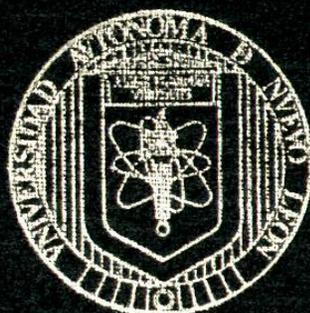


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



FERTILIZACION ORGANICA CON ESTIERCOL
BOVINO EN DIFERENTES FECHAS Y DOSIS
DE APLICACION EN MAIZ BLANCO HUALAHUISES

TESIS

PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

POR

CARLOS S. LONGORIA GARZA

MARIN, N. L.

JUNIO 2000

TM

S667

.C8

L6

c.1



1080095037

S667
C8
L6
c..

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



FERTILIZACION ORGANICA Y MINERAL
COMO EFICIENTES EN LOS SISTEMAS
DE SIEMBRA EN MAIZ BLANCO Y TALAR GUISQUE

TESIS

PRESENTADA PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

POR

CARLOS S. LONGORIA GARCIA

COAHUILA, N. L.

JUNIO 2000



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON ESTIÉRCOL BOVINO EN DIFERENTES
FECHAS Y DOSIS DE APLICACIÓN EN MAÍZ BLANCO HUALAHUISES**

TESIS

**PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

POR

CARLOS S. LONGORIA GARZA

MARÍN N. L.

JUNIO 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

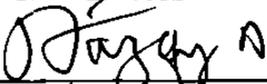
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS:- PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:- AGRICULTURA ORGÁNICA

**SUSTENTANTE:
ING. CARLOS S. LONGORIA GARZA**

**TÍTULO DE TESIS:
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON ESTIÉRCOL BOVINO EN DIFERENTES
FECHAS Y DOSIS DE APLICACIÓN EN MAÍZ BLANCO HUALAHUISES**

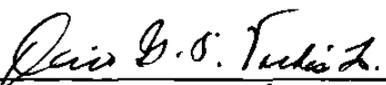
COMITÉ DE TESIS



DR. RIGOBERTO E. VÁZQUEZ ALVARADO
PRESIDENTE



DR. EMILIO OLIVARES SÁENZ
SECRETARIO



DR. CIRO G. S. VALDÉS LOZANO
VOCAL

MARÍN, N. L.

JUNIO 2000

DEDICATORIAS

A MI PADRE: SR. CARLOS LONGORIA CHAMPIÓN (q.e.p.d)

“QUE FUE MI AMIGO COMPAÑERO Y GUÍA”

A MI MADRE: SRA. ELISA GARZA Vda. de LONGORIA

“POR HABERME DADO LA VIDA, MI AMOR ETERNO”

A MIS HERMANOS:

GERARDO ALBERTO

MARTHA DEL SOCORRO

LYDIA MARGARITA (q.e.p.d.)

ELISA BEATRÍZ

MARÍA VERÓNICA

“A QUIENES QUIERO Y RESPETO COMO HERMANO MAYOR”

A MIS FAMILIARES, AMIGOS Y COMPAÑEROS DE GENERACIÓN

“POR SU RECIPROCO APRECIO Y AMISTAD”

DEDICATORIA ESPECIAL

A MI AMADA ESPOSA: M^ª TERESA CANTÚ de LONGORIA

“AGRADEZCO A DIOS POR HABÉRMELA ENVIADO POR COMPAÑERA”

A MIS HIJOS:

CARLOS ALBERTO

CESAR EDUARDO

ROLANDO ALONSO

JORGE JAVIER

“A QUIENES QUIERO POR SOBRE TODAS LAS COSAS”

AGRADECIMIENTOS

• **DR. RIGOBERTO E. VÁZQUEZ ALVARADO:**

POR HABERME PERMITIDO INCURSIONAR EN EL ÁREA DE EXPERIMENTACIÓN DE “AGRICULTURA ORGÁNICA” CEDIENDO SU ESPACIO DE INVESTIGACIÓN A SU ESTUDIANTE.

• **DR EMILIO OLIVARES SÁENZ:**

POR SU VALIOSA, DESINTERESADA Y ATINADA DIRECCIÓN EN LOS PLANTEAMIENTOS ESTADÍSTICOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ESTA MODESTA TESIS.

• **DR CIRO G. S. VALDÉS LOZANO:**

POR LOS CONOCIMIENTOS IMPARTIDOS EN SUS CURSO DE ECOLOGÍA DE CULTIVOS Y POR LA PARTICULAR FORMA DE INTEGRAR LOS CONCEPTOS TEÓRICOS CON LA PRÁCTICA DE CAMPO.

La hipótesis es por definición un enunciado o proposición que antecede a otros constituyendo su fundamento; sin embargo, ésta no afirma ni niega nada, sino que sólo precisa el significado de aquello de que se habla. Independientemente de como se construye una hipótesis (inductiva-experimental), toda ciencia tiene como desiderátum en cuanto que se expone, un sistema hipotético-deductivo.

“Decir que lo que no es, es;

o que lo que es, no es,

he ahí el error”

Aristóteles(384-322 a. de C.)

BIOGRAFÍA

Carlos S. Longoria Garza nació en Monterrey, N. L. el 31 de diciembre de 1943. Es Ingeniero Agrónomo egresado de la Facultad de Agronomía de la U.N.L. generación 62-67. Es pasante de Maestría en Parasitología Agrícola de la Generación 72-73 de la División de Estudios de Postgrado del I.T.E.S.M. Es pasante de la Maestría en Producción Agrícola de la Generación 92-96 de la Subdirección de Estudios de Postgrado de la F.A.U.A.N.L.

- 1968.- Auxiliar de Investigador del Departamento Entomología en el Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa en los Mochis, Sinaloa. (C.I.A.S.), (I.N.I.A.).
- 1968.- Técnico del Banco Agropecuario del Noroeste de los Mochis, Sinaloa.
- 1968 / 1970.- Delegado de Extensión Agrícola en la Dirección General de Fomento Agropecuario del Estado de Nuevo León. (municipios de Aramberri y Zaragoza).
- 1972 /1974.- Jefe del Departamento de Divulgación de Extensión Agropecuaria en la Dirección General de Fomento Agropecuario del Estado de Nuevo León.
- 1974 /1976.- Especialista Regional en Parasitología Agrícola (Región C.I.A.T.) = (Región CIAGON); Estados de Nuevo León; Coahuila y Tamaulipas. Dirección General de Extensión Agrícola / SARH.
- 1976 /1977.- Jefe del Centro Regional de Capacitación Rural (Región CIAT) = (Región CIAGON). Estados de Nuevo León; Coahuila y Tamaulipas. D. G. E. P. A / SARH.
- 1972.- Maestro por horas en la Facultad de Agronomía de la UANL., en los cursos: Control de Malezas y Herbicidas; Nematología Agrícola.
- 1972 /1981.- Maestro por horas en la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL., en los cursos: Vectores; Entomología Económica y Parasitocidas.
- 1981 / 1985.- Subdirector Académico de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.
- 1977./1999.- Maestro de Tiempo Completo mediante Examen de Oposición en la Facultad de Agronomía de la UANL., ofreciendo diferentes cursos; tales como: Productividad Agropecuaria (I, II, III, IV); Entomología Económica (I, II); Parasitocidas Agrícolas; Matemáticas I; Química II; Entomología Aplicada; Uso y Manejo de Plaguicidas, Manejo Integrado de Malezas.
- 1992./1999.- Asesoría de tesis y participación en exámenes profesionales en las Facultades de Ciencias Biológicas y F.A.U.A.N.L.: Asesor Principal y Presidente del Jurado 34; Secretario 45; vocal 73.
- 1992./1999.- Coautor Responsable del Proyecto de Comunicación Técnica de la F.A.U.A.N.L.
- 1/- Editor - Autor - Locución de los temas del programa de radio "Agronomía en el Campo" patrocinado por la Facultad de Agronomía de la UANL. (Feb./93 a Feb./95), sábados de 7.00 a 7.30 am. (XEBJB.)
- 2/- Editor - Autor - Locución de los temas del programa de radio "Agronomía en el Campo" que esta bajo convenio de colaboración con Radio Nuevo León del Estado de Nuevo León y la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., el cual pasa bajo la programación de las siete Estaciones Regionales.
- 1994.- Instructor en Calibración de Equipos para la Aspersión de Productos y Cebos Insecticidas en el Combate Contra Moscas de la Fruta dentro del Curso de Acreditación ofrecido a Personal Profesional Fitosanitario de Moscas de la Fruta de la Campaña Nacional de Sanidad Vegetal de la SAGAR.
- 1996./ 1999.- Editor Autor y Locutor del programa de radio "Agronomía en el Campo" que esta bajo colaboración de la Facultad de Agronomía con Radio Universidad y que se transmite todos los viernes de 9.00 a 9:30 hs. en el 89.7 de FM.
- 1997 / 1999.- Productor y Conductor del programa de televisión "Agronomía en el Campo" que esta bajo colaboración de la Facultad de Agronomía con el Canal # 53 de la Facultad de Mecánica U.A.N.L., que se transmite los miércoles y sábados de 12:30 a 13:00 hs.
- 1998.- Organizador Coordinador Conferencista y Evaluador del curso de Acreditación y Actualización ofrecido a Personal Profesional Fitosanitario de Moscas de la Fruta de la Campaña Nacional de Sanidad Vegetal de la SAGAR.
- 1999.- Organizador Coordinador y Evaluador del curso de Acreditación y Actualización ofrecido a Personal Profesional Fitosanitario de Empresas de Tratamientos Cuarentenarios en colaboración con la Jefatura del Programa Fitosanitario del Estado de Nuevo León dependiente de la Dirección General de Sanidad Vegetal de la SAGAR.

ÍNDICE

Capítulo	Página
RESUMEN	xvii
SUMMARY	xviii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Hipótesis.....	2
II. LITERATURA REVISADA	3
2.1. La agricultura “intensiva” y sus consecuencias	4
2.2. La agricultura orgánica.....	5
2.3. Orígenes y desarrollo de la agricultura orgánica.....	6
2.4. Efectos benéficos de la aplicación de estiércol bovino	10
2.5. Efectos desfavorables de la aplicación de estiércol	12
2.6. Microorganismos	13
2.7. Nitrógeno del suelo.....	14
2.8. Fijación de nitrógeno	18
2.9. Dosificación de estiércol	23
2.10. Cálculo de estiércol bovino / nitrógeno	25
2.11. Estadística nacional de producción de elote	25
2.12. Mercado del elote en Nuevo León.....	29
2.13. Algunas referencias experimentales.....	30

III. MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1. Características generales del área de estudio.....	41
3.1.1. Localidad.....	41
3.1.2. Clima	41
3.1.3. Suelo	42
3.1.4. Sitio, diseño experimental y tratamientos.....	44
3.2. Materiales	46
3.3. Método	47
3.3.1. Variables estudiadas	49
3.3.2. Modelo y diseño estadístico	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1. Características morfológicas de la planta.....	54
4.1.1. Altura total de la planta, de la hoja bandera y a inserción del elote.	54
4.2. Diámetros.....	56
4.2.1. Diámetro menor y mayor del tallo	56
4.3. Peso de materia verde.....	58
4.3.1. Peso de materia verde ($t\ ha^{-1}$), materia verde y seca por planta (g)..	58
4.4. Características morfológicas del elote.....	60
4.4.1. Largo y diámetro de elote.....	60
4.4.2. Peso de elote con espata ($kg\ ha^{-1}$), elote con y sin espata por planta (g)	62
4.5. Correlaciones entre variables	64

4.6. Análisis de regresión	67
4.7. Descripción varietal	70
V. CONCLUSIONES	71
VI. RECOMENDACIONES.....	74
VII. BIBLIOGRAFÍA	76
VIII. APÉNDICE.....	82

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Dosificación de gallinaza para diversos cultivos. Penn. St. Univ. Agr. Ext. Serv. Univ. Penn. Special Circular 146	24
Cuadro 2. Estiércol bovino para mantener un nivel constante de nitrógeno aprovechable a través de varios años.....	24
Cuadro 3. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano, para el año 1989 (SAGAR).	26
Cuadro 4. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano, para el año 1990 (SAGAR).	26
Cuadro 5. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano, para el año 1991 (SAGAR).	27
Cuadro 6. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano, para el año 1992 (SAGAR).	27
Cuadro 7. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano, para el año 1993 (SAGAR).	28
Cuadro 8. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano, para el año 1994 (SAGAR).	28
Cuadro 9. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano, para el año 1995 (SAGAR).	29

Cuadro 10. Comportamiento del precio semanal y promedio mensual (N \$ / docena de elote grande), en la Central de Abastos Monterrey, Guadalupe, N. L. (1993).	29
Cuadro 11. Reporte de los resultados de laboratorio respecto a las propiedades físicas y químicas del suelo (estrato de 0 a 30 cm) laboratorio de suelos (F.A.U.A.N.L.).	43
Cuadro 12. Medias de las variables altura total de la planta, altura de la hoja bandera y altura a inserción del elote, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.	55
Cuadro 13. Medias de las variables altura total de la planta, altura de la hoja bandera y altura a inserción del elote, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.	55
Cuadro 14. Comparación de medias de las variables diámetro menor y mayor del tallo, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.	57
Cuadro 15. Medias de las variables diámetro menor y mayor del tallo, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.	57
Cuadro 16. Comparación de medias de la variable diámetro menor del tallo, en el efecto de interacción entre el factor dosis dentro de cada fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.	58
Cuadro 17. Comparación de medias de las variables peso de materia verde y seca, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.	60
Cuadro 18. Comparación de medias de las variables peso de materia verde y seca, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.	60
Cuadro 19. Medias de las variables largo y diámetro de elote, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.	61

Cuadro 20. Medias de las variables largo y diámetro de elote, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	61
Cuadro 21. Medias de las variables peso de elote con y sin espata, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	63
Cuadro 22. Medias de las variables peso de elote con y sin espata, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	63
Cuadro 23. Comparación de medias de la variable peso de elote con espata, en el efecto de interacción entre el factor dosis dentro de cada fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	64
Cuadro 24. Resultados de correlaciones, mostrándose los coeficientes ($r > 0.60$), entre las variables estudiadas en el experimento de fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino en maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	65
Cuadro 25. Regresiones obtenidas de las variables estudiadas en el experimento de fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz variedad “Blanco Hualahuises”.....	67

APÉNDICE

Página

Cuadro 26. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables altura total, altura a hoja bandera y altura a inserción del elote; en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	83
Cuadro 27. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables diámetro menor, y mayor del tallo en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	83
Cuadro 28. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables peso de follaje verde y seco en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	84
Cuadro 29. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables largo y diámetro de elote en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	84
Cuadro 30. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables peso de elote con y sin espata en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuises”.....	85
Cuadro 31. Estadísticos de las variables estudiadas en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino en maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuises.....	86
Cuadro 32. Programa de SAS utilizado de acuerdo al comando (PROC GLM), para obtener los análisis de varianza de todas las variables bajo estudio y discriminación de medias de acuerdo a fechas, dosis y la interacción fecha por dosis mediante el método de Tukey.....	87

Cuadro 33. Programa de SAS utilizado de acuerdo al comando (PROC CORR RANK), para obtener correlaciones tipo Pearson de todas las variables, ordenadas en forma decreciente.	88
Cuadro 34. Programa de SAS utilizado de acuerdo al comando (PROC REG), para el análisis de regresión de las variables bajo estudio, que obtuvieron valores cuyo coeficiente de correlación resultó ($r > 0.60$).	89
Cuadro 35. Programa de SAS utilizado de acuerdo al comando (PROC PLOT), para las gráficas que muestran la dispersión de los valores analizados, en los modelos de regresión de las variables cuyo coeficiente de correlación resultó ($r > 0.60$).	90

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. El ciclo del nitrógeno en el suelo. Sauchelli (1964).....	16
Figura 2. Esquema del proceso de nitrificación. Rojas (1979).....	17
Figura 3. Comportamiento climatológico, durante el período Enero-Junio “Campo Agrícola Experimental”. Marín N.L.....	42
Figura 4. Croquis del experimento “Fertilización Orgánica con Estiércol Bovino en Tres Diferentes Fechas y Dosis de Aplicación en Maíz Blanco Hualahuises”.....	45
Figura 5. Valores observados en la relación peso y diámetro elote; en experimento, fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra.....	68
Figura 6. Valores observados en la relación peso de materia verde (kg ha⁻¹), número de plantas en parcela útil; en experimento, fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra.....	69

RESUMEN

En el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, se estableció un trabajo de investigación mediante un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, con el objeto de probar el efecto de dosis y fechas de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz (*Zea mays L.*) para elote de la variedad “Blanco Hualahuises”, en el ciclo otoño-invierno.

En la etapa de elote tierno, se tomaron datos morfológicos a través de muestras de la parcela útil de cada unidad experimental; las 11 variables obtenidas de campo se registraron en unidades del sistema métrico decimal y las variables elote y materia verde se transformaron a peso por unidad de superficie. Los análisis estadísticos efectuados consistieron en ANVA, correlaciones y regresiones; se realizaron las gráficas de dispersión de valores y se determinó el modelo de regresión.

De los análisis practicados, se concluye que, el tiempo de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra y la dosis del mismo, interactúan en forma importante en la producción de elote y de materia verde por unidad de superficie. Es de mayor trascendencia en el rendimiento de maíz para elote el tiempo de aplicación previo a la siembra (materia orgánica) de estiércol bovino que la dosis del mismo.

Asimismo, paralelamente al objetivo central de estudio, se obtuvieron modelos de regresión lineal de producción, tanto para elote con espata (kg ha^{-1}) como para materia verde (t ha^{-1}).

SUMMARY

In the Agriculture Experimental Station of the Agronomy Faculty in the Nuevo León State University, a research was established, under a randomized completed blocks design, in a split plot arrangement, in order to test the dose and dates of applied cow manure, previous to the sowing date of corn (*Zea mays L.*) in order to get, the ear of green corn, from the variety "Blanco Hualahuises," in the autumn-winter cycle.

In the tender green corn phase, morphological data was taken, from the sampling area of each experimental unit, eleven variables were measured at the field and were registered using the metric unit system, and the variables of the green corn and green matter, were transformed to weight for surface unit. The statistical analysis of the variables, consisted of ANOVA, correlation and regressions. The results of the regressions were represented by scatter plots with dispersion graphs values and the best regression model was determined, from each variable.

In conclusion, from this experiment, the time of application of cow manure previous to the sowing date and the interaction between this two factors are very important in the green corn and green matter production for surface unit. Finally the time and dose of application previous to the sowing date (organic matter) of cow manure, has a great impact in the productivity of the ear of green corn.

Other objective of this research, was to obtain some regression models of yield production of green corn (kg ha^{-1}) and green matter (t ha^{-1}).

I. INTRODUCCIÓN

Durante las cinco últimas décadas, la agricultura extensiva en México ha dependido de la fertilización mediante productos químicos inorgánicos; considerando a estos como los responsables de los incrementos de la producción de alimentos demandados por la creciente población de nuestro país. Sin embargo, su empleo en cultivos básicos, ha incrementado los costos en tal magnitud que los aumentos en rendimiento obtenidos por concepto de fertilización con base en compuestos inorgánicos cada vez resulta menos rentable.

Actualmente en nuestro país el uso de fertilizantes de naturaleza mineral, está muy difundido por ser considerado técnicamente como un factor importante en la producción de cosechas; asimismo, es necesario hacer la siguiente reflexión; es el abuso de elementos químicos a largo plazo causante de efectos negativos en los suelos agrícolas, por lo que es necesario buscar otras opciones de incorporar elementos para la nutrición de las plantas cultivadas; es el caso del empleo de abonos orgánicos provenientes de estiércoles de diferentes especies domesticas; así como, de residuos de materia orgánica que al ser incorporados al suelo son descompuestos por los microorganismos presentes en el mismo.

La materia orgánica es una fuente productora de energía y de nutrientes para todas las formas de vida en el suelo; así mismo, en su descomposición toman parte activa los microorganismos; además, se efectúan algunas actividades químicas. La naturaleza de los residuos orgánicos, las características del suelo y la humedad determinan las clases de microorganismos que activan el proceso de humificación.

Existen diversas fuentes disponibles de materia orgánica, las cuales pueden ser de utilidad para el propósito de empleo como abono o fuente de mejoramiento del suelo e incorporación de elementos nutritivos para las plantas; entre las fuentes se pueden citar las aguas negras, abonos verdes, residuos de cosecha, compost; así como, los estiércoles de diferentes especies de ganado. Es el estiércol de bovino sin duda una importante opción derivado de la cantidad de establos lecheros y engordas de ganado bovino presentes en nuestra región. Es asimismo importante considerar que los abonos sean utilizados en un cultivo tradicional como es el maíz sólo que en la opción de explotación para elote tierno, con un mercado cautivo en la ciudad de Monterrey, N. L. y en los municipios del área metropolitana; con una demanda insatisfecha que requiere la importación de otras regiones agrícolas distantes a este importante mercado.

1.1. Objetivos

Determinar el efecto del tiempo previo a la siembra, y cantidad de estiércol bovino, en el rendimiento de elote y de materia verde total, de la variedad de maíz criollo “Blanco Hualahuises”.

1.2. Hipótesis

El tiempo de exposición del estiércol bovino y su cantidad interactúan con los microorganismos y los factores físicos del suelo; estos influyen sobre su descomposición, y por lo tanto, afectan el rendimiento de elote y materia verde total.

II. LITERATURA REVISADA

El maíz (*Zea mays L.*), se convirtió en el Siglo XX en uno de los cereales más cultivados en los cinco continentes del planeta y en una fuente de calorías fundamental para buena parte de la población mundial. Asimismo, desde la segunda guerra mundial, el maíz ha presentado en términos generales, un crecimiento sostenido en volumen de producción, en extensión de superficies dedicadas al cultivo y en rendimiento. La FAO estimó que la producción mundial de maíz ascendería a los 455 millones de toneladas. El cultivo de maíz en México representa la actividad agropecuaria más importante desde el punto de vista económico, social y político, ya que como actividad económica participa en su explotación el mayor número de productores (2.4 millones). Como producto alimenticio constituye la base de la dieta del pueblo abasteciéndose diariamente 60 millones de consumidores de tortilla. Como cultivo utiliza 42 % de la superficie agrícola nacional con una producción de grano de 18'218,000 toneladas para el año 1993 (Fondos Instituidos en Relación a la Agricultura, 1994).

Los suelos agrícolas del estado de Nuevo León son predominantemente calcáreos, pobres en materia orgánica y con baja disponibilidad de nutrientes. Por otra parte los suelos del noreste del país, son considerados dentro de la clasificación de Köppen como áridos o semiáridos y en ellos se presenta el fenómeno de formación de costras densas, derivado de la acción impactante y aflojante de la humedad, seguida de días soleados. Dicho proceso de encostramiento afecta directamente la germinación de las semillas y el crecimiento de las

plantas e indirectamente los procesos físicos y químicos de los terrenos agrícolas; ya que, disminuye la penetración del agua, aumenta la escorrentia, inhibe la actividad microbiana, etc., por tal motivo, el empleo de abonos orgánicos se vuelve imperativo en el manejo de los suelos agrícolas de las tierras bajo cultivo extensivo de la región y en particular aquellas sometidas a la explotación de monocultivo con gramíneas; como es el caso de trigo las avenas y cebadas forrajeras en el ciclo de invierno, que son cultivos altamente esquilmanes; así como, cultivos de producción de grano y forraje como el sorgo y el maíz en los ciclos otoño-invierno y primavera-verano.

2.1. La agricultura “intensiva” y sus consecuencias

García (1993), menciona en su conferencia magistral que cada vez más la comunidad internacional se preocupa y llama la atención sobre las consecuencias catastróficas que la llamada "Agricultura Moderna", intensiva está trayendo sobre la ecología, el potencial productivo de los suelos agrícolas, la calidad de los alimentos, la salud del hombre y la vida de la población. Esta Agricultura Moderna que se ha desarrollado vertiginosamente en los últimos 40 años y liberada por los Estados Unidos, se caracteriza por el empleo de sistemas tecnológicos que utilizan plantas muy especializadas, y una alta cantidad de insumos como fertilizantes, pesticidas, herbicidas, riego, antibióticos, maquinaria agrícola y energía fósil. Una alta y destructiva mecanización, el monocultivo, la concentración de la tierra y animales en grandes agroempresas y la producción para la explotación también son características de esta "Agricultura Moderna".

Desde una visión ecológica; las técnicas agrícolas introducidas; así como, el afán de lucro de los grandes productores y la necesidad de subsistencia de grandes masas campesinas desplazadas hacia zonas marginales que no tienen una aptitud para la actividad agrícola, ha dado como consecuencia una grave deforestación del planeta, un aumento de la erosión y pérdida de la capacidad productiva de los suelos de tal magnitud que la desertificación alcanza el 55 % con posibilidades proyectadas al año 2000 para 60 al 80 % de la superficie de la tierra.

Ferrera y Santamaría (1997), Hylton (1973), hacen la reflexión sobre los efectos negativos de la contaminación de agua y alimentos por elementos que forman parte de los fertilizantes y agrotóxicos; asimismo, del incremento del número de insectos y organismos que se convierten en plagas y desarrollan estirpes o razas resistentes a los plaguicidas; la reducción de la biodiversidad por la presión de selección de los “sistemas modernos” de producción que hacen más vulnerables a los cultivos. Torres (1996), por su parte menciona que por ello debe entenderse que la agricultura orgánica necesita un alto grado científico, pues parte del conocimiento milenario acumulado, está en relación con la naturaleza, la cual no admite el más mínimo error.

2.2. La agricultura orgánica

Hylton (1973), se cuestiona con relación a la producción orgánica de alimentos; él mismo se responde señalando, que es el crecimiento o desarrollo de cultivos sin

aplicaciones de parasiticidas; sin fertilizantes artificiales; produciéndose en suelos en los que el humus contenido en el mismo es incrementado por la adición de materia orgánica; cultivos creciendo en suelos en los que el contenido de elementos minerales es mejorado mediante la aplicación de fertilizantes de origen natural; por otra parte; las plantas crecen sin el tratamiento de sustancias preservativas, hormonas, antibióticos o cualquier otro aditivo de origen sintético. La evidencia es clara, el suelo solamente es el sustrato o medio físico para el soporte de las plantas. Nuestra sana existencia depende del crecimiento del adecuado balance nutricional; así como, de cultivos libres de tóxicos. Una de las mejores definiciones de "agricultura orgánica" aparece en el artículo -What Does Organically Grown Really Mean?- magazine 1953 [*Organic Gardening and Prevention*].

Toyes (1997) y García (1993), son coincidentes al mencionar que la agricultura orgánica actualmente engloba un grupo de tendencias agrícolas que se oponen a las tecnologías desarrollistas que propugna la llamada "Agricultura Moderna". La Agricultura Orgánica es una concepción del desarrollo agrícola, la cual utiliza una variedad de opciones tecnológicas con empeño de producir alimentos sanos, proteger la calidad del ambiente y la salud humana e intensificar las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos. Así mismo, señala que el movimiento de la Agricultura Orgánica no es una línea rígida ni estrecha; sino que, comparte los principios de la agricultura natural, ecológica, biodinámica, biológica, ecológica y propugna la sustentabilidad de los sistemas agrícolas desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social.

2.3. Orígenes y desarrollo de la agricultura orgánica

Toyes (1997), en su ponencia señala que la agricultura comenzó a ser explotada en el período neolítico, con ello finalizó el nomadismo y el hombre pudo asentarse social y comunitariamente e iniciar la gran revolución neolítica que le llevó tiempos históricos; la agricultura nació entonces como una respuesta a las necesidades fundamentales del hombre por procurarse alimento, casa y vestido, desde entonces, y hasta los inicios de la revolución industrial, la agricultura había venido siendo el soporte de la economía de todos los pueblos.

García (1993), hace alusión a las prácticas de la agricultura conservacionistas e incluso de alta productividad; las cuales se remontan a la agricultura que practicaban los Chinos hace 6,000 años o la que desarrollaban los Mayas al sur de México y en Guatemala hace 2,000 años.

Toyes (1997) y García (1993), en su ponencia y conferencia magistral respectivamente, citan a diversos autores en torno al desarrollo de la “Agricultura Orgánica”; señalando que, corrientes científicas agrícolas que abrazan el movimiento de agricultura orgánica hoy en día, tienen sus bases a principios de siglo en las prácticas propugnadas por Rudolf Steiner (1861-1925) iniciador de la agricultura biodinámica en Alemania; quien maneja la conjunción entre la naturaleza y el espacio cuando el 7 de junio de 1924, en reacción al desarrollo del materialismo de la época, creó la teoría filosófica de

“antroposofía”; la cual resumía *“el curso de las lecturas nos mostrará cuan íntimamente ligados están los intereses de la agricultura en todas direcciones, con las esferas más amplias de la vida. Más aún, casi no existe un campo de la vida humana ajeno a nuestro tema. De una manera o de otra, todos los intereses de la vida del hombre pertenecen a la agricultura”*. Por su parte el botánico y agrónomo Inglés Sir Albert Howard dio su nombre de **Agricultura Orgánica** a sus concepciones agrícolas desarrolladas en su trabajo en la India (1899-1940) y al filósofo Japonés Mokiti Okada que alrededor de 1935 propugnó la agricultura natural.

Así mismo; García (1993), en su relatoria cita a Howard (1943), quién sustentaba que la verdadera fertilidad de los suelos debía apoyarse sobre un amplio suministro de materia orgánica y principalmente de elevados niveles de humus en el suelo. Estas ideas lo llevaron al desarrollo del proceso “Indore” para hacer compost, creado en la localidad de Indore en la India Central entre los años 1924-1931.

La agricultura orgánica se continúa desarrollando en la década de 1940 por Robert Rodale, el cual publicó la revista "Organic Gardening". Posteriormente se fundó el Instituto de Investigaciones Rodale (Rodale Research Center), en Emmaus Pennsylvania.

Por otra parte, señala que el surgimiento de la agricultura biológica está ligada al agrónomo Francés Claude de Aubert, la cual basa sus principios en el reciclaje de nutrientes en las granjas agrícolas; así como, un desarrollo armónico y diversificado de estos; lo cual, es en esencia la filosofía misma de sustentabilidad.

El movimiento agrícola conocido como "Tecnología Apropriada" (TA), esta íntimamente ligado al economista Alemán Ernest Friederch Schumacher; él parte del principio de que la tecnología de los países avanzados, en vez de traer progreso acarrea desgracia a los países en desarrollo.

A finales de 1970 Bill Mollison y David Holmgren basados en las ideas del filósofo Japonés Musanobu, desarrollaron en Australia la corriente agrícola conocida como "Permacultivo". Es una ciencia que abarca todos los aspectos de la agricultura como actividad socioeconómica de la humanidad, con una concepción adaptativa sostenible en base a los recursos, es a la vez una técnica del cuidado de la tierra.

La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) fue creada en 1972, con el objeto de integrar todos los movimientos y esfuerzos en pro de la agricultura orgánica como una vía ecológica, socialmente justa y sostenible para la producción de alimentos, que a la vez minimice la contaminación ambiental y el uso de los recursos no renovables de la naturaleza. Actualmente pertenecen a la (IFOAM), 360 organizaciones establecidas en más de 65 naciones en todos los continentes.

En América Latina debemos destacar el Consorcio Latinoamericano sobre Ecología y Desarrollo (CLADES) compuesto por 11 organizaciones no gubernamentales de 8 países sudamericanos. Dicho organismo se dedica a promover la investigación, entrenamiento e información sobre bases agroecológicas necesarias para un desarrollo de la agricultura más sustentable en América Latina (García, 1993).

2.4. Efectos benéficos de la aplicación de estiércol bovino

Etchevers (1993), menciona en su ponencia que - el suelo es uno de los recursos básicos para la producción de alimentos y para la supervivencia de la humanidad -. Es el soporte mecánico; así como, el reservorio de agua y nutrimentos para las plantas. Además, actúa como amortiguador (almacena y degrada) de los desechos de las actividades urbanas e industriales. El abuso de estas capacidades ha conducido a una degradación irreversible del suelo y a pérdidas que no son compensadas por la tasa de formación del mismo.

Cruz (1986), indica que entre las propiedades físicas del suelo que son mejoradas por la administración de compuestos orgánicos; se encuentran la agregación de las partículas y las relaciones con éstas como son: la aireación y la permeabilidad. Dentro de las químicas, pueden citarse el incremento de nutrimentos, el aumento del poder amortiguador del pH y la elevación de la capacidad de intercambio catiónico.

La producción de cultivos para la alimentación, se desarrolla perfectamente en suelos con altos contenidos de materia orgánica, y ellos son usualmente de una calidad nutricional superior. La materia orgánica- como humus- es la parte viva del suelo. En que en ese medio, como en el suelo, es posible que existan incontables billones de bacterias, hongos, y otros organismos microscópicos que puedan proporcionar al suelo tremendas cantidades de minerales, vitaminas y otros nutrientes disponibles para ser tomadas a través del sistema radicular de las plantas (Hylton 1973).

Salcedo (1986), cita a Ortíz y Ortíz (1980); Tamhane, *et al.* (1983), indican al respecto del estiércol bovino, que en esencia aporta cantidades de materia orgánica que al ser incorporadas al suelo agrícola tienen un gran impacto y reflejan su efecto sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas. Las principales funciones de la materia orgánica son: **A.** amortigua el impacto de las gotas de lluvia al caer sobre el suelo, favoreciendo la infiltración lenta del agua; además, reduce el escurrimiento y la erosión; **B.** al descomponerse produce sustancias y aglutinantes microbianos que ayudan a estabilizar la estructura deseable del suelo; **C.** amortigua y regula la temperatura del suelo; **D.** reduce la pérdida de agua por evaporación; **E.** aporta al mineralizarse diferentes nutrientes necesarios para la nutrición de las plantas; **F.** suelos con contenidos altos de materia orgánica, cuentan con mayor capacidad de almacenamiento de agua aprovechable; **G.** es amortiguador de los cambios químicos rápidos que normalmente se presentan cuando se aplican fertilizantes y/o caliza; **H.** libera ácidos orgánicos que ayudan a disolver minerales y los pone a disposición de la planta; **I.** constituye un almacén de cationes intercambiables y aprovechables (K, Ca y Mg); asimismo, el humus temporalmente retiene el amonio en forma aprovechable e intercambiable; **J.** tiene la especial función de hacer que el fósforo se aproveche más fácilmente en suelos ácidos, ya que se liberan durante la descomposición de citratos, oxalatos, tartratos y lactatos; los cuales, se combinan más fácilmente con el fierro y el aluminio que con el fósforo, dando como resultado la formación de menos fierro soluble y fosfato de aluminio, y por ende habrá mayor disponibilidad de fósforo; **K.** los ácidos liberados durante la descomposición de la materia orgánica ayudan a reducir la alcalinidad del suelo; **L.** es una fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos del suelo.

2.5. Efectos desfavorables de la aplicación de estiércol bovino

Como es de esperarse, existen algunos efectos negativos al menos en forma temporal en la incorporación de estiércol de bovino al suelo agrícola; asimismo, tales efectos no son privativos de esta fuente de materia orgánica; sino que, ocurren con todo tipo de abonos frescos o secos en mayor o menor grado. Algunos efectos son los siguientes:

A. bloquea los elementos fertilizantes en particular al nitrógeno, pasándolo a una forma orgánica no inmediatamente asimilable por las plantas., **B.** produce efectos tóxicos debido a productos formados en el curso de fermentaciones reductoras, o simplemente a la descomposición del oxígeno de la atmósfera del suelo; así mismo, se incluye el desarrollo de la fauna fitoparasitica, esporas o miscelios de los hongos que causan enfermedades criptogámicas., **C.** una acción desfavorable en la estructura del suelo; - en medio reductor húmedo - hay dispersión de los cementos coloidales, los óxidos de fierro particularmente; - en medio aireado seco - las capas de materiales orgánicos que pueden formarse, se oponen al paso de las raíces y en ciertas condiciones a la circulación del agua no saturante (García, 1966).

Cruz (1986), menciona en su trabajo que si bien el estiércol tiene magnificas propiedades; sin embargo, cuando el abono no ha sido procesado adecuadamente, su utilización puede traer efectos nocivos tales como:

- Fijación de amonio, zinc y cobre.
- Proliferación de malas hierbas.
- Producción de inhibidores del crecimiento de las plantas.
- Infestación de plagas y enfermedades.

2.6. Microorganismos

Emmel (1975), menciona que de los 90 elementos que se encuentran en la naturaleza, aproximadamente 40 de ellos los necesitan los organismos vivos. Son indispensables para el mantenimiento de la vida. Estos elementos químicos suelen utilizarse una y otra vez, o sea que recorren ciclos. Se desplazan en la *biosfera* (término utilizado para designar todos los organismos vivos sobre la tierra) en forma característica más o menos circular, del medio ambiente a los organismos y vuelta al ambiente. Así pues, los ciclos biogeoquímicos comprenden vías de elementos que se desplazan repetidamente entre formas inorgánicas y moléculas orgánicas. Los ciclos en que un elemento es devuelto al medio ambiente con la misma rapidez con que es extraído de él por los organismos vivos se designa como ciclos; más perfectos, que aquellos en que una parte del material es retenida en forma química inaccesible o en formaciones geológicas durante períodos prolongados. Es el caso de los elementos gaseosos como son el carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno. Estos elementos se desplazan en cantidades enormes, sirviendo la atmósfera de la tierra como principal depósito de almacenamiento inorgánico.

Longoria (1973), señala que las condiciones ambientales del suelo, particularmente el contenido de humedad y la aireación, juegan un papel importante en la proliferación de determinados tipos de microorganismos que toman parte activa en los procesos biológicos del suelo; más aún, se acentúan con la adición de materia orgánica.

En contraste a las condiciones de los suelos secos, el anego corta el abastecimiento de oxígeno a la población microbiana del suelo. En pocas horas los organismos aeróbicos agotan el oxígeno atrapado en los poros del suelo y el disuelto en el agua, por lo que se enquistan o mueren. Por el contrario, la población de microorganismos anaeróbicos y anaeróbicos facultativos, aumentan considerablemente; estos para llevar a cabo la descomposición de los residuos vegetales y la materia orgánica del suelo, utilizan en su respiración los compuestos oxidados presentes en el suelo tales como NO_3^- , Mn^{4+} , Fe^{3+} , SO_4^{2-} , etc., dichas sustancias al funcionar como aceptores de electrones se reducen. También los productos del metabolismo anaeróbico bacteriano pueden reducir dichos compuestos por medios intrínsecamente químicos, y de hecho, éste parece ser el proceso más común en tales condiciones, ya que ha sido posible aislar sustancias reductoras de la solución de suelos inundados (García, 1966).

2.7. Nitrógeno del suelo

Rojas (1979), menciona que la cantidad de N en el suelo varía de 0.2 a 0.4% del peso total; si se calcula que una hectárea de suelo a una profundidad de 30 cm pesa 3,000 t; entonces, el peso del N sería de 600 a 1,200 kg y suponiendo que las necesidades de la población vegetal sean de 100 kg ha^{-1} se agotaría en 6 a 12 años de cultivo. El origen del N es la materia orgánica y por tanto, el N queda en el suelo en forma amínica como parte de la molécula proteica; a partir de la cual sufre cambios químicos hasta transformarse en NO_3^- .

Tisdal, *et al.* (1975), mencionan que la suplementación de nitrógeno elemental es por todo la intención y propósito inagotable. Este nitrógeno inerte, esta en un equilibrio dinámico con las diferentes formas de fijación. El ciclo del nitrógeno es un proceso que se desarrolla permanente en el suelo agrícola; algunos de estos estados químicos del nitrógeno son controlados directamente por el hombre a través de prácticas de cultivo de agricultura de sustentabilidad, los cuales consisten en un manejo integral del sistema de cultivo con el ambiente natural en forma armónica. Por tal motivo aunque las plantas toman del suelo grandes cantidades de ese elemento, no se agota porque es regresado en condiciones naturales a su lugar de origen; los restos de vegetales y animales y además los microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico lo restituyen al suelo, conservando su fertilidad. La incorporación de estiércoles y/o materia orgánica coadyuvan a la fijación de ese macronutriente. El ciclo del nitrógeno [Saucchelli, (1964)] se muestra en la (Figura 1).

Tamhane, *et al.* (1983), mencionan en su obra que cuando se agregan a un suelo residuos nuevos de plantas, estos son ricos en carbono y pobres en nitrógeno. El contenido de carbohidratos es elevado. Esto da por resultado una proporción amplia de carbono y nitrógeno que puede ser de 40 a 1, o más. Al descomponerse, la materia orgánica de los suelos se convierte en humus con una proporción C:N aproximada de 10:1.

Una proporción baja de carbono y nitrógeno en el suelo indican, en general, una etapa avanzada de nitrificación y de resistencia a más transformación microbiológica.

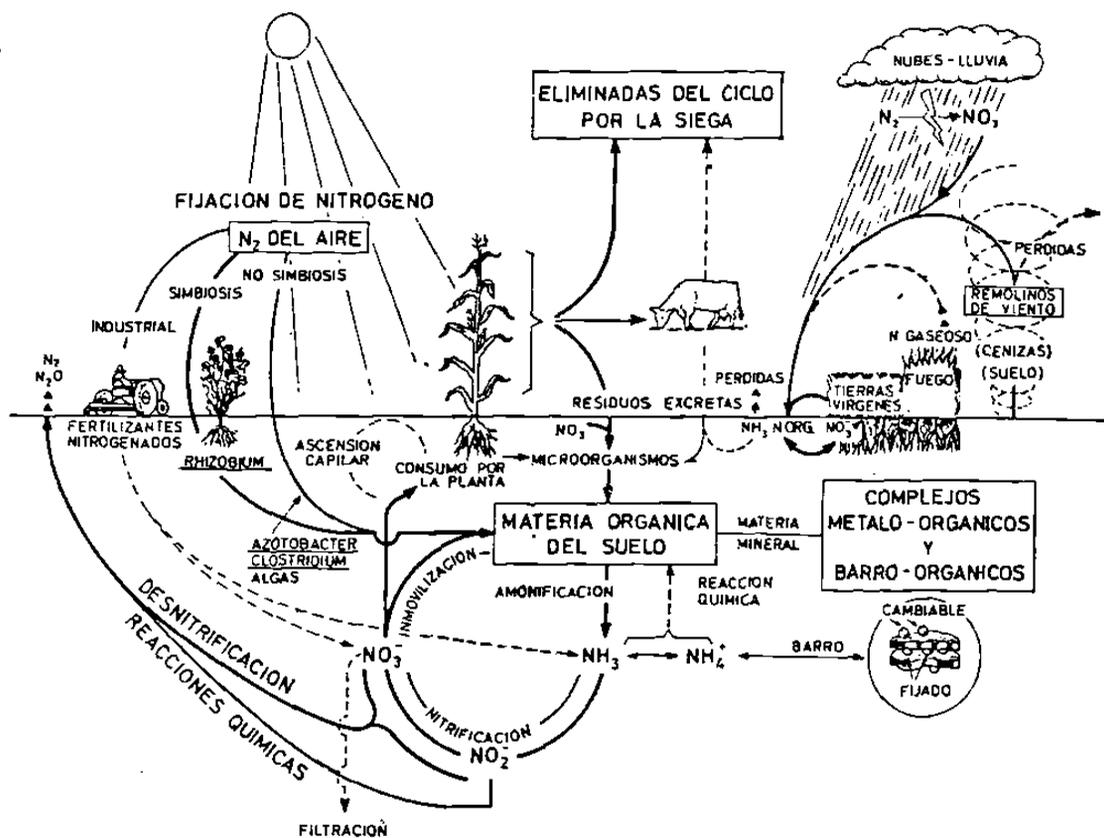


Figura 1. El ciclo del nitrógeno en el suelo. [Sauchelli (1964). Fertilizer Nitrogen - Its Chemistry and Technology. Reinhold of Publishing Corp., New York].

Rojas (1979), presenta en forma esquemática el proceso de nitrificación, mediante el cual se realiza la transformación de las proteínas de la materia orgánica a través del concurso de enzimas, aminoácidos y microorganismos hasta nitrógeno mineral (Figura 2).

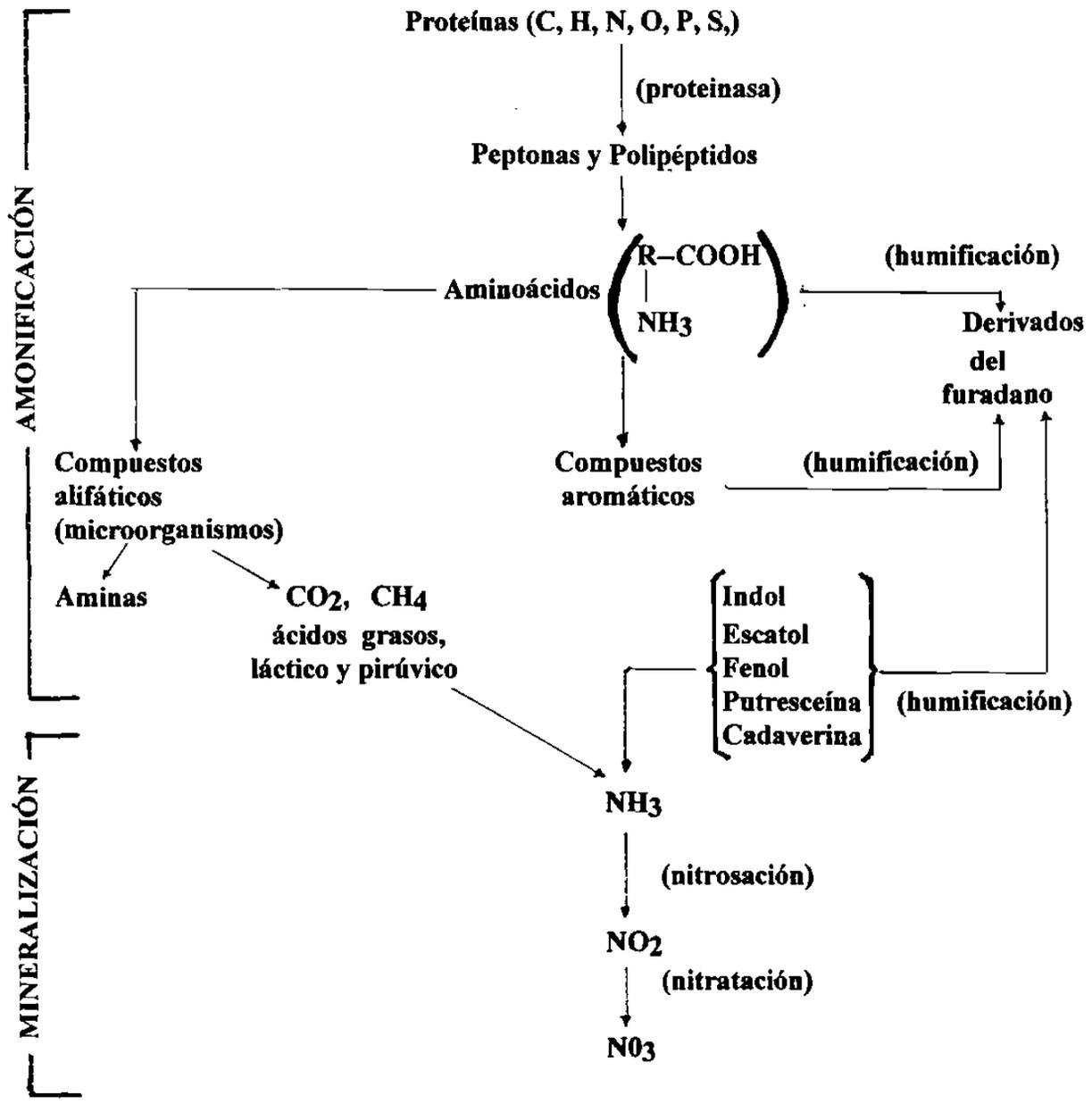


Figura 2. Esquema del proceso de nitrificación. / Fuente: Rojas G., M. (1979).

El humus es el resultado del deterioro de organismos animales muertos y de materia vegetal. Durante la descomposición temprana algunos elementos del carbono, hidrógeno, oxígeno metano, y amoníaco se disipan rápidamente como amina, dióxido de carbono, metano, y amoníaco, pero los otros se descomponen lentamente y quedan como humus. La composición química del humus varía, porque depende de la acción de organismos vivientes de la tierra, tales como bacterias, protozoarios, hongos, y ciertos tipos de escarabajos, pero normalmente contiene cantidades variantes de proteínas y ciertos ácidos ureicos combinados con ligninas y sus derivados. El humus es un material homogéneo, amorfo, oscuro y prácticamente carece de olor. Los productos del extremo de la descomposición del humus son sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco. La teoría del humus, mantiene como postulado que las plantas obtienen su alimento precisamente del humus; a mediados del siglo pasado se introdujo la teoría mineral, donde consecuentemente el empleo de fertilizantes minerales la sustenta (Encarta, 1993).

2.8. Fijación del nitrógeno

La fijación del nitrógeno atmosférico, por centurias ha sido a través de la siembra de leguminosas en rotación con otros cultivos; así como, mediante la aplicación de estiércol de animales; las cuales son una de las formas principales de suplementar nitrógeno adicional para los diversos cultivos. Sin embargo, la importancia de las leguminosas y del estiércol ha sido disminuida con el paso de los años derivado del rápido incremento en la producción de compuestos nitrogenados sintéticos (Tisdal, *et al.*, 1975).

Etchevers (1993), menciona con relación a la fijación de nitrógeno que, la contribución que hacen los microorganismos libres en las explotaciones de cultivos tradicionales, parece no ser muy elevada. “Existen numerosos casos de aislamiento de éstos, pero no todos ellos son igualmente efectivos en su función fijadora de nitrógeno. Un buen ejemplo de organismo fijador es el *Azospirillum* el cual ha merecido bastante atención en las últimas décadas. En México, un grupo de Microbiólogos de la Universidad Autónoma de Puebla, ha observado incrementos de rendimiento de maíz (*Zea mays L.*) en parcelas inoculadas con cepas seleccionadas de este género e investigadores del Colegio de Postgraduados, lo han aislado de agrosistemas tradicionales del trópico húmedo”. Se puede afirmar que la descomposición de la materia orgánica involucra a los microorganismos del suelo, ya que la misma suministra energía y nutrientes para sus procesos metabólicos básicos. Durante esta actividad ocurren cambios físicos y se efectúan acciones químicas; tales como la hidrólisis y solución del suelo.

Tisdal, *et al.* (1975), mencionan que en el suelo, se puede fijar nitrógeno a través de ciertos organismos que viven en este medio, los cuales incluyen numerosas especies de algas verdes y azules y algunas bacterias de vida libre. Las más importantes son *Rhodospirillum* la cual es fotosintetizadora y *Clostridium*, que es saprófita anaeróbica; así mismo, se cuenta con las saprófitas aeróbicas *Azotobacter* y *Beijerinckia*.

Por otra parte, indican que la última fuente de utilización de nitrógeno por las plantas es el gas inerte N₂, el cual forma parte del 78 % de la atmósfera terrestre. De

cualquier manera, esta forma elemental es la menos usada por las plantas superiores. La forma en que puede ser utilizado es convirtiéndolo a formas asimilables como las siguientes:

1. Fijación por *Rhizobium* y otros microorganismos que viven en simbiosis con las raíces de leguminosas y ciertas plantas no leguminosas.
2. Fijación por microorganismos del suelo de vida libre y quizás por microorganismos que viven en las hojas de plantas tropicales.
3. Fijación como uno de los nitrógenos oxidados por descargas eléctricas atmosféricas.
4. Fijación como amonio NO_3^- , o CN_2^- por cualquiera de los diversos procesos industriales para la manufactura de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Alemán (1986), menciona que la materia orgánica funciona como un granulador de las partículas minerales, y es por lo tanto responsable del desmenuzamiento de los suelos agrícolas; además, es la principal fuente de los elementos minerales N, P y S. Las bacterias libres fijadoras de N en el suelo, adquieren su energía de la materia orgánica y lo incorporan a sus células; cuando mueren se reciclan y sus restos son desintegrados en principio a su forma amoniacal. Dicha transformación es efectuada por microorganismos tales como hongos filamentosos y actinomicetos. La cantidad de nitrógeno transformado por putrefacción a la forma amoniacal es consecuencia directa de la cantidad de carbohidratos disponibles, de la composición química del material orgánico fuente, de la cantidad de microorganismos presentes en el suelo agrícola, así como, de la acidez,

aireación y humedad del suelo. Un segundo paso en la nitrificación es la transformación a nitrato; la cual, es la principal fuente del nitrógeno asimilado por las plantas superiores. Por otra parte la aplicación de estiércol de bovino maduro, derivado de la transformación microbiana y bioquímica de estiércol fresco es un proceso de mineralización de los productos orgánicos, con producción de material inorgánico más sencillo que pueda ser aprovechado directamente por las plantas.

Por su parte Tamhane, *et al.* (1983), menciona que en los suelos cultivados, nueve décimos de la materia orgánica del suelo pueden constituirse en humus perfectamente mezclados con coloides inorgánicos y se denomina un complejo de arcilla y humus. Además, cita a varios científicos y sus teorías; tales como:

- Geltser.- El humus no es de origen vegetal, sino el producto de la autólisis de los cuerpos de las bacterias que se han desarrollado en las hifas de los hongos.
- Kononova.- Las sustancias húmicas se forman por las mixobacterias en descomposición de la celulosa antes de que la lignina haya empezado a descomponerse. Los ácidos húmicos se forman en el momento de la descomposición intensa de la celulosa por la interacción de los compuestos nitrogenados orgánicos en el protoplasma mixobacteriano con polifenoles solubles (taninos, lignina y precursores). La reacción es catalizada por las enzimas oxidantes de las mixobacterias. En muchos aspectos, esta opinión comprueba los puntos de vista de Geltser, Laatsch y colaboradores. El ácido húmico rico en nitrógeno se presenta en el suelo como producto metabólico y de autólisis de los

microorganismos. El ácido húmico se forma mediante un mecanismo que implica la condensación o polimerización de un producto metabólico quinario de los microorganismos en condiciones ligeramente alcalinas.

- Enders- Los procesos metabólicos de los microorganismos son perturbados por autólisis. Los productos de la descomposición de las proteínas (aminoácidos) y los carbohidratos (metilglioxona) ya no se utilizan en el metabolismo normal y se condensan para formar sustancia húmica.
- Waksman *et al.*- Han demostrado el papel de la lignina en la formación de humus. Así, el humus se forma a causa de la asociación de proteínas en la lignina modificada.

El humus contiene formas de residuos de elementos en formas estables que se guardan en el suelo y que están disponibles como alimento de las plantas. La cantidad de humus tierra también afecta propiedades físicas importantes del suelo como son la estructura, color, textura y capacidad de retención de humedad.

El desarrollo ideal de las plantas cultivadas depende principalmente del volumen de humus presente en el suelo. En áreas donde crecen plantas cultivadas, constantemente se toma humus del suelo por la sucesión de cosechas, y se restaura el equilibrio orgánico del terreno agrícola, al agregar humus en forma de abono o estiércol.

2.9 Dosificación de estiércol

Cruz (1986), menciona que en lo relativo a la dosificación, ésta varía de acuerdo con muchos factores específicos, por lo que sólo se pueden dar algunos lineamientos generales; como es, el contenido de humedad del estiércol, el cual se considera “seco” cuando tiene hasta un 20 %. El contenido de nutrientes, se da sobre base seca, o sea, con 0 % de humedad en tal forma que es necesario efectuar la corrección respectiva para dar la dosis deseada de nitrógeno, fósforo y potasio. Cuando el material es procesado, prácticamente los nutrimentos son 100 % aprovechables; cuando no es así, se considera que el nitrógeno se libera en un 50 % el primer año, 35 % el segundo y 15 % el tercero. Por otra parte, se requiere realizar experimentación específica de acuerdo con el cultivo y suelo de la región de que se trate; sin embargo, a manera de guía es conveniente recordar, que los abonos del país indican contenidos de nitrógeno y fósforo (P_2O_5) sensiblemente iguales, por lo que se tiene el problema de calcular la dosis de abono tratando de cubrir los requerimientos de cualquiera de estos elementos. En los Estados Unidos de Norteamérica, comúnmente se realiza el cálculo tratando de proporcionar el fósforo recomendado. Sin embargo, las condiciones de nuestro país hacen que sea el nitrógeno el elemento que con mayor frecuencia se encuentra deficiente en los suelos agrícolas.

Aún cuando los criterios generales se han enmarcado, es conveniente aclarar que existen estudios específicos y generales para la dosificación de estiércol. Como referencia se puede observar los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Dosificaciones de gallinaza para diversos cultivos.

CULTIVOS	CONDICIONES DE HUMEDAD (GALLINAZA)		DOSIS DE GALLINAZA (t ha ⁻¹)
Maíz, sorgo, apio, papa	seco	(15 % de humedad)	4.0
	húmedo	(30 % de humedad)	8.0
Pastos		seco	2.0
		húmedo	4.0
Chícharo, rábano		seco	1.0
Remolacha, manzano		húmedo	2.0
Ciruela, fresa, espárrago		seco	1.5
		húmedo	3.0
Tomate, espinaca		seco	2.0
		húmedo	4.0

Fuente.-/ Penn. St. Univ. Coll. Agr. Ext. Serv. Univ. Park, Penn. Special Circular 146.
Profitable use of poultry manure.

Cuadro 2. Estiércol bovino para mantener un nivel constante de nitrógeno aprovechable a través de varios años.

Dosis de N. (kg ha ⁻¹)*	Estiércol (t ha ⁻¹)				
	AÑOS				
	1	2	3	4	5
50	10.4	6.5	7.2	6.5	6.4
100	20.8	13.0	14.5	13.1	12.9
150	31.2	10.5	21.8	19.7	19.3

Nota.-/ * Se considera un estiércol "seco" con un 30 % de humedad y un contenido de nitrógeno de 1.5 % (base seca).

* Después del 5º año, la cantidad de estiércol para aplicar es prácticamente constante.

2.10. Cálculo de estiércol bovino / nitrógeno

El procedimiento para realizar el cálculo de la cantidad de estiércol de ganado bovino requerido para aplicar una cantidad de nitrógeno por unidad de superficie agrícola es referido a una ecuación simultánea de primer grado, por ejemplo:

Se desea aplicar 100 kg de nitrógeno por hectárea, utilizando como fuente el abono de estiércol bovino intemperizado seco con un contenido de 1.66 % de N; ¿cuánto estiércol bovino se deberá utilizar?.

$$1^{\circ} \quad [\text{kg requeridos}] \times [\% \text{ nitrógeno}] = [\text{kg estiércol}] \times [\% \text{ N de la fuente}]$$

$$[100 \text{ kg}] \times [100 \text{ \%}] = [\text{kg estiércol}] \times [1.66 \text{ \%}]$$

$$[\text{kg estiércol}] = [100 \text{ kg}] [100 \text{ \%}] [1.66 \text{ \%}]^{-1}$$

$$[\text{kg estiércol}] = 6,024.09 \text{ kg} = \mathbf{6.02 \text{ t ha}^{-1}}$$

2° Dado que en un ciclo de cultivo, sólo se pondrá a disposición de la planta el 50 % del nitrógeno; la cantidad deberá calcularse al doble:

$$[6.02 \text{ t ha}^{-1}] [2] = \mathbf{12.04 \text{ t ha}^{-1}}$$

2.11. Estadística nacional de producción de elote

La Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (1995), a través del “Centro de Estadística Agropecuaria”, reporta en un software agrícola el “Anuario Estadístico de Producción Agrícola” para los diferentes cultivos nacionales; así como, las superficies sembradas y cosechadas; los rendimientos, la producción y precios unitarios; además, el valor de la producción para cada ciclo agrícola tanto de riego como de temporal.

La estadística del cultivo de maíz para elote para los años 1989 a 1995 se presenta

en los Cuadros 3 a 9.

Cuadro 3. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano para el año 1989 (SAGAR).

AÑO 1989 CICLO	SISTEMA	SUP. SIEMBRA (ha)	SUP. COSECHA (ha)	REND. (kg ha ⁻¹)	PROD. TOTAL (t)	P.M.R. (N\$ t ⁻¹)	VALOR PRODUCCIÓN (N\$)
O-I	RIEGO	6,334	6,279	12,420	78,012	303.70	23,692,389
P-V	RIEGO	10,480	10,447	9,790	102,283	283.16	28,962,622
(O-I + P-V)	RIEGO	16,814	16,726	10,780	180,295	292.05	52,655,011
O-I	TEMPORAL	NO	HAY	DATOS	DEL	CICLO	(O-I)
P-V	TEMPORAL	1,629	1,556	5,940	9,241	552.17	5,102,600
(O-I + P-V)	TEMPORAL	1,629	1,556	5,940	9,241	552.17	5,102,600
GENERAL	(R + T)	12,109	12,003	9,290	111,524	305.45	34,065,222
(O-I + P-V)	(R + T)	18,443	18,282	10,370	189,536	304.73	57,893,771

Cuadro 4. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano para el año 1990 (SAGAR).

AÑO 1990 CICLO	SISTEMA	SUP. SIEMBRA (ha)	SUP. COSECHA (ha)	REND. (kg ha ⁻¹)	PROD. TOTAL (t)	P.M.R. (N\$ t ⁻¹)	VALOR PRODUCCIÓN (N\$)
O-I	RIEGO	7,342	6,569	9,020	59,264	359.61	21,311,757
P-V	RIEGO	9,746	9,687	9,510	92,115	466.10	42,958,041
(O-I + P-V)	RIEGO	17,089	16,256	9,320	151,429	424.42	64,269,798
O-I	TEMPORAL	42	42	6,500	273	400.00	109,200
P-V	TEMPORAL	1,743	1,740	8,110	14,119	836.35	11,808,446
(O-I + P-V)	TEMPORAL	1,785	1,782	8,080	14,392	828.07	11,917,646
O-I	(R + T)	7,384	6,611	9,010	59,537	359.79	21,420,957
P-V	(R + T)	11,489	11,427	9,300	106,284	515.28	54,766,487
(O-I + P-V)	(R + T)	18,873	18,038	9,190	165,821	459.46	76,187,444

Cuadro 5. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano para el año 1991 (SAGAR).

AÑO 1991 CICLO	SISTEMA	SUP. SIEMBRA (ha)	SUP. COSECHA (ha)	REND. (kg ha ⁻¹)	PROD. TOTAL (t)	P.M.R. (N\$ t ⁻¹)	VALOR PRODUCCIÓN (N\$)
O-I	RIEGO	5,628	5,609	10,280	57,663	397.34	22,911,759
P-V	RIEGO	13,216	13,200	9,400	124,084	550.70	68,270,152
(O-I + P-V)	RIEGO	18,844	18,809	9,660	181,747	501.70	91,181,911
O-I	TEMPORAL	347	335	9,310	3,119	739.30	2,305,880
P-V	TEMPORAL	2,135	2,135	8,930	19,068	957.55	18,258,495
(O-I + P-V)	TEMPORAL	2,482	2,470	8,980	22,187	926.87	20,564,375
O-I	(R + T)	5,975	5,944	10,230	60,782	414.89	25,217,639
P-V	(R + T)	15,351	15,335	9,330	143,152	604.45	86,528,647
(O-I + P-V)	(R + T)	21,326	21,279	9,580	203,934	547.96	111,746,286

Cuadro 6. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano para el año 1992 (SAGAR).

AÑO 1992 CICLO	SISTEMA	SUP. SIEMBRA (ha)	SUP. COSECHA (ha)	REND. (kg ha ⁻¹)	PROD. TOTAL (t)	P.M.R. (N\$ t ⁻¹)	VALOR PRODUCCIÓN (N\$)
O-I	RIEGO	6,879	6,774	9,210	62,387	453.60	28,299,025
P-V	RIEGO	9,507	9,449	10,670	100,781	564.89	56,929,901
(O-I + P-V)	RIEGO	16,386	16,223	10,060	163,168	522.34	85,228,926
O-I	TEMPORAL	226	204	9,440	1,925	954.58	1,837,575
P-V	TEMPORAL	2,334	2,085	8,880	18,518	642.54	11,898,485
(O-I + P-V)	TEMPORAL	2,560	2,289	8,930	20,443	671.92	13,736,060
O-I	(R + T)	7,105	6,978	9,220	64,312	468.60	30,136,600
P-V	(R + T)	11,841	11,534	10,340	119,299	576.94	68,828,386
(O-I + P-V)	(R + T)	18,946	18,512	9,920	183,611	538.99	98,964,986

Cuadro 7. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano para el año 1993 (SAGAR).

AÑO 1993 CICLO	SISTEMA	SUP. SIEMBRA (ha)	SUP. COSECHA (ha)	REND. (kg ha ⁻¹)	PROD. TOTAL (t)	P.M.R. (N\$ t ⁻¹)	VALOR PRODUCCIÓN (N\$)
O-I	RIEGO	7,288	7,180	9,030	64,833	631.36	40,932,648
P-V	RIEGO	8,904	8,823	10,290	90,801	653.50	59,338,296
(O-I + P-V)	RIEGO	16,192	16,003	9,730	155,634	644.27	100,270,944
O-I	TEMPORAL	391	390	9,940	3,876	794.25	3,078,520
P-V	TEMPORAL	2,545	2,459	8,770	21,570	685.70	14,790,562
(O-I + P-V)	TEMPORAL	2,936	2,849	8,930	15,446	702.24	17,869,082
O-I	(R + T)	7,679	7,570	9,080	68,709	640.54	44,011,168
P-V	(R + T)	11,449	11,262	9,960	112,371	659.68	74,128,858
(O-I + P-V)	(R + T)	19,128	18,852	9,610	181,080	652.42	118,140,026

Cuadro 8. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano para el año 1994 (SAGAR).

AÑO 1994 CICLO	SISTEMA	SUP. SIEMBRA (ha)	SUP. COSECHA (ha)	REND. (kg ha ⁻¹)	PROD. TOTAL (t)	P.M.R. (N\$ t ⁻¹)	VALOR PRODUCCIÓN (N\$)
O-I	RIEGO	10,027	10,027	9,830	98,544	513.42	50,594,079
P-V	RIEGO	13,302	12,929	8,970	115,935	600.13	69,576,210
(O-I + P-V)	RIEGO	23,329	22,956	9,340	214,479	560.29	120,170,289
O-I	TEMPORAL	331	331	7,550	2,500	423.20	1,057,996
P-V	TEMPORAL	3,196	2,916	9,370	27,318	619.75	16,930,280
(O-I + P-V)	TEMPORAL	3,527	3,247	9,180	29,818	603.29	17,988,276
O-I	(R + T)	10,358	10,358	9,760	101,044	511.18	51,652,075
P-V	(R + T)	16,498	15,845	9,040	143,253	603.87	86,506,490
(O-I + P-V)	(R + T)	26,856	26,203	9,320	244,297	265.54	138,158,565

Cuadro 9. Anuario estadístico de la producción agrícola del cultivo de maíz para elote, señalando el sistema (riego o temporal); así como, el ciclo agrícola (O-I) = otoño-invierno y (P-V) = primavera-verano) para el año 1995 (SAGAR).

AÑO 1995 CICLO	SISTEMA	SUP. SIEMBRA (ha)	SUP. COSECHA (ha)	REND. (kg ha ⁻¹)	PROD. TOTAL (t)	P.M.R. (N\$ t ⁻¹)	VALOR PRODUCCIÓN (N\$)
O-I	RIEGO	7,668	7,664	10,170	77,965	491.75	38,338,991
P-V	RIEGO	9,815	9,809	10,740	105,388	606.64	63,827,699
(O-I + P-V)	RIEGO	17,483	17,473	10,490	183,353	557.21	102,166,690
O-I	TEMPORAL	118	83	8,900	739	578.76	427,706
P-V	TEMPORAL	3,990	3,941	6,430	25,154	1,937.35	48,732,216
(O-I + P-V)	TEMPORAL	4,108	4,024	6,430	25,893	1,898.58	49,159,922
O-I	(R + T)	7,786	7,747	10,160	78,704	492.56	38,766,697
P-V	(R + T)	13,805	13,750	9,490	130,542	862.25	112,559,910
(O-I + P-V)	(R + T)	21,591	21,497	9,730	209,246	723.20	151,326,612

2.12. Mercado del elote en Nuevo León

El estudio de la estadística del mercado del elote presentado en el anuario de productos hortícolas registra el comportamiento de este producto para el área metropolitana de la ciudad de Monterrey (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comportamiento del precio semanal y promedio mensual (N \$ / docena elote grande), en la Central de Abastos Monterrey, Guadalupe, N.L. (1993).

MES	ORIGEN	1°	2°	3°	4°	5°	PROMEDIO MENSUAL
		SEMANA.	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	
ENE.	N.L.	9.60	9.60	11.04	9.12		9.84
FEB.	N.L.	9.60	12.00	12.00	11.76		11.49
MAR.	N.L.	12.80	12.00	9.72	11.76	8.40	11.00
ABR.	N.L.	8.60	7.92	8.40	8.64		8.37
MAY.	TAMPS.	10.35	11.10	11.28	10.32		10.67
JUN.	TAMPS.	8.16	8.40	8.28	8.40	8.40	8.32
JUL.	TAMPS.	8.52	7.82	7.80	7.56		7.96
AGO.	TAMPS.	8.40	7.32	8.52	8.76		8.26
SEP.	N.L.	8.40	8.28	7.35	7.80	7.56	7.86
OCT.	TAMPS.	6.60	7.44	7.08	9.60		7.74
NOV.	TAMPS.	8.40	8.60	9.80	12.00		10.29
DIC.	TAMPS.	11.52	12.00	11.76	11.40	10.40	11.61

Fuente:- Anuario Estadístico de Hortalizas. 1993. Servicio Nacional de Información de Mercados.

2.13. Algunas referencias experimentales

Espinosa (1988), en las conclusiones de su trabajo de investigación sobre la evaluación del abonado, utilizando compost bajo dos modos de aplicación en cuatro fechas de incorporación antes de la siembra, con cuatro dosis en el cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] bajo riego; menciona que el método de aplicación en bandas proporciona los mejores resultados, y que las dosis de 18 a 27 t ha⁻¹, incorporadas al suelo 40 a 60 días previos a la siembra son las que se manifiestan en el rendimiento de grano.

Treviño (1980), en sus resultados de investigación realizados en trigo (*Triticum aestivum* L.), encontró que no existe efecto positivo en el rendimiento de grano de trigo y materia seca total al aplicar 12 días previos a la siembra cantidades de hasta 50 t ha⁻¹ de compost.

Mataruka, *et al.* (1993), establecieron un experimento con maíz Pioneer 3592 para producción de forraje en un suelo de margas limoso en Aurora, Nueva York el año 1989-90; en el cual, se utilizó una cultivadora sobre el lomo del surco para aplicar 60 kg ha⁻¹ de estiércol bovino como base antes de efectuar la siembra y una cultivadora lateral para la fertilización mineral con 125 kg ha⁻¹, aplicada a todos los tratamientos en 1989; así como, una cantidad de 140 kg ha⁻¹ de N el año 1990; los cuales, fueron aplicados lateralmente a las plantas en la fase (V5) en todos los tratamientos. El tratamiento cultivado en el lomo del surco generalmente tenía el más bajo tipo de cambio del carbono de la fase (V5) a la

(V8); asimismo, la más baja concentración de nitrógeno contenido en la planta durante la fase (V6); fue de 24.7 g kg⁻¹ en 1989 y 28,2 g kg⁻¹ en 1990. Los tratamientos no mostraron diferencias significativas. El rendimiento en 1989 resultó de 13.6, 16.3, 15.7 y 14,9 kg ha⁻¹ con respecto a los tratamientos de cultivo en el lomo del surco aplicados con estiércol de bovino de base con; 1/ cultivo en el lomo del surco con fertilizante nitrogenado; 2/ cultivo lateral y aplicación de fertilizante nitrogenado; 3/ cultivo lateral y aplicación de estiércol bovino; y 4/ cultivo lateral y aplicación de fertilizante nitrogenado respectivamente. Por otra parte, el rendimiento correspondiente en 1990 fue de 13.7, 15.3, 15.0 y 15,9 g kg⁻¹ de forraje. La concentración de nitrógeno correspondiente a la cosecha fue de 7.8, 8.5, 8.5 y 8,4 g kg⁻¹ en 1989. Se concluyó que; la aplicación de estiércol sobre la superficie antes de sembrar, más fertilizante suplementario a la fase (V5) era un nitrógeno viable para el sistema de manejo de maíz para forraje bajo cultivo en el lomo del surco pero no cuando se aplica lateralmente.

Murwira y Kirchmann (1993), realizaron un experimento de campo en Marondera, Zimbabwe (18° 11'S -30°27'E). El objetivo fue encontrar la relación dinámica del nitrógeno (N) y el crecimiento del maíz en una tierra arenosa bajo fertilización y aplicación de estiércol. Se usaron seis tratamientos: un testigo, estiércol, estiércol + N aplicado en pre-siembra, estiércol + N aplicado seis semanas después de la siembra, N aplicado en pre-siembra, y N seis semanas después de la siembra. Se aplicó el estiércol a una dosis equivalente a 10 ton ha⁻¹ y N a 100 kg ha⁻¹. El nitrógeno mineralizado, tomado por la planta, y lixiviado en el suelo fue determinado mediante la técnica de incubación [in situ].

La estimación del N presente se comparó con el N real tomado por las plantas de maíz. Todos los tratamientos que recibieron estiércol mostraron durante las ocho primeras semanas una inmovilización inicial de N. La aplicación temprana de N dio por resultado más mineralización de N del estiércol en comparación a la aplicación seis semanas después de la siembra. Las estimaciones de N tomado mediante la técnica de la incubación [in situ] eran similares al N real tomado en todos los tratamientos; salvo en el testigo, estiércol, y el tratamiento que recibió N seis semanas después de la siembra. Estos investigadores estimaron que los valores de N lixiviado fueron de 0.67 g m^{-2} a 4.22 g m^{-2} que es de 3% a 42% de N. Solamente en el tratamiento de pre-siembra se lixivió en cantidades más altas que el N aplicado. Se alcanzó una sincronización entre el N aplicado y el utilizado, en combinaciones de los tratamientos de estiércol y fertilizante N, especialmente aplicado tardíamente.

Sharma, *et al.* (1993), desarrollaron un trabajo experimental respecto a la colocación de estiércol de ganado bovino en producción de maíz, para observar el efecto directo en el rendimiento de grano; así como, el contenido residual de N en la planta; mediante la incorporación de estiércol de bovino descompuesto aplicado en tratamiento húmedo en maíz y sucesión mostaza. El fertilizante N se aplicó a razón de 0, 50, 100, 150, y 200 Kg ha⁻¹. El método de colocación estudiado mostró que la planta de maíz sembrado en hileras encima de las zonas donde el estiércol se inyectó [verticalmente], tenía la más alta concentración de N y mayor rendimiento de grano. En tanto que el maíz que se desarrolló en desplazamientos de las hileras, a distancias paralelas de 10, 20 o 30 cm del

sitio de la inyección, tenía más bajas concentraciones de N y el menor rendimiento de grano. La disminución del rendimiento resultó mayor en 1986 cuando fue de 4.873 t ha⁻¹, en el tratamiento de siembra encima de la inyección; bajando poco a poco el rendimiento de maíz de 10 a 30 cm de la inyección. El rendimiento el año 1984 fue significativamente mayor cuando el estiércol se incorporo por inyección horizontalmente en las hileras que cuando se inyectó el estiércol a cuchillo (verticalmente); pero no en 1986 cuando la pérdida de N volátil fue alta debido a la inapropiada inyección e incorporación. Los efectos de inhibidores de la nitrificación en relación con la aplicación del estiércol fueron incompatibles y no aumentaron el rendimiento de grano. Una aplicación suplementaria de N inorgánico aumentó el rendimiento de grano cuando ocurrió pérdida de N volátil del estiércol de 1.99, 2.46, 3.15, 3.28 y 3.89 t ha⁻¹, respectivamente. Asimismo, suministraron en tratamientos húmedos, estiércol descompuesto de bovino en cantidades de 0, 3.33, 6.66, y 13.36 t ha⁻¹. Los rendimientos de maíz obtenidos fueron de 2.25, 3.20, 3.17, y 3.20. El rendimiento de semilla de mostaza *B. campestris* obtenido después de maíz sin nueva aplicación con estiércol descompuesto de bovino fue mayor con un aumento en N y una disminución del estiércol humedecido [bioslurry]; tal como sucedió con el N tomado en ambas cosechas.

Sawyer, *et al.* (1991), condujeron una serie de ensayos en ciudad de la Perla cercana del campo, Illinois en 1983-86. El objetivo fue determinar los efectos respecto del método de la aplicación del estiércol líquido de ganado y su colocación en maíz; así como, el rendimiento de grano y la concentración de N remanente en la planta. El método de

colocación estudiado mostró que la planta de maíz sembrado en hileras encima de las zonas donde el estiércol se inyectó [verticalmente], tenía la más alta concentración de N y mayor rendimiento de grano. En tanto que, el maíz que se desarrollo en desplazamientos de las hileras, a distancias paralelas de 10, 20 o 30 cm del sitio de la inyección, tenía más bajas concentraciones de N y el menor rendimiento de grano que el maíz desarrollado en hileras encima de la inyección de estiércol. La disminución del rendimiento resultó mayor en 1986; bajando el rendimiento de maíz de los 10 a 30 cm de la inyección que en maíz establecido encima de la inyección. El rendimiento en el año 1984 fue significativamente mayor cuando el estiércol se incorporo por inyección horizontalmente en las hileras que cuando se inyectó a cuchillo (verticalmente); pero no en 1986 cuando la pérdida de N volátil fue alta debido a la inapropiada inyección e incorporación. Los efectos de inhibidores de la nitrificación en relación con la aplicación del estiércol fueron incompatibles y no aumentaron el rendimiento de grano. Una aplicación suplementaria de N inorgánico aumentó el rendimiento de grano cuando ocurrió la pérdida de N volátil del estiércol.

Paul y Beauchamp (1993), condujeron un estudio durante los meses de mayo y junio, para determinar si el N del estiércol disponible para el maíz (*Zea mays L.*) se estimó bien o fue el N inorgánico contenido en el suelo. El estiércol en líquido de ganado bovino lechero; así como, el (compost) de estiércol de ganado bovino de carne; se aplicó a razón de 50, 100 y 150 kg ha⁻¹ equivalentes de N inorgánico. El N recuperado de iguales porciones de plantas de maíz (follaje y grano) en 1988 y 1990 promedió 49, 18, y 5 % del

N total (urea) del estiércol líquido de ganado lechero, y de compost de estiércol sólido del ganado de carne respectivamente. No hubo ninguna respuesta en rendimiento a cualquiera de las fuentes de N en 1989 debido a la alta fertilidad del suelo. El N relativo tomado por el maíz para el grano y forraje en 1988 y 1990 tuvo una correlación significativa con el N inorgánico aplicado como estiércol o fertilizante ($R^2 = 0.56$), pero no con el N total aplicado ($R^2 = 0.20$). Cuando los datos de los tres años fueron analizados, el N relativo tomado fue mejor correlacionado con $\text{NH}_4 + \text{NO}_3^-$ a mediados de mayo y el NO_3^- de principios de Junio ($R^2 = 0.83$ y 0.76 , respectivamente), que con el N inorgánico aplicado en forma de estiércol como fertilizante ($R^2 = 0.20$). Una tierra que cuenta con N después de la aplicación de estiércol a mediados de mayo o inicio de Junio prueba que esa forma de incorporar N es la mejor herramienta de manejo para producción de maíz y ganado en granjas de Ontario, Canadá.

Truksa (1990), realizó un ensayo de campo haciendo aplicaciones profundas de estiércol líquido en el suelo durante el crecimiento de maíz para grano. En los estudios de campo realizados en un suelo degradado (chernozem) cuyo único tratamiento era el subsoleo, a menudo el rendimiento de maíz incluso disminuía. El rendimiento de grano aumento a $> 8.0 \text{ t ha}^{-1}$ y $> 9.5 \text{ t ha}^{-1}$ durante 1986 y 1988 respectivamente, cuando se realizó el subsuelo a 0.45 cm de profundidad e inmediatamente se aplico el estiércol de bovino húmedo, excepto en 1987 cuando la temperatura del invierno estaba muy baja.

En un experimento de laboratorio y de campo conducido por Guan (1989), se estudió la influencia de productos orgánicos y aplicaciones de estiércol sobre las actividades de la enzima de la tierra y en la disponibilidad de nitrógeno y fósforo en una tierra aluvial en Shandong, China. La aplicación de paja de trigo y maíz, como de estiércol, aumentó la actividad de la invertasa de la tierra en 40-91 y 150-156 veces, respectivamente, comparado con el tratamiento del testigo. La aplicación de abono, estiércol de cerdo, caballo y estiércol de ganado también aumentó la actividad de invertasa pero a una relativamente menor magnitud. También se aumentaron por la aplicación de los estiércoles las actividades de ureasa y fosfatasa alcalina. Los volúmenes de N disponible y P en muestras tomadas de la tierra de parcelas con aplicación de los estiércoles orgánicos era significativamente más alto que en los testigos.

Motavalli, *et al.* (1993), realizaron un experimento en un campo de Ashland, Wisconsin; durante los años 1979-81. En un suelo de marga arenoso, sembraron maíz híbrido Warwick. Se aplicó el producto semi-sólido SL207 estiércol de bovino lechero a razón de peso húmedo de 0, 42.56, 73.96, 134.4 y 271.04 t ha⁻¹. Así mismo, se aplicó junto a la semilla los tratamientos de 0, 48, 96, y 144 kg de N ha⁻¹ sobre la base de sulfato de amonio. Además, se utilizaron 0, y 180 kg ha⁻¹ de la fórmula fertilizante [6: 24: 24 (NPK)]. El forraje de maíz ensilado en donde se usó la fórmula fertilizante (NPK), alcanzó en suma aumentos significativos en un año de (7.616 a 8.512 t ha⁻¹); aunque, el K tomado era más alto en todos los años. La aplicación de estiércol y N de la fuente fertilizante sulfato de amonio para el período de prueba aumentó la cantidad de forraje para ensilar en forma

significativa. Por su parte el efecto del estiércol húmedo fue mayor que la aplicación de N del sulfato de amonio. Resultaron algunas interacciones entre estiércol y N del sulfato de amonio; así como, con la fórmula (NPK). Se encontró un aumento de residuo positivo en el P y K asimilado por la planta debido al estiércol. En tanto que no se encontró ningún efecto de residuo con la aplicación de N del sulfato de amonio.

Huber y Amberger (1990), utilizando el método del túnel de viento, midieron las pérdidas de NH_3 a partir de la aplicación de estiércol húmedo de ganado a tierra bajo cultivo y prado. Se midieron, las influencias de las condiciones atmosféricas, volumen de la materia seca del estiércol, y el tiempo y se probó el método de aplicación. La aplicación de estiércol húmedo a cereales en la etapa de crecimiento dio por resultado pérdidas significativamente reducidas de NH_3 cuando se comparó la aplicación del estiércol mediante la incorporación en el suelo a la aplicación superficial. Las pérdidas fueron calculadas en 25% del NH_4 inicial para trigo y cebada de invierno. La aplicación de estiércol líquido después de la cosecha de cereales y bajo condiciones de temperatura del verano llevó a pérdidas de un 60%. La aplicación de rastrojo de maíz en la superficie en noviembre todavía dio por resultado 50% de pérdidas a pesar de que las temperaturas fueron más bajas. Una incorporación rápida, poco profunda en la tierra usando un rastrillo de dientes redujo las pérdidas de NH_3 en un 50%. En prado se registraron las pérdidas más altas (80%) a fines del verano. Las pérdidas de NH_3 encontradas aumentaron con el aumento de volumen de la materia seca del estiércol y con los incrementos de temperatura.

Spallacci (1989), comparó los resultados de tres experimentos, en los cuales se investigó el N retenido y las pérdidas en cuatro tipos diferentes de tierra y tipos de estiércol; el estudio se llevó a cabo al norte de Italia y fue conducido por diez años a partir de 1976. En los primeros experimentos se aplicó estiércol húmedo de cerdo a cuatro tipos de suelo (arena, marga arenosa, arcilla arenosa y arcilla) realizándose el estudio mediante el lisímetro por más de 4 años. Se establecieron 48 lisímetros distribuidos entre los cultivos y las 4 dosificaciones líquidas; las cuales, fueron desde 0.0 N hasta una cantidad de 1,065 kg ha⁻¹ aplicados por año. Se recomendó que se hicieran aplicaciones de estiércol húmedo de cerdo. En el segundo experimento se aplicó estiércol de cerdo encima del suelo arcilloso por un período de 3 años, en épocas diferentes del año. El N retenido y el nitrato de la tierra se comparó con los volúmenes de los tratamientos de “NPK”. Un tercer ensayo de campo comparó el N retenido por ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) y maíz (*Zea mays*) después de la aplicación de estiércol húmedo de ganado o de fertilización con base a NPK.

Spallacci concluyó al término de sus experimentos que las máximas cantidades de N tomadas por las cosechas sucedieron; (i) con estiércol de cerdo, en lugar de ganado, (ii) en tierras de textura media; y (iii) con tratamientos realizados en la época de primavera-verano.

Raun, *et al.* (1993), al realizar los análisis de la estabilidad en datos del trigo en Oklahoma, encontraron que las aplicaciones del estiércol del ganado, el cual aportó una

cantidad equivalente de N de 269 kg ha⁻¹ respondió pobremente comparado con el tratamiento de la formula NPK cuando las condiciones del medio ambiente eran bajas (< 2,0 t ha⁻¹) y viceversa cuando las condiciones del ambiente eran altas (> 2,0 t ha⁻¹).

Vecchietini y Garagnani (1988), realizaron ensayos de campo en un suelo arcilloso durante los años 1982-86; ellos supervisaron los rendimientos de la cosecha en monocultivo de maíz (var. Roberta), maíz seguido por trigo (var. Mec), maíz seguido por frijol soya (var. Hodgson) y frijol soya en rotación del trigo. El cultivo de maíz, no fue fertilizado recibiendo sólo el abono de estiércol de ganado húmedo equivalente de 40 a 80 t ha⁻¹; el trigo recibió 100 kg tanto de P₂O₅ como de K₂O + 100 a 200 kg de N ha⁻¹; en tanto al frijol soya le aplicaron 30 kg de N, 100 kg de P₂O₅ y de K₂O. El rendimiento de frijol soya no se afectó por cosechas o por aplicaciones de fertilizante previas. El rendimiento de trigo sin N fertilizante fue mayor después de maíz que después de frijol soya. El rendimiento de maíz en monocultivo sin N resultó ser más bajo que el rendimiento después de trigo o frijol soya. Por otra parte el rendimiento de maíz con fertilizante N no fue afectado por cosechas previas.

El-Shinnawi, *et al.* (1991), realizaron un experimento en invernadero a efecto determinar la eficacia de la fermentación prolongada de estiércoles en la producción de biogas. Los datos experimentales mostraron que los volúmenes de nutrientes de un suelo arenoso sembrado con maíz a los 60 días de desarrollo aumentó por la aplicación de tallos de maíz y estiércol de ganado bovino en composta de 95 días de fermentación.

Elema, *et al.* (1990), en estudios efectuados en los Países Bajos, frecuentemente se encontró en forraje de maíz la incidencia de semillas de *Echinochloa* (crus-galli) y biotipos resistentes de *Chenopodium álbum* y *Solanum nigrum*. Su viabilidad fue reducida por ensilaje del maíz; así como, al pasar por el tracto digestivo de ganado y cuando se presenta en el estiércol líquido. Donde el maíz era ensilado por lo menos 4 semanas en el otoño y el estiércol líquido del ganado que consume el forraje conservado en silo se aplicó a la primavera siguiente, las semillas de *Ch. álbum* y *S. nigrum* pudieron sobrevivir más tiempo que las de *Echinochloa*.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características generales del área de estudio

3.1.1. Localidad

El experimento fue establecido dentro del área del Campo Agrícola de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicada en el Km 17.5 de la carretera Zuazua-Marin en el Municipio de Marin, N.L. La altura registrada es de 367 msnm. Geográficamente se encuentra ubicada entre los paralelos Latitud Norte ($25^{\circ} 53'$) y Longitud Oeste ($100^{\circ} 03'$) respecto del meridiano de Greenwich (Torres, 1992).

3.1.2. Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1973), el clima predominante en la región es del tipo semidesértico; es decir, se trata de un clima con las siguientes características:

BS₁ (h') hx' (e')

BS₁ : Clima seco o árido, con régimen de lluvias en verano; siendo el más seco de los BS.

(h') h : Temperatura promedio anual mayor de 22° C y menor de 18° C en el mes más frío.

(x') : El régimen de lluvias se presenta como intermedio entre el verano e invierno con un porcentaje de lluvia invernal (> de 18 %).

(e') : Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales mayor de 18° C; siendo ésta la más extrema.

Las condiciones climatológicas que prevalecieron durante los primeros seis meses del año, bajo las cuales se condujo el presente estudio, se presentan en la figura 3.

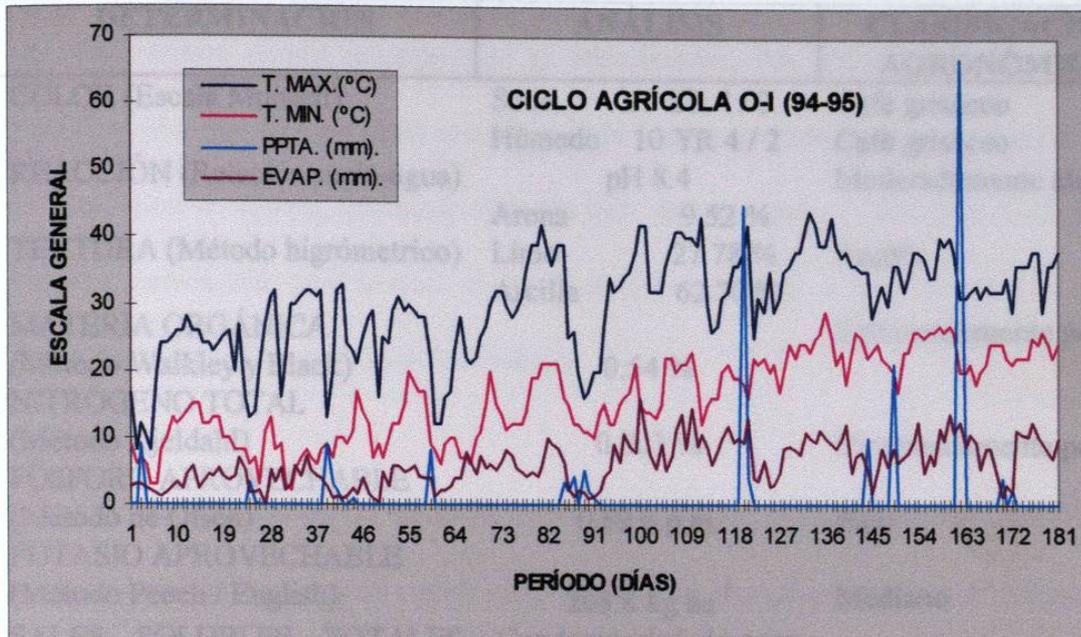


Figura 3. Comportamiento climatológico, ocurrido durante el período de Enero-Junio. "Campo Agrícola experimental" Marín, N.L.

3.1.3. Suelo

Así mismo, Garza y Araujo (1984), en su estudio agrológico del área donde se... Los suelos del área de estudio son típicos de las regiones semiáridas, ligeramente alcalinos con valores de pH que fluctúan entre 7.5 y 8.5 ; además, son pobres en su contenido de materia orgánica (1-2 %) y elevados contenidos de CaCO_3 (> de 10 %). Su textura es arcillosa y franca, de color negro, gris oscuro de origen aluvial, los cuales presentan grandes grietas en períodos de sequía y algunos problemas de salinidad.

Cuellar (1994), reporta en su trabajo de investigación las principales características físico-químicas del suelo donde desarrolló el experimento de su tesis (Cuadro 11). Dicho trabajo se encontró vecino al sitio donde se estableció el presente experimento.

Cuadro 11. Reporte de los resultados de laboratorio respecto a las propiedades físicas y químicas del suelo (estrato de 0 a 30 cm) laboratorio de suelos (F.A.U.A.N.L.).

DETERMINACIÓN	ANÁLISIS	CLASIFICACIÓN AGRONÓMICA
COLOR (Escala Munsell)	Seco 10 YR 4 / 2	Café grisáceo
	Húmedo 10 YR 4 / 2	Café grisáceo
REACCIÓN (Relación suelo-agua)	pH 8.4	Moderadamente alcalino
TEXTURA (Método higrométrico)	Arena 9.52 %	Arcilla
	Limo 27.78 %	
	Arcilla 62.70 %	
MATERIA ORGÁNICA (Método Walkley y Black)	0.54 %	Extremadamente pobre
NITRÓGENO TOTAL (Método Kjeldahl)	0.003 %	Extremadamente pobre
FÓSFORO APROVECHABLE (Método de Olsen)	0.89 p.p.m.	Bajo
POTASIO APROVECHABLE (Método Peech / English)	265.8 kg ha ⁻¹	Mediano
SALES SOLUBLES TOTALES (Puente de Wheaststone)	Conductividad eléctrica 2.1 mmhos cm ⁻¹	Ligeramente salino

Fuente / Cuellar (1994).

Así mismo, Garza y Araujo (1984), en su estudio agrológico del área donde se realizó el trabajo, reportaron que el suelo corresponde de acuerdo a su clasificación a la serie Zuazua; la cual esta constituida por suelos de formación reciente, de color café grisáceo en seco y café grisáceo intenso en húmedo, su consistencia es dura a muy dura y su textura es arcillosa. La formación de este suelo es aluvial que varía de 70 a 272 cm de profundidad; a partir de los 25 cm en el perfil del suelo, manifiesta una estructura poliédrica angular grande, de consistencia muy dura y además presenta acumulaciones de carbonatos de calcio. Los resultados de análisis de laboratorio indican que su pH es moderadamente alcalino, pobre en nitrógeno, bajo en fósforo y moderadamente salino, el drenaje del suelo es deficiente debido a la capa de suelo en el estrato de 30 cm.

3.1.4. Sitio, diseño experimental y tratamientos

El terreno donde se estableció el experimento, fue preparado dentro del ciclo Otoño-Invierno (94-95) mediante una labor de barbecho; posteriormente se cruzó el terreno con una rastra de discos, quedando el suelo bien desmenuzado y listo para el trazo de la parcela experimental; para lo cual, el día 13 de febrero se surco el terreno a 0.80 m entre surcos y se trazaron las regaderas secundarias.

La distribución de las unidades experimentales se realizó de acuerdo al diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, con arreglo en parcelas divididas. En las parcelas grandes se alojaron las tres fechas de aplicación de estiércol bovino; al momento de la siembra, a los 7 y 15 días previos a la siembra. En las parcelas chicas se manejaron las tres dosis; sin estiércol, 2,5 y 5.0 t ha⁻¹.

La parcela experimental ocupó una superficie total de 1,864.8 m²; asimismo, la parcela grande es de 100.8 m² y cada parcela chica o unidad experimental fue de 33.6 m² y la parcela útil de 8.0 m².

La aleatorización y distribución de las parcelas grandes y chicas en las repeticiones se encuentra en el croquis de la Figura 4.



R I			7 DÍAS			0 DÍAS		
0.0	2.5	5.0	2.5	0.0	5.0	0.0	5.0	2.5
REGADERA								

R II			15 DÍAS			0 DÍAS		
5.0	0.0	2.5	0.0	2.5	5.0	2.5	0.0	5.0
REGADERA								

R III			7 DÍAS			15 DÍAS		
5.0	2.5	0.0	5.0	0.0	2.5	0.0	5.0	2.5
REGADERA								

R IV			0 DÍAS			7 DÍAS		
2.5	0.0	5.0	0.0	5.0	2.5	5.0	2.5	0.0

Figura 4. Croquis del experimento “Fertilización Orgánica con Estiércol Bovino en Diferentes Fechas y Dosis de Aplicación en Maíz Blanco Hualahuises”.

3.2. Materiales

El material básico para el trazo, establecimiento y desarrollo del trabajo experimental que se condujo durante el ciclo O-I (94-95), consistió de los siguientes elementos:

Se utilizó la semilla de maíz criollo “Blanco Hualahuises”; el cual, es una variedad de polinización libre de ciclo intermedio con 65 días aproximadamente a la floración.

El estiércol seco de bovino, fue proporcionado por la Jefatura del Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L., en Marín, N.L.

Los combustibles (diesel y gasolina) fueron utilizados, para el tractor y camioneta pick-up.

Se requirió de una cinta de medir de 30 metros, cordel de ixtle, estacas y cal; los implementos de trabajo utilizados fueron azadones, palas, y lona para el manejo del agua de riego administrado al experimento; además, hoz y machete; asimismo, las variables del sistema métrico decimal fueron tomadas mediante básculas de plancha, reloj, granataría y eléctrica digital, vernier, estadal y una regla. Se requirieron bolsas de papel encerado y de plástico de 2 kg de capacidad; en las cuales se conservaron hojas; asimismo, sacos de 20 kg para conservar la materia verde de plantas de maíz para determinaciones posteriores. Se

utilizaron ligas para sujetar, etiquetas y marcadores. Para el manejo de elotes y plantas, al momento de la pesada en la báscula de reloj se utilizó un bote de plástico con capacidad de 20 litros, el cual fue previamente tarado. Se requirió de 50 cc de un producto pesticida sintético piretroide comercialmente conocido como pounce para el combate de trips (*Franklinella willamssi*). Por otra parte, con el objeto de contar con material didáctico y registro de evidencia del avance de la parcela experimental, se usaron dos rollos de transparencias.

3.3. Método

El experimento se estableció utilizando un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. En las parcelas grandes se ubicaron las tres fechas de aplicación de estiércol; es decir, a la siembra y a los 7 y 15 días antes de la siembra.

En las parcelas chicas, se establecieron tres dosis de estiércol; es decir, 0.0, 2.5 y 5.0 t ha⁻¹. La aplicación se efectuó esparciéndolo a lo largo y en el fondo del surco en una franja de aproximadamente 20 cm de ancho; enseguida se procedió a tapar con suelo.

El estiércol para cada fecha fue pesado utilizando la báscula de reloj y en los botes de plástico se repartió y aplicó en el fondo y a lo largo del surco en una franja de 20 cm aproximadamente; es decir, que cada unidad experimental correspondiente a parcela chica,

en el caso de la dosis de 5.0 t ha^{-1} recibió una cantidad de 4.2 kg, o sea 0.700 kg por surco; por su parte la dosis de 2.5 t ha^{-1} , correspondió justamente la mitad de la dosis anterior; por su parte la dosis 0.0 t ha^{-1} , no recibió ninguna aplicación. En las unidades que fueron tratadas con estiércol seco de bovino, se tapó con azadón; enseguida se procedió a la aplicación de un riego ligero de 5 cm de lámina aproximadamente; el cual, es indispensable para que actúen las bacterias presentes en el suelo y de esa manera se de iniciación al proceso de descomposición de la materia orgánica. La fecha 3 (15 días) se aplicó el día 15, la fecha 2 (7 días) el 22 y la fecha 1 (0 días) el 28 de febrero.

La siembra se realizó el 1° de marzo, ésta se hizo a mano en forma mateada, depositando de 2 a 3 semillas para dejar una planta por punto a una distancia de 25 cm entre ellas. Fue necesario aplicar un riego el día 7 para uniformizar la humedad y evitar la formación de costra del suelo y uno más el día 13; la nacencia se registró el día 15 de marzo.

En la etapa fenológica de 5 hojas, se presentó una fuerte infestación de trips (*Franklinella willamssi*), los cuales fueron controlados mediante la aplicación de un producto sintético “piretroide”, registrado comercialmente como pounce; la dosis utilizada fue de 300 cc ha^{-1} ; dicho combate químico se realizó el día 8 de abril, para lo cual se utilizó una bomba de aspersión de mochila de tipo manual con presión continua.

El maíz fue aporcado el día 24 de abril recibiendo el primer riego de auxilio el 1° de mayo y el segundo auxilio el 23 de mayo. Los despajes fueron realizados en forma manual con azadón.

3.3.1 Variables estudiadas

El día 10 de junio, se inició la toma de datos; la parcela útil, se tomó eliminando un metro de cada cabecera del surco; asimismo, se eliminó el efecto de bordo, para lo cual se consideraron solamente dos surcos (10 metros lineales de surco = 4.0 m²). Las variables se obtuvieron a través de un muestreo inicial de 10 plantas con competencia completa; las cuales, se cortaron en la etapa fenológica de elote dentro de la parcela útil; inmediatamente después se procedió en el mismo lugar del experimento a la toma de datos de las variables y posteriormente se registraron los promedios.

1. La altura a la hoja bandera (cm), se midió mediante un estadal, tomando desde el corte del tallo al ápice de la espiga.
2. La altura a la hoja bandera (cm), se midió mediante un estadal, tomando desde el corte del tallo a la inserción del limbo con la vaina en la hoja bandera.
3. La altura a la inserción del elote (cm), se midió mediante un estadal, desde el corte del tallo al nudo de inserción del elote en el tallo.
4. El diámetro menor del tallo (cm), se midió en el segundo entrenudo del tallo mediante un vernier.

5. El diámetro mayor del tallo (cm), se midió del segundo entrenudo del tallo mediante un vernier.
6. El peso de materia verde ($t\ ha^{-1}$), fue tomado pesando todas las plantas de la parcela útil, sin considerar al elote; para obtener el peso se utilizó una báscula de plancha y posteriormente se hizo la transformación a ($t\ ha^{-1}$).
7. El peso de materia verde (g), fue tomado pesando las 10 plantas muestreadas sin el elote; para obtener el peso se utilizó una báscula de plancha.
8. El peso de materia seca (g), fue tomado de una submuestra de 3 plantas a partir de las 10 plantas con competencia completa; dicha submuestra fue colocada en una bolsa de papel encerado de 20 kg de capacidad que fue sometida a la estufa de secado, una vez secas las plantas se obtuvo el peso utilizando una balanza de reloj.
9. El largo de elote (cm), fue tomado de los elotes del muestreo de 10 plantas con competencia completa y se obtuvo el promedio; para obtener la medida se utilizó un escantillón graduado en cm.
10. El diámetro de elote (cm), fue tomado de los elotes del muestreo de 10 plantas con competencia completa y se obtuvo el promedio; para obtener la medida se utilizó un vernier.
11. El peso de elote con espata ($kg\ ha^{-1}$), fue tomado pesando todos los elotes de la parcela útil; para obtener el peso se utilizó una cubeta de plástico previamente tarada y mediante una báscula de reloj; dicha pesada fue transformada a ($kg\ ha^{-1}$).

12. El peso de elote con espata (g), se determinó a partir del muestreo de 10 plantas con competencia completa; los elotes fueron pesados en una cubeta de plástico previamente tarada y mediante una báscula de reloj.
13. El peso de elote sin espata (g), se determinó a partir del muestreo de 10 plantas con competencia completa; del cual, se tomó una submuestra de tres elotes a los que se les quitaron las espatas, siendo pesados en una cubeta de plástico previamente tarada y mediante una báscula de reloj.

Después del muestreo, las plantas remanentes de la parcela útil se cortaron el día 11 de junio registrándose el número de plantas y de elotes presentes; mismos que, al ser sumados a las 10 plantas del muestreo inicial permiten obtener la relación promedio de elote por planta; por otra parte, se determinó el peso de materia verde mediante una báscula de plancha y los elotes fueron pesados en la báscula de reloj registrando sus pesos en kg. Los datos obtenidos se registraron para ser utilizados en función de ajustes por covarianza en los análisis de las variables de campo.

3.3.2. Modelo y diseño estadístico

Los datos de las variables fueron registrados en una hoja electrónica de trabajo utilizando el paquete computacional de software Lotus 1,2,3; así como, el Micro Software Excel 5.0 de Windows. Las gráficas se realizaron en Harvard Graphics. Los análisis estadísticos se ejecutaron mediante el Paquete de Diseños Experimentales F.A.U.A.N.L

Versión # 2.5 (Olivares, 1994); así como, por el paquete “Statistical Analisis System” (SAS) (Camacho *et al.*, 1992).

El diseño experimental fue un bloques completos al azar con parcelas divididas. Las variables se analizaron de acuerdo con el siguiente modelo:

$$\text{MODELO: } Y_{ijk} = \mu + B_i + F_j + E_{ij}(a) + D_k + (FD)_{jk} + E_{ijk}(b)$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

$$j = 1, 2, \dots, a$$

$$k = 1, 2, \dots, b$$

Y_{ijk}	es la observación de la dosis k en la fecha j en bloque i
μ	es la media general
B_i	es el efecto del bloque i
F_j	es el efecto de la fecha j
$E_{ij}(a)$	es el error experimental de la ija -ésima parcela grande
D_k	es el efecto de la dosis k
$(FD)_{jk}$	es el efecto de la interacción de la fecha j dosis k
$E_{ijk}(b)$	es el error experimental de la ijb -ésima subparcela

Para cada una de las variables de estudio en el experimento, se probaron las siguientes hipótesis estadísticas:

Ho : F1 = F2 = F3 vs Ha : Al menos una fecha es diferente

Ho : D1 = D2 = D3 vs Ha : Al menos una dosis es diferente

Ho : No hay interacción F x D vs Ha : Si hay interacción F x D

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de las variables estudiadas en la parcela experimental de maíz “Blanco Hualahuises” fueron analizados estadísticamente, efectuando la comparación de medias de las variables mediante la prueba de Tukey; con un nivel de significancia de ($\alpha = 0.05$).

En el apéndice se pueden ver los programas que se corrieron en (SAS), para realizar los análisis de varianza, comparaciones de medias, correlaciones por rango; así como, las regresiones y gráficas. A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada variable estudiada.

4.1. Características morfológicas de la planta

4.1.1. Altura total de la planta, de la hoja bandera y a inserción del elote

Las medias de altura total de la planta, de la hoja bandera y a inserción del elote, no mostraron diferencias significativas para los factores fecha y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra; sin embargo, para altura total de la planta (cm) y para altura a inserción del elote, se detectó diferencia entre bloques, por lo que, se consideró que el diseño elegido cumplió con su función (Cuadro 26 del apéndice). No obstante lo anterior, en los Cuadros 12 y 13, se presentan los valores promedio para estas tres variables, respectivamente para parcela grande y parcela chica.

Observando los Cuadros 12 y 13, puede apreciarse que los valores promedio no presentan alguna tendencia en su agrupación bajo cada una de las variables estudiadas, excepto para la altura de inserción del elote, en la cual aparentemente y aún ser significativa, puede apreciarse que a medida que transcurren más días entre la fecha de aplicación de estiércol y la siembra, se incrementan los valores para esta variable; lo cual, podría ser un indicio de mayor mineralización de estiércol y un mayor aprovechamiento del nitrógeno liberado; aunque, esto podría considerarse como una mera especulación.

Cuadro 12. Medias de las variables altura total de la planta, altura de la hoja bandera y altura a inserción del elote, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad "Blanco Hualahuises".

Fecha Días	Altura total planta (cm)	Altura hoja bandera (cm)	Altura inserción elote (cm)
0	203.53	158.34	92.87
7	195.10	155.32	95.66
15	200.48	159.35	101.48

Nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

Cuadro 13. Medias de las variables altura total de la planta, altura de la hoja bandera y altura a inserción del elote, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad "Blanco Hualahuises".

Dosis t ha ⁻¹	Altura total planta (cm)	Altura hoja bandera (cm)	Altura inserción elote (cm)
0.0	205.30	162.33	97.85
2.5	194.75	154.24	95.81
5.0	199.07	156.45	96.36

Nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

4.2. Diámetros

4.2.1. Diámetro menor y mayor del tallo

El análisis de varianza para estas variables, mostró que sólo existió diferencia estadística significativa para diámetro menor del tallo para la fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra; asimismo, se encontró una diferencia significativa para la interacción de los factores fecha y dosis de aplicación (Cuadro 27 del apéndice).

La comparación de medias para diámetro menor del tallo en relación al factor fecha de aplicación de estiércol bovino, se encuentra en el Cuadro 14; en el cual, se observa que la fecha de 15 días previo a la siembra de maíz elotero es la que mostró tallos más gruesos para este parámetro y es igual estadísticamente a la fecha de 7 días; siendo esta última a su vez, igual a la del momento de la siembra.

Los valores promedio del diámetro mayor del tallo más alto fue de 2.33 cm para la aplicación de estiércol a los 7 días previos a la siembra y el valor promedio más bajo, fue para la dosis de aplicación de estiércol al momento de la siembra con 2.19 cm; la diferencia entre estos valores fue de 0.14 cm, la cual es muy pequeña para ser detectada por el análisis de varianza (Cuadro 14).

Las medias de las variables diámetro menor y mayor del tallo para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino, aunque no tienen diferencias significativas; en general para ambas, se muestra una leve tendencia a diámetros más gruesos al aumentar la dosis de estiércol por unidad de superficie.

Cuadro 14. Comparación de medias de las variables diámetro menor y mayor del tallo, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.

Fecha Días	Diámetro menor del tallo (cm)	Diámetro mayor del tallo (cm)
0	1.86 b	2.19
7	1.92 ab	2.33
15	1.96 a	2.32

ab medias con la misma letra no difieren significativamente ($p > 0.05$).

Cuadro 15. Medias de las variables diámetro menor y mayor del tallo, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.

Dosis t ha ⁻¹	Diámetro menor del tallo (cm)	Diámetro mayor del tallo (cm)
0.0	1.91	2.27
2.5	1.90	2.25
5.0	1.93	2.31

Nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

Como la interacción fue significativa, la comparación de medias se efectuó entre las fechas dentro de cada una de las dosis de aplicación; los resultados se presentan en el Cuadro 16. Se puede apreciar que a medida que se tiene mayor número de días entre la aplicación del estiércol y la siembra, hay una tendencia significativa a incrementarse el diámetro menor del tallo; asimismo, que la causa de la significancia de la interacción, se debió a que la dosis de 5.0 t ha⁻¹ de estiércol aplicada a los 7 días previos a la siembra, fue estadísticamente superior a la dosis de 2.5 t ha⁻¹ aplicada a los mismos 7 días; en tanto que, las mismas dosis no fueron diferentes entre sí cuando se aplicaron al momento y a los 15 días previos a la siembra.

Cuadro 16. Comparación de medias de la variable diámetro menor del tallo, en el efecto de interacción entre el factor dosis dentro de cada fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.

Dosis t ha ⁻¹	Diámetro menor del tallo (cm)		
	Fecha Días		
	0	7	15
0.0	1.89	1.90 ab	1.94
2.5	1.89	1.86 b	1.94
5.0	1.81	2.00 a	1.99

ab medias con la misma letra no difieren significativamente ($p > 0.05$)

4.3. Peso de materia verde

4.3.1. Pesos de materia verde (t ha⁻¹), de materia verde y seca por planta (g)

En los análisis de varianza para las variables peso de materia verde por área (t ha⁻¹), peso de materia verde y seca por planta (g); se puede observar que solamente para la primera de estas tres variables se detectó diferencia altamente significativa para bloques y significativa para fechas y dosis de aplicación de estiércol (Cuadro 28 del apéndice).

En consecuencia, se procedió a la comparación de medias para esta variable entre fechas y dosis de aplicación de estiércol; la cual, se presenta en los Cuadros 17 y 18; además, se presentan para fines de registro los promedios de las otras dos variables.

En el Cuadro 17 puede observarse que el rendimiento promedio de materia verde más alto correspondió a la fecha de aplicación de 7 días antes de la siembra, destacando que la fecha de aplicación a los 15 días antes de la siembra fue estadísticamente igual a la

aplicación al momento de la siembra; esto puede interpretarse en el sentido de que existe un número de días óptimo para la mineralización de estiércol aplicado antes de la siembra y que este en el suelo en una condición que contribuya a mejorar la asimilación de nutrientes por la planta; tal período, de acuerdo a estos resultados, podría estar dado por la aplicación a los 7 días antes de la siembra.

En el Cuadro 18, se aprecia que el rendimiento de materia verde por área ($t\ ha^{-1}$), tendió a disminuir significativamente conforme se incremento la dosis de estiércol por área de 0.0 a 5.0 ($t\ ha^{-1}$); lo cual, es un resultado distinto al esperado; sin embargo, esto podría explicarse por la competencia entre los microorganismos del suelo en el sitio experimental que fue clasificado como extremadamente pobre (Cuadro 11) y la planta en crecimiento, dándose un efecto detrimental en el mismo; lo cual, puede haber reducido el rendimiento de materia verde por área ($t\ ha^{-1}$). Este resultado, no es indicativo de que la aplicación de estiércol reduzca la producción de materia verde por área; lo que podría esperarse es que por ser extremadamente pobre el suelo, deberá haber aplicaciones periódicas de abonos orgánicos para esperar posteriormente rendimientos mayores.

En los Cuadros 17 y 18, se aprecia que las diferencias no significativas entre los valores promedio para peso de materia verde y seca por planta (g), tanto entre fechas de aplicación y dosis de estiércol, son muy pequeñas; motivo por el cual, el análisis de varianza, no detectó tales diferencias, pudiendo concluirse que estas variables no fueron modificadas por la fecha, ni por la dosis de aplicación de estiércol.

Cuadro 17. Comparación de medias de las variables peso de materia verde y seca, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.

Fecha Días	Peso materia verde (t ha ⁻¹)	Peso materia verde (g)	Peso materia seca (g)
0	15.490 ab	394.16	117.16
7	16.604 a	442.50	101.04
15	14.969 b	456.66	106.34

ab medias con la misma letra no difieren significativamente ($p > 0.05$).

Cuadro 18. Comparación de medias de las variables peso de materia verde y seca, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.

Dosis t ha ⁻¹	Peso materia verde (t ha ⁻¹)	Peso materia verde (g)	Peso materia seca (g)
0.0	16.432 a	435.41	113.49
2.5	15.620 ab	432.91	104.59
5.0	15.010 b	425.00	106.46

ab medias con la misma letra no difieren significativamente ($p > 0.05$).

4.4. Características morfológicas del elote

4.4.1. Largo y diámetro de elote

Los análisis de varianza realizados para las variables largo y diámetro de elote, no mostraron diferencias significativas para los factores fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote, ni para la interacción de estos factores; estos resultados se presentan en el Cuadro 29 del apéndice.

En los Cuadros 19 y 20, se presentan los promedios para estas dos variables; tanto para fechas de aplicación previo a la siembra, como para dosis de estiércol bovino respectivamente. En los cuadros mencionados, puede apreciarse que la diferencia numérica entre los promedios para estas variables en y entre los niveles estudiados, fueron muy pequeñas; por lo que, los análisis de varianza no detectaron estas diferencias de magnitud.

Para estas variables morfológicas, las cuales son importantes desde el punto de vista comercial, puede concluirse que bajo las condiciones de estudio, la aplicación de estiércol, sólo se justifica para incrementar gradualmente el contenido de materia orgánica del suelo, pero no para incrementar en general tamaño del elote.

Cuadro 19. Medias de las variables largo y diámetro de elote, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previa a la siembra de maíz de la variedad "Blanco Hualahuises".

Fecha Días	Largo de elote (cm)	Diámetro de elote (cm)
0	27.41	4.42
7	27.60	4.72
15	28.98	4.74

Nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

Cuadro 20. Medias de las variables largo y diámetro de elote, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad "Blanco Hualahuises".

Dosis t ha ⁻¹	Largo de elote (cm)	Diámetro de elote (cm)
0.0	28.27	4.67
2.5	27.95	4.57
5.0	27.76	4.65

Nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

4.4.2. Peso de elote con espata (kg ha^{-1}), elote con y sin espata por planta (g)

Se efectuó un análisis por covarianza con el número de plantas por parcela útil para las variables de rendimiento de elote con espata por área kg ha^{-1} y los análisis de varianza sin ajuste por covarianza para las variables peso de elote con y sin espata por planta (g) (Cuadro 30 del apéndice). En los resultados obtenidos, se aprecia que no hubo diferencia significativa para los factores fecha y dosis de aplicación de estiércol bovino; sin embargo, puede apreciarse que la covariable B resultó significativa; lo cual implica que el número de plantas por parcela útil entre las dosis fue diferente. Por otra parte, se encontró que para la variable peso de elote con espata (g) existe diferencia significativa para la interacción de los factores bajo estudio.

En los Cuadros 21 y 22, se presentan los promedios para las tres variables relacionadas con el rendimiento de elote, apreciándose que numéricamente, los promedios para peso de elote sin espata por planta (g) son muy semejantes; en tanto que, para el rendimiento de elote con espata tienden a ser más diferentes; lo que podría implicar que de haberse aumentado el número de repeticiones y de no haber tenido efecto de la covariable número de plantas por parcela útil en dosis, tal vez existiera diferencia significativa, quizás en el nivel de 7 días antes de la siembra para la aplicación de estiércol bovino. Tal tendencia aunque no significativa, parece apoyar la idea de que debe haber un periodo óptimo antes de la siembra, para una mineralización que impacte en el rendimiento de elote con espata por unidad de superficie.

Cuadro 21. Medias de las variables peso de elote con y sin espata, para el factor fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.

Fecha Días	(c)Peso de elote con espata (kg ha ⁻¹)	Peso de elote con espata (g) / unidad	Peso de elote sin espata (g) / unidad
0	7746.39	185.00	124.44
7	8468.35	224.33	143.60
15	7452.76	222.25	142.22

Nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

(c) = Media ajustada por covarianza con número de plantas por parcela útil.

Cuadro 22. Medias de las variables peso de elote con y sin espata, para el factor dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.

Dosis t ha ⁻¹	(c)Peso de elote con espata (kg ha ⁻¹)	Peso de elote con espata (g) / unidad	Peso de elote sin espata (g) / unidad
0.0	8185.31	211.00	135.27
2.5	7751.30	211.25	136.66
5.0	7730.88	209.33	138.33

Nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

(c) = Media ajustada por covarianza con número de plantas por parcela útil.

En el Cuadro 23, se muestran los promedios resultantes del análisis de varianza, donde se encontró existe diferencia significativa para la interacción entre el factor dosis dentro de la fecha de aplicación de estiércol bovino. Se puede apreciar que el peso de los elotes aumenta significativamente a medida que se incrementa el tiempo de la aplicación previo a la siembra de maíz. En la interacción directa de la parcela chica sin aplicación, se puede observar que los elotes más pesados se encontraron en los tratamientos de 15 días, seguidos en peso por la fecha 7 días, siendo estadísticamente iguales; los menores pesos de elote se encontraron en el nivel cero aplicación al momento de la siembra; a su vez, estas medias no difieren estadísticamente de los promedios de peso encontrados a los 7 días.

Cuadro 23. Comparación de medias de la variable peso de elote con espata, en el efecto de interacción entre el factor dosis dentro de cada fecha de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz de la variedad “Blanco Hualahuises”.

Dosis t ha ⁻¹	Peso de elote con espata (g)		
	Fecha Días		
	0	7	15
0.0	171.25	219.25	242.50 a
2.5	190.00	218.75	225.00 ab
5.0	193.75	235.00	199.25 b

ab medias con la misma letra no difieren significativamente ($p > 0.05$)

4.5. Correlaciones entre variables

Después de haber realizado el análisis de las correlaciones de todas las variables registradas, estas fueron sometidas a un nivel de discriminación, dejando solamente aquellas que mostraron valores con un coeficiente igual o mayor a ($r > 0.60$) y que por tal motivo, son las que presentan una relación lineal entre ellas.

En el Cuadro 24 se muestran dichas variables y sus correspondientes valores de correlación.

Cuadro 24. Resultados de correlaciones; mostrándose los coeficientes ($r > 0.60$), entre las variables estudiadas en el experimento de fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino en maíz para elote de la variedad Blanco Hualahuisés.

VARIABLES	Altura hoja bandera (cm)	Diámetro menor tallo (cm)	Diámetro mayor tallo (cm)	Materia verde ($t\ ha^{-1}$)	Diámetro elote (cm)	Peso elote con espata ($kg\ ha^{-1}$)
Altura total planta (cm)	0.70					
Altura inserción elote (cm)	0.65					
Materia verde (g)		0.66	0.61			
Peso elote con espata (g)			0.88		0.85	
Materia verde ($t\ ha^{-1}$)		0.66	0.61			
Número plantas parcela útil				0.66		0.61

n = 36

Observando las correlaciones del Cuadro 24, se aprecia que los valores más altos de correlación son de 0.88 y 0.85 asociados entre el peso del elote con espatas y respectivamente con diámetro mayor del tallo y diámetro del elote; al respecto, puede establecerse que se podrá obtener un alto peso de elote con espata a partir de aquellas plantas que presenten valores altos del diámetro mayor de tallo y que produzcan elotes de diámetro grande.

Considerando los valores de correlación del Cuadro 24, se observa que la materia verde ($t\ ha^{-1}$) y materia verde (g) tienen valores de 0.66 y 0.61 con diámetro mayor y menor del tallo respectivamente; de tal manera que se puede establecer que las plantas con tallos vigorosos por un mayor diámetro en general, serán las que produzcan los más altos rendimientos de materia verde tanto por unidad de superficie ($t\ ha^{-1}$) como a nivel de planta individual (g).

Las correlaciones entre altura de la hoja bandera y altura total de la planta ($r = 0.70$) y las de inserción del elote ($r = 0.65$), podrían haberse esperado; ya que, las plantas altas tenderán a presentar una mayor altura, tanto para la inserción de la hoja bandera, como para el elote (Cuadro 24).

Las correlaciones entre número de plantas por parcela útil ($r = 0.66$) y ($r = 0.61$), con respecto a las variables peso de materia verde en ($t\ ha^{-1}$) y peso de elote con espata ($kg\ ha^{-1}$) respectivamente, es una relación lineal esperada; ya que, la densidad de población es determinante en los parámetros de rendimiento (Cuadro 24).

4.6. Análisis de regresión

Las análisis de regresión se procesaron mediante el programa SAS, usando el comando PROC REG (Cuadro 34 del apéndice).

Se corrieron varios análisis para explicar el rendimiento en función de otras variables; seleccionando sólo aquellos modelos con un coeficiente $R^2 > 0.60$. En función de lo anterior, se obtuvieron dos modelos de regresión lineal (Cuadro 25); las gráficas de dichos modelos corresponden a las Figuras 5 y 6.

Cuadro 25. Regresión obtenida de las variables estudiadas en el experimento de fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz variedad "Blanco Hualahuisés".

Variable dependiente	β_0	β_1	R^2	C.V.
Peso de elote con espata (g) = P.E.	-293.02	Diámetro elote = D.E. 108.85	0.725	3.24
Peso de materia verde (kg ha^{-1}) = P.M.V.	2955.35	N° Plantas parcela útil = N° P.P.U. 367.49	0.629	7.73

Nivel de significancia ($\alpha = 0.05$)

La Figura 5, muestra la dispersión de los valores y establece una tendencia clara que explica la relación lineal entre la variable peso de elote con espata (Y) y el diámetro de elote (X); en donde, el valor de R^2 es de 0.725; asimismo, para la β_0 estimada se tuvo un valor de -293.02; por su parte la β_1 estimada tuvo un valor igual a 108.85 (Cuadro 25).

$$P.E. = -293.02 + 108.85 (D.E.)$$

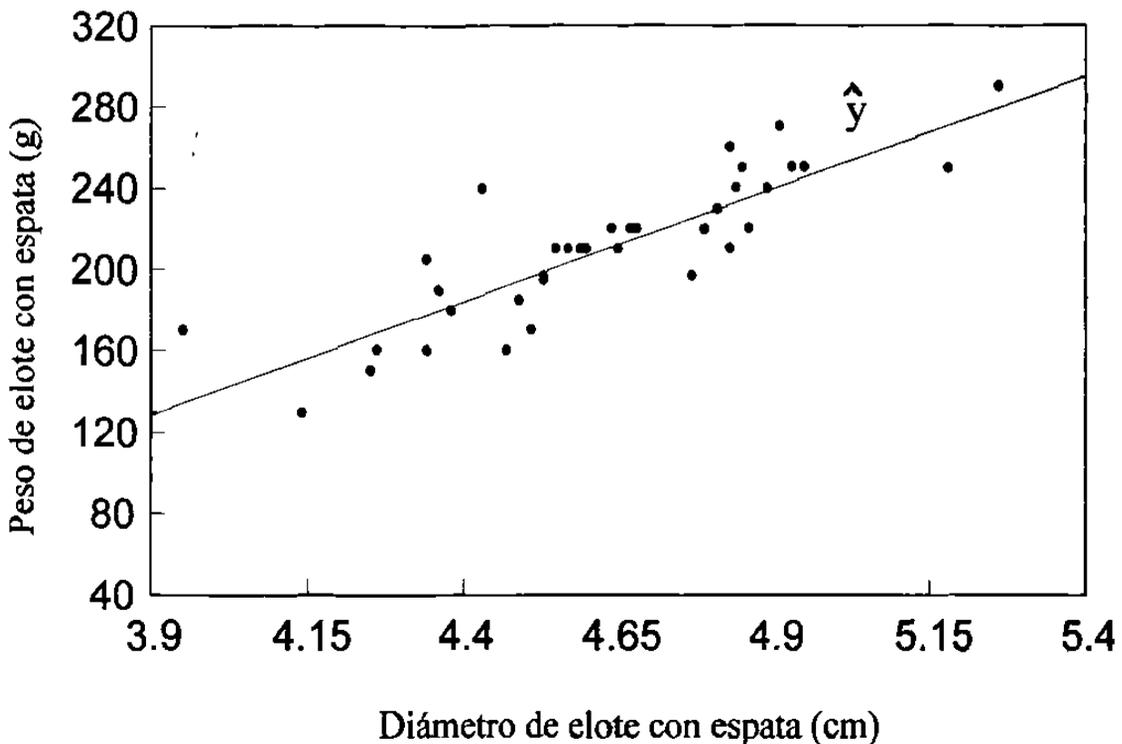


Figura 5. Valores observados en la relación peso y diámetro de elote con espata; en experimento, fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra.

La Figura 6, muestra la dispersión de los valores y establece una tendencia clara que explica la relación lineal entre la variable peso de materia verde (kg ha^{-1}) (Y) y el número de plantas por parcela útil (X); en donde, el valor de R^2 es de 0.629; asimismo, para la β_0 estimada se tuvo un valor de 2955.35; por su parte la β_1 estimada tuvo un valor igual a 367.49 (Cuadro 25).

$$\text{P.M.V.} = 2955.35 + 367.49 (\text{N}^\circ \text{ P.P.U.})$$

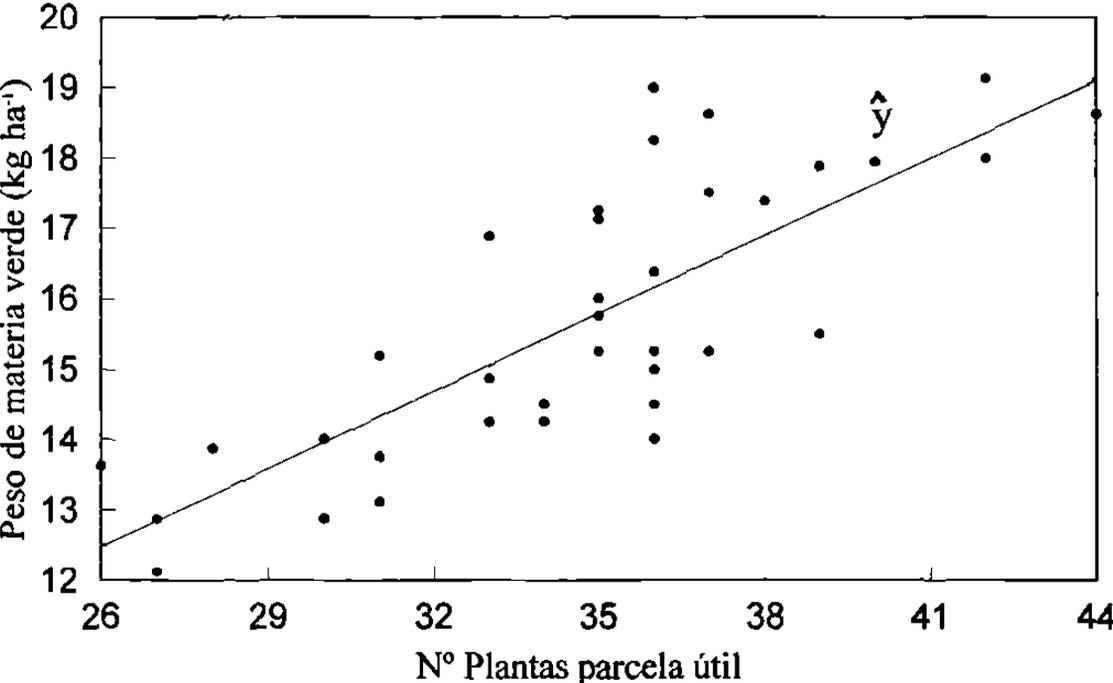


Figura 6. Valores observados en la relación peso de materia verde (t ha^{-1}), número de plantas en la parcela útil; en experimento, fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino a la siembra.

4.7. Descripción varietal

Sé penso, sería de utilidad hacer uso de la información generada en el presente experimento, para cada una de las variables estudiadas; a efecto de que al considerarlas en su conjunto se observen las características de la variedad de maíz criollo “Blanco Hualahuises”.

En el Cuadro 31 del apéndice, se presentan los valores mínimo, medio, máximo y desviación estándar; así como, el coeficiente de variación en % para cada una de las variables bajo estudio y puede apreciarse que el maíz “Blanco Hualahuises” es relativamente uniforme para las características morfológicas y de comportamiento variable para los parámetros de rendimiento de materia verde, materia seca y elote.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos del presente trabajo, con respecto a la utilización de materia orgánica, aplicada en diferentes fechas y dosis de estiércol bovino previo a la siembra, se pueden listar las siguientes conclusiones:

- Las variables morfológicas de la planta como son; altura total de la planta, altura a hoja bandera y altura a inserción del elote; no representan parámetros que hayan sido afectados por los factores de estudio; ya que, no mostraron diferencias entre las medias de los tratamientos.
- Las fechas entre los 15 y 7 días de aplicación del tratamiento de estiércol bovino previo a la siembra, es factor importante en el diámetro menor del tallo del maíz; lo cual apoya la hipótesis de un efecto positivo de incremento.
- En cuanto a la interacción de los factores probados; se concluye que, existe obviamente una acción positiva para la variable diámetro menor del tallo que es un parámetro de producción indirecto; ya que, la dosis de 5.0 t ha^{-1} funciona mejor cuando se aplica 7 días previo a la siembra; lo cual, puede darnos una idea del tiempo de la mineralización y del desarrollo del diámetro del tallo de la planta.
- Para el peso de materia verde, parámetro de rendimiento expresado en (t ha^{-1}) se puede concluir, que hay influencia positiva en aumentos de peso; derivado esto, de la aplicación de estiércol a los 7 días previo a la siembra de maíz para elote. Por lo tanto, el objetivo de prueba de la hipótesis es corroborado.

- El rendimiento expresado como materia verde ($t\ ha^{-1}$) se comporto de manera diferente a lo esperado para la dosis de aplicación.
- Las variables morfológicas del elote como son su largo y diámetro no fueron estadísticamente afectadas por los factores de prueba.
- Existe una relación lineal en un modelo de regresión para la producción de elote en función del diámetro del mismo.
- La variable peso de elote con espata expresada en ($kg\ ha^{-1}$) que es de nuestro interés central (antropocentrico), no fue afectada por los factores bajo estudio; sin embargo, la fecha de aplicación a los 7 días previos a la siembra, tiene una influencia positiva en el rendimiento de elote.
- Existe una relación lineal en un modelo de regresión que explica la relación lineal de producción de materia verde ($kg\ ha^{-1}$) en función del número de plantas por parcela chica.
- Existe interacción para la variable peso de elote con espata entre los factores dosis dentro de cada fecha; encontrando que la fecha de aplicación es más importante que la dosis de estiércol.
- Con respecto a la hipótesis de trabajo planteada, ésta se acepta, en virtud de que se demostró que el tiempo previo a la siembra de aplicación del estiércol bovino, mostró efectos significativos en muchas de las variables en estudio; así como, la dosis de éste, pero en menor grado.

- Derivado de las anteriores conclusiones se formula la siguiente; podemos decir que para producción de elote en un sistema de agricultura orgánica con abono de estiércol bovino es más importante la fecha de aplicación previa a la siembra que la dosis misma.

VI. RECOMENDACIONES

Por la experiencia del presente trabajo y en base a los resultados de campo obtenidos en el experimento de agricultura orgánica mediante aplicación de abono de estiércol bovino en dosis y fechas previo a la siembra de maíz para elote; me permito hacer las siguientes modestas recomendaciones:

- En primer término, sería muy recomendable que se escogiera para este tipo de trabajos un material genético que presente parámetros de estabilidad muy bien fijados; ya que, como es fácil darse cuenta a través de los datos estadísticos del apéndice la variabilidad mostrada o desviación de la media es alta; por tal motivo, recomiendo se minimice mediante un maíz híbrido; o bien una variedad o un sintético muy cuidado en su selección de caracteres morfológicos y de producción.
- Sugiero se tomen muestras de suelo (0 - 30 cm) del sitio del experimento una muestra compuesta por repetición previo al establecimiento del mismo y se analice; de esta manera, se tendrá la oportunidad de verificar la condición de fertilidad original y evitar especulaciones, a efecto asimismo, de poder hacer si se cree conveniente un análisis de suelo mediante una muestra compuesta de los tratamientos en las repeticiones y comparar el efecto físico de las aplicaciones y sus residuales químicos al término del experimento.

- Planear muy cuidadosamente las variables a tomar a efecto de ser más detallista en obtener más análisis estadísticos de parámetros determinantes del rendimiento; pues si bien todo es entrenamiento, en ocasiones se pierde la exactitud por la cantidad.
- Es muy importante en este tipo de experimentos que el factor riego sea, no sólo oportuno sino que se apliquen láminas bien medidas, pues es otra fuente de variación que en ocasiones no esta en manos del investigador controlar; sugiero se pongan medidores del gasto a la salida de la bomba y un medidor lo más cercano a la parcela experimental.
- Además de la aplicación de abonos orgánicos, se sugiere manejar una fertilización con fuente inorgánica de base (N-P-K).

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alemán G., V.H. 1986. Estudio de diferentes niveles de gallinaza en el control de formación de costra en el suelo y en el establecimiento de un cultivo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. pp: 18 - 21.
- Anuario Estadístico de Hortalizas. 1993. Servicio nacional de información de mercados.
- Camacho C. O., D.H. del Valle P. y G. Ruelas A. 1992. S.A.S. (Statistical Analysis System) para microcomputadoras.
- Cruz M., S. 1986. Abonos orgánicos. Universidad Autónoma de Chapingo. Ed. Imprenta Universitaria. UACH. México. IX. pp: 104-110.
- Cuellar D., G. 1994. Tipo de siembra y acolchado en el establecimiento, crecimiento, producción y calidad del melón (*Cucumis melo* L). Tesis de Maestría en Producción Agrícola. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Elema, A.G., C.M.J. Bloemhard, and P.C. Scheepens. 1990. Risk-analysis for the dissemination of weeds by liquid cattle manure. Centre for Agrobiological Research (CABO), PO Box 14, 6700 AA Wageningen, Newherlands. Mededelingen-van-de-Faculteit-Landbouwwetenschappen,-Rijksuniversiteit-Gent. 55: 36, 1203-1208.
- El-Shinnawi, M.M., S.A. El-Shimi, and M.A. Badawi. 1991. Effects of prolonged fermentation of biogas manures on their fertilizing efficiency. Department of Soil Science, Menufiya University, Giza, Egypt. Acta-Agronomica-Hungarica. 40:1-2, 31-38.

Emmel T., C. 1975. . Ecología y biología de poblaciones. Editorial México Interamericana. pp: 13-15.

Encarta. 1993. "Humus". Microsoft Corporation. Funk & Co. of Wagnall's Corporation.

Espinosa F., J. 1988. Evaluación del abonado con compost bajo dos modos de aplicación en cuatro fechas de incorporación antes de la siembra con cuatro dosis en el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench] bajo riego en la región de Marín, N.L. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Etcheveres B., J.D. 1993. El papel de los fertilizantes en la agricultura sostenible. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados Montecillos, Chapingo. México. pp: 310, 318.

Ferrera C., R. y S. Santamaría, R. 1997. Bioproducción: Una aportación a la agricultura orgánica. CONACYT 4255P-B9607. II Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. N° 4. pp: 16-38.

Fondos Instituidos en Relación a la Agricultura. 1994. "Maíz" Elementos de análisis de las cadenas productivas. Banco de México. División de divulgación y publicaciones de FIRA. (Documento Técnico). pp: 5 - 22.

García M., E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. Segunda edición. Editado en la U.N.A.M. México, D.F.

García L., R. 1966. Reduction and chelation of iron as affected by adding organic matter and waterlogging a Sacramento clay soil. Ph. D. Thesis, University of California., Davis., USA.

- García T., R. 1993. Tendencias mundiales de la agricultura orgánica. Instituto de Ciencia Animal., San José de las Lajas., La Habana, Cuba; "Conferencia Magistral ".
- Garza R., J. L. y J.M. Araujo, H. 1984. Estudio agrológico detallado del campo experimental de la F.A.U.A.N.L., Marín, N.L. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León".
- Guan, S.Y. 1989. Studies on the factors influencing soil enzyme activities: I. Effects of organic manures on soil enzyme activities and N and P transformations. Inst. Soils and Fertilizers, Chinese Acad. Agric. Sci., Beijing, China. Acta-Pedologica-Sinica. 26: 1, 72-78.
- Huber, J. and A. Amberger. 1990. NH₃ losses under different farming systems. Lehrstuhl für Pflanzenernahrung der TU Munchen, 8050 Freising 12, German Federal Republic. Verband-Deutscher-Landwirtschaftlicher-Untersuchungs--und-Forschungsanstalten-Reihe-Kongressberichte. N°. 30: 109-115; Kongressband 1989 Bayreuth.
- Hylton, W.H. 1973. Organically grown foods. What they are, why you need them. By the staff organic gardening and farming. Rodal Press. First Printing. Inc. Book Division Emmaus, Pennsylvania. U.S.A. p: 1-3, 59.
- Longoria G., G.A. 1973. Prevención de la clorosis férrica en suelos calcáreos mediante tratamientos de inundación. Colegio de Postgraduados., Chapingo., México.. Tesis de Maestría.
- Mataruka, D.F., W.J. Cox., J. Mt-Pleasant, S.D. Klausner, R.W. Zobel, and H.M. Van-Es. 1993. Tillage and nitrogen source effects on growth, yield, and quality of forage maize. Crop-Science. Department of Soil, Crop and Atmospheric Sciences, Cornell University, Ithaca, N.Y. 33: 6, 1321.

- Motavalli, P.P., K.A. Kelling, T.D. Syverud, and R.P. Wolkowski. 1993. Interaction of manure and nitrogen or starter fertilizer in northern corn production. Depart. of Soil Science, University of Wisconsin, Madison, WI 53706, USA. *Journal-of Production-Agriculture*. 6: 2, 191-194.
- Murwira, H.K., and H. Kirchmann. 1993. Nitrogen dynamics and maize growth in Zimbabwean sandy soil under manure fertilisation. Chemistry and Soil Research Institute, Box 8100, Causeway, Harare, Zimbabwe. *Communications-in Soil-Science-and-Plant-Analysis*. 24: 17-18, 2343-2356.
- Olivares S., E. 1994. Paquete de Diseños Experimentales. [Software] Versión # 2.5. Facultad de Agronomía U.A.N.L. Marín, N.L. México.
- Paul, J.W., and E.G. Beauchamp. 1993. Nitrogen availability for corn in soils amended with urea, cattle slurry, and solid and composted manures. Agriculture Canada Research Station, P.O. Box 1000, Agassiz, British Columbia, V0M 1A0, Canada. *Canadian-Journal-of-Soil-Science*. 73: 2, 253-266.
- Raun, W.R., H.J. Barreto, and R.L. Westerman. 1993. Use of stability analysis for long-term soil fertility experiments. Department of Agronomy, Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078, USA. *Agron.-Jour.*, 85: 1, 159-167.
- Rojas G., M. 1979. Proceso de nitrificación metabolismo de las proteínas. Fisiología vegetal aplicada. Mc. Graw-Hill. 2ª Edición. Depto Biol., I.T.E.S.M., Méx. pp: 95-105.
- Salcedo Q., F.A. 1986. Efecto residual del abonado con una interacción de estiércoles de cabra-vaca-gallina, después de dos años de incorporada al suelo, en algunas propiedades físicas y químicas del suelo y su influencia en el cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L.). bajo riego en Marín, N.L. Tesis de Licenciatura. FAUANL.

- Sawyer, J., M.A. Schmitt, R.G. Hoefft, J.C. Siemens, and D.H. Vanderholm. 1991. Corn production associated with liquid beef manure application methods. Department of Agronomy, University of Illinois, Urbana, IL 61801, USA. *Journal-of-Production-Agriculture*. 4: 3, 335-344.
- Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. 1995. *Anuario Estadístico de Producción Agrícola (Cultivo Maíz Elotero)*. Centro de Estadística Agropecuaria (Software Agrícola); (SAGAR). México. Años 1989 a 1995.
- Sharma, K.L., J.C. Bajaj, S.K. Das, U.M.B. Rao, K. Ramalingaswami, R.K. Rattan, and M.N. Reddy. 1993. Direct and residual effect of bioslurry on yield and uptake of nitrogen in maize-mustard sequence. Division of Soil Science and Agricultural Chemistry, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi 110012, India. *Annals-of-Agricultural-Research*. 14: 4, 452-456.
- Spallacci, P. 1989. Soil application of slurries from livestock farms: nitrogen uptakes by crops and nitrate in soil and leachates. Ministerio Agric. e For., Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze, Italy. Management systems to reduce impact of nitrates. 1989, 45-55. Proceedings of a conference held in Brussels, 24-25 September, 1987. Barking, UK; Elsevier Applied Science.
- Tamhane, R.V., D.P. Motiramani, Y.P. Bali, y R. L. Doanahue. 1983. *Suelos su química y fertilidad en zonas tropicales*. 3a. Impresión . Editorial Diana, S.A. México. 11: 254.
- Tisdal, S.L. and W.L., Nelson. 1975. *Soil and fertilizer nitrogen. Soil fertility and fertilizers*. Third Edition. Macmillan Publishing Co. Inc. New York. Collier Macmillan Publisher London. 5: 122-147.
- Torres H., J. 1992. *Dinámica de rendimiento de grano de sorgo en relación al tipo de planta, densidades de población y dos condiciones de humedad en marín, N.L.* Subdirección de Estudios de postgrado. F.A.U.A.N.L. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola. pp: 49.

- Torres T., F. 1996. La agricultura orgánica. Bases conceptuales y marco de referencia en el desarrollo económico. In: R.J. Zapata A. y R. Calderón A. (eds.). Memorias del Primer Foro Nacional Sobre Agricultura Orgánica. Colima, Col., Méx. pp: 136-149.
- Toyes A., S.R. 1997. Filosofía de la agricultura orgánica. Responsable del Area de Certificación Orgánica, Productores Orgánicos del Cabo, Baja California Sur. II Foro Nacional de Agricultura Orgánica. Nº 2: 5-9.
- Treviño O., J.A. 1980. Prueba de diferentes niveles de compost, en el cultivo de trigo [*Triticum aestivum* L.] en la Hacienda San Isidro, municipio Los Ramones, N.L. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Truksa, J. 1990. Deep loosening and liquid manure application during grain maize growing. Vyskumny Ustav Kukurice, 917 52 Trnava, Czechoslovakia. Rostlinna-Vyroba. 36: 7, 699-706.
- Vecchietini, M., and E. Garagnani. 1988. Research into the introduction of soyabeans in crop rotations in Emilia. Istituto di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee, Universita di Bologna, Bologna, Italy. Rivista-di-Agronomia. 22: 1, 13-18.

VIII. APÉNDICE

Cuadro 26. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables altura total de planta, altura a hoja bandera y altura a inserción del elote; en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuises”.

F.V.	G.L.	Altura total planta (cm)	Altura hoja bandera (cm)	Altura inserción elote (cm)
Bloques	3	91.5833*	351.5208	289.3021*
Fechas	2	218.6875	52.7812	231.5312
Error A	6	130.8958	178.5521	48.7500
Dosis	2	337.3125	210.0312	13.3750
Interacción	4	116.5625	65.3437	17.0469
Error B	18	151.4028	63.4930	26.8715
Total	35			

NS = No significativo.

* = Significativo (0.05 <p> 0.01)

** = Altamente significativo (p< 0.01)

Cuadro 27. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables diámetro menor y mayor del tallo; en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuises”.

F.V.	G.L.	Diámetro menor del tallo (cm)	Diámetro mayor del tallo (cm)
Bloques	3	0.0121	0.0199
Fechas	2	0.0273*	0.0789
Error A	6	0.0046	0.0258
Dosis	2	0.0041	0.0124
Interacción	4	0.0130*	0.0176
Error B	18	0.0029	0.0080
Total	35		

NS = No significativo.

* = Significativo (0.05 <p> 0.01)

** = Altamente significativo (p< 0.01)

Cuadro 28. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables peso de materia verde y seca; en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuisés”.

F.V.	G.L.	Peso de materia verde (t ha ⁻¹)	Peso de materia verde (g)	Peso de materia seca (g)
Bloques	3	24.5895**	469696.000	2621.250
Fechas	2	8.3765*	1275904.000	7284.500
Error A	6	0.9352	519989.324	3475.917
Dosis	2	6.1055*	33408.000	2381.375
Interacción	4	0.4997	164656.000	2314.625
Error B	18	1.1652	266264.875	2847.542
Total	35			

NS = No significativo.

* = Significativo (0.05 <p> 0.01)

** = Altamente significativo (p< 0.01)

Cuadro 29. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables largo y diámetro de elote; en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad “Blanco Hualahuisés”.

F.V.	G.L.	Largo de elote (cm)	Diámetro de elote (cm)
Bloques	3	7.669	0.022
Fechas	2	8.862	0.393
Error A	6	3.949	0.144
Dosis	2	0.815	0.033
Interacción	4	1.256	0.091
Error B	18	1.718	0.034
Total	35		

NS = No significativo.

* = Significativo (0.05 <p> 0.01)

** = Altamente significativo (p< 0.01)

Cuadro 30. Cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables peso de elote con y sin espatas; en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino previo a la siembra de maíz para elote de la variedad "Blanco Hualahuises".

F.V.	G.L.	(c) Peso de elote con espata (kg ha ⁻¹)	G.L.	Peso de elote con espata (g)	Peso de elote sin espata (g)
Covariable A	1	1334063.250			
Bloques	3	2765576.000	3	1890.792	7543.333
Fechas	2	3374529.000	2	5878.000	12336.000
Error A	5	908278.500	6	2482.125	4265.833
Covariable B	1	5286101.500*			
Dosis	2	718217.063	2	13.062	252.750
Interacción	4	670441.563	4	1401.531*	1948.625
Error B	17	281226.031	18	430.535	3238.889
Total	36		35		

NS = No significativo.

* = Significativo (0.05 <p> 0.01)

** = Altamente significativo (p < 0.01)

(c) = C.M. ajustado por covarianza con número de plantas por parcela útil.

Cuadro 31. Estadísticos de las variables estudiadas; en el experimento sobre fechas y dosis de aplicación de estiércol bovino, en maíz para elote de la variedad "Blanco Hualahuisés".

Variabes	Mínima	Media	Máxima	D.Std.	C.V. %
Altura total de planta (cm)	165.20	199.71	254.70	15.18	7.60
Altura hoja bandera (cm)	131.70	157.73	184.10	10.76	6.80
Altura inserción elote (cm)	82.60	96.67	114.50	7.93	8.20
Diámetro menor del tallo (cm)	1.77	1.91	2.09	0.18	9.40
Diámetro mayor del tallo (cm)	1.82	2.28	2.56	0.13	5.70
Peso follaje verde (t ha ⁻¹)	12.12	15.71	19.12	1.97	12.54
Peso follaje verde (g)	280.00	431.10	550.00	60.19	13.96
Peso follaje seco (g)	220.70	324.60	428.00	55.80	17.19
Largo de elote (cm)	24.10	28.00	32.30	1.71	6.11
Diámetro de elote (cm)	3.95	4.63	5.26	0.28	6.05
Peso de elote con espata (kg ha ⁻¹)	6000.00	7889.00	10725.00	1150.00	17.17
Peso de elote con espata (g)	130.00	210.53	290.00	36.14	14.57
Peso de elote sin espata (g)	143.33	225.14	290.00	30.51	13.55
Número de elotes / parcela útil	26.00	32.19	42.00	4.14	12.86
Número de plantas / parcela útil	26.00	34.72	44.00	4.25	12.24
Relación elote / planta	0.72	0.93	1.09	0.07	7.53

Cuadro 32. Programa de SAS utilizado de acuerdo al comando (PROC GLM), para obtener los análisis de varianza de todas las variables bajo estudio y discriminación de medias de acuerdo a fechas, dosis y la interacción fecha por dosis mediante el método de Tukey.

```
DATA KARLOS;
INFILE 'A:KARLOS.DAT' FIRSTOBS=2 LRECL = 215;
INPUT R T F D X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9 X10 X11
X12 X13 X14 X15 X16 X17 X18;
X19 = (X11/1000 + X17) * (1250);
X20 = (X4/100 + X18) * (1250);
X21 = (X15 + 10);
X22 = (X16 + 10);
X23 = (X22 / X21);
X24 = (X9/3);
X25 = (X10/3);
X26 = (X11/10);
X27 = (X12/3);
X28 = (X13/3);
X29 = (X14/3)
PROC PRINT;
RUN;
PROC GLM;
CLASS R F D;
MODEL X1 - X29 = R F F*R D F*D;
TEST H=R F E=R*F;
TEST H= R D E=R*D;
TEST H= F D E=F*D;
RUN;

MEANS F/TUKEY;
MEANS D/TUKEY;
MEANS F*D /TUKEY;
RUN;
```

Cuadro 33. Programa de SAS utilizado de acuerdo al comando (PROC COOR RANK), para obtener correlaciones tipo Pearson de todas las variables, ordenadas en forma decreciente.

```
DATA KARLOS;

INFILE 'A:KARLOS.DAT' FIRSTOBS=2 LRECL = 215;

INPUT R T F D X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9 X10 X11
X12 X13 X14 X15 X16 X17 X18;

X19 = (X11/1000 + X17) * (1250);
X20 = (X4/100 + X18) * (1250);
X21 = (X15 + 10);
X22 = (X16 + 10);
X23 = (X22 / X21);
X24 = (X9/3);
X25 = (X10/3);
X26 = (X11/10);
X27 = (X12/3);
X28 = (X13/3);
X29 = (X14/3)

PROC CORR RANK;

RUN;
```

Cuadro 34. Programa de SAS utilizado de acuerdo al comando (PROC REG), para el análisis de regresión de las variables bajo estudio, que obtuvieron valores cuyo coeficiente de correlación resultó ($r > 0.60$).

```
DATA KARLOS;
INFILE 'A:KARLOS.DAT' FIRSTOBS=2 LRECL = 215;
INPUT R T F D X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9 X10 X11
X12 X13 X14 X15 X16 X17 X18;
X19 = (X11/1000 + X17) * (1250);
X20 = (X4/100 + X18) * (1250);
X21 = (X15 + 10);
X22 = (X16 + 10);
X23 = (X22 / X21);
X24 = (X9/3);
X25 = (X10/3);
X26 = (X11/10);
X27 = (X12/3);
X28 = (X13/3);
X29 = (X14/3);
X30 = X24*X24;
X31 = X3*X3;

PROC PRINT;
PROC REG;
MODEL X1 = X6;
MODEL X3 = X24;
MODEL X3 = X30;
MODEL X3 = X25;
MODEL X4 = X3;
MODEL X7 = X12;
MODEL X10 = X3;
MODEL X10 = X31;
MODEL X11 = X8;
MODEL X19 = X21;
MODEL X19 = X22;
MODEL X20 = X22;
MODEL X22 = X21;
MODEL X25 = X24;
MODEL X25 = X30;
```

Cuadro 35. Programa de SAS utilizado de acuerdo al comando (PROC PLOT), para obtener las gráficas que muestran la dispersión de los valores analizados en los modelos de regresión de las variables cuyos coeficientes de correlación resultaron ($r > 0.60$).

```
DATA KARLOS;
INFILE 'A:KARLOS.DAT' FIRSTOBS=2 LRECL = 215;
INPUT R T F D X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9 X10 X11
X12 X13 X14 X15 X16 X17 X18;
X19 = (X11/1000 + X17) * (1250);
X20 = (X4/100 + X18) * (1250);
X21 = (X15 + 10);
X22 = (X16 + 10);
X23 = (X22 / X21);
X24 = (X9/3);
X25 = (X10/3);
X26 = (X11/10);
X27 = (X12/3);
X28 = (X13/3);
X29 = (X14/3)
PROC PLOT;
PLOT X1*X6;
PLOT X3*X24;
PLOT X3*X25;
PLOT X4*X3;
PLOT X7*X12;
PLOT X10*X3
PLOT X11*X7;
PLOT X11*X8;
PLOT X19*X21;
PLOT X19*X22;
PLOT X20*X22;
PLOT X22*X21;
PLOT X25* X24;
PLOT X28*X8;
PLOT X28*X7;
RUN;
```



