por el encogimiento de las partículas.

#### 2.6.5.2 Estructura.

Es importante conocer la estructura de un suelo porque influye en la mayoría de los factores que lo afectan; aireación, lavado, permeabilidad, como también la resistencia de la penetración de raíces, la emergencia de plántulas y la

erosión, etc. Según García, este suelo posee una estructura subangular, citado por Parra (1985), su característica principal es la formación de terrones.

#### 2.6.5.3 Consistencia.

La consistencia de un suelo se refiere a la fuerza y estabilidad de los agregados de éste, es decir, a la magnitud y clase de su cohesión, refiriéndose al contenido de humedad en el suelo con la atracción entre partículas. Estudios realizados por García (1979) indican que la consistencia de estos suelos son de tipo duro. (22)

#### 2.6.6 PROPIEDADES QUIMICAS.

Las propiedades químicas del suelo, tales como: naturaleza, cantidades de minerales y materia orgánica, intervienen en la formación de diferentes tipos de suelo; cada uno de éstos se refleja en el rendimiento de los cultivos.

##### 2.6.6.1 pH.

Generalmente los efectos del pH son indirectos en el desarrollo de las plantas. Hay evidencia que del rango de 4.0 a 9.0 la actividad del ión hidrógeno, por sí mismo, no es perjudicial para éstas. El pH que predomina en esta región es de 7.5 Parra (1985), suelos pardos cálcicos.



### 2.6.6.2 Materia orgánica.

Con respecto al nivel de la materia orgánica, los suelos de esta región están dentro de la clasificación; pobre (p) o medianamente pobre (mp). Esta es importante para el mantenimiento de la buena estructura del suelo, fertilización orgánica e inorgánica, la facilidad de trabajo, así como la actividad biológica del suelo. (22)

### 2.6.7 MINERALIZACION.

El nutriente del suelo que requiere un vegetal en mayor cantidad es el nitrógeno. Sin embargo, a pesar de su función crítica en la nutrición vegetal, el nitrógeno es asimilado casi completamente en el estado inorgánico en forma de nitrato o amonio. Por otro lado, la mayor parte de los materiales nitrogenados encontrados en el suelo o que se agregan en forma de residuos es orgánico y por lo tanto no aprovechable.

La conversión del nitrógeno orgánico al estado inorgánico, más móvil, se conoce como mineralización del nitrógeno, un proceso análogo a la liberación de  $\text{CO}_2$  a partir de los materiales carbonados en el que ambas transformaciones dan como resultado la liberación de los elementos en formas inorgánicas. Según estudios hechos recientemente se ha dicho que una estimación exacta del nitrógeno mineralizado de la materia orgánica del suelo durante la temporada de

crecimiento, se requiere para hacer que el fertilizante nitrogenado sea correcto en sus recomendaciones. (1,9).

#### 2.6.7.1 CICLO DEL NITROGENO.

La disponibilidad biológica del nitrógeno, fósforo y potasio es de considerable importancia económica porque son los principales nutrientes vegetales que se derivan del suelo. De los tres, el nitrógeno es el más susceptible a las transformaciones microbianas. Este elemento es la unidad estructural clave de la molécula de proteína sobre la cual se basa toda la vida y por consiguiente es un componente indispensable del protoplasma de plantas, animales y microorganismos. Debido a la posición crítica del suministro de nitrógeno en la producción de cultivos y en la fertilidad del suelo, una marcada deficiencia reduce la producción y la calidad de las cosechas; y también a causa de que es uno de los pocos nutrientes del suelo que se pierde por volatilización así como por lixiviación, requiere de una conservación y mantenimiento constante.

La historia completa del nitrógeno, en relación con la vida vegetal, supone toda una serie de eventos, algunos de los cuales tienen lugar en las células de microorganismos del suelo y algunos en los tejidos de los vegetales superiores. A esta serie de eventos se le conoce como el "ciclo del nitrógeno".

Para que el ciclo del nitrógeno sea efectivo, forzosamente tiene que pasar por tres caminos importantes que son: amonificación, nitrificación y en cierta forma un proceso de pérdida que es la desnitrificación.

a) Amonificación. En el proceso de putrefacción, los complejos de compuestos nitrogenados de los vegetales muertos y de los tejidos animales son desintegrados en una cantidad de compuestos más simples; la mayor parte del nitrógeno se libera bajo la forma de amoníaco. Este proceso se le denomina "amonificación" y es producido por una gran cantidad de microorganismos diferentes, entre los que se incluyen hongos filamentosos y actinomicetos, además de numerosos grupos de bacterias. La cantidad de amoníaco formado por el material nitrogenado en putrefacción se halla influenciado por:

- 1) La cantidad de carbohidratos disponibles.
- 2) La composición química del material nitrogenado.
- 3) Los microorganismos involucrados.
- 4) La acidez, aireación y humedad del suelo.

b) Nitrificación. El amoníaco formado por la descomposición de las proteínas y otros compuestos orgánicos nitrogenados puede ser atacado por las bacterias nitrificadoras y transformado en nitratos. El primer paso es la oxidación del amoníaco en nitritos; intervienen dos géneros de organismos: *Nitrosomonas* y *Nitrosococcus*.

Ninguno de estos dos organismos pueden oxidar los nitritos que producen, los que son oxidados a nitratos por un organismo diferente, el *Nitrobacter*. Las condiciones edáficas que favorecen la nitrificación son:

- 1) Valores de pH en el lado alcalino.
- 2) Inexistencia de grandes cantidades de carbohidratos en el suelo
- 3) Buena aireación.

c) Desnitrificación. Gran número de organismos son capaces de reducir los nitratos a nitritos y amoníaco; esto ocurre en los tejidos de los vegetales superiores, tal como se ha visto con anterioridad. Sin embargo, ciertos organismos del suelo pueden reducir los nitratos hasta llegar a nitrógeno molecular. Estos organismos son conocidos como bacterias desnitrificadoras, e incluyen una cantidad de especies, siendo *Bacterium desnitrificans* una de las mejor conocidas.

Este proceso solo tiene lugar en la ausencia de oxígeno atmosférico y es mucho más efectivo cuando en el suelo hay una provisión abundante de carbohidratos; normalmente no se produce en suelos bien cultivados. (1, 16)

## 2.7 FERTILIZACION.

### Fertilización nitrogenada.

La técnica de la fertilización se ha desarrollado en todo

el mundo a causa de su extraordinaria rentabilidad pero es definitivo que el agricultor en su explotación es el que debe comprobar los resultados prácticos para que su utilización sea efectiva. Estos resultados deben ser económicos, pues éste es normalmente el objeto de la explotación agrícola. Por lo tanto, la técnica de la fertilización persigue mejorar la rentabilidad general de la agricultura.

La fertilización nitrogenada tiene gran importancia, ya que el nitrógeno es el "motor vital" de la planta. Este nombre se le adjudica porque el nitrógeno es un integrante característico de todos los compuestos de albúmina, de la clorofila y de muchas enzimas y realiza en el núcleo de la célula y dentro del protoplasma funciones muy importantes. Sin nitrógeno no hay albúmina y sin albúmina no hay vida. El plasma tiene que sintetizar primordialmente la albúmina del plasma, para disponer de las condiciones precisas al iniciar el metabolismo en general.

El movimiento del nitrógeno en relación al movimiento del agua y al desarrollo de la planta, se encuentra, determinado en parte, por la tasa de nitrificación. Las bacterias nitrificantes, se conocen que son inhibidas por un bajo pH. Una incubación de laboratorio y un experimento de campo, se condujeron para estudiar la nitrificación del  $\text{NH}_4$  suministrado por el sulfato de amonio (AS), por el fosfato de diamonio (moléculas de AP), y por la urea, fuentes de nitrógeno que

producen un medio ambiente con diferentes pH, particularmente cuando se aplica a un suelo moderadamente ácido y de pobre pH.

La falta de nitrógeno se manifiesta por un desarrollo menos intenso, especialmente de los órganos vegetativos. El color de las plantas verdes toma un tono más claro, amarillento, a causa de una perturbación de la producción de la clorofila. El ciclo vegetativo se acorta y se produce una madurez prematura. Las plantas quedan pequeñas y producen menos frutos. Por el contrario el exceso de nitrógeno se manifiesta por la aparición de una coloración azulado-verdoso-intenso en las hojas. Si falta al mismo tiempo ácido fosfórico y potasio, se observa una hinchazón de los tejidos, se reduce la resistencia contra parásitos (mildiu, roya). Se retrasa la madurez. La relación entre las partes vegetativas y regenerativas de la planta se invierte (relación desfavorable entre granos: paja). Los cereales tienden a encamarse debido a una resistencia menor del tallo. El fósforo también es importante, pero hay suelos suficientemente ricos en este nutriente, una vez que la planta desarrolló su aparato radicular, y las cantidades necesarias son pequeñas comparadas con el nitrógeno. Por lo tanto estos dos nutrientes, nitrógeno y fósforo, son los más importantes; y más especialmente el nitrógeno el cual se necesita en cantidades varias veces superiores. (14,19,27)

### 2.7.1 GALLINAZA.

#### 2.7.1.1 Aspectos generales.

El estiércol es un abono de baja concentración y un mejorador de suelos. Su uso en la agricultura data de varios siglos atrás cuando era utilizado como única forma de incrementar la fertilidad del suelo. Sin embargo, la introducción de fertilizantes minerales frenó el interés por usar los estiércoles; de tal manera que en las últimas décadas, poca tecnología se había generado para utilizar apropiadamente este valioso desecho de la ganadería y la avicultura.

Los estiércoles son una magnífica fuente de nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores. La disponibilidad de estos nutrientes difiere de los fertilizantes minerales, por lo que su conocimiento es útil para realizar un adecuado manejo de estos desechos. Por otro lado, la aplicación al suelo también favorece el medio físico, no obstante su abuso suele provocar toxicidad por exceso de algunos nutrientes o por sales.

Dentro de los estiércoles se ha observado que el que aporta los mayores beneficios es la gallinaza, cuando ésta se aplica combinada con fertilizantes químicos. Por otro lado la respuesta de los cultivos al estiércol de gallina depende de su composición química en donde se puede afirmar que esta composición depende del tipo de alimentación, clase y edad de las aves, así como también de la conservación, y desecación al que se sometió dicho abono.

Las cantidades de elementos nutritivos del estiércol no están completamente disponibles para las plantas, cuando menos, durante los primeros meses después de la aplicación del estiércol, sin embargo, conforme pasa el tiempo, estos nutrientes son liberados paulatinamente para ser aprovechados por las plantas. (5, 7)

#### 2.7.1.2 Importancia.

Los estiércoles proporcionan al suelo materia orgánica (M.O) la cual mejora las propiedades físicas y químicas del suelo como por ejemplo: reduce la densidad aparente, mejora la estructura, aumenta la captación y retención de humedad, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, regula el pH, favorece la disponibilidad de nutrientes, etc.

La gallinaza esta considerada dentro de los estiércoles calientes. Estos tienen una evolución más rápida que otros estiércoles debido a que están más concentrados, se calientan y maduran más fácilmente y tienen una acción rápida más o menos prolongada. Este tipo de estiércoles esta más indicado para suelos pesados, calientan el suelo y activan de esta forma la vegetación, gracias a una mineralización más rápida.

El término gallinaza se aplica a las deyecciones de las aves, principalmente gallinas, es un material relativamente rico en nitrógeno, ya que las aves no eliminan la orina



separadamente de las heces. En la siguiente tabla se ve una comparación de el estiércol de gallina con la de otros animales.

Cuadro No. 1 Composición porcentual media del estiércol de gallina comparado con las de otros animales.

Clases de animales.	H <sup>0</sup>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
Vaca	80	.55	.23	.60	.80	.20	.10
Caballo	60	.70	.25	.75	.60	.40	.20
Cerdo	85	.50	.35	.40	*	*	*
Cabra	70	.45	.30	.90	.60	*	*
Oveja	65	1.45	.50	.13	1.75	.70	.50
Gallina	10	1.50	1.00	.40	1.20	.30	.60

Nota: Los datos donde aparece el asterisco (\*), no se dan a conocer por ser poco confiables.

La proliferación microbiana es rápida y los principales nutrientes se acumulan durante la maduración. Las bacterias participan en la transformación del fósforo de los suelos y en la amonificación que aumenta durante 30 a 35 días, mientras que las bacterias nitrificantes y desnitrificantes se multiplican a partir de la segunda fase de maduración. Después de 45 a 60 días, la maduración finaliza.

La maduración del estiércol consiste en una serie de transformaciones microbianas y bioquímicas del estiércol fresco hasta el estado de estiércol seco o maduro. La maduración generalmente lenta, es una mineralización de los productos orgánicos, con producción de materia más sencilla

y directamente asimilable por las plantas.

El estiércol al ser incorporado al suelo reduce la erosión, aumenta su permeabilidad; disminuye las pérdidas y el aumento de densidad de la cubierta vegetal. (2)

### 2.7.1.3 Composición de la gallinaza.

En general la gallinaza, es un magnífico abono para las plantas; pues les proporciona principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, así como también varios elementos menores.

Según Jacob (1973) la composición aproximada de la gallinaza seca es la siguiente: citado por Farra (1985).

Nitrógeno	$N_2$	5.0 %
Oxido de Calcio	CaO	4.0 %
Ac. fosfórico	$P_2O_5$	3.0 %
Sulfato	$SO_3$	2.0 %
Potasio	$K_2O$	1.5 %
Oxido de Mg.	MgO	1.0 % (7, 12)

### 2.7.1.4 Método de aplicación.

El abono puede ser aplicado directamente al terreno tan pronto se saca del gallinero, haciéndose la distribución a mano o por medio de una estercoladora.

La gallinaza debe secarse hasta que el contenido de

humedad sea aproximadamente del 10 al 12 % pues con ello se facilita el empaque y almacenamiento del producto. (11)

#### 2.7.1.5 Conservación de la gallinaza.

Para la conservación del excremento aviar en condiciones más favorables que las naturales, es necesario emplear compuestos que impidan o retarden la descomposición del ácido úrico y la urea, o que permita al amoníaco ser menos volátil. Para tal fin se recomienda el superfosfato de calcio, que al reaccionar con el amoníaco, fija éste tanto tiempo según sea la cantidad de yeso que contenga.

Debido al gran contenido de yeso del superfosfato simple, se le considera muy superior a otros y su eficiencia aumentará si se aplica a diario, ya que además aumenta el contenido de fósforo, lo que incrementa el valor fertilizante del estiércol aviar.

Se señala también a la cal hidratada como útil para la conservación del nitrógeno, ya que se previenen los daños del ácido úrico y aumenta el pH, hasta un punto donde la actividad biológica se suspende. Después de la carbonización, la cal pierde su efectividad para seguir evitando la pérdida de nitrógeno, por lo que se aconseja que la gallinaza tratada con cal sea incorporada al suelo inmediatamente.

La práctica común de almacenar el abono de corral en los campos de los cultivadores es muy defectuosa. De ordinario, los excrementos y la cama se recogen cada mañana y se colocan en montones en espacios abiertos. El montón de abono permanece expuesto a la lluvia y al sol y tiene lugar una pérdida considerable de nutrimentos.

Mas o menos, la mitad del valor fertilizante del abono se pierde durante varios meses de exposición a la intemperie. Al descomponerse, una cantidad considerable de amoniaco se pierde por volatilización. No se hace ningún intento sistemático por recoger la orina, que es rica en nitrógeno y potasio.

La cama adecuada para absorber toda la orina, un mejor método de almacenaje y el refuerzo con superfosfato ayudan a reducir las pérdidas del abono. La importancia especial en el cuidado del abono es conservarlo protegido de la intemperie hasta que se extiende sobre los campos. (20)

#### 2.7.1.6 Refuerzo del abono.

Para reforzar el abono se utiliza superfosfato por tres razones fundamentales:

- 1) Para reducir las pérdidas de nitrógeno como amoniaco.
- 2) Para aumentar el porcentaje de fósforo en el abono, a fin de convertirlo en un fertilizante mejor equilibrado.

3) Para aumentar la eficacia de la utilización de fósforo en suelos que tienden a absorber el fósforo.

Para reducir los olores y controlar las moscas, puede agregarse al abono cal hidratada, piedra caliza molida y boráx. (7)

#### 2.7.1.7 Influencia de la gallinaza en el suelo.

Para emplear debidamente la gallinaza, como cualquier otro abono, es necesario tener en cuenta la naturaleza del suelo donde ha de aplicarse y la clase de cosecha que se pretende abonar.

No todos los suelos tienen las mismas necesidades en cuanto a calidad y contenido de abono, y cada planta tiene exigencias particulares en nutrición.

El estiércol de gallina se considera como abono apropiado para las gramíneas forrajeras, maíz, sorgo, mijo, pasto sudán, así como para cosechas destinadas a la protección del suelo como abono verde.

Teuscher establece que una tercera parte del total del nitrógeno aplicado por medio del estiércol es aprovechado el primer año; una tercera parte se pierde y el resto se puede aprovechar en los dos o tres años subsecuentes, de tal manera que los efectos benéficos de la aplicación duran tres o cuatro

años después de ella. Por lo tanto, la frecuencia de incorporación de estiércol al suelo debe ser de cada 3 ó 4 años, o sea cuando desaparezcan los efectos residuales de la última aplicación. (11).

## 2.7.2 UREA.

### 2.7.2.1 Aspectos generales.

Uno de los avances científicos que mayor repercusión tuvieron sobre la vida de la humanidad es el descubrimiento de la nutrición mineral de las plantas. Anteriormente se creía, que las plantas se nutrían de las sustancias orgánicas, que contiene el estiércol, y como la cantidad de estiércol es limitada, las posibilidades de aumentar los rendimientos de los cultivos, nutriendo mejor las plantas, eran mínimas. El descubrimiento que las plantas se nutren de elementos como el nitrógeno, que abundan en la naturaleza, cambió totalmente el panorama, e hizo posible aumentar varias veces los rendimientos.

Entre los científicos que más contribuyeron a esta revolución debemos mencionar a Liebig. Partidario convencido de la nutrición mineral, que todavía se discutía, Liebig trató de aumentar los rendimientos en la práctica, aplicando fósforo, uno de los principales nutrientes. El primer ensayo fracasó, porque se usó fosfato mineral insoluble de muy lenta

acción, pero esto no desalentó a Liebig; hizo soluble el fósforo del fosfato mezclándolo con ácido sulfúrico. Y desde entonces empezó a generalizarse el uso de fertilizantes minerales.

La urea fue aislada por primera vez de la orina humana en 1773 por Rovellet. En 1828, Wohler consiguió su síntesis a partir de cianato amónico, experimento que sirvió para probar que la urea, producto del metabolismo del organismo animal, podía sintetizarse de sustancias inorgánicas. En 1868, Basarg descubrió otro método de preparación en el laboratorio que consistía en la deshidratación del carbonato amónico.

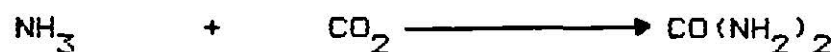
Sin embargo, hasta 1920 no resultó factible desde el punto de vista comercial la fabricación de urea. En este año, E.I. du Pont de Nemours inició la producción industrial de urea a partir de la cianamida cálcica en el Canadá. En 1922, los alemanes lograron sintetizar la urea directamente del amoníaco y del dióxido de carbono, y como este nuevo proceso fue patentado por IG-Farben, Alemania mantuvo un monopolio casi completo de la fabricación de urea hasta 1935, año en el que Imperial Chemical Industries Limited de la Gran Bretaña surgió como competidor.

En el Japón, Claude Nitrogen Industry Co. inició la producción de urea en pequeña escala a partir del carbamato de amonio en 1926, y pasó a un método de síntesis directa de

fabricación de urea por calentamiento del amoníaco con dióxido de carbono a presión que posteriormente se empleo en todos los países en la fabricación industrial de urea. (6, 19).

#### 2.7.2.2 Obtención de la urea.

Se obtiene al hacer reaccionar al amoníaco con el bióxido de carbono a presión y temperaturas elevadas:



La urea tiene un contenido de nitrógeno orgánico de 46 % y 45 % si el producto ha sido recubierto. (23)

#### 2.7.2.3 Reacciones en el suelo.

Al ser aplicado rápidamente se disuelve con el agua que contiene el suelo. Posteriormente se transforma a carbonato de amonio.



Enseguida el carbonato de amonio se descompone en amoníaco y  $\text{CO}_2$ . El amoníaco con la humedad cambia a hidróxido de amonio y al disociarse éste, el amonio producido es retenido por las partículas pequeñas del suelo, quedando en esta forma a disposición de la planta. Este amonio puede ser transformado a nitratos por el proceso conocido como mineralización del nitrógeno. (23)



#### 2.7.2.4 Características de la urea.

- \* Es un cuerpo perteneciente al grupo de las amidas, que posee un 46 % de nitrógeno amoniacal, o mas exactamente ureico.
- \* A una temperatura de 5<sup>o</sup>C. se disuelven hasta 780 gramos/litro de agua y 1192 gramos/litro de agua a 25<sup>o</sup>C.
- \* Su peso específico aparente es de 840 gramos/dm.<sup>3</sup>
- \* Se presenta físicamente como perdigones blancos traslúcidos.
- \* Por su alta higroscopicidad no es recomendable que se mezcle con otros fertilizantes, a menos que la mezcla se aplique de inmediato. La mezcla de urea con fosfato de amonio (18-46-00) es más notable que con otros productos.
- \* Como todos los fertilizantes, debe procurarse que cuando se aplique al suelo, se cubra a fin de evitar pérdidas de nitrógeno hacia la atmósfera. (23)

#### 2.7.2.5 Ventajas en su aplicación.

- \* La urea es el fertilizante nitrogenado sólido de mayor

concentración, por lo que resulta mas económico que otros, por ahorros en fletes, maniobras, almacenaje y aplicación. Una tonelada de urea equivale a 2.25 toneladas de sulfato de amonio ó a 1.4 toneladas de nitrato de amonio. Su presentación en perdigones facilita su aplicación con fertilizadoras. La urea es recomendable para la fertilización de todos los cultivos y en algunos como el arroz, se prefiere por su economía en la aplicación, sobre todo si ésta es con avión.

- \* En frutales, flores y hortalizas, puede aplicarse al follaje para suministrar cantidades complementarias al nitrógeno que se aplicó al suelo.
  
- \* En algunas ocasiones puede aplicarse en forma sólida sobre el follaje en aplicación aérea, como en el caso de la caña de azúcar; sin embargo estas aplicaciones se realizan sólo cuando no se pudo hacer a tiempo, la aplicación al suelo.
  
- \* En el caso de cultivos como el maguey mezcalero puede aplicarse directamente en las axilas de las pencas inferiores, una vez que se ha iniciado el temporal de lluvias. (22)

#### 2.7.2.6 Desventajas.

- \* La aplicación de urea al suelo crea una pequeña pérdida de calcio del suelo.
- \* La urea es un fertilizante concentrado; por tanto, sus concentraciones más altas pueden dañar las raíces de las plantas si su distribución es desigual.
- \* En suelos ácidos o calcáreos y con temperaturas elevadas, se pueden observar algunas pérdidas de nitrógeno por volatilización de amoníaco.
- \* Alta higroscopicidad.
- \* Carencia de otros nutrimentos acompañantes. (22,23)

#### 2.7.2.7 Formas de aplicación.

Los nutrimentos utilizados por las plantas difieren en la forma en que pueden ser aplicados más eficientemente como fertilizantes, por las diferencias en sus propiedades químicas, la cantidad necesitada por las plantas, la actividad biológica y química del suelo y su solubilidad, la cual varía de acuerdo a su formulación y condición física (Cook y Hulburt, 1975).

En general existen tres formas de aplicación de los

fertilizantes para los distintos cultivos, éstas son: directamente al suelo, en el agua del riego y en aspersiones sobre el follaje. Las aplicaciones al suelo presentan un gran número de variantes, dependiendo del cultivo por fertilizar, de las condiciones locales del suelo y clima, del fertilizante en si y de los recursos físicos o materiales que se tengan para efectuar la aplicación. En la actualidad estas aplicaciones al suelo se realizan en banda, que es la forma más generalizada para cultivos de hilera y tiene algunas modalidades como sencilla, doble o múltiple, los cuales pueden ser en forma superficial o incorporada al suelo; al voleo, que normalmente se efectúa para cultivos de cobertura y también puede ser superficial o incorporados al suelo y por último en forma mateada, que también puede ser superficial.

Los objetivos inherentes a la forma de aplicación del fertilizante, se pueden resumir en tres aspectos: eficiencia de la colocación, prevención de daños a las semillas o plántulas y conveniencia y economía, los cuales redundan en la utilización de los nutrimentos por las plantas. (15)

### 3. MATERIALES Y METODOS.

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. que se localiza en el municipio de Marín, N.L. el cuál geográficamente se sitúa a 25°53' Latitud Norte y 100°03' de Longitud Oeste con respecto al Meridiano de Greenwich y a una altura sobre el nivel del mar de 393 m. Además el municipio de Marín, N.L. se encuentra bajo la influencia de dos subtipos climáticos BSo y BS<sub>1</sub> los cuales corresponden al grupo de climas secos o esteparios.

Por lo que respecta a las condiciones climatológicas que se presentaron durante el periodo en que estuvieron las plantas en el campo ( 26 de agosto de 1988 al 21 de noviembre de 1988) se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Datos de temperatura registrados del mes de agosto de 1988 al mes de noviembre del mismo año en el experimento de fertilización nitrogenada en ébano *Pithecellobium flexicarpale* L. en Marín, N.L.

	1988			
	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.
1. Temp. $\bar{x}$ máx. (°C)	34.6	32	29	29
2. Temp. $\bar{x}$ mín. (°C)	22	20	16	10.5
3. Temp. $\bar{x}$ mensual (°C)	28	26	22	20
5. Temp. extrema máx. (°C)	40	34	36	38
6. Temp. extrema mín. (°C)	19	13	11	1
7. H.R. promedio diario (%)	68	68	71	57
8. Evaporación total (mm)	148.00	133.01	111.11	114.92
9. Evap. promedio diario (mm)	4.77	4.43	3.58	3.83
10. Precip. total (mm)	160.50	144.62	15.42	-

### 3.1 Materiales.

Para la realización de este experimento se trabajó con 84 plantas de ébano, ya establecidas en macetas de bolsas negras de polietileno, cabe recalcar que dicho experimento es continuidad de un trabajo anterior (ver tesis de Resendez T. S. y Velazquez C. S. mayo de 1989), en el cuál se aplicaron cuatro niveles de fertilizante inorgánico (urea) y cuatro dosis de fertilizante orgánico (gallinaza), así como una mezcla de ambos. Se utilizaron etiquetas para la identificación de los tratamientos, regla para medir la altura de las plantas, espátulas para remover la tierra de las macetas, balanza granataria.

### 3.2 Métodos.

#### Diseño del experimento.

Al llevar a cabo la presente investigación se utilizaron las unidades experimentales del trabajo anterior (ver tesis de Resendez T. S. y Velazquez C.S. mayo de 1989) el cuál fué establecido bajo un diseño de bloques completamente al azar, utilizando el mismo diseño para esta investigación.

En un primer experimento se estudiaron los efectos de los fertilizantes; inorgánico (urea) y orgánico (gallinaza) con diferentes dosis además de un testigo, generando 9 tratamientos. Se tomó una planta como unidad experimental,

pero como tenían diferente altura se bloqueó con respecto a este factor; se formaron 6 bloques, lo cuál da un total de 54 unidades experimentales. En la Figura 1 se muestra el croquis del experimento uno (ver apéndice pág. 54 ). Los tratamientos se describen a continuación:

T <sub>1</sub>	testigo	(sin aplicación)
T <sub>2</sub>	250 mg	N/bolsa (urea)
T <sub>3</sub>	500 mg	N/bolsa (urea)
T <sub>4</sub>	750 mg	N/bolsa (urea)
T <sub>5</sub>	1000 mg	N/bolsa (urea)
T <sub>6</sub>	250 mg	N/bolsa (gallinaza)
T <sub>7</sub>	500 mg	N/bolsa (gallinaza)
T <sub>8</sub>	750 mg	N/bolsa (gallinaza)
T <sub>9</sub>	1000 mg	N/bolsa (gallinaza)

En el segundo experimento se compararon los efectos de mezclas de ambos fertilizantes mas un testigo, obteniéndose 5 tratamientos. La unidad experimental fué una planta y se consideraron nuevamente 6 bloques, lo cual da un total de 30 unidades experimentales. En la Figura 2 se proporciona el croquis del experimento dos (ver apéndice pág. 55 ). Los tratamientos son los siguientes:

T <sub>1</sub>	testigo	(sin aplicación).
T <sub>2</sub>	250 mg	N/bolsa (mezcla de urea y gallinaza).
T <sub>3</sub>	500 mg	N/bolsa (mezcla de urea y gallinaza).
T <sub>4</sub>	750 mg	N/bolsa (mezcla de urea y gallinaza).
T <sub>5</sub>	1000 mg	N/bolsa (mezcla de urea y gallinaza).

El modelo estadístico (para ambos experimentos) es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, 9$  (para el exp.1)

$i = 1, 2, \dots, 5$  (para el exp.2)

$j = 1, 2, \dots, 6$  (en ambos exp.)

donde:

$Y_{ij}$  representa la observación del efecto del  $i$ -ésimo tratamiento en el  $j$ -ésimo bloque.

$\mu$  = media verdadera general.

$\tau_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$\epsilon_{ij}$  = error experimental en la  $ij$ -ésima unidad experimental.

Las hipótesis a probar son las siguientes (en ambos experimentos):

$H_0$ .: No existe diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos.

$H_1$ .: Existe diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos.



Se efectuaron análisis de varianza para probar las hipótesis (cuando la variable fue número de hojas se usó la transformación  $\sqrt{x}$  para las observaciones). En los casos que fue necesario se hicieron comparaciones de medias.

**Determinación de cantidades de fertilizantes para obtener las dosis requeridas:**

El contenido de nitrógeno de la gallinaza fue determinado mediante el método Kjeldahl en el laboratorio de suelos de la F.A.U.A.N.L. obteniéndose un 2 % de nitrógeno puro y fue utilizada como fuente orgánica de nitrógeno (análisis efectuado en el trabajo anterior), como fuente inorgánica se utilizó la urea con un 46 % de nitrógeno.

Para determinar el contenido del nitrógeno puro se hicieron los siguientes cálculos:

**Cantidad de urea:**

$$\begin{array}{r} 100 \text{ mg de urea} \text{ -----} 46 \text{ mg de N puro} \\ \quad \quad \quad \times \quad \quad \quad \text{-----} 250 \text{ mg de N puro.} \\ x = 543.4782 \text{ mg. de urea} \\ x = .54347 \text{ g. de urea.} \end{array}$$

**Cantidad de fertilizante determinado con su dosis respectivas:**

$$\begin{array}{l} .54347 \text{ g. de urea} = 250 \text{ mg N/bolsa} \\ 1.0869 \text{ g. de urea} = 500 \text{ mg N/bolsa} \end{array}$$

1.6304 g. de urea = 750 mg N/bolsa

2.1738 g. de urea = 1000 mg N/bolsa

**Cantidad de gallinaza:**

100 mg de gallinaza	-----	2 mg de N puro
x	-----	250 mg de N puro
x= 12500 mg de gallinaza.		
x= 12.5 g. de gallinaza.		

**Cantidad de gallinaza requerida para cada dosis:**

12.5 g. de gallinaza	=	250 mg de N/bolsa
25.0 g. de gallinaza	=	500 mg de N/bolsa
37.5 g. de gallinaza	=	750 mg de N/bolsa
50.0 g. de gallinaza	=	1000 mg de N/bolsa

**Cantidad de mezcla (urea y gallinaza).**

Urea	.271739 g	-----	125 mg de N puro
gallinaza	6.25 g	-----	125 mg de N puro
x=	6.5217 g de mezcla	-----	250 mg de N puro

Se utilizó una dosis de 125 mg de N puro por cada una de las fuentes para obtener la mezcla de los 250 mg de N puro.

**Cantidad de mezcla requerida por dosis:**

6.5217 g de mezcla	=	250 mg de N puro
13.0435 g de mezcla	=	500 mg de N puro

19.5652 g de mezcla = 750 mg de N puro

26.0869 g de mezcla = 1000 mg de N puro

#### Manejo de las unidades experimentales.

No existió un calendario fijo de riego, sino que se procedió a hacerlo cada vez que el suelo y el cultivo lo requerían, por lo general fué cada ocho ó diez días. Antes de cada riego fué necesario una roturación en el medio de cultivo ya que se presentaron problemas de compactación causados por la textura arcillosa. En cuanto a problemas de malezas, solo hubo infestaciones de zacate johnson (*Porghum halepense*), pata de gallo (*Eynodon dactylon* L) y trompillo (*Polarum elaeagnifolium*) que se controló satisfactoriamente en forma manual.

El ataque de plagas y enfermedades no fué de consideración, ya que al inicio de la primera parte de la investigación (ver tesis de Resendez T. S. y Velazquez C.S. Mayo de 1989), se aplicó un fungicida (cupravit) y un insecticida (clordano) como prevención, durante el primero y segundo mes se hicieron dos aplicaciones de fungicida a razón de 1.5 g por un litro de agua, en el riego.

La aplicación de los fertilizantes fue el 26 de agosto de 1988 (para ambos experimentos). Las evaluaciones se hicieron por etapas (periodos de 15 días), a partir de la aplicación de los fertilizantes, durante 3 meses. Las variables estudiadas fueron: altura de planta (cm) y número de hojas.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION.

Los análisis estadísticos de los valores que reflejan el comportamiento de las variables altura (cm) y número de hojas bajo estudio (en ambos experimentos) se presentan en los cuadros 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, y 13, que se encuentran en el apéndice (ver. pág. 53). Los valores de las variables fueron obtenidos por etapas (períodos de 15 días).

Para la variable número de hojas las inferencias estadísticas se efectuaron en base a datos transformados.

En los cuadros 3 y 4 se muestran los principales estadísticos descriptivos, aquí se presentan algunas características acerca de la conducción de las variables, tales como: media, desviación estandar, etc.

A continuación se discuten los resultados obtenidos en el experimento uno para las variables estudiadas:

Altura de planta (cm).

El efecto de los tratamientos con respecto a esta variable en las etapas 1, 2, 3, 4 y 5, no resultó significativo en el análisis de varianza.

Como en la etapa 6 el efecto de tratamientos fué significativo (Cuadro 5), se procedió a efectuar una

comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ), la cual se muestra en el cuadro 7.

La mayor altura promedio fué 40.88 cm correspondiente a la aplicación de 750 mg N/bolsa (urea) la cual difiere estadísticamente de el promedio 26.42 cm que fue el menor correspondiente al testigo, pero no difiere de todas las demás.

Ambos fertilizantes no mostraron mucha diferencia en su efecto sobre las plantas tratadas, en cuanto a esta variable. La urea no mostró la ventaja que generalmente tiene un fertilizante inorgánico de ser aprovechado más rápidamente por la planta sobre un orgánico (en este caso la gallinaza). Esto debido al efecto de residualidad que prevalecía por la primera aplicación ya que la gallinaza presenta efectos residuales muy prolongados, además de otros nutrientes que contiene.

#### Número de hojas.

En cuanto a esta variable se presentó diferencia significativa entre el efecto de tratamientos en las etapas 1, 2, 3 y 4 (Cuadro 6), por lo cual se realizaron sus respectivas comparaciones de medias (Cuadro 8), obteniéndose los siguientes resultados:

Durante la etapa 1 se encontró diferencia significativa entre los efectos de los tratamientos (Cuadro 6), haciendo una comparación de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) en el Cuadro 8, se

observó que el mayor número de hojas promedio fué para el tratamiento cuatro con 11.34 correspondiente a una dosis de 750 mg N/bolsa (urea) y el tratamiento siete con un promedio de 11.08 con una dosis de 500 mg N/bolsa (gallinaza), los cuales difieren estadísticamente del tratamiento cinco (1000 mg N/bolsa (urea) ), pero no difieren de todos los demás.

En la etapa 2, se volvió a encontrar diferencia significativa en el efecto de tratamientos (Cuadro 6), al efectuarse la comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ) en el Cuadro 8, se obtuvo nuevamente el promedio más alto en el tratamiento cuatro con un valor de 12.25 correspondiente a una dosis de 750 mg N/bolsa (urea), el cual difiere estadísticamente del tratamiento cinco con un valor de 9.53 que tenía como dosis 1000 mg de N/bolsa (urea), pero no se diferenció de las demás.

Para la etapa 3, nuevamente se presentó diferencia significativa entre los efectos de los tratamientos (Cuadro 6), al efectuarse la comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ) en el Cuadro 8, se obtuvo de nuevo el mayor promedio en el tratamiento cuatro con un valor de 12.75 (750 mg N/bolsa (urea)) el cual se diferenció estadísticamente del tratamiento cinco con un valor de 9.99 (1000 mg N/bolsa (urea)) pero no se diferenció de todos los demás tratamientos.

En la cuarta etapa hubo diferencia significativa entre

los efectos de tratamientos (Cuadro 6), encontrándose el mayor promedio mediante la comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) en el Cuadro 8 para el tratamiento cuatro nuevamente, con un valor de 13.19 (750 mg N/bolsa (urea)) difiriendo estadísticamente del tratamiento cinco con un valor de 10.40 (1000 mg N/bolsa (urea)), sin existir diferencia significativa con respecto a los demás efectos de tratamientos.

Como se observó no hubo mucha influencia del fertilizante en la producción de follaje de las plantas tratadas con respecto al testigo, pero aún así se vió como el tratamiento cinco con mayor proporción de N/bolsa a base de fertilizante inorgánico fué el más bajo; esto debido a que la dosis previa paso el rango de dosis óptima fisiológica y dosis óptima económica, llegando así a la de fitotoxicidad ó exceso del elemento.

Considerando ambas variables el efecto de bloques no fué significativo, ya que durante la segunda fertilización nitrogenada se perdió la homegeneidad dentro de bloques debido al efecto de los tratamientos de la primera aplicación.

#### Experimento dos.

En este experimento en los cuadros 9 y 10 se presentan resúmenes de los análisis de varianza de las variables estudiadas altura de planta (cm) y número de hojas, durante seis etapas en donde se muestran los cuadrados medios de tratamientos, cuadrados medios de bloques, cuadrados medios de

error, media general y el coeficiente de variación.

Los resultados para cada variable se discuten a continuación:

#### Altura de planta (cm).

Por lo que respecta a esta variable se presentó diferencia significativa en la etapa 6 (Cuadro 9) que fué la última, por lo que se efectuó una comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) en el Cuadro 11, obteniendo la mayor media para el tratamiento tres, con un valor de 33.58 cm (500 mg N/bolsa (mezcla)) este difiere de los tratamientos uno y dos, que presentan los valores más bajos pero no difiere estadísticamente de los demás tratamientos que son el cuatro y el cinco.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la primera y segunda aplicación, se observó como la mezcla presentó efectos más lentos, ya que en la primera aplicación no hubo diferencia entre tratamientos en ninguna de las etapas, en cambio en la segunda aplicación si se presentó esta diferencia debido al efecto acumulado de la gallinaza.

#### Número de hojas.

Para esta variable no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en ninguna de las etapas durante el transcurso del experimento (Cuadro 10), esto debido al poco aprovechamiento de los fertilizantes por parte de la



planta debido a la rusticidad de la misma.

En el transcurso de este experimento solo se encontró diferencia significativa para el efecto de bloques en la etapa 3 de la variable número de hojas.

#### Análisis de correlación.

Dentro del experimento uno (Cuadro 12), para la variable altura de planta en la primera etapa se encontró que el grado de asociación lineal con respecto a la variable número de hojas en las etapas dos, tres, cuatro, cinco y seis, no fue significativo.

Durante las etapas dos, tres, cuatro, cinco y seis la variable altura de planta con respecto a la variable número de hojas en todas las etapas, mostró relación lineal directa significativa

En el experimento dos (Cuadro 13), para las variables altura de planta y número de hojas la correlación no fue significativa en ninguna de las etapas.

Puede observarse además que la correlación lineal entre una variable (altura de planta ó número de hojas) con ella misma, pero en diferentes etapas, fué altamente significativa. Para ambos experimentos.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1 Conclusiones.

Considerando los resultados obtenidos al finalizar la investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

#### Experimento uno.

Para la variable altura de planta se encontró diferencia significativa entre tratamientos en la última etapa. Al efectuarse el análisis de comparación múltiple de medias con el método de Tukey para esta etapa, se concluyó que el tratamiento cuatro que consistía en una dosis de 750 mg N/bolsa (urea) fue en el que se obtuvo mayor promedio de altura, pero no difirió significativamente con los promedios en el cual se aplicaron los tratamientos dos, tres, cinco, seis, siete, ocho y nueve.

En cuanto a la variable número de hojas al efectuarse el análisis de varianza se encontró diferencia significativa en las etapas 1, 2, 3 y 4. Considerando la etapa 1 se procedió a efectuar una comparación múltiple de medias con el método de Tukey, obteniéndose el mayor promedio en los tratamientos cuatro y siete con dosis de 750 mg N/bolsa (urea) y 500 mg N/bolsa (gallinaza), pero no exhibió diferencia significativa con los tratamientos uno, dos, tres, seis, ocho y nueve.

En las etapas subsiguientes 2, 3 y 4 para la misma variable se obtuvieron los mayores promedios nuevamente en el tratamiento cuatro con la misma dosis de 750 mg N/bolsa (urea) pero de nueva cuenta no hubo diferencia significativa con los tratamientos uno, dos, tres, seis, siete, ocho y nueve.

En lo que corresponde al análisis de correlación solo se encontró asociación lineal significativa entre las variables altura de planta de la etapa 1, con la variable número de hojas de la misma etapa. Para las etapas 2, 3, 4, 5, y 6 de altura se encontró correlación significativa con todas las etapas de la variable número de hojas.

#### Experimento dos.

Por lo que corresponde a este experimento solo se encontró diferencia significativa entre tratamientos para la variable altura, en la etapa 6, por lo cual al efectuarse la comparación múltiple de medias mediante el método de Tukey se obtuvo el mayor promedio para el tratamiento tres correspondiente a una dosis de 500 mg N/bolsa (mezcla) pero sin tener diferencia significativa con los tratamientos cuatro y cinco.

Para la variable número de hojas no hubo diferencia significativa entre efectos de tratamientos en ninguna de las etapas evaluadas. En lo referente al análisis de correlación no presentó asociación lineal significativa entre las variables evaluadas altura de planta y número de hojas.

## 5.2 Recomendaciones.

Para subsecuentes trabajos, se hacen las siguientes recomendaciones, las cuales servirán para orientar y perfeccionar las investigaciones posteriores a ésta.

Es recomendable continuar la investigación posterior a esta especie del ébano (*Pithecellobium flexicarpum* L.) sobre fertilización nitrogenada, pero a nivel de campo para observar el comportamiento de la planta en su ambiente natural, primero obteniendo las plantulas en semillero en bolsas de polietileno y cuando tenga un tamaño ideal se establecerá en el campo preparando la cepa u hoyo en donde se colocaría, tomándose las lecturas cada 15 días.

Se recomienda para la fertilización de esta especie a nivel de plántula de vivero una dosis de 750 mg N/bolsa (urea) en una segunda aplicación ya que fué la de mayor respuesta en las variables evaluadas.

Con referencia a la mezcla (urea y gallinaza) se recomienda la dosis de 500 mg N/bolsa, para segundas aplicaciones.

## 6. RESUMEN.

El presente trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., que se localiza en el municipio de Marín, N.L., para evaluar el efecto de una segunda aplicación de fertilización nitrogenada utilizando una fuente inorgánica (urea) y una fuente orgánica (gallinaza) a diferentes dosis, en forma separada y la mezcla de ambos; en el crecimiento y desarrollo del ébano (*Pithecellobium flexicarle L.*).

Se realizaron dos experimentos por separado, uno de los cuales consistió en la aplicación individual de urea y gallinaza empleando 9 tratamientos consistentes en: testigo, 250 mg de N/bolsa (urea), 500 mg N/bolsa (urea), 750 mg N/bolsa (urea), 1000 mg N/bolsa (urea), 250 mg N/bolsa (gallinaza), 500 mg N/bolsa (gallinaza), 750 mg N/bolsa (gallinaza) y 1000 mg N/bolsa (gallinaza).

En el segundo experimento se empleó 5 tratamientos que fueron: testigo, 250 mg N/bolsa (mezcla gallinaza-urea), 500 mg N/bolsa (mezcla), 750 mg N/bolsa (mezcla) y 1000 mg N/bolsa (mezcla). En ambos trabajos se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, el cual se tenía establecido cuando se dió la primera aplicación de estos fertilizantes nitrogenados realizando dicho bloqueo en base a la altura obteniéndose 6 repeticiones para cada experimento.

Los objetivos de esta investigación fueron evaluar el efecto del fertilizante inorgánico (urea), determinar el comportamiento del fertilizante orgánico (gallinaza) y el efecto de una mezcla (gallinaza y urea) con diferentes dosis en el crecimiento y desarrollo del ébano.

Solamente fueron estudiadas las variables número de hojas y altura de planta, haciéndose evaluaciones cada quince días durante seis etapas.

Obteniéndose los siguientes resultados para cada una de las variables de mayor interés:

El primer experimento presentó diferencia significativa entre tratamientos en la última etapa para la variable altura de planta y en las etapas 1, 2, 3 y 4, para la variable número de hojas.

En cuanto a la segunda parte del experimento, solo se encontró diferencia significativa entre tratamientos para la variable altura de planta en la última etapa, y en lo que respecta a la variable número de hojas no mostró significancia en ninguna de las etapas evaluadas.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. Segunda edición. A.G.T. Editor, S.A. México. pp. 241, 243.
- 2.- Baynes, J. 1970. Nutrición de las plantas de cultivo. Fisiología aplicada a las plantas agrícolas. Primera edición. Editorial Lemus, España. pp. 270, 340 y 361
- 3.- Boulay, H. 1965. Arboricultura y producción frutal. Primera edición. Editorial Aedos. Barcelona. p. 19.
- 4.- Calderon A., E. 1976. La poda de los árboles frutales. Segunda edición. Editorial R.A. México. pp. 7 y 17.
- 5.- Castellanos R., J. 1980. El estiércol para uso agrícola en la región Lagunera. Ediciones S.A.R.H. México. p.3.
- 6.- Castro Z., R. 1978. La eficiencia de la urea con respecto al sulfato y nitrato de amonio en maíz de temporal. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. pp. 12 y 13.
- 7.- Chavero S., J. A. 1980. Disponibilidad, uso, calidad y costos de la gallinaza como mejorador del suelo en

- el municipio de Marín, N.L. Tesis profesional, Ing. Agr. Fitotecnista FAUANL. pp. 1 y 8.
- B.- Estrada C., A. E. y Marroquín. F., J. S. 1988. Leguminosas de Nuevo Leon. Facultad de Ciencias Forestales. Reporte científico No. 9. Linares, N.L. p. 1.
- 9.- Gharous, M., R.L. Westerman y P.N. Soltanpoor 1990. Nitrogen Mineralization Potential of Arid and Semiarid Soils of Morocco. Abstract Journal. Soil Science, Vol. 54. p. 438.
- 10.- Herman D.J. y P. W. Rundel 1989. Nitrogen Isotope Fractionation in Burned and Unburned Chaparral Soils. Abstract Journal. Soil Science, Vol. 53. p. 1229.
- 11.- Lopez S., H. E. 1980. Prueba de seis niveles de gallinaza en trigo (Yecora F-70) bajo riego en la región de Marín, N.L. Tesis profesional. Ing. Agr. Fitotecnista. FAUANL. pp. 28, 29, 30 y 31.
- 12.- Louis M. T. Ph. D. 1966. El suelo y su fertilidad. Tercera edición. Editorial Reverté, S.A. Barcelona. pp. 190 y 191.
- 13.- Mc. Cracken, D. V., S. J. Corak, M. S. S. Wilbur, W.



Frye y R. L. Blevins 1989. Residual effects of nitrogen fertilization and winter cover cropping on nitrogen availability. Abstract Journal. Soil Science, Vol. 53. p. 1459.

14.- Mc. Innes, K. J. y I. R. P. Fillery 1989. Modeling and field measurements of the effect of nitrogen source on nitrification. Abstract Journal. Soil Science. Vol. 53. p. 1264.

15.- Melendez G., R. 1983. Efecto de la fertilización con urea común, fluida y recubierta en maíz de temporal. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. CHapingo, México. pp. 80 y 81.

16.- Meyer S., B, Donald B., A, y Richard H., B. 1970. Introducción a la fisiología vegetal. Tercera edición. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina. pp. 370 y 371.

17.- Miranda, F. y E. Hernandez X. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. CHapingo, México. p. 44.

18.- Niembro R., A. 1986. Arboles y arbustos útiles de México.

Primera edición. Editorial Limusa. México. p. 146.

- 19.- Papadakis A.I. Gx. J. 1977. Fertilizantes. Editorial Albatros. Buenos Aires. pp. 9 y 10.
- 20.- Parra S., J. M. 1985. Efecto de la residualidad de la gallinaza en el cultivo del trigo (*Triticum vulgare* L.) en suelos de Marín, N.L. Tesis profesional. Ing. Agr. Fitotecnista. F.A.U.A.N.L. pp. 20, 21, 24 y 25.
- 21.- Pennington, T. D. y J. Sarukhan 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, S. A. G. FAO. México. pp. 184 y 185.
- 22.- Resendez T, S. y V. Casados S. 1989. Efecto de la fertilización nitrogenada (urea, gallinaza y su mezcla) a diferentes dosis en ébano (*Pithecellobium flexicarule* L.) en Marín, N.L. Tesis profesional. Ing. Agr. Fitotecnista. F.A.U.A.N.L. pp. 9, 10 y 12.
- 23.- Rodríguez F. H. 1989. Fertilizantes y sus características. Folleto. F.A.U.A.N.L. pp. 1 y 2.

- 24.- Rodríguez T., S. Mauricio G. F. y J. A., Martínez G. 1988.  
Arboles y arbustos del municipio de Marín, N.L.  
México. F.A.U.A.N.L. pp. 6, 7 y 55.
- 25.- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial  
Limusa. pp. 212 y 213.
- 26.- Sánchez S., O. 1976. La flora del Valle de México.  
Segunda edición. Editorial Herrero S.A. México pp.  
197 y 198.
- 27.- Tamhane R.V., Motisamani D.P. y Bali F. 1979. Suelos su  
química y fertilidad en zonas tropicales. Tercera  
edición. Editorial Diana. México. pp. 269, 270,  
272, 315 y 316.

8. A P E N D I C E .

Figura 1. Croquis del experimento uno y distribución de los tratamientos de fertilizante inorgánico (urea) y orgánico (gallinaza) en la evaluación del efecto sobre una segunda fertilización nitrogenada en óbano (*Pithecellobium flexicarule* L.) Marín, N.L. 1988.

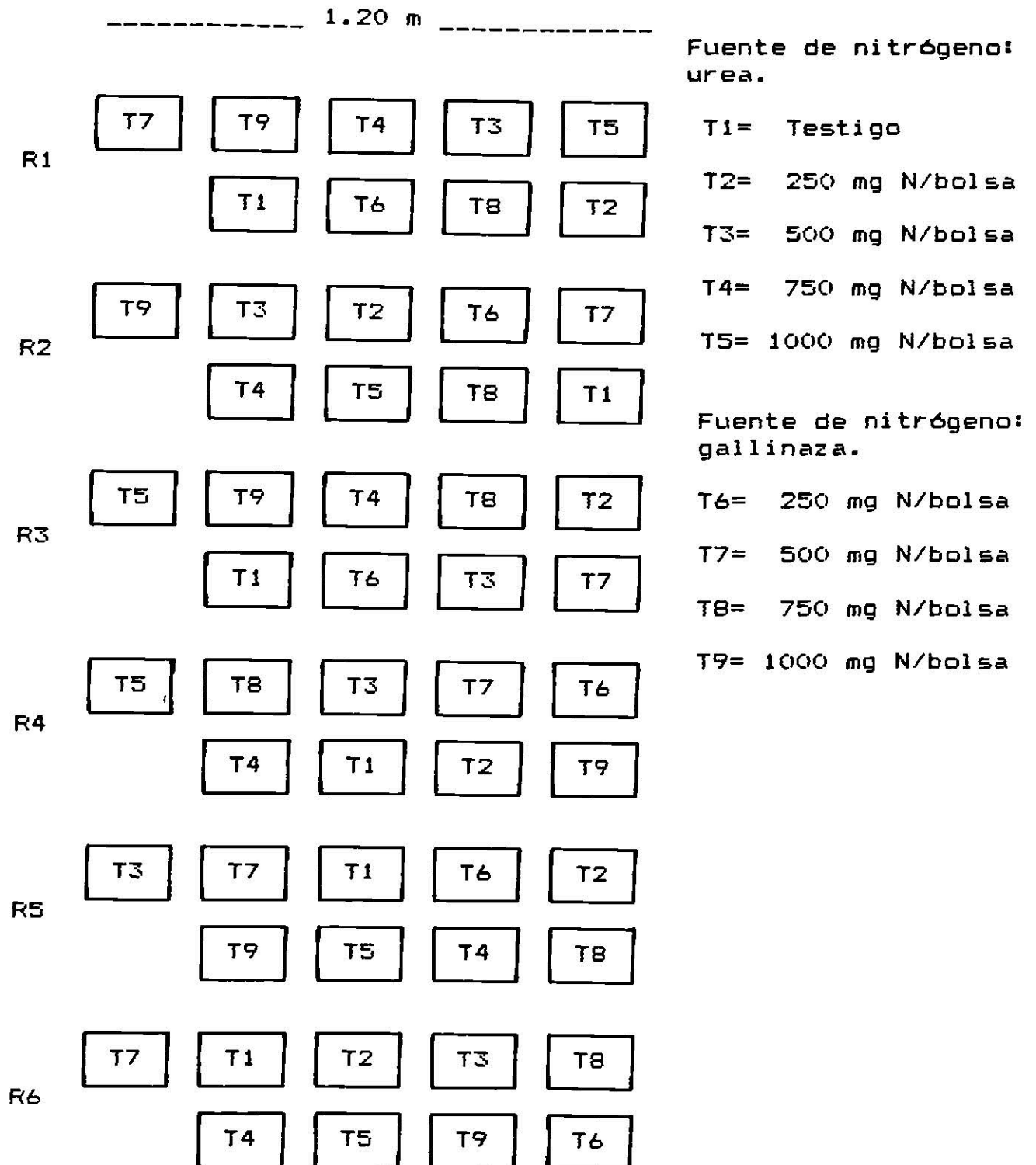
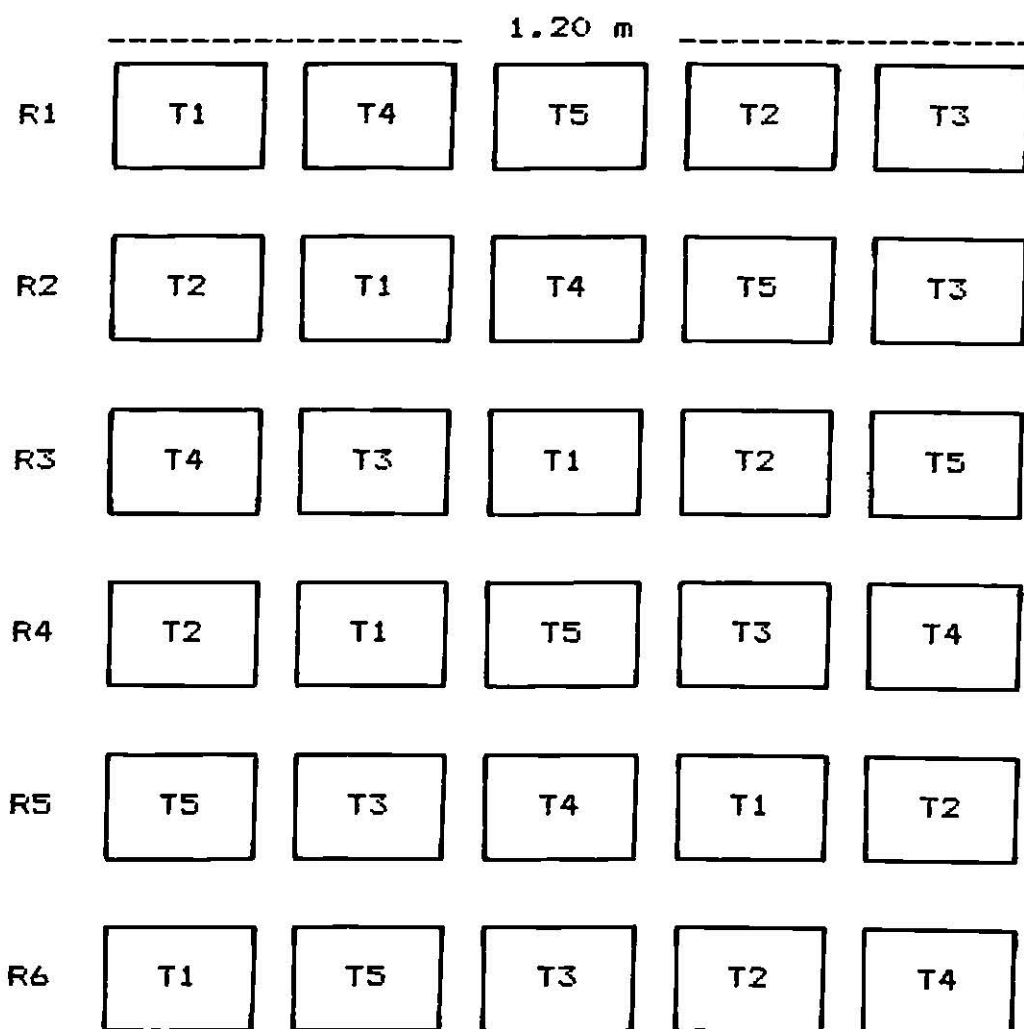


Figura 2. Croquis del experimento dos y distribución de los tratamientos de una mezcla de fertilizante inorgánico y orgánico (urea y gallinaza) en la evaluación del efecto sobre una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Pithecellobium flexicarpale L.*) a diferentes dosis en Marín, N.L. 1988.



Fuente de nitrógeno: mezcla (urea y gallinaza)

T1= Testigo

T2= 250 mg N/bolsa

T3= 500 mg N/bolsa

T4= 750 mg N/bolsa

T5= 1000 mg N/bolsa

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos de las variables consideradas en el experimento uno, en una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Pithecellobium flexicaule* L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.

Etapas	Variables	Media	Desv. Est.	Valor		Rango	(%) C.V.
				Mínimo	Máximo		
E1	Altura	22.68	5.54	13.0	37.0	24.0	24.42
	No. de hojas	103.17	28.02	45.0	178.0	133.0	27.1
E2	Altura	24.34	5.79	15.6	39.0	23.4	23.81
	No. de hojas	119.91	30.99	60.0	204.0	144.0	25.85
E3	Altura	26.58	6.52	16.9	44.5	27.6	24.55
	No. de hojas	130.20	34.55	69.0	232.0	163.0	26.53
E4	Altura	28.00	7.11	17.4	47.5	30.1	25.39
	No. de hojas	139.30	38.06	186.0	75.0	261.0	27.32
E5	Altura	29.83	7.72	18.7	51.5	32.8	25.9
	No. de hojas	146.83	40.68	80.0	283.0	203.0	27.1
E6	Altura	31.57	8.28	19.8	53.9	34.1	26.23
	No. de hojas	155.54	43.58	84.0	298.0	214.0	28.01

Todos los datos concentrados en este cuadro son los originales. (sin transformar).

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos de las variables consideradas en el experimento dos, en una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Pithecellobium flexicarpale* L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.

Etapas	Variables	Media	Desv. Est.	Valor		Rango	(% C.V.
				Mínimo	Máximo		
E1	Altura	18.72	4.092	10.3	26.6	16.3	21.85
	No. de hojas	75.93	24.510	28.0	142.0	114.0	32.27
E2	Altura	19.53	4.925	10.4	33.4	23.0	25.21
	No. de hojas	83.00	25.366	31.0	147.0	116.0	30.56
E3	Altura	21.43	5.154	10.8	39.2	28.4	24.05
	No. de hojas	87.87	26.751	33.0	152.0	119.0	30.44
E4	Altura	23.06	4.958	11.3	36.1	24.8	21.50
	No. de hojas	93.67	29.062	34.0	159.0	125.0	31.02
E5	Altura	24.99	5.723	12.0	38.2	26.2	22.90
	No. de hojas	98.60	30.147	36.0	163.0	127.0	30.57
E6	Altura	26.63	6.088	12.8	39.7	26.9	22.86
	No. de hojas	104.27	30.617	39.0	170.0	131.0	29.36

Todos los datos concentrados en este cuadro son los originales. (sin transformar).



Cuadro 5. Resumen de los análisis de varianzas realizados para la variable altura de planta, del experimento uno, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Pithecellobium flexicarpale* L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.

Etapas	C.M. Tratamientos	C.M. Bloques	C.M. Error	Media General	(%) C.V.
E1	43.887 NS	36.110 NS	27.371	22.68	23.06
E2	43.986 NS	32.284 NS	31.691	24.34	23.12
E3	68.388 NS	32.437 NS	38.733	26.58	23.41
E4	90.141 NS	47.756 NS	42.988	28.00	23.41
E5	108.616 NS	55.629 NS	50.437	29.83	23.80
E6	139.168 *	76.455 NS	53.501	31.57	23.16

NS Diferencia no significativa ( $0.05 \leq P$ )

\* Diferencia significativa ( $0.01 < P < 0.05$ )

\*\* Diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ )

Cuadro 6. Resumen de los análisis de varianzas realizados para la variable número de hojas, del experimento uno, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Pithecellobium flexicarpale* L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.

Etapas	C.M. Tratamientos		C.M. Bloques		C.M. Error	Media general	(%) C.V.
E1	4.058 *		1.588 NS		1.521	10.06	12.25
E2	4.175 *		.940 NS		1.676	10.86	11.92
E3	4.454 *		1.210 NS		1.918	11.31	12.24
E4	4.705 *		1.774 NS		2.150	11.70	12.53
E5	4.735 NS		2.301 NS		2.329	12.01	12.70
E6	4.485 NS		2.087 NS		2.728	12.36	13.36

NS Diferencia no significativa ( $0.05 \leq P$ )

\* Diferencia significativa ( $0.01 < P < 0.05$ )

\*\* Diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ )

Nota: Los análisis de varianza para esta variable se realizaron con datos transformados. Utilizando la transformación  $\sqrt{x}$ .

Cuadro 7. Resumen de la comparación múltiple de medias de los 9 tratamientos utilizados para la variable altura de planta correspondiente a la sexta etapa del experimento uno, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Dilhecellobium flexicaule* L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.

Tratamientos	Medias	
Testigo	26.42	b
250 mg N/bolsa (urea)	31.28	a b
500 mg N/bolsa (urea)	37.53	a b
750 mg N/bolsa (urea)	40.88	a
1000 mg N/bolsa (urea)	27.20	a b
250 mg N/bolsa (gallinaza)	30.83	a b
500 mg N/bolsa (gallinaza)	31.48	a b
750 mg N/bolsa (gallinaza)	31.05	a b
1000 mg N/bolsa (gallinaza)	27.48	a b

Para la comparación entre las medias de esta variable, se usó el método Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

Cuadro 8. Resumen de la comparación múltiple de medias por el método Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para los 9 tratamientos de la variable número de hojas, de las etapas 1, 2, 3 y 4 del experimento uno, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Pithecellobium flexicarpum* L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.

Tratamientos	<u>Medias por etapas</u>							
	E1		E2		E3		E4	
Testigo	10.48	ab	11.09	ab	11.44	ab	11.80	ab
250 mg N/bolsa (urea)	10.26	ab	11.01	ab	11.50	ab	11.95	ab
500 mg N/bolsa (urea)	9.54	ab	10.44	ab	10.88	ab	11.22	ab
750 mg N/bolsa (urea)	11.34	a	12.25	a	12.75	a	13.19	a
1000 mg N/bolsa (urea)	8.70	b	9.53	b	9.99	b	10.40	b
250 mg N/bolsa (gallinaza)	9.92	ab	10.49	ab	10.84	ab	11.11	ab
500 mg N/bolsa (gallinaza)	11.08	a	11.96	ab	12.51	ab	12.91	ab
750 mg N/bolsa (gallinaza)	9.62	ab	10.45	ab	10.92	ab	11.32	ab
1000 mg N/bolsa (gallinaza)	9.65	ab	10.54	ab	11.00	ab	11.38	ab

Los datos utilizados aquí fueron transformados, utilizando la transformación  $\sqrt{x}$ .

Cuadro 9. Resumen de los análisis de varianzas efectuados para el experimento dos, de la variable altura de planta, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Pithecellobium flexicaule* L.) a diferentes dosis, Marín, N.L.

Etapas	C.M. Tratamientos	C.M. Bloques	C.M. Error	Media general	(%) C.V.
E1	12.549 NS	16.864 NS	17.553	18.72	22.38
E2	10.212 NS	28.153 NS	26.097	19.53	26.15
E3	13.017 NS	32.093 NS	27.883	21.43	24.64
E4	34.629 NS	29.395 NS	21.374	23.06	20.04
E5	68.451 NS	39.983 NS	23.801	24.99	19.52
E6	97.717 *	40.145 NS	24.164	26.63	18.45

Todos los datos concentrados en este cuadro son los originales (sin transformar).

Cuadro 10. Resumen de los análisis de varianzas efectuados para la variable número de hojas, del experimento dos, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Pithecellobium flexicarle L.*) a diferentes dosis, Marín, N.L.

Etapas	C.M. Tratamientos	C.M. Bloques	C.M. Error	Media general	C.V. (%)
E1	.589 NS	3.524 NS	1.832	8.61	21.28
E2	.918 NS	3.406 NS	1.797	9.01	19.94
E3	1.152 NS	3.891 *	1.775	9.27	19.15
E4	1.703 NS	4.262 NS	1.903	9.56	19.90
E5	1.704 NS	4.530 NS	1.938	9.81	19.75
E6	1.488 NS	4.448 NS	1.945	10.10	19.26

Los datos de esta variable aparecen transformados, utilizando la transformación  $\sqrt{x}$ .

Cuadro 11. Resumen de la comparación múltiple de medias efectuado para la sexta etapa de los 5 tratamientos de la mezcla (urea y gallinaza) del experimento dos, para la variable altura de planta, en el estudio del efecto de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (*Pithecellobium flexicarpale L.*) a diferentes dosis, Marín, N.L.

Tratamientos	Medias	
Testigo	23.78	b
250 mg N/bolsa (mezcla)	23.90	b
500 mg N/bolsa (mezcla)	33.58	a
750 mg N/bolsa (mezcla)	26.30	a b
1000 mg N/bolsa (mezcla)	25.57	a b

Para la comparación entre las medias de esta variable, se usó el método Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

**Cuadro 12.** Valores del coeficiente de correlación para las dos variables estudiadas en el experimento uno, en el estudio de una segunda fertilización nitrogenada en ébano (Pithecellobium flexicaule L.) a diferentes dosis, en Marín, N.L.

	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	HE1	HE2	HE3	HE4	HE5	HE6
AE1												
AE2	.9662 **											
AE3	.9288 **	.9682 **										
AE4	.8865 **	.9302 **	.9824 **									
AE5	.8712 **	.9134 **	.9781 **	.9954 **								
AE6	.8589 **	.8990 **	.9667 **	.9869 **	.9929 **							
HE1	.3385 *	.3888 *	.4024 *	.3912 *	.3840 *	.3884 *						
HE2	.2998	.3687 *	.3878 *	.3861 *	.3768 *	.3827 *	.9566 **					
HE3	.2863	.3675 *	.3895 *	.3879 *	.3796 *	.3874 *	.9176 **	.9892 **				
HE4	.2781	.3622 *	.3795 *	.3775 *	.3694 *	.3769 *	.8869 **	.9693 **	.9921 **			
HE5	.2824	.3633 *	.3803 *	.3775 *	.3708 *	.3786 *	.8629 **	.9520 **	.9817 **	.9964 **		
HE6	.2676	.3464 *	.3591 *	.3392 *	.3381 *	.3449 *	.8429 **	.9296 **	.9602 **	.9772 **	.9855 **	

AEi= Denota la variable altura en la i-ésima etapa (i= 1,2,...,6)

HEi= Denota la variable número de hojas en la i-ésima etapa (i= 1,2,...,6)

NS = Diferencia no significativa ( $P \geq 0.05$ )

\* = Diferencia significativa ( $0.01 < P < 0.05$ )

\*\* = Diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ )



Cuadro 13. Valores del coeficiente de correlación para las dos variables estudiadas en el experimento dos, en una segunda fertilización nitrogenada en ébano (Pithecellobium flexicaule L.) a diferentes dosis, en Marín, N.L.

	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	HE1	HE2	HE3	HE4	HE5	HE6
AE1												
AE2	.9436 **											
AE3	.8689 **	.9192 **										
AE4	.8331 **	.8783 **	.9491 **									
AE5	.7346 **	.8015 **	.8689 **	.9623 **								
AE6	.6783 **	.7373 **	.8218 **	.9391 **	.9705 **							
HE1	.3604	.3040	.2716	.3167	.3174	.2707						
HE2	.3601	.3096	.2815	.3363	.3277	.2782	.9898 **					
HE3	.3659	.3114	.2969	.3572	.3419	.2931	.9777 **	.9952 **				
HE4	.3465	.2916	.2807	.3420	.3275	.2698	.9645 **	.9873 **	.9956 **			
HE5	.3494	.2949	.2895	.3526	.3376	.2797	.9567 **	.9822 **	.9935 **	.9987 **		
HE6	.3320	.2905	.2849	.3560	.3464	.2897	.9356 **	.9662 **	.9798 **	.9883 **	.9911 **	

AEi= Denota la variable altura en la i-ésima etapa (i= 1,2,...,6)

HEi= Denota la variable número de hojas en la i-ésima etapa (i= 1,2,...,6)

NS = Diferencia no significativa ( $P \geq 0.05$ )

\* = Diferencia significativa ( $0.01 < P < 0.05$ )

\*\* = Diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ )

