

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORICA DE MAIZ CRIOLLO
(Zea mays) VARIEDAD BLANCO OLOTE COLORADO
EN RIEGO Y RIEGO LIMITADO. VERANO 1984,
EJIDO SAN RAFAEL, LINARES, N.L.**

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

Presenta:

JAIME ALDAPE BOTELLO

MARIN, N.L.

AGOSTO DE 1995.

TM

SB191

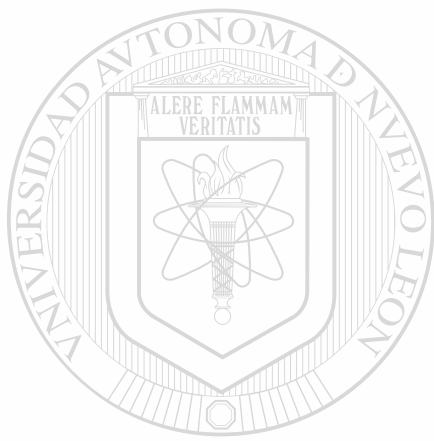
.M2

A4

c.1



1080060718



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

BIBLIOTECA Agronomía U. A. N. L.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORICA DE MAIZ CRIOLLO
(Zea mays) VARIEDAD BLANCO OLOTE COLORADO
EN RIEGO Y RIEGO LIMITADO. VERANO 1984,
EJIDO SAN RAFAEL, LINARES, N.L.



TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
Presenta.

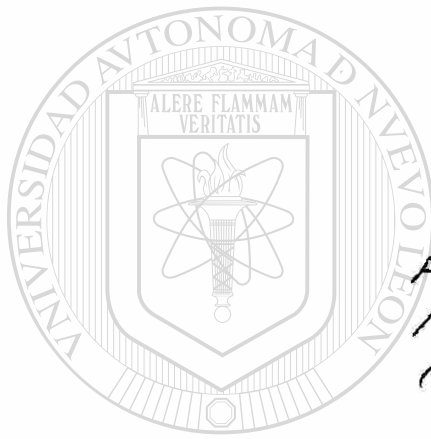
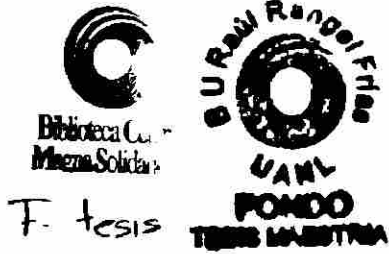
JAIME ALDAPE BOTELLO

MARIN, N.L.

AGOSTO DE 1985.

12351 e

FM
SBL91
.M2
A4



040 633
FA4
1995
05

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo (*Zea mays*) variedad
blanco olote colorado en riego y riego limitado. Verano 1984,
Ejido San Rafael, Linares, N.L.

TESIS

Sometida al Comité particular como requisito parcial

para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA



UANL

Revisada y aprobada por la Comisión Revisora

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

Ph.D. RIGOBERTO VAZQUEZ ALVARADO
Asesor Principal

Ph.D. RAMON GUAJARDO QUIROGA
Asesor

Ph.D. MARCO VINICIO GOMEZ MEZA
Asesor Externo

M.C. JOSE LUIS CANTU GALVAN
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres con admiración, amor y respeto, que me dieron la vida y me han apoyado en todo incondicionalmente.

Juan José Aldape Villarreal

Ma. Luisa Botello Acosta

A mis hermanos por su fraternidad y cariño

Juan José,

Silvia Sanjuana,

Eduardo y

Jorge

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

A mi esposa y a mis hijos con amor

Irma Leticia Peña Alanis

Jaime Eduardo

Mayela Alejandra

Perla Leticia

A la UANL y Facultad de Agronomía

A mis Maestros

A mis Amigos

A los Campesinos de México

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a todos y cada uno de los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, por sus aportaciones honestas, francas y profesionales en el área del conocimiento y experiencia respectiva para mejorar y enriquecer en todo lo que cabe esta investigación:

Ph.D. Rigoberto Vázquez Alvarado

Ph.D. Marco Vinicio Gómez Meza

Ph.D. Ramón Guajardo Quiroga

M.C. José Luis Cantú Galván

Al Dr. Juan F. Villarreal Arredondo, Director de nuestra Facultad de Agronomía de la UANL, por su apoyo y motivación constante para finiquitar este trabajo.

Al Ph.D. Rigoberto González González, Director de Graduados de la FAUANL, por las facilidades y motivación permanente a culminar mi Maestría.

Al Ing. Antonio Durón Alonso, por su apoyo en la organización de los datos experimentales así como en el análisis estadístico de los mismos.

A los compañeros Maestros que tuvieron a bien proporcionarme material bibliográfico y hemerográfico relacionado con el tema de investigación: Ing. Roberto Carranza de la Rosa, Ing. Humberto Rodríguez Fuentes, Ing. Cesáreo Guzmán Flores, Biol. Jesús González Martínez, Ph.D. Ciro G.S. Valdés Lozano, Ph.D. Emilio Olivares Sáenz, Ing. Leonel Romero Herrera, Ph.D. Francisco Zavala García, Ing. Alfredo Fraire Galván y Ph.D. Erasmo Gutiérrez Omelas.

Por sus aportaciones en el desarrollo mecanográfico de la Tesis:

Sra. Rosa Elia Pérez Rendón y

Srita. Lidia Martínez Morales

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN	xxi
SUMMARY	xxiii
ABREVIATURAS.....	xxv
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
A) ORIGEN, ANTIGÜEDAD Y DISPERSION.....	5
1.- Origen y Antigüedad.....	5
2.- Dispersión.....	8
B) DISTRIBUCION NACIONAL E INTERNACIONAL.....	9
1.- Nacional.....	9
2.- Internacional.....	12
C) USOS E IMPORTANCIA	13
1.- Usos.....	13
2.- Importancia	15
D) TAXONOMIA.....	17
E) DESCRIPCION BOTANICA DEL MAIZ.....	18
1.- Raíz.....	18
a) Raíces temporales, embrionales o seminales.....	19
b) Raíces permanentes.....	19
c) Raíces adventicias o caulinare.....	19

2.- Tallo.....	19
3.- Hoja	20
a) Vaina.....	20
b) Lígula o lengüeta.....	20
c) Lámina o limbo	21
4.- Flor	21
a) Flor masculina.....	21
b) Flor femenina o pistilada.....	22
5.- Fruto	23
a) Pericarpio.....	23
b) Endospermo.....	24
c) Embrión.....	24
<hr/>	
F) PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS.....	25
1.- Plagas	25 [®]
2.- Enfermedades	30
3.- Malezas	35
G) FISILOGIA Y FENOLOGIA	40
1.- Fisiología	40
a) Fotosíntesis	41
b) Respiración.....	45
c) Fotoperíodo	46
2.- Fenología.....	48
H) ECOLOGIA DEL CULTIVO	50
1.- Suelo.....	51

2.-	Clima.....	52
	a) Factores del clima.....	53
	ii) Altitud.....	53
	iii) Latitud.....	54
	b) Elementos del clima.....	54
	ii) Temperatura.....	54
	iii) Humedad.....	56
D)	RAZAS DE MAIZ.....	58
J)	TECNICAS DE CULTIVO.....	64
	1.- Preparación del Terreno.....	64
	a) Barbecho.....	64
	b) Rastra.....	66
	c) Nivelación.....	66
	2.- Siembra.....	67
	a) Fechas de siembra.....	67
	b) Densidad de siembra.....	68
	c) Variedades.....	68
	d) Tratamiento de la semilla.....	68
	e) Métodos.....	69
	ii) Manual.....	70
	iii) Mecánico.....	70
	3.- Labores de Cultivo o Culturales.....	71
	4.- Plagas, Enfermedades y Malezas.....	72
	5.- Riegos.....	72
	6.- Cosecha.....	73

- 7.- Fertilización 74
 - a) Fertilización nitrogenada 86
 - b) Fertilización fosfórica 102
 - c) Fertilización potásica..... 116
 - d) Antecedentes históricos de la planta, suelo y los fertilizantes 126
 - e) Trabajos similares..... 130

III. MATERIALES Y METODOS..... 142

A) DESCRIPCION DE LA ZONA EXPERIMENTAL..... 142

- 1.- Localización..... 142
- 2.- Clima..... 142
- 3.- Humedad..... 142
- 4.- Suelo..... 143

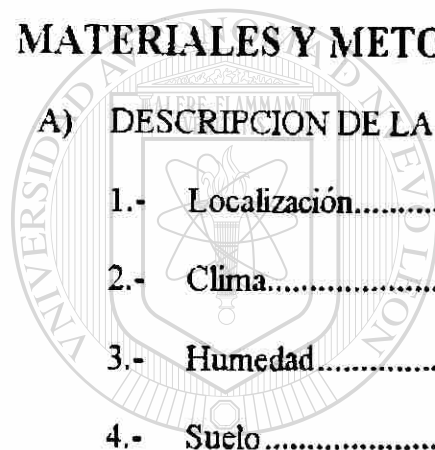
B) MATERIALES..... 144

- 1.- Variedad..... 144
- 2.- Fertilizantes..... 144
- 3.- Otros Materiales..... 144

C) METODOS..... 145

- 1.- Dimensiones del Area Experimental 145
- 2.- Croquis del Experimento..... 145
- 3.- Tratamientos y Diseño Experimental (Modelo) 146
 - a) Tratamientos 146
 - b) Diseño experimental (modelo estadístico) 147
 - c) Superficie de respuesta (Plan Puebla 1)..... 148

D) DESARROLLO DEL TRABAJO EXPERIMENTAL..... 149



U.A.N.L.

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

RIRI JOTECA Agronomía U.A.N.L.

1.- Preparación del Terreno.....	149
2.- Siembra y Aclareo.....	149
3.- Fertilización y Riegos.....	150
4.- Labores de Cultivo	151
5.- Plagas y Enfermedades	151
E) TOMA DE DATOS	152
F) COSECHA.....	153
G) VARIABLES EXPERIMENTALES Y ANALISIS ESTADISTICO.....	153
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	155
A) EXPERIMENTO DE RIEGO	155
1.- Resultados	155
2.- Discusión	158
3.- Evaluación Económica.....	165
B) EXPERIMENTO EN RIEGO LIMITADO.....	167 [®]
1.- Resultados	167
2.- Discusión.....	170
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	178
A) CONCLUSIONES PARA RIEGO Y RIEGO LIMITADO.....	178
B) RECOMENDACIONES PARA RIEGO Y RIEGO LIMITADO	182
VI. BIBLIOGRAFIA.....	185
VII. APENDICE	199

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1	Estadísticos descriptivos para todas las variables probadas en el experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L. ... 200
2	Medias sin ajustar de todas las variables probadas en el experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L. 201
3	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 1 apoyadas en la covariable 1 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L. 202
4	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 2 apoyadas en la covariable 2 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L. 202
5	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 3 apoyadas en la covariable 3 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L. 203
6	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 3 (continuación) apoyadas en la covariable 3 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L. 203
7	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 4 apoyadas en la covariable 4 (número de mazorcas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L. 204
8	Resumen del análisis de covarianza múltiple para la variable peso de grano 4, considerando como covariables (covariable 3 número de plantas por parcela útil, covariable 4 número de mazorca por parcela útil y covariable 44, número de mazorcas por parcela útil al cuadrado). Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L. 204

9	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 2 número de plantas por parcela útil al segundo muestreo) de las 45 combinaciones de dos de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas completas 2. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	205
10	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 2 número de plantas por parcela útil al segundo muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas incompletas 2. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	206
11	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil) de las 45 combinaciones de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable número de mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	207
12	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza múltiple (covariable 3 número de plantas por parcela útil; covariable 4 número de mazorcas por parcela útil; covariable 44 número de mazorcas por parcela útil al cuadrado) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error, para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	208
13	Correlaciones de las variables consideradas en el experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	209
14	Correlaciones con grado de asociación mayor o igual a 50% y con significancia o alta significancia para las diferentes variables probadas experimentalmente. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984. Ejido San Rafael, Linares, N.L.	210
15	Concentración de los valores estadísticos para cada uno de los componentes que integran el modelo que mejor explica la respuesta para la variable peso de grano 4, considerando las variables Dummy (variables de engaño correspondiente al bloqueo). Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	211

16	Concentración de los valores estadísticos para cada uno de los componentes que integran el modelo que mejor explica la respuesta para la variable peso de grano 4, sin considerar las variables Dummy (variables de engaño correspondientes al bloqueo). Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	211
17	Resumen de los valores de predicción según el coeficiente de regresión para el nitrógeno lineal considerando los valores mínimo, intermedios (bajo, alto) y máximo así como para las covariables (3, 4 y 44) para obtener el rendimiento de grano según el modelo de predicción completo ignorando el fósforo. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	212
18	Resumen de los valores de predicción según los coeficientes de regresión para fósforo lineal y cuadrático considerando los valores mínimo, intermedios (bajo, alto) y máximo, así como para las covariables (3, 4 y 44) para obtener el rendimiento de grano según el modelo de predicción completo ignorando nitrógeno. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael Linares, N.L.	212
19	Resumen de los valores de predicción según los coeficientes de regresión para nitrógeno lineal, fósforo lineal, fósforo cuadrático considerando los valores mínimo, intermedios (bajo, alto) y máximo, así como para las covariables (3, 4, 44) para obtener el rendimiento de grano según el modelo de predicción completo. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael Linares, N.L.	213
20	Tendencia de los efectos sobre el rendimiento por el nitrógeno, fósforo lineal y cuadrático, individual y conjuntamente, así como de la densidad para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael Linares, N.L.	213
21	Resumen de los valores de predicción según los coeficientes de regresión para nitrógeno lineal, fósforo lineal y cuadrático, considerando el nivel más alto de nitrógeno (210 kg N/ha) y los niveles medio bajo y alto de fósforo (30 y 60 kg P ₂ O ₅ /ha) así como los valores mínimo, medio y alto de la covariable (3, 4 y 44) para obtener el rendimiento de grano según el modelo de predicción completa. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	214

Cuadro

22	Resumen de los costos de producción sin fertilización y con fertilización de nitrógeno o fósforo en forma individual o conjunta así como el rendimiento en grano, ingresos y ganancias o pérdida bruta calculado de acuerdo al modelo de predicción completa. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	214
23	Estadísticos descriptivos para todas las variables probadas en el experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado para 40 observaciones. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	216
24	Medias sin ajustar de todas las variables probadas en el experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	217
25	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 1 apoyadas en la covariable 1 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	218
26	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 2 apoyadas en la covariable 2 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	218
27	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 3 apoyadas en la covariable 3 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	219
28	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 3 (continuación) apoyadas en la covariable 3 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	219
29	Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 4 apoyadas en la covariable 4 (número de mazorcas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	220

Cuadro

30	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 1 número de plantas por parcela útil primer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error, para la variable altura 1. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	221
31	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas completas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	222
32	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas secas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	223
33	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas abajo de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	224
34	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable número de mazorcas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	225
35	Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable área foliar 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	226

Cuadro

36	Características físicas y químicas del suelo específico del área experimental. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado para riego y riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	227
37	Características de la calidad del agua utilizada para el riego. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego y riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	227
38	Resumen sobre la precipitación y evaporación mensual correspondiente al ciclo de cultivo de acuerdo al reporte meteorológico de la SARH estación (Vista Hermosa). Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego y riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	228
39	Correlaciones de las variables consideradas en el experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	229
40	Correlaciones con grado de asociación mayor o igual a 50% y con significancia o alta significancia para las diferentes variables probadas experimentalmente. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.	230

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página	
1	Croquis dimensiones y distribución de tratamientos. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	232
2	Medias por tratamiento para las variables altura uno, dos y tres correspondientes a los tres muestreos, con respecto a su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N.L.	233
3	Medias por tratamiento para las variables número de hojas completas uno, dos y tres correspondientes a los tres muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N.L.	233
4	Medias por tratamiento para las variables hojas incompletas uno y dos correspondientes a los dos muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N.L.	234
5	Medias de tratamientos para la variable hojas secas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	234
6	Medias de tratamientos para la variable hojas abajo de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	235
7	Medias de tratamientos para la variable hojas arriba de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	235
8	Medias de tratamientos para la variable número de mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	236
9	Medias de tratamientos para la variable area foliar 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	236
10	Medias de tratamientos para la variable paja 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	237

11	Medias de tratamientos para la variable rendimiento biológico 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	237
12	Medias de tratamientos para la variable peso de mazorca 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	238
13	Medias de tratamientos para la variable peso de olote 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	238
14	Medias de tratamientos para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	239
15	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas completas 2. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	240
16	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas incompletas 2. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	241
17	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable número de mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	242
18	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	243
19	Expresión del rendimiento en función del nitrógeno ignorando el efecto del fósforo lineal y cuadrático a diferentes densidades (mínimo, media y máxima) para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	244

Figura		Página
20. Expresión del rendimiento en función del fósforo lineal y cuadrático ignorando nitrógeno a diferentes densidades (mínimo, media y máxima) para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	244	244
21 Expresión del rendimiento en función del nitrógeno, fósforo lineal y cuadrático a diferentes densidades (mínima, media y máxima) para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	245	245
22 Expresión del rendimiento en función del nivel alto de N (210 kg N/ha) y fósforo lineal y cuadrático a dos niveles (30 y 60 kg P ₂ O ₅ /ha) a diferentes densidades (mínimo, media y máxima) para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	245	245
23 Expresión del rendimiento en función de no fertilización, y de niveles de nitrógeno, niveles de fósforo individualmente y de combinaciones de ellos para la variable peso de grano 4 apoyados en el modelo completo de regresión. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	246	246
24 Expresión de las pérdidas o ganancias brutas en pesos por hectárea para maíz considerando no fertilización o niveles individuales de N o de P ₂ O ₅ así como combinaciones de los mismos, en base al rendimiento obtenido de acuerdo al modelo completo de regresión. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	247	247
25 Croquis dimensiones y distribución de tratamientos. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	248	248
26 Medias por tratamiento para las variables altura uno, dos y tres correspondientes a los tres muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N.L.	249	249
27 Medias por tratamiento para las variables número de hojas completas altura uno. dos y tres correspondientes a los tres muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N.L.	249	249

28	Medias por tratamiento para las variables hojas incompletas uno y dos correspondientes a los dos muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N.L.	250
29	Medias de tratamientos para la variable hojas secas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	250
30	Medias de tratamientos para la variable número de hojas abajo de la mazorca 3 Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	251
31	Medias de tratamientos para la variable hojas arriba de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	251
32	Medias de tratamientos para la variable número de mazorcas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	252
33	Medias de tratamientos para la variable área foliar 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	252
34	Medias de tratamientos para la variable paja 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	253
35	Medias de tratamientos para la variable rendimiento biológico 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	253
36	Medias de tratamientos para la variable peso de mazorca 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	254
37	Medias de tratamientos para la variable peso de olote 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	254
38	Medias de tratamientos para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.	255

39	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable Altura 1 (cm) Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.	256
40	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas completas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.	257
41	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas secas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.	258
42	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas abajo de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.	259
43	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable número de mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.	260
44	Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable area folear 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.	261

RESUMEN

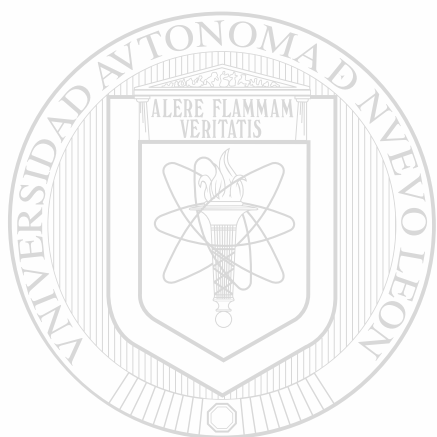
La presente investigación se llevó a efecto en el ejido San Rafael, Linares, N.L., durante el verano de 1984, con el propósito de observar la respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfórica en maíz criollo variedad blanco olote colorado, así como determinar los óptimos económicos y fisiológicos de dicha prueba.

Para lograr estos objetivos se desarrollaron dos experimentos uno en riego (5 riegos) y otro con riego limitado (3 riegos) bajo las mismas condiciones de suelo, agua de riego y ecológicas, probándose 10 tratamientos dentro de el diseño experimental bloques completos al azar. Para riego se consideraron 4 niveles de N (0, 70, 140 y 210 kg/ha) a dos aplicaciones y para P (0, 30, 60 y 90 kg P_2O_5 /ha) a una aplicación, dentro de riego limitado solo cambiaron las dosis de N (0, 40, 80, 120 kg/ha) en una aplicación y a las mismas dosis de P.

Durante la evaluación de los trabajos se efectuaron 4 muestreos, tomando en cada uno su covariable respectiva (4) utilizadas para el análisis de covarianza para las 18 variables evaluadas: Altura 1, 2 y 3, hojas completas 1, 2 y 3, hojas incompletas 1 y 2, hojas secas 3, hojas abajo de la mazorca 3, hojas arriba de la mazorca 3, número de mazorcas 3, área foliar 3, paja 3, rendimiento biológico 3, peso de mazorca 4, peso de olote 4, peso de grano 4. Por análisis de covarianza simple para el Experimento 1 mostraron significancia; hojas completas 3, hojas incompletas 2, y número de mazorcas 3, y con covarianza múltiple peso de grano 4, determinándose que el óptimo fisiológico corresponde al tratamiento 8 (210 kg N/ha y 60 kg P_2O_5 /ha) y el económico para el 6 (140 kg N/ha y 60 kg P_2O_5 /ha). En base al mejor modelo de ajuste se determinó que N solo presentó efecto lineal. lo que indica que el óptimo está en su nivel más alto o por encima de él, y para P se expresó efecto lineal y cuadrático, girando el óptimo fisiológico en 60 kg de P_2O_5 /ha y el económico para 30 kg de P_2O_5 /ha. Sin embargo para la interacción NP no existió significancia, por lo que para propósitos prácticos en el campo se recomiendan para óptimo fisiológico 210 kg N y 60 kg P_2O_5 /ha y para máxima ganancia bruta 210 kg N-30 kg P_2O_5 /ha.

Para riego limitado solo presentaron significancia con covarianza simple altura 1, hojas abajo de la mazorca 3, área foliar 3 y con alta significancia hojas completas 3, hojas secas 3, y número de mazorcas 3, determinando la diferencia estadística los tratamientos con niveles más bajos o con ausencia de fertilizante tratamiento 9. Las limitantes para la no o mayor significancia de las variables son entre otras: la forma de aplicación del fertilizante, algunas pérdidas de N y P, pero sobre todo la densidad muy baja o muy alta, la no equidistancia entre plantas y particularmente en riego limitado, la menor disponibilidad de N por una sola aplicación y casi 50% menos que en riego, además de menor

disposición de agua por dos quintas partes menos que en riego, por lo que se recomienda repetir el Experimento 2 pero, con densidad fija (40,000 o 45,000 pltas/ha) y equidistancia entre plantas, a dos aplicaciones de N, para observar si se logra detectar el efecto sobre rendimiento en grano.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SUMMARY

The present research was conducted at the San Rafael Ejido, located at Linares, N.L., during the summer 1984. the purpose of this experiment was to determine the response of the regional variety blanco olote colorado to the nitrogen and phosphorous application, including the evaluation of optimum economical and physiological doses.

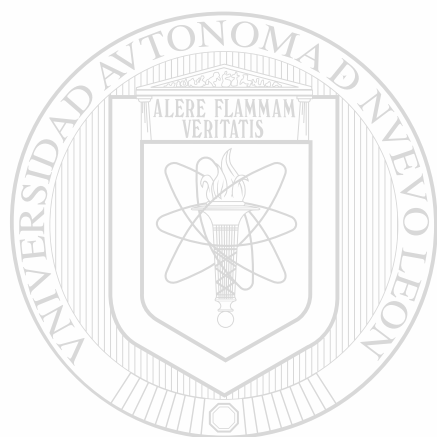
In order to achieve these objectives two different conditions were tested. These conditions were normal irrigation and limited irrigation with 5 and 3 watering respectively using the same type of soil, water quality and ecological conditions. Ten treatments were tested under a randomized complete block design. For the experiment under irrigated conditions four nitrogen levels were considered (0, 70, 140 y 210 kg N/ha) applying the nitrogen en two different periods, and four phosphorous levels (0, 30, 60 y 90 kg P_2O_5 /ha) applying all the phosphorous at the sowing date. For the experiment under limited irrigation the nitrogen levels were different (0, 40, 80 y 120 kg N/ha) but in this experiment all the nitrogen and the phosphorous were applied at the sowing date.

During the evolution of the experiment four time data were taken relating each one with a covariable. Four covariables in total were used for the covariance analysis of the following variables: Height 1, 2, and 3, complete leaf 1, 2 and 3, incomplete leaf 1 and 2, dry leaf 3, leaves below the corn 3, leaves above the corn 3, corn number 3, leaf area 3, hay 3, biological yield 3, corn weight 4, corn cob 4, grain weight 4.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

In the first experiment using the simple covariance analysis, there were found differences among complete leaves 2, incomplete leaves 2 and corn number 3. In the same experiment using multiple covariance there were found differences among grain weight 4 treatments, calculating the optimum physiological in the treatment number 8 (210 kg N/ha and 60 kg P_2O_5 /ha) and the optimum economic for the treatment number 6 (140 kg N/ha and 60 kg P_2O_5 /ha). Based in the best adjusted model it was determined that the N, just showed lineal effects, indicating this information that the optimum N level it is located at the heights N used level. In the phosphorous case the adjusted model showed lineal and quadratic effects in which the optimum physiological was located at 60 kg/ha, and the economical doses at 30 kg P_2O_5 /ha, however, for the nitrogen and phosphorous interaction there were not found differences. It can be concluded that for field conditions can be used the optimal physiological (210 kg N/ha and 60 kg P_2O_5 /ha) and for the maximum profit that can be used (210 kg N/ha and 30 kg P_2O_5 /ha).

The variables that showed significant differences under limited irrigation using simple covariance were height 1, leaves below the corn 3, leaf area 3 and with high significance complete leaves 3, dry leaves 3, and corn number 3. Among these variables the treatment 9 was the responsible of the differences with all the other treatments. For the 2 type of experiments, the possible reasons that can be suggested for the no significance of the other variables are the way in which the fertilizer is applied to the ground, producing losses of N or P_2O_5 however the most important factor was the low stan density, and the no equal distance among plants. Among other factors that can be mentioned for the limited irrigation are the 50% less applied fertilizer, and the less water disponibility, because the other experiment had 2 more irritations. According with these data it is suggested to repeat the experiment 2 with a fixed stand density (40,000 or 45,000 plants/hectare) and equal plant distribution, with two nitrogen applications during the growth station in order to detect grain yield.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



INDICE DE ABREVIATURAS

A1 =	Altura 1	l =	Litro
A2 =	Altura 2	M.S. =	Materia seca
A3 =	Altura 3	Maz =	Mazorcas
AF3 =	Area foliar 3	m =	Metro lineal
C.C. =	Capacidad de campo	m ² =	Metro cuadrado
C.M. =	Cuadrado medio	meq =	Miliequivalentes
C1 =	Covariable 1	mg =	Miligramo
C2 =	Covariable 2	mm =	Milímetros
C3 =	Covariable 3	N =	Nitrógeno
C4 =	Covariable 4	NM3 =	Número de mazorcas 3
C44 =	Covariable 44	No. =	Número
cm =	Centímetros	P.V. =	Primavera-verano
ejem. =	Ejemplo	P.G.4 =	Peso de grano 4
F =	Fertilizante	P.O.4 =	Peso de olote 4
g =	Gramos	P.M.4 =	Peso de mazorca 4
ha =	Hectárea	P =	Fósforo
HAM3 =	Hojas abajo de la mazorca 3	p =	Probabilidad
HArrM3 =	Hojas arriba de la mazorca 3	Pa3 =	Paja 3
HC1 =	Hojas completas 1	p.u. =	Parcela útil
HC2 =	Hojas completas 2	pltas =	Plantas
HC3 =	Hojas completas 3	ppm =	Partes por millón
HI1 =	Hojas incompletas 1	R.B.3 =	Rendimiento biológico 3
HI2 =	Hojas incompletas 2	T° =	Temperatura
H° =	Humedad	ton =	Tonelada
K =	Potasio		

I. INTRODUCCION

En vista de que el maíz, es uno de los cultivos más antiguos y útiles al hombre y que junto con el trigo y el arroz, constituye uno de los recursos naturales renovables más relevantes en toda la historia de la humanidad; y debido a su amplia plasticidad de adaptación apenas igualada por el frijol para formar el "taco mexicano"; y a que el grano posee diversas intensidades de colores; blanco, amarillo, rojo, azul, morado, púrpura, negro, variegado y pinto, que reflejan su contenido alimenticio; el cultivo tiene vital importancia en todos los órdenes de la vida humana, científica, tecnológica, social, económica y política. Su domesticación influyó de manera determinante en el desarrollo de las culturas, las conquistas y colonizaciones americanas.

Con este trabajo deseo poner de manifiesto mi aprecio e interés hacia uno de los cereales de mayor importancia en nuestro país y el mundo: EL MAÍZ. Expreso mi admiración por nuestro país y aquellos pueblos donde esta planta significa vida, sustento, moneda y religión, admiración que se extiende a la herencia misma que nos dejó nuestra raza indígena, quien domesticó y seleccionó germoplasma de alto valor genético para beneficio de la humanidad y que el hombre contemporáneo debe conservar y mejorar, imitando y superando a las pasadas generaciones.

Acentuando aún más la importancia del maíz el hecho de ser una de las plantas más estudiadas durante los últimos 100 años lo que permitió el desarrollo del "vigor híbrido" o heterosis, ahora aplicado a otras especies (gramíneas y leguminosas) agregando que por sus características morfológicas, anatómicas, fisiológicas, ecológicas y de variada tecnología, actualmente se cultiva en 82% de los países del mundo (134), además de ser el único cereal mundial que sus frutos están al centro de la planta y se concentran en la mazorca, verdadera excepción en la naturaleza, que expresa la enorme capacidad fisiología del maíz para concentrar energía en los frutos, y refleja la hazaña de los pueblos que domesticaron esa capacidad

para conformar la energía a las necesidades humanas.

Asimismo, es el único cereal que su fruto se consume tierno (elote) o fruto maduro, tanto para alimentación animal o humana y se aprovechan todas las partes de la planta para variados usos, dándose su mayor consumo como maíz transformado en países desarrollados y en forma directa en los subdesarrollados, siendo además materia prima en la industria básica para más de 800 artículos como insumos de la industrias complementarias o para consumo final.

El reto fundamental al final del milenio debido al crecimiento desmesurado de la población humana es el incrementar la producción de los alimentos básicos (trigo, arroz, maíz) lo que se da por dos sistemas de producción: la agricultura intensiva de capital o científica, y la tradicional o campesina. Más de dos terceras partes de maíz se produce por la primer forma y el resto en la segunda. Los incrementos de la producción por unidad de superficie de maíz se puede lograr por la vía del mejoramiento genético de la planta (a largo plazo) y a corto plazo el desarrollo de paquetes tecnológicos (uso de variedades mejoradas, densidades apropiadas, arreglo topológico correcto, buen suelo, mecanización, fertilización intensiva), la que es empleada principalmente por el sistema intensivo de capital en países ricos, y que actualmente ya han llegado al punto de equilibrio donde incrementos sustanciales en la fertilización producirían incrementos muy moderados de una tonelada de maíz/ha a muy alto costo ofreciendo al mundo casi setenta millones de toneladas, en la superficie que hoy dedican al cultivo.

La verdad es que la agricultura científica no tiene mucho que aportar a la agricultura campesina, no porque sus recomendaciones sean falsas sino, porque son remotas e inadecuadas a sus modos de producir creándose el mito de la resistencia de los campesinos a la adopción de la técnica científica. Resistencia que no existe, sino que la recomendación es inadecuada a las necesidades de los productores, como semillas muy productivas pero muy exigentes o muy vulnerables, uso de fertilizantes más caros que el incremento de la producción, o uso de maquinaria muy costosa.

El incremento de los rendimientos unitarios es posible e

irrenunciable en la agricultura de los campesinos, de los pobres, puesto que está muy lejos del punto de saturación de los fertilizantes lo que implica que el rendimiento promedio de 1.5 toneladas/ha equivalente a un cuarto del rendimiento en Estados Unidos, se puede incrementar modestamente en una tonelada/ha lo que sería más fácil y económico que elevar la misma cantidad en la agricultura intensiva de capital, lo que ofrecería al mundo en la superficie de agricultura tradicional casi sesenta millones de toneladas, equivalente a lo que produciría el sistema intensivo.

Por lo anterior es necesario incrementar la investigación básica y aplicada a la agricultura tradicional para adecuar las técnicas conocidas y encontrar alternativas para aquellas que resulten caras e inadecuadas.

Así la elevación de la productividad por el uso de los fertilizantes es incuestionable cuando éstos son los adecuados y se aplican en las dosis óptimas o más convenientes a una área de influencia edáfica y ecológica, resultando que es la técnica de cultivo más prometedora para incrementar el rendimiento y la calidad de los cultivos de alta productividad como el maíz, además que conserva y mejora la fertilidad del suelo logrando producir plantas sanas, vigorosas y de alto rendimiento en grano y forraje siempre y cuando interactue con otras técnicas de cultivo apropiadas, como fecha de siembra, densidad, labores de cultivo, control de plagas, enfermedades y malezas, uso correcto del agua, etc.

Los objetivos de la presente investigación son:

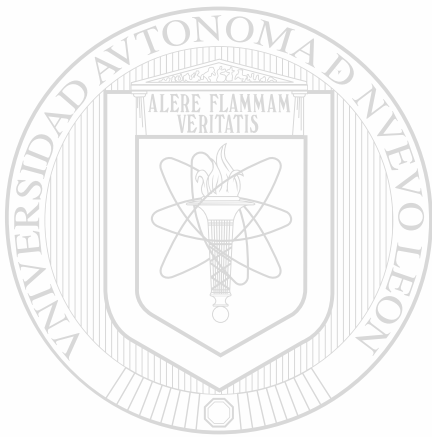
1. Evaluar la respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfórica, bajo condiciones de riego y riego limitado sobre el cultivo de maíz criollo variedad blanco olote colorado, ciclo tardío.
2. Determinar la dosis óptima económica para los tratamientos (fertilizantes) bajo condiciones de riego y riego limitado.

Hipótesis

H1 = El nitrógeno y fósforo son macro elementos esenciales que permiten el buen desarrollo vegetativo y reproductivo (rendimiento económico) de la planta de maíz cuando se encuentran en niveles adecuados y disponible bajo condiciones de

riego y riego limitado.

H2= Un nivel adecuado de nitrógeno y fósforo permiten el máximo desarrollo de la planta y a su vez las máximas ganancias económicas tanto en riego como en riego limitado.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

II. REVISION DE LITERATURA

A. ORIGEN, ANTIGUEDAD Y DISPERSION

1. Origen y Antigüedad

La palabra "maíz" proviene de unas lenguas del caribe; los españoles tomaron el vocablo de un dialecto de la isla de Haití, cuyos aborígenes le llamaban "maíz". El maíz o milpa, junta mucho y grandes secretos; sus frutos o granos significan: moneda, religión, alimento (pan y vino), para grandes y dispersos conglomerados humanos.

Los botánicos la llaman gramínea o cereal; en Náhuatl se conoció como Ilayolli, Centli, Cinte o Cintle; en Maya, Ixi; en Huasteco, Iziz; en Otomí, Detha; en Quechua, Pirissincu: en Guaraní, Abatí; en China arroz de Jade, Trigo de Jade (Yu mai) y sorgo de Jade.

Los españoles al principio de la conquista la llamaron "Panizo". Hasta mediados de 1700, en Europa se le dieron muchas denominaciones: Panicum, Triticum frumentum, Milium indicum, Frumentum asiaticum y Triticum indicum.

Hasta el momento no se sabe con precisión la época y el lugar exacto de la aparición del maíz. Al respecto existen varias teorías. La historia de la humanidad se estima en tres millones de años; la aparición del hombre en América data de 11 a 15 mil años y el inicio de la agricultura se cita en varios textos, que ocurrió hace 10 mil años. Cuando los españoles llegaron a América en 1492 y a México en 1521, el maíz ya tenía varios siglos de cultivo y se contaba con una "cultura" muy desarrollada sobre el mismo. (24, 50, 68, 78, 81, 82, 83, 86, 91, 117).

En 1954 los doctores Barghoorn, Walfe y Clisbi, encontraron a 69 y 70 metros de profundidad en el lugar donde se construyó la torre latinoamericana en la ciudad de México, 19 granos de polen fosilizados que fueron clasificados pertenecientes al maíz. La edad de esos granos de polen se estimó entre 60 y 80 mil años, concluyéndose que por lo menos como planta silvestre, el maíz ya existía desde entonces

en el valle de México.

Las investigaciones arqueológicas, geológicas, botánicas y citogenéticas de parte de la planta, mazorcas, olotes, granos, polen, especies parientes del maíz, nombres que daban los antepasados a éste, herramientas, utensilios para preparar alimentos; dioses, ceremonias y ritos religiosos; así como las observaciones de todo lo anterior en esculturas, o impresiones, códices, cerámicas prehispánicas y estudios de fósiles informan que el maíz empezó a domesticarse aproximadamente hace 5 y 6 mil años en el territorio de lo que hoy es la República Mexicana y específicamente en el Valle de Tehuacán, Puebla y el norte del estado de Oaxaca. (24, 50, 68, 78, 81, 82, 83, 86, 91, 117),

En adición a lo anterior se presentan algunas pruebas que confirman la antigüedad del maíz:

- Mazorcas fósiles de maíz encontradas en la cueva Tularosa y cueva del murciélago del estado de Nuevo México, Estados Unidos, son consideradas como de maíz prehistórico y se estima una edad de 4,500 y 3,500 años respectivamente.
- Las muestras de maíz encontradas en la cueva de la Perra en el estado de Tamaulipas, México, se estima una edad de 4,445 +- 180 años. La muestra más reciente que se encontró allí tiene una edad de 1,800 a 2,200 años. Las mazorcas más antiguas, son más pequeñas, más débiles y con el maíz tunicado (cada grano individual, cubierto con bracteas o pequeñas glumas e insertado en el olote, el conjunto de granos formando la mazorca cubierta por las bracteas o totomoxtle).
- Maíz primitivo prehistórico. Las muestras de maíz anteriormente descritas y los estudios en otras investigaciones con maíces fósiles, indica que los maíces primitivos eran tunicados (cada grano individual vestido o cubierto con glumas). La selección continuada de maíces con glumas, cada vez más cortas, condujo gradualmente a la obtención de granos desnudos.

Con la información disponible, el maíz primitivo debe haber tenido las siguientes características:

1. Plantas con flores masculinas y femeninas, separadas pero en la misma planta.

2. Mazorcas pequeñas de tres a seis centímetros de longitud y de cuatro a ocho hileras de granos: en parte o totalmente cubiertas por brácteas. Los granos pequeños, palomeros (everta), tunicados y de colores oscuros.

Hasta el momento, los investigadores no se han puesto de acuerdo acerca del origen geográfico y botánico del maíz. Al respecto se han esgrimido diferentes hipótesis.

El origen botánico asume las siguientes teorías:

1. El maíz actual procede de un maíz tunicado.
2. Desciende del teocintle, bien sea por selección, mutaciones o por hibridación con otra gramínea.
3. Es el producto del cruzamiento de un teocintle silvestre con otro cultivado.
4. Es un híbrido natural entre el teocintle y una gramínea afín, ya extinguida.
5. El maíz, el tripsacum y el teocintle son tres gramíneas emparentadas y por lo tanto descienden de una sola planta.
6. Es un híbrido trigenérico de: maíz tunicado, teocintle y tripsacum.
7. Es un híbrido asiático, producto del cruzamiento de coix y sorghum.

En relación al origen geográfico algunos estudiosos consideran que el maíz es nativo de Asia, otros piensan que es de América. Esto último es lo más aceptado, ya que existen los suficientes testimonios que avalan al nuevo mundo como el verdadero; entre ellos podemos mencionar los siguientes:

1. En las informaciones diversas y antiguas se manifiesta una confusión del maíz con el mijo y el sorgo. Los partidarios de que el maíz es de origen americano, aseguran que no hay prueba escrita, antes de 1511, que aclare satisfactoriamente el problema.
2. Los escritores griegos, en relación a los cultivos, no mencionan ninguna planta similar al maíz.
3. En la Biblia, en donde se citan muchas y diversas plantas, no se menciona planta similar al maíz ni alguna planta semejante.
4. Se asegura, que en las informaciones y representaciones

- egipcias, no hay ninguna que haga alusión al maíz.
5. No hay voces, en hebreo ni en sánscrito para designarlo.
 6. Si el maíz es de Asia, no hay razón para que no se difundiera ampliamente en Europa y Asia Menor, antes de la conquista de América.
 7. Los maíces con características antiguas que se encontraron en el Asia que inicialmente perecieron y no son conocidas en América; se encontraron posteriormente en varios lugares del continente americano; tal es el caso del maíz chino o ceroso.
 8. El investigador Bonafus, apoya sus ideas del origen asiático del maíz, en el texto de Pen Tsao Kang Mu de Li Shih Chen, quien escribió sobre el maíz y que el libro fue publicado con anterioridad al descubrimiento de América; sin embargo, estudios recientes demuestran que la publicación es posterior a la llegada de los conquistadores al Nuevo Mundo.

Así pues quedan muy pocas dudas acerca del origen americano del maíz, pero es discutible en que lugar. Se mencionan: México, Guatemala, Colombia, región Andina (Perú, Ecuador, Bolivia) y las tierras bajas del Paraguay, Uruguay, Argentina, Bolivia y Brasil.

Hay suficiente evidencia indicando que México fue el centro primario de origen, domesticación y dispersión del maíz; que ocurrió hace más de 6 mil años y que las migraciones humanas lo llevaron a Sudamérica, en donde tuvo lugar el centro secundario, hace más de 5 mil años. (24, 50, 68, 78, 81, 82, 83, 86, 91, 117).

2. Dispersión

De México se dispersó hacia el norte del Continente y posteriormente hacia Europa y Asia. La Aplicación del fenómeno "Vigor híbrido" o heterosis, desarrolló el maíz híbrido que se inicia en Estados Unidos en la década de 1950, se dispersa para Sudamérica, Europa, Africa, Asia y Oceanía. De esta manera, mientras en el Siglo XVI se cultivaba el maíz en América actualmente se produce en 134 países del mundo (81.7% de los 164 del mundo), lo cual indica la amplia diversidad de climas, suelos, tecnologías bajo los cuales se cultiva, y la diversidad morfológica y genética de la especie (15,

68, 81, 82, 115).

B. DISTRIBUCION NACIONAL E INTERNACIONAL

1. Nacional

Por su volumen de producción, área cultivada y el valor de producción el maíz es el cultivo más importante en México.

- El 71% de nuestra agricultura es de temporal.
- El 43.5% de la superficie es sembrada con maíz. (Más de 8 millones de ha, de un total de 18;576,206 ha bajo cultivo con 93 cultivares diferentes, año 1981).
- El 86.8% de la superficie de maíz es sembrada de temporal. (Más de 6 millones de ha 1978).
- El 87.4% de la superficie de trigo es sembrada con riego. Esto explica, al menos parcialmente, el mayor rendimiento unitario de trigo con relación al maíz.
- Un campesino produce maíz para más de 40 consumidores en un año.
- Más del 65 de los productores de maíz son ejidatarios y el 35% son pequeños y grandes propietarios.
- Hay un alto déficit de maíz para usos industriales que hace que se importen altos volúmenes. Se estima que para el año 2000 se tendrán que importar cerca de 8 millones de toneladas. (Producción estimada de 17 millones de toneladas y una demanda total de 25 millones de toneladas).
- En 1982, la población de México alcanzó la cantidad de 73;122,295 habitantes; 25 millones correspondan a la población económicamente activa y de ésta solo 5 millones se dedican a la agricultura; de la anterior cifra más de 1.7 millones de agricultores produjeron más de 10 millones de toneladas de maíz. Estimándose que un campesino produjo 5.9 ton de maíz en más de 3 ha. Este maíz se consumió en el año de 1983, para alimentar 74;980,539, es decir 135 kilos per cápita que incluye: consumo de maíz directo y consumo de maíz transformando en carne, huevo, leche y derivados, aceite, almidones, etc. El consumo per cápita se estimó en más de 190 kilos anuales, para lo cual fue

necesario importar maíz para cubrir las necesidades y dejar reserva para el siguiente año. México tiene un consumo per cápita directo de maíz que se ha estimado en 104 y 105 kilos (más de 15 tortillas diarias).

- El consumo per cápita se ha incrementado de 83 kg en 1940 a 190 kg en 1970. El autoconsumo alcanza 30% de la producción nacional.
- La producción promedio se ha incrementado de 671 kg/ha en 1925 hasta 1,760 kg/ha en 1983. La producción promedio nacional más baja se dio en 1930 cuando se produjeron solo 448 kg/ha; la mejor producción se alcanzó en 1981 con un promedio de 1,810 kg/ha.
- La producción nacional ha tenido un incremento vertical (mayor producción por ha), y un incremento horizontal (mayor superficie cultivada).
- De 481 kg/ha en 1940, la producción se incrementó hasta 1,760 kg/ha en 1983. Es decir, en 42 años se aumentó la producción en 1,269 kg/ha o 30.2 kg/ha por año.
- Sin embargo, en Estados Unidos la producción promedio en 1940 fue de 1,788 kg/ha, y en 1983, alcanzó los 5,120 kg/ha, es decir en 42 años hubo un incremento de 3,332 kg/ha ó 79.3 kg promedio por año. Las evidencias demuestran que el maíz se produce en todo el país, pero los estados con mayor producción son: Jalisco, México, Michoacán, Puebla, Zacatecas, Veracruz, Guanajuato, Tamaulipas y Chiapas. (15, 50, 81, 82, 83, 86, 115, 118).

Para 1926, Tamaulipas no figuraba como estado productor de altos volúmenes por falta de agua, con la disponibilidad de riego, actualmente tiene la mayor superficie de riego dedicada al cultivo de maíz (más 230,000 ha); junto con Veracruz, Nayarit, Chiapas, Tamaulipas cosecha el maíz en los meses de mayo a julio, época en que la mayor superficie del maíz en México se está sembrando.

En México el maíz tiene escaso uso ganadero por lo que para 1983 solo se sembró una superficie de 89,231 ha, con un rendimiento medio de 32 ton/ha y una producción total de 2;857,047 tonelada de forraje.

Sin embargo, maíz de grano en 1925 se sembraron 2;936,169 ha,

con un rendimiento promedio de 671 kg/ha una producción total de 1;968,732 toneladas y un consumo per cápita de 133.846 kg y para 1983 un monto de 7;420,623 ha, con rendimiento promedio de 1,760 kg/ha y una producción total de 13,061,208 ton con un consumo per cápita de 185 kg.

De 1925 a 1983 la mayor superficie cosechada fue de 8;150,000 ha con la mayor producción promedio de 1,810 kg/ha y una producción total de 14;715,500 toneladas en 1981. El menor rendimiento promedio fue de 491 kg/ha en 1940 y el menor consumo per cápita se dio el mismo año con 83.388 kg. El máximo consumo per cápita fue de 190.828 kg en 1966. El incremento promedio de rendimiento de grano/ha se inicia cuando principia la distribución de semillas mejoradas y paquetes tecnológicas del cultivo en 1940.

Actualmente el estado que presenta la mayor superficie sembrada de maíz con riego (1983) es Tamaulipas con 231,107 ha, le sigue estado de México con 101,204 ha y el menor con riego D.F. (0 ha), Campeche con 832 ha y Quintana Roo con 1,774 ha. Los Estados con mayor área de temporal sembrado son Jalisco (783,263 ha) Chiapas (657,797 ha), Estado de México (602,281 ha) y los menores son Baja California Sur (0 ha) Baja California Norte (426 ha) y Sonora (2,265 ha).

Los Estados con mayor superficie total son Jalisco (831,359 ha) México (703,485 ha) Chiapas (667,123 ha), y mayor producción en toneladas: México (2;057,561 ton) Jalisco (2;001,359 ha) Chiapas (1;531,453 ha).

Los Estados de menor superficie sembrada son Baja California Sur (2,069 ha) Baja California Norte (8,737 ha) Distrito Federal (12,701 ha). Los de mayor rendimiento promedio por hectárea son Sonora (3,464 kg/ha) Baja California Norte (2,993 kg/ha) México (2,925 kg/ha) los de menor rendimiento son Quintana Roo (521 kg/ha) Aguascalientes (779 kg/ha) Morelos (970 kg/ha). Los de menor producción en toneladas son Baja California Sur (4,959), Distrito Federal (25,015) y Baja California Norte (26,151).

Nuevo León ocupa el 20º lugar en superficie de riego con 23,132 ha y el 10º en temporal con 47,048 ha, así como el 11º en superficie total con 70,048 ha de menor a mayor extensión, asimismo

el 17º lugar en producción de toneladas 108,805. (15, 26, 50, 81, 82, 83, 86, 115, 118).

2. Internacional.

Para 1983 según la F.A.O. el área mundial cultivada con los principales cultivos excluyendo forrajes fue de 1,037 millones de ha, de los cuales los cereales ocupan 709 millones de ha (68.4%) del total y el maíz cerca de 123 millones o (11.8%) del área, mayor que el ocupado por las leguminosas con 64 millones de hectáreas equivalente al (6.1%) del global.

Los principales países productores de maíz en el mundo durante 1983 fueron: Estados Unidos de Norteamérica con 20 millones de hectáreas, y un volumen de producción de 106 millones de toneladas, con un 17% de la producción, en 2º lugar China con 19 millones de hectáreas y 18.7 millones de toneladas dando 8.7% del total y México ocupa el 4º lugar con 8.4 millones de hectáreas con un volumen de 13.9 millones de toneladas con lo que ocupó el 5º lugar y 6.8% del total mundial cubriendo el 4º lugar. Otros países productores son: India, URSS, Rumania, Argentina, Yugoslavia, Francia, Hungría, Italia. Sin embargo, en rendimiento por unidad de superficie el 1er lugar lo ocupa Italia con 7.07 ton/ha, 2º Hungría con 6.5 ton/ha, 3º Argentina con 6.3, Estados Unidos el 4º con 5.1 y México el 11º con 1.6 ton/ha.

Las estadísticas reflejan que la mayor producción del maíz de 1981-1983 y el mayor rendimiento por hectárea, se encuentran en los países desarrollados (más de 260 millones de ton/año y un promedio de 5.1 ton/ha. Asimismo, los de mayor volumen de producción fueron Estados Unidos, China, Brasil, México y Argentina.

Así los países que más consumen maíz son los desarrollados, para alimentación de ganado o para consumo humano como maíz transformado en huevo, carne, leche y derivados y productos de la industria. En México y Centro América es para alimentación humana. (5, 26, 50, 81, 82, 83, 86, 115, 118).

C. USOS E IMPORTANCIA

1. Usos

El maíz es una de las plantas más útiles al hombre pues tiene múltiples usos que se pueden agrupar en los siguientes rubros:

- a) Grano: Alimentación humana, alimentación del ganado, materia prima en la industria de la semilla.
- b) Planta: Forraje verde, ensilado, rastrojo (forraje tosco), materia orgánica al suelo.
- c) Mazorca: Elote, alimento humano, forraje tosco, olote combustible, alimento para ganado, o para oloterías o desgranadoras de maíz.
- d) Raíz: Materia orgánica al suelo, como combustible o para leña.

En el año de 1984, se estimó la población en 4,800 millones de habitantes. La producción de 380 toneladas de maíz, indica un promedio per cápita de 79 kg por año. Los países que más consumen maíz son los "países desarrollados", maíz transformado en huevo, carne, leche y derivados, y productos de la industria.

El maíz es materia prima en la industria básica, para producir artículos que son utilizados como insumos de la industria complementaria o como productos para consumo final (ejem. fábricas de harina nixtamalizada y fábricas de tortillas).

Se estiman más de 800 artículos, que utiliza la humanidad, en los cuales interviene el maíz ya sea para consumo humano, ganadería o industria básica y complementaria como almidón, abrasivos para papel y textiles, baterías, pilas secas, cerámica, detergentes, recubrimientos para madera, colorantes, agentes diluyentes, hilo quirúrgico, fibra de vidrio, insecticidas, lubricantes, pintura, fécula, fotografía, películas, plásticos, neumáticos, terminados textiles, antibióticos, alimentos para niños, cosméticos, medicinas (aspirina), pastelería, bebidas, goma de mascar, confitería, postres, drogas, mostaza, jabones, sopas, azúcar, dextrina, briquetas, velas, corcho, crayones, sobres, cohetes, tinturas, aisladores, etiquetas, cuero, linóleo, cerillos, papel, triplay, papel lija, zapato y grasa

para zapato, popotes, cordel, cáñamo, tapiz, persianas, miel, cerveza, bebidas carbonatadas, salsa de tomate y chile, cereales preparados, quesos procesados, leche condensada, licores, huevos congelados y deshidratados, saborizantes, betunes, jugos, jaleas, malteadas, malvaviscos, embutidos y carnes procesadas, harinas preparadas, mariscos congelados, vinagre, mermeladas, conservas, refrescos, vinos, alimento "chatarra" y botanas, ácidos, productos para soldar y galvanizar, enzimas, explosivos, curtido de pieles, rayón, hules, jugo de cítricos, licores, brandy, crema congelada, productos lácteos, levadura, gelatina, ácido láctico, productos de carne: tocino, jamón y salchichas, sopas deshidratadas, especias, mostaza, etanol, combustible para automóviles y camiones, aditivos para gasolina, hidrol (melaza), tabaco, ácido orgánico, alimento para ganado, gluten y cascarilla, piensos y forrajes, azúcar, germen de maíz, aminoácidos, excipientes para vitaminas, cápsulas, margarina, mayonesa, papas fritas, manteca vegetal, aceites y ácidos grasos, barniz, sustituto del hule.

En México la mayor parte de la producción del maíz es para uso del grano como alimento humano en la fabricación de tortillas y o la fabricación de harina de maíz nixtamalizado.

La estructura del maíz, para 1980, se estimó en los usos siguientes:

- a) Consumo directo: (tortillas, elotes, tamales, totopos, pinole, atole, pozole, etc.), 67 millones de habitantes por 105 kilos per cápita, promedio da 7;035,000 ton.
- b) Alimentación animal: en granjas domésticas y comerciales un promedio de 3;000,000 ton.
- c) Usos industriales: almidones, aceites, mieles, maicena, da un promedio de 400,000 ton.
- d) Semilla para sembrar 6.96 millones de hectáreas con un promedio de 139,000 ton.
- e) Daños y pérdidas por almacenamiento 15% (palomillas, gorgojos, hongos, etc.) da un promedio de 1;825,800 ton. Lo que da un global por todos los rubros de 12;400,000 ton.

En el medio rural mexicano, más del 50% del volumen alimentario lo constituye el maíz; el complemento lo integran más de 30 especies

de plantas diversas, así como carne de varias especies de animales silvestres y domésticos.

Sin embargo, el uso principal es la formación del "Taco Mexicano" con la tortilla de maíz, integrada de salsa, aguacate, calabaza o chayote, berros, quelite, nopales guisados, chorizo, carne asada, o simplemente tortilla con sal, ajo o frijoles, lo anterior se acompaña con pulque, cerveza u otra bebida, según el estrato económico.

Cabe mencionar que la industrialización del maíz para la producción de harina o para tortilla, a través del proceso de nixtamalización no altera los componentes propios del mismo solo se mejora significativamente el contenido de calcio y fósforo.

El proceso de la tortilla incluye Maíz-Nixtamal-Masa-Testal-Tortear-Tortilla.

En los medios urbanos el consumo de maíz, como tortilla o aceite, es menor en relación al complemento alimenticio, así en la ciudad de Monterrey N.L. el consumo per cápita de maíz anual como tortilla fue de 73 kilogramos en un muestreo.

El sistema agroindustrial del maíz en México incluye las siguientes industrias.

- a) Fabricación de tortillas.
- b) Molienda de nixtamal (masa para tortillas, atole).
- c) Industria para fabricar harina de maíz nixtamalizada.
- d) Fabricación de almidones, féculas, levaduras que incluyen 16 productos como: glucosa, color, almidón, dextrina, miel, aceite, salvado, pasta de germen, gluten, ácido graso, dextrosa.
- e) Frituras de maíz (palomitas, fritos de maíz, golosinas).
- g) Hojuelas de maíz (corn flakes).

Para los aborígenes de América prehispánica y aún actualmente el maíz ha significado: religión, moneda, pan y vino (como "la chicha" bebida para varones). (2, 11, 15, 17, 26, 47, 50, 68, 71, 78, 81, 82, 83, 86, 115, 118).

2. Importancia

El cultivo del maíz tiene capital importancia en todos los

órdenes de la vida humana, científica, tecnológica, social, económica y política.

Además, se manifiesta aún más al considerar que el cultivo del maíz ocupa el 3^{er} lugar en superficie cultivada mundial después del trigo y el arroz con un total de 123 millones de ha equivalente a 11.8% del global sembrada de cereales igual a 709 millones de ha. De ésta manera, mientras en el siglo XVI se cultivaba el maíz en América, actualmente se produce en 134 países del mundo (82.7% de los 164 que lo integran) lo cual indica su amplia plasticidad de adaptación a gran variedad de suelos, climas, latitudes, altitudes, tecnologías bajo los cuales se cultiva y la diversidad morfológica y genética de la especie.

- a) En lo Académico: Es una planta de amplio espectro en su utilidad para múltiples ejemplos y medios de ayuda en cursos de biología, química y agronomía. Son escasas las especies de plantas que compiten con el maíz.
- b) En lo Científico: Como recurso biológico para explicar teoría, principios y lugares que han contribuido en los avances de las ciencias biológicas y sus aplicaciones en agronomía; en la creación de nuevas tecnologías que se aplican en fitotecnia y crecimiento de causas que explican los diversos caracteres de planta y animales. Por lo que es casi seguro que el maíz ha sido la planta más estudiada para mejorar sus características heredables y hacerla más útil al hombre, a través del mejoramiento que se apoya en la genética y bioestadística.
- c) En lo Social: Representa bienestar social para los pueblos la autosuficiencia en la producción evitando así, la dependencia del extranjero y resguardando su soberanía al no tener que importar un producto básico. En grandes áreas de México y del mundo, el cultivo del maíz es actividad y alimento de los pueblos; por lo tanto, ver escasez acarrea grandes problemas sociales.
- d) En lo Económico: Su importancia para el país y el mundo significa: bienestar económico para los países autosuficientes y los exportadores; los múltiples usos como alimento humano directo o transformado en carne, huevo, leche y derivados; como

consumo en la industria; por su amplia área geográfica de cultura y por su alto volumen de producción.

Para nuestro país la importancia del maíz radica en que es el cultivo básico fundamental porque representa nuestra principal fuente de alimento, ocupando el 1^{er} lugar en superficie cultivada así como en producción total con respecto a los demás cultivos básicos.

Las ventajas del maíz como cereal son:

1. Amplia adaptación a diversos suelos y climas.
2. Relativa facilidad para cultivar y tecnificar procesos de producción.
3. Ciclo biológico relativamente corto permitiendo 2 o más cosechas al año.
4. La planta verde y residuo de cosecha son fuente de materia orgánica.
5. La producción de grano y forraje.
6. Fruto y semilla secos, fácil de transportar y almacenar.
7. Sabor agradable y contenido de nutrientes balanceados carbohidratos (69-77%) proteínas (8-20%) incorporando genes de opaco 2 y harinoso 2, grasas (4.7-4.8), minerales y vitaminas suficientes para cubrir las necesidades de nutrición del hombre o animales.
8. Por su múltiples usos directos o como materia prima de la industria primaria y complementaria. (2, 11, 15, 17, 26, 44, 47, 50, 68, 71, 78, 81, 83, 86, 115, 118).

D. TAXONOMIA

Carlos Lineo, lo describió y clasificó como el género *Zea* y de la especie *mays*; los científicos en el mundo lo conocen actualmente como *Zea mays* L.

El maíz es una planta de fecundación cruzada o alógama; se clasifica botánicamente como de la familia gramínea y tribu Maydeae. Esta incluye ocho géneros: tres de América; *Zea* (maíz), *Euchlaena* (Teocintle) y *Tripsacum*, todos estrechamente emparentados; cinco de origen Asiático. De acuerdo a su polinización y fecundación el maíz es altamente vulnerable al cruzamiento. Un cultivo de maíz puede

recibir polen de otro maíz distante un kilometro o más en torno de él. Lo anterior implica la formación de poblaciones heterogéneas y heterocigóticas, altamente variables.

Los factores que han favorecido y acelerado la variación y evolución del maíz son: las migraciones humanas, las mutaciones, la selección natural o artificial, el aislamiento y la endogamia. (15, 24, 26, 50, 68, 78, 81, 82, 86, 117, 118).

Clasificación Taxonómica:

Categoría	Ejemplo	Carácter distintivo
Reyno	Vegetal	Planta anual
División o Phylum	Tracheofita	Sistema Vascular
Subdivisión	Pterapsidae	Producción de flores (fanerógamos)
Clase	Angiosperma	Semilla cubierta
Sub-clase	Monocotiledóneas	Cotiledón único (Escotelum)
Orden	Graminales	Tallos con nudos prominentes
Familia	Graminae	Grano- cereal
Tribu	Maydeae	Flores unisexuales
Género	Zea	Unico
Especie	Mays	Maíz común
	Mexicana	Teocintle anual
	Perennis	Teocintle perenne
Raza	Más de 300 razas clasificadas: 30 en México	Adaptadas a regiones bien definidas ejem.: Turpeño Tropic; Chalqueño Mesa Central
Variedades	Polinización libre V-7; Híbridos H-507	Clima frío; clima caliente, húmedo
Líneas puras	T ₂	Interviene en todos los híbridos de clima caliente húmedo de México. (12, 13, 37, 68, 81, 82, 86).

E. DESCRIPCION BOTANICA DEL MAIZ

1. Raíz

El maíz es un cereal de tipo anual que posee tres sistemas de

raíces bien definidas:

- a) Raíces temporales embrionales o seminales: nacen en el primer nudo, son funcionales durante la germinación emergencia y desarrollo de la plántula; generalmente desaparecen al agotarse el endospermo e iniciarse la funciones de las raíces permanentes.
- b) Raíces permanentes; nacen en el segundo nudo del primer entrenudo o mesocotilo a una distancia que varía con la profundidad de siembra y la variedad. Estas raíces son ramificadas en forma horizontal cerca de la superficie, alcanzando un diámetro de 1.8 m y una profundidad mayor a 2 m. lo que depende de la variedad, textura, estructura, fertilidad, humedad y plagas del suelo, cultivo oportuno y densidad de siembra. Estas raíces intervienen en el sostén y nutrición de la planta en crecimiento hasta la madurez fisiológica, además interactúan con las raíces adventicias como parte del sistema radicular.
- c) Raíces Adventicias o Caulinares; éstas no son embrionales y son aquellas que emergen en los nudos basales o inmediatamente cerca del suelo y que al profundizar sirven de sostén o anclaje y como medio de absorción de nutrientes, reemplazan a las raíces seminales: son de longitud variable y muy ramificadas.

Un sistema radicular consistente, ramificado y de sostén reduce el acame o "encame" y en ocasiones, permite el cultivo en plano sin necesidad del "aporque".

En promedio las raíces emergen a la mitad de la profundidad de siembra y a menor profundidad de siembra mayor peso seco de raíces y mejor emergencia. (5, 13, 27, 37, 68, 73, 81, 82, 86).

2. Tallos

El tallo es una caña formada por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, gruesos en la base y de menor grosor en los entrenudos superiores. El número de entrenudos varía con la raza y variedad de 8 a 26 (7 a 25 entrenudos); en cada entrenudo hay una depresión como un "canalito" a lo largo del mismo, en la base hay una

yema floral femenina que se extiende por el canalito. Un tallo puede desarrollar 10 o más yemas florales que pueden originar 10 o más mazorcas; pero sólo una, dos o tres forman grano debido al fenómeno de dominación "apical", que inhibe el desarrollo de las yemas inferiores. Plantas con igual número de entrenudos pero más cortas se llaman "plantas braquílicas" que es un tipo de enanismo.

En los nudos basales nacen las raíces adventicias; y en general las hojas cuyas vainas envuelven los entrenudos, siendo igual el número de hojas al número de nudos. En cada nudo funciona la hormona que determina la erección de la caña en crecimiento activo.

La altura del tallo varía de acuerdo a la variedad, genética y ambiente, el rango va de 0.30 m a 5.5 m siendo el resultado del número y longitud de los entrenudos.

En los maíces de clima caliente el tallo no manifiesta amacollamiento o hijuelos; en clima frío es variable. Los hijuelos brotan en el nudo en donde nacen las raíces permanentes, lugar llamado "corona". El hijo tiene igual estructura que el tallo y su número depende de la variedad, ambiente y tecnología de cultivo.

El papel del nudo verdadero o caulinar es dar consistencia a la caña y la del vaginal engrosar la base de la vaina.

El ahijamiento del maíz en México varía desde plantas sin hijos hasta las que tienen cinco, con una moda de 1.2 y una media de 1.3 carácter influido por: altura, precocidad y raza. (5, 13, 27, 37, 68, 73, 81, 82, 86).

3. Hojas

La hoja se compone de las siguientes partes:

- a) La vaina: envuelve al entrenudo y cubre a la yema floral, pudiendo ser mayor que él, por lo que tiene forma de tubo o cartucho, puede ser verde, pocas veces morada en clima caliente y en frío morada a rojizo.
- b) La ligula o lengüeta es una membrana que se encuentra en la parte superior interna de la vaina en el límite con la lámina o en la base de la hoja; también, en la base está la aurícula que son dos apéndices que abrazan el entrenudo. La lígula y

aurícola protegen al entrenudo drenando el agua que se desliza por el limbo y nervadura central.

- c) La lámina o limbo es paralelinervado, de tamaño variable en largo y ancho, con una nervadura central bien definida, el haz o parte superior con pequeñas vellosidades, el envés o parte inferior lisa sin vellosidades.

Las hojas nacen en los nudos en la parte inferior inmediata a las yemas florales femeninas. Su distribución es alterna a lo largo del tallo. En maíces de clima caliente las hojas son perpendiculares, anchas y largas y en clima frío, son angostas y cortas. más colgantes y muy flexibles, en ocasiones ligeramente paralelas al tallo son de color verde.

Las hojas bajo la mazorca determinan el desarrollo radicular y las de arriba el desarrollo de la mazorca y llenado de grano. Las cinco hojas centrales son decisivas para la producción de grano. Las de mayor área están entre la siete y la diez. A mayor área foliar mayor rendimiento por lo que la senescencia de las hojas por falta de agua o la insición de las mismas por falta de agua y nutrientes contribuyen a la baja de producción de grano al disminuir el área fotosintética. (5, 13, 27, 37, 68, 73, 81, 82, 86).

4. Flor

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El maíz es una planta monóica de flores unisexuales muy separadas y bien diferenciadas en la misma planta, por lo que se le considera alógama o de polinización libre o fecundación cruzada.

- a) Flor masculina: es una inflorescencia total llamada "panoja", "panícula", "espiga o miahuatl" donde se producen los granos de polen que llevan los gametos masculinos. Las panículas se estructuran por un eje central o raquis siendo largas, muy ramificadas y muy productoras de polen en variedades de clima caliente, pero más cortas, menos ramificadas, más laxas y menos productoras de polen en clima frío. En el eje central o en las ramificaciones se distribuye la inflorescencia elemental la espiguilla en forma alterna y por pares una sésil y otra pedicelada, cada una protegida por dos brácteas o glumas, y en

que con el peso del grano cuelgue y quede protegido el fruto contra plagas y humedad. El jilote se compone por un tallo, con nudos y entrenudos con una inflorescencia femenina terminal; y en cada nudo nace una hoja modificada cubriendo el jilote. En la axila de la hoja nace un jilote originado de una yema floral femenina.

Los estilos o pelos del jilote duran una o dos semanas receptivos, y mientras no son polinizados continúan creciendo; si se cortan y no se polinizan igualmente siguen creciendo; una vez polinizados y ocurrida la fecundación se secan y permanecen en la mazorca hasta la cosecha. El color de los pelos o estigmas sin polinizar es variable; desde blancos, amarillos, violáceos hasta rojos; cuando son tiernos se usan como diuréticos.

El elote es el resultado de la fecundación y desarrollo del óvulo. El porcentaje de tallo, elote y hoja de maíz para ensilar, varía con la variedad y densidad, de 37 a 42% para tallo, de 37 a 48% para elote y de 12 a 22% para hoja.

Poseen mayor porcentaje de humedad el elote y el tallo que las hojas.

Se prefieren para ganado variedades con mayor porcentaje de hojas y elote, y bajo porcentaje de tallo. (5, 13, 27, 37, 50, 68, 73, 78, 81, 82, 86, 115).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5. Fruto

El fruto seco de maíz se llama cariopside, o semilla o grano de maíz. Biológicamente el fruto es el ovario desarrollado y la semilla es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro. En el maíz y en las gramíneas, el ovario se desarrolla al igual que el óvulo hasta tener una sola estructura. El fruto se encuentra insertado en el raquis u olote constituyendo hileras de granos o infrutescencia, producto del desarrollo de la yema floral axilar de la hoja que nace en el nudo. El número de carreras es par. Un grano de maíz se forma por:

- a) Pericarpio: que forma la cubierta del fruto y son las paredes del ovario, por lo que son de origen materno ($2n$ cromosomas en

sus células), el color del pericarpio es rojo o incoloro; el rojo es dominante. Si el pericarpio es incoloro el color del grano dependerá de la tonalidad de la aleurona o del endosperma.

- b) Endospermo: es el tejido de reserva de la semilla; un tercio de los cromosomas son del progenitor masculino y dos tercios del progenitor femenino; el número de cromosomas es $3n$; el color del endospermo puede ser amarillo (Y) o blanco (y). La aleurona es una capa de células del endosperma, sustancia proteica en forma granular, se origina al madurar la semilla, al avanzar la deshidratación; la aleurona puede ser blanca o incolora, roja o bien, púrpura con intensidades variables. Seis pares de genes controlan su herencia, siendo un ejemplo de interacción de genes alelos y no alelos.

Los tres pares A, B, C, determinan que el color se manifieste, si alguno es recesivo la aleurona es blanca; el par P determina el morado y p (rojo); el par Ii es epistático, si I está presente, el ii manifiesta el color; el par In in es modificador, si in in es homocigote, el color es más intenso. Así A B C-ii P-in in, sería aleurona púrpura intensa. Un grano blanco sería: pericarpio incoloro y aleurona blanca con varios genotipos: con aa B-C-ii P-in in.

- c) Embrión: es el esbozo orgánico de todo ser vivo como consecuencia de la reproducción sexual. El embrión se forma por órganos y aparatos rudimentarios de la planta adulta. El grano de maíz tiene en su embrión una planta en miniatura con su radícula, su plúmula con tres a cinco hojas, el escotelum o cotiledón y dos capas, el coleóptilo que cubre a la plúmula y la coleoriza que cubre la radícula.

El grano es muy variable en tamaño, composición, textura y forma. Hay granos muy pequeños de unos milímetros hasta grandes de 3 cm, o más de ancho o largo. La corona puede ser aguda (pepilla y palomero), redonda (cristalinos), hendida (dentados) y rugosa (maíces cereos y dulces). La madurez fisiológica del grano se determina con la aparición de la capa negra en el

pedicelo o punta del grano o con la desaparición de la línea de leche en el mismo ya que son procesos simultáneos y muy eficientes y confiables indicadores visuales presentándose a un porcentaje promedio de 30% de humedad.

La mazorca es la infructecencia cilíndrica formada por el grano el olote, el pedúnculo y la cubierta o totomoxtle.

La mazorca varía en forma, tamaño y número de hileras. Formas: cilíndrico-dentadas Tuxpeño del Golfo, semicilíndricas y semidentadas del Bajío, cónicas de la Mesa Central y regiones montañosas. El tamaño varía de 5 cm a 50 cm de largo. Las carreras varían de 8 a 30 por mazorcas y de 1 a 3 mazorcas por planta. (5, 13, 26, 27, 37, 50, 68, 73, 78, 81, 82, 86).

F. PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS

1. Plagas

Se considera como plaga todo tipo de animal, que en gran medida y número dañan las diferentes partes de la planta cultivada sea: raíz, tallos (subterráneos y aéreos) hojas, yemas (vegetativos o reproductivos), flores y frutos, o bien diseminan microorganismos sobre el cultivo. (14).

Las plagas incluyen daños por insectos, ácaros, mamíferos y aves (13).

Estos animales dañinos se pueden agrupar en dos grupos:

- Animales invertebrados que no tiene esqueleto, entre los que se consideran más perjudiciales están los insectos y los ácaros.
- Animales vertebrados, poseen esqueleto, encontrándose a las aves y mamíferos como los principales causantes de daños. (14).

En Estados Unidos el maíz es el cultivo más importante teniendo un valor de más de 3,500 millones de dólares. Los insectos atacan todas las partes de la planta a través de su desarrollo y cada año destruyan aproximadamente el 9% de la cosecha. Los insectos perjudiciales al maíz se identifican por claves de campo en: A) Insectos que mastican las hojas o el tallo, arriba de la tierra, dejando perforaciones visibles. 1. chapulines. 2. pulgas saltonas. 3.

picudos. 4. mayates de orla blanca. 5. gusano soldado. 6. gusano soldado de otoño. 7. gusanos cortadores. 8. gusano telarañero.

B) Insectos que chupan la savia de hojas o tallos, sin dejar agujeros visibles, pero ocasionan marchitez, manchado, decoloración o muerte de las plantas: 1. pulgón de la hoja del maíz. 2. chinche pequeña.

C) Insectos barrenando o formando túneles a los tallos: 1. picudo de maíz. 2. barrenador europeo del maíz. 3. barrenador común del tallo. 4. barrenador suriano del tallo del maíz y barrenador del maíz de suroeste. 5. barrenador menor del tallo del maíz. D) insectos que atacan al elote: 1. escarabajo japonés. 2. gusano elotero. 3. barrenador europeo del maíz. 4. gusano telarañero. E) Insectos que atacan a las raíces o tallos subterráneo: 1. pulgón de la raíz del maíz. 2. gallinas ciegas. 3. gusano de alambre. 4. gusano norteño de la raíz del maíz. 5. gusano suriano de la raíz del maíz. 6. colaspis de la vid. 7. prionus del maíz. 8. mayate de orla blanca. 9. gusanos cortadores. 10. gusano telarañero. 11. hormiga del campo del maíz. F) insectos que atacan al maíz sembrado, comiendo dentro de la semilla o devorando la plantita a medida que germinan de tal manera que las plantas a veces no nacen: 1. pulga saltona de rayas pálidas. 2. gusano de alambre. 3. mayate de la semilla del maíz oscuro, de rayas café. 4. hormiga ladrona y hormiga de fuego. 5. larvas de mosca de la semilla de maíz (65).

De las anteriores las más comunes en el maíz son:

- Trips: Raspan y chupan la savia de los tejidos. Se notan grandes cantidades de pequeños insectos de color amarillo o blanco sucio, que se mueven con rapidez. Se encuentran en el haz y envés de las hojas. Para controlarlos, es necesario asperjar la planta con insecticidas, como malatión, carbaryl, paratión, etílico, dimethoato y diazinón.
- Pulgones: Existen varias especies que comen las hojas, el tallo y las espigas. Los pulgones deforman las plantas. Son también transmisores de enfermedades virosas. Un daño indirecto provocado por éstas, consiste en la secreción de una mielecilla que favorecen cierto tipo de hongos. Estos obstruyen la transpiración y el proceso de fotosíntesis de la planta. Se controla de la misma manera que los trips.

- La pulga negra: Tres a cinco pulgas por plántula son suficientes para destruirla. La pulga mastica la plántula. El control de estos insectos se efectúa por malation, carbaryl, movinfos, omethoato.
- Chapulines: Los daños provocados por los chapulines consiste en defoliaciones parciales o totales de la planta. Se les puede controlar mediante prácticas culturales, para provocar la destrucción de los huevecillos. Los cebos envenenados pueden dar buenos resultados.
- Frailecillos: Estos insectos destruyen el follaje y las espigas. Su control químico es difícil, ya que los insectos adultos se localizan en la parte superior de la planta. Por esto se deben de aplicar fumigaciones aéreas.
- Barrenador del maíz: Las larvas se alimentan de follaje y penetran en los tallos, donde pasan la mayor parte de su estado larval y pupal. Una vez que la larva penetra en el tallo es difícil controlarla. Se puede usar insecticidas sistémicos como el dyfonato, methomyl, acefate y carbofuran.
- Picudos: Estos insectos perforan el tallo, lo que facilitan el acame. El estado larval lo pasan en el suelo. El control se debe realizar en la primera semana de desarrollo de la planta con malatiión, carbaryl, mevinfos o dimethoato.
- Gusano cogollero: Las larvas se alimentan de envés de la hoja y penetran en el cogollo, destruyendo la yema terminal. Por esto, la planta detiene su desarrollo, se seca y finalmente muere. Los gusanos pueden barrenar los tallos al nivel del suelo. Se necesita aplicar insecticidas, como clorpirifos, carbaryl o metalkamate, en un estado temprano de la planta.
- Gusano elotero: La palomilla deposita sus huevos en los estigmas. Las larvas penetran en el elote y se la comen. Su control químico es difícil. Se controlan mediante fumigaciones aéreas. Este insecto pasa por un estado pupal en el suelo. Las poblaciones de este insecto se reducen mediante el barbecho y la labranza. (73, 94).
- Acaros: Estos se distinguen de los insectos por tener un cuerpo sin segmentos. Además, tiene cuatro pares de patas. Sus larvas

tienen tres pares de patas. Los ácaros o arañas pican las hojas y viven de la savia de la planta. Por el ataque, las plantas pierden su vigor, las hojas se secan y se vuelven de color café. Viven en la hojas, formando pequeñas colonias. El área infestada presenta un color blanquecino polvoso, chupan la savia de las hojas. Para su control se aplican acaricidas, como carbofematió, dimethoato, azinfos metílico y paratió metílico. (14).

Entre los principales "ácaros" que atacan a los cultivos están: araña de dos manchas, género *Tetranychus*. Arañuela roja europea, del género *Panonychus*. Arañuela café, del género *Bryobia*. Arador de la naranja, del género *Phyllocpfruta*. Arañuela roja de cítricos, del género *Panonychus*. (14).

Los mamíferos, son vertebrados cubiertos con pelo generalmente, entre los más dañinos para la agricultura están los roedores como: conejo de monte, liebre, topo, ratones campestres, rata gris o común y las tuzas. Se alimentan de tallos, raíces y frutos (granos) pueden ser portadores de enfermedades. Las ratas atacan tanto en campo como almacén. Algunos mamíferos causan poco daño como ciervos, topes y cerdos salvajes. Además, algunos son benéficos como el topo que consume gusanos y larvas (insectívoros). (13, 14).

Las aves son vertebrados cubiertos con plumas, ovíparos, muchas de las aves, destrozan los sembrados y los productos cosechados, generalmente las aves dañinas son granívoras como los gorriones las chovas, corneja o cuervo pequeño y el cuervo adulto, este es útil si destruye gusano y dañino si ataca al cultivo. Los pájaros se controlan con cebos envenenados. Sin embargo, algunas aves son benéficas como: olivia, ruiseñor, lechuza (come tuzas y ratones) golondrina, búho (come ratones) y la papamosca. Otros animales benéficos para el agricultor son: el erizo, murciélago, anfibios (sapo), y reptiles como (culebra y largartos). (13, 14).

La importancia del control de plaga es obvia por los daños que causan a las plantas de maíz en las diferentes fases de su desarrollo. Prácticamente existe peligro de daños parciales o totales, en casos extremos, desde el momento en que la semilla se coloca en la siembra hasta la cosecha, así como en el almacén.

Durante la evolución orgánica del *Zea mays* y antes de que el hombre la aprovechara para su consumo ya era dañado por las plagas. (13, 14, 73, 86).

Vélez, L.E. (1969) citado por Robles Sánchez, indica en general los diversos métodos de control de plagas de maíz como sigue:

I Causas naturales: A.- Físicas: por condiciones climáticas; frío, calor, lluvias, heladas, vientos. B.- Biológicas: parásitos, predadores, aves, reptiles, anfibios, mamíferos, enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus. II. Métodos de combate artificiales: A.- Mecánicos: recolección a mano, barreras, trampas de todos tipos, lanza llamas, etc. B.- Físicos: calor, el frío, esterilización por vapor de agua y agua caliente, agua a presión, inundaciones etc. C.- culturales: desarrollo de variedades de plantas resistentes que considera según Painter tres factores; [a) falta de preferencia, b) antibiosis y c) tolerancia], cultivos trampa, aumento de vigor de las plantas por abonado, cruza, rotación de cultivos, labores de siembra (barbecho, rastra, pulverización del suelo, etc.). D.- Químicos: por aplicación de sustancias químicas. F.- Legales: leyes creadas para evitar la propagación de insectos dañinos.

Todos los métodos se utilizan en mayor o menor grado, siendo el combate químico el usado con mayor intensidad y el mayor efectivo en infestaciones pesadas, sin dejar de considerar que el método biológico artificial en algunos casos es más efectivo que el químico pero no en altas infestaciones, por lo que el combate químico con insecticidas sistémicos, unidos al método biológico artificial, sean en el futuro la mejor opción para la destrucción de plagas agrícolas. Tal vez el uso de variedades mejoradas sea el mejor método de control desde el punto de vista económico y no efectos a flora y fauna naturales. (86).

Castaños, C.M. (1967), citados por Robles, determina los efectos dañinos de los insecticidas sobre la fauna silvestre, insectos benéficos, salud humana, contaminación ambiental y residuos sobre los productos tratados y resistencia de insectos.

Por lo que planteó nuevos métodos o conceptos para el combate de plagas como son:

a) Uso de radiaciones.

- b) Esterilizantes químicos.
- c) Usos de patógenos.
- d) Atrayentes.
- e) Repelentes.
- f) antimetabolitos.
- g) Inhibidores.
- h) Plantas resistentes.
- i) Características genéticas indeseables.
- j) Uso de radiación electromagnética.
- k) Sonido.
- l) Alteradores fisiológicos. (86).

El productor de maíz debe inspeccionar su cultivo, por lo menos, una vez por semana, para buscar señales de plagas o de animales depredadores, tales como huevos, excrementos, nidos, madrigueras, o daños en las plantas, como medida preventiva y aplicar el método de control más adecuado a tiempo, tratando de evitar las grandes pérdidas del cultivo por este factor. (13, 14, 27, 50, 65, 68, 73, 78, 82, 86, 94).

2. Enfermedades

La enfermedad vegetal se define como la suma de las desviaciones de las funciones vitales de una planta más allá del promedio obtenido para las condiciones óptimas para su desarrollo. Estas desviaciones se llaman signos o síntomas, manifestación de alguna estructura del patógeno, como micelio o sus esporas. Pueden ser externos o internos produciendo cambios fisiológicos o morfológicos exhibidos por las plantas sanas. Las enfermedades son causadas principalmente por: animales (insectos y nemátodos) plantas (cúscuta y otras) por microorganismos como hongos, bacterias y virus, y por condiciones ambientales como el exceso o falta de agua, de alimentos, luz, temperatura, aire en el suelo, baja fertilidad y muchas otras. Las enfermedades según el agente causal se clasifican en "parasitarias" producidas por animales, plantas y microorganismos y "no parasitarias" causadas por agentes no parásitos básicamente por condiciones ambientales. (28, 73).

Las enfermedades según el patógeno que la produce pueden ser fungosas por hongos, bacterianas por bacterias, virosas por virus y nematosas por nemátodos. Los hongos, bacterias y virus son microorganismos, los nemátodos son en realidad animales muy pequeños de 1 mm de longitud. (28, 73).

Enfermedades fungosas: son causados por hongos, que pertenecen al reino vegetal, siendo plantas microscópicas que no tienen clorofila por lo que no realizan fotosíntesis y no producen carbohidratos por eso, viven de la planta huésped.

Los hongos son cuerpos simples, sin tallos, raíces ni hojas. Consisten de un micelio con un sistema de hifas ramificadas. Se reproducen por medio de esporas. Las esporas pueden ser sexuales o asexuales llamadas conidias, éstas pueden sobrevivir bajo condiciones adversas por mucho tiempo. El hongo produce grandes cantidades de esporas que se esparcen a grandes distancias por el viento, agua e insectos. (14).

Las enfermedades más comunes causadas por hongos en maíz según el estado de desarrollo y la parte afectada son: A.- Plántula: a) raíz; 1. Pudrición radicular por *Fusarium sp.*, 2. Pudrición de la raíz y de la base del tallo por *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora parasitica*, b) follaje: 1. Muerte y marchitez de plántulas *Pythium graminicola*. B.- crecimiento activo: a) raíz: pudrición radicular *Alternaria spp.* y *fusarium spp.*, b) tallos: 1. Mancha oscura *Phyllachora maydis*, 2. Pudriciones de los tallos tardíos producidos por: *Cephalosporium acremenium*, *Cephalosporium maydis*, *Macrophomina phaseoli*, *Diploidia maydis*, *Fusarium moniliforme* y *Giberrella zae*, 3. Pudriciones del tallo tempranas por *Phyrium aphanidermathum*, *Erwinia caratovera* var. *chrysantemi*, c) hojas: 1. Mancha secundaria de la hoja *alternaria spp.*, 2. Mancha de la hoja por *Septoria sorgi* y *Septoria zeicola*, 3. Mildiú o cenicilla vellosa *Sclerospera spp.*, 4. Chahuixtle o roya por *Angiospera zae*, 5. Roya común por *Puccinia sorghi*. C.- Madurez: a) raíz: 1. Pudrición radicular por *alternaria spp.* y *Fusarium spp.*, b) tallo: 1. Mancha oscura por *Phyllachora maydis*, c) hojas: 1. Tizón foliar o chamusquina (chamusco del maíz), o tizón norteño de la hoja generado por *Helminthosporium turcicum*, 2. Tizón foliar por carbonum con dos razas del hongo es producida por

Helminthosporium carbonum, 3. Tizón foliar por *maydis* o tizón sureño del maíz, con dos razas "O" y la raza "T" es generada por el *Helminthosporium maydis*. 4. Roya o chahuixtle común por *Puccinia sorghi*. 5. Roya o chahuixtle sureña por polysora, *Puccinia polysora*, 6. Roya o chahuixtle tropical por *Physopella zae*. D.- Inflorecencias: enfermedades de la espiga; 1. Carbón de la espiga por *Sphacelotheca reiliana*. 2. Falso carbón de la espiga por *Ustilago virens*. 3. Mildiús vellosos (cenicillas) del maíz, a) punta loca: marchitez amarilla del arroz *Sclerosphtora macrospora*, b) mildiú rayado café *Sclerosphtora rayssiae* var. *Zae*. del maíz, c) mildiú Java del maíz *Peronosclerospora maidis*, d) mildiú filipino del maíz *Peronosclerospora philippinensis*, e) mildiú caña de azúcar del maíz, *Peronosclerospora sachari*, f) mildiú sorgo del maíz *Peronosclerospora sorghi*. D.- Infrutescencia: enfermedades en la mazorca: 1. Pudriciones por *Penicillium* spp. 2. Pudriciones producidas por *Aspergillus* spp. la mayoría de las especies producen compuestos orgánicos (metabólicos tóxicos) conocidos como "aflatoxinas" que son tóxicas a mamíferos y aves. 3. Pudrición por *Diploidia maydis* y *Diploidia macrospora*. (también atacan plántula y tallos). 4. Pudrición por carbón común o huitlacoche o carbón de bolsa causado por *Ustilago maydis* (= *zae*) es un carbón comestible el de la mazorca cuando está tierno con mayor valor que el elote o grano. 5. Carbón del maíz por *Ustilago zae* (= *maydis*). 6. Diente de caballo o cornezuelo del maíz por *Claviceps gigantea* produce alcaloides tóxicos (ergotina útil en medicina contra las hemorragias). 7. Pudrición por nigrospora por *Nigrospora oryzae*. F.- Grano: 1. Ennegrecimiento del grano por *Cephalosporium acremonicum* 2. Pudrición del grano (almacén) por *Rhizopus* spp. (82).

Niederhauset y Barnes citados por el Dr. José Luis de la Garza (1974), colocan al chahuixtle y al tizón por *helminthosporium* como las principales enfermedades de maíz en América tropical. (28).

El control de las enfermedades fungosas se da en dos formas: a) preventivo: aquí se incluyen un adecuado sistema de rotación de cultivos, selección de semillas sanas así como desinfección de las misma con fungicidas, utilización de variedades tolerantes o resistentes, prácticas sanitarias como eliminación de plantas

infectadas y tratamiento del suelo y pruebas de germinación y manejo adecuado del cultivo por labores culturales que permitan buena aireación y drenaje en el suelo, cosecha con bajo humedad. b) curativa con el uso de la productos químicos (fungicidas) adecuadas para cada enfermedad (13, 28, 73, 82, 86).

Las enfermedades bacterianas: son causadas por bacterias, que son microorganismos unicelulares. Las bacterias patógenas tiene forma de barra. Se reproducen por bipartición, estas bacterias no tienen esporas y por esto penetran en la planta solo a través de heridas en los tejidos vegetales, por las estomas de las hojas y por los tejidos suaves de la flor. (14).

Existen aproximadamente más de 1,600 especies de bacterias de las cuales aproximadamente unas 180 especies causan enfermedades de las plantas, siendo todas saprófitas facultativos, y en forma de bastoncillo, con excepción de dos especies de *Streptomycea* que son filamentosas. Las bacterias fitopatógenas pueden inducir casi tantos y tan variados síntomas como los hongos, entre los que se encuentran pudriciones suaves, manchas foliares, tizones, enfermedad vasculares, agallas. (28).

Entre las enfermedades del maíz están: tizón bacteriano por *Xanthomonas stewartii*, marchitez bacteriana por *Erwinia* (= bacterium) y el achaparramiento del maíz producida por un micoplasma que es una bacteria y que en principio fue considerada como "virosis", sin embargo, la enfermedad es tratada con antibiótico tetraciclina, esto después de 1967. El control de las enfermedades consiste en el uso de semillas que estén libres de enfermedades, rotación de cultivos, uso de variedades resistentes y tratamiento directo por bactericidas. (13, 73, 82).

Enfermedades virosas son producidas por virus que son organismos tan pequeños que solo se aprecian por medio del microscopio electrónico, son parásitos obligatorios con dimensiones menores de 200 milimicras y capaces de aumentar su número solo en presencia de células vivas. Más de 400 virus fitopatógenos han sido descritos y nombrados, atacan plantas angiospermas, algas y hongos pero no hay reportes de ataque a gimnosperma. Las pérdidas del cultivo varían desde muy leves hasta la totalidad del mismo. Entre

los síntomas que se presentan están: mosaicos, amarillamiento, cambios de color en las venas o áreas adyacentes, manchas anulares, necrosis, achaparramiento y síntomas enmascarados y latentes. Los virus patógenos tienen forma de bastón (tubo hueco), esférica o poliédrica y flexuosa, son muy resistentes al calor o punto de inactivación térmica, no penetran por si mismos al hospedero por lo que requieren de un agente que los coloque en él como medios mecánicos, injertos, semilla, partes vegetativos y otros órganos de propagación; fanerógamas parásitas, suelo, nemátodos, ácaros hongos y principalmente por insectos. Los virus se encuentran en cualquier parte de la planta excepto en semillas. Estos agentes patógenos, no respiran, no crecen, no tienen metabolismos, solo se reproducen en una célula viva. Se componen de nucleoproteínas, ácido ribonucleico (ARN) y proteínas para los fitopatógenos y los que atacan a animales, bacterias e insectos poseen (ADN). (14, 28).

Entre los virus que atacan al maíz están: amarillamiento por VM (virus del maíz), escoba de bruja VM (virus del maíz). Entre las medidas de control preventivos están eliminar semillas infectadas quemar plantas infectadas, eliminar malas yerbas infectadas y hospederas, buenas labores de cultivo para buena aireación y buen drenaje, selección de variedades resistentes y combatiendo los insectos que transmiten los virus, como áfidos, mosquita blanca, chicharritas, membrácidos, escamas y piojos harinosos. (14, 28).

Las enfermedades nematosas se producen por nemátodos, que son gusanos de aproximadamente 1 mm de longitud, son delgadas traslúcidas, se les llama también anguílulas, existen muchos tipos de nemátodos que incluyen hembra y machos. La reproducción se lleva a cabo por medio de huevecillos depositados en el suelo, los tallos o las raíces, poseen un estilete para pinchar las células de la planta. Los nemátodos del tallo o del suelo producen hipertrofia en las raíces y tallos. Los huevecillos también pueden permanecer en el cuerpo muerto y endurecido de las hembras, a estos cuerpos se les llama quistes. Los nemátodos que forman a estos quistes pertenecen al género heterodera y parasitan la planta huésped. Las plantas afectadas por nemátodos sufren de enanismo, necrosis podredumbre de tejidos y raíces. Las hojas se vuelven amarillentas se marchitan y

mueren. Además, los nemátodos pueden transmitir virus. El control contra enfermedades por nemátodos se efectúa por rotación de cultivos, evitando la repetición excesiva del mismo cultivo en un mismo suelo, desinfección del suelo con productos como DP, didopropeno, o metilditio carbamato, llamado también Vapam. Estos productos tienen efecto residual tóxico, por lo que la siembra del cultivo se efectúa uno y hasta dos meses después de la siembra. (14).

Las enfermedades de tipo no parasitario son causadas por condiciones ambientales que inducen enfermedades como: ambientes húmedos que facilitan enfermedades del follaje; condiciones secas favorecen el desarrollo de mildius; suelos húmedos enfermedades de plántulas; películas de agua en las hojas facilitan germinación de hongos y producción de esporas, tormentas y granizos dañan y hieren las plantas permitiendo entradas de bacterias, hongos y virus fitopatógenos; suelos con demasiado "N" causan mayor succulencia en plantas, por lo tanto más atractivas a los patógenos; excesos de N, P, producen toxicidad por disponibilidad en excesos de otros nutrientes menores; excesos de N, P o K producen acidez o alcalinidad produciendo marchitez y la falta de los mismos hace susceptible las plantas a enfermedades. (13, 14, 27, 28, 50, 68, 73, 78, 82, 86).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

3. Malezas

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Abundancia de malas hierbas en los sembrados. Debach, Paul (1979) citado por Dávila Gúzman y Navarro Mata, dice que mala hierba es una planta que se encuentra en un lugar inapropiado. Maleza o mala hierba son una asociación o mezcla de diversas especies que compiten con el cultivo (maíz) por luz, nutrientes, humedad y espacio o son hospederas de microorganismos que son fuentes de inóculos de virus, hongos, bacterias y agentes causantes de enfermedades, o bien son hospederas de plagas que atacan al cultivo (el maíz). Se puede decir que son párasitos indirectos, también se les conocen como adventicias o perjudiciales e incluyen a todas las plantas que no pertenecen al cultivo. En pastizales se considera a las plantas de muy bajo valor alimenticio. Sin embargo, su presencia controlada antes que sea problema, tiene ventajas como: ser fuente de materia

orgánica para el suelo, disminuyen erosión, o sirven de trampa para ciertas plagas del maíz, si algunas son leguminosas pueden fijar nitrógeno del aire mejorando el suelo. Cuando las malezas son problema producen daños múltiples: milpas débiles con bajas o nula producción, dificultades para manejo del cultivo (fertilización, control de plagas, cosecha); presencia de espinas, zarcillos o bejucos que enredan plantas generando acame o quiebra de la planta, o contaminan el forraje con sustancias tóxicas, caústicas, venenosas que producen trastornos digestivos o heridas a los animales que los consumen, o a los trabajadores. Por lo anterior, el manejo de su presencia o ausencia debe ser tal que logre un equilibrio que no cause problemas, que dañe la producción y calidad del grano y/o el forraje. (13, 14, 82, 86).

Las malezas pueden ser plantas silvestres o cultivadas produciéndose su infestación por acción del viento, agua de lluvia o riego, semilla de maíz contaminada, de semillas de maleza, de cultivos anteriores o vecinos, uso de implementos agrícolas contaminados, aplicación de estiércol no fermentado y pastoreo de ganado proveniente de región contaminada. Para efectos de control las malas hierbas se clasifican en a) plantas de hoja ancha (dicotiledoneas), y b) plantas de hoja angosta (monocotiledoneas); gramíneas y ciperáceas pueden ser anuales, perennes, de propagación sexual, asexual o ambas con diversas modalidades de crecimiento. (5, 13, 14, 37, 82, 86).

El efecto más negativo de las malezas es durante los primeros estadíos alrededor de 3 a 5 semanas entre 15 y 45 días lo que constituye el período crítico ya que las malezas crecen muy bien a temperaturas más bajas que el maíz, y son más competitivas y afectarían todo el ciclo, mientras que si se dejan crecer después de la última labor cultural compiten solo una parte de la estación siendo menos competitivas por el sombreado del cultivo. En suelo cálido el maíz germina y crece más rápidamente que la mayoría de las malezas que se propagan por semilla. (5, 27, 37, 73).

Robbins, Wilfred W. *et al* (1969) afirma que la competencia entre el cultivo y malas hierbas empieza cuando factores ecológicos como, agua, luz, sustancias nutritivas caen por debajo de las necesidades

de las dos. Asimismo, la National Academic of Sciences (1980) determinan que el desarrollo de las malezas se debe a que han diseñado estrategias de supervivencia y reproducción especiales como la latencia de la semillas, adaptaciones a la alteraciones del suelo, adaptaciones al cutivo y habitat, liberación de toxinas vegetales, y otras extrategias de competencia como ciclo de vida diferentes, varias formas de reproducción como semilla, bulbos o bulbillos, o tallos subterráneos o rizomas. (14, 37).

Cuando se prepara una cementera para el cultivo del maíz también se prepara para las malezas anuales (5, 27). Aspecto se comprueba por la tesis "control mecánico y químico de malezas de maíz (*Zea mays* L.) Marín, N.L. por Dávila Guzmán y Navarro Mata 1988, que comprueban que no existen diferencias significativa entre los tratamientos de laboreo: rastra (R), rastra-rastra (RR), barbecho-rastra (BR), rastra-barbecho-rastra (RBR), barbecho-rastra-rastra (BRR).

El número de malezas por unidad de superficie (m^2 ó ha -10,000 m^2) varían entre las diferentes regiones agrícolas de México y del mundo, según la agresividad de la especie por sus hábitos de crecimiento, tipo de reproducción y condición ecológica del medio. Así en diferentes estudios efectuados en México se han encontrado los siguientes resultados: Rojas y Aoytes (1978), citados por Reyes Castañeda (1990) en un experimento en maíz variedad NLVS-1 en Apodaca N.L. tanto en primavera como en verano y con una densidad de 43,200 pl/ha de maíz; en primavera = a 24 malezas por una planta de maíz y en verano en plena floración dio una relación de 50 malas hierbas por 1 de maíz, lo que equivale a 243,000 malezas por 43,200 de maíz por ha en primavera y 498,000 en verano, lo que explica al menos parcialmente la mayor producción de primavera-verano (ciclo temprano) sobre el verano (ciclo tardío). Informe de SAG (1963-1964-1965) enfatiza que en zona de temporal la población de malezas puede variar entre 10 y 12 millones de hierbas por ha, lo que equivale a una relación de 250 a 300 malas hierbas por 1 de maíz. Robles S.R. cita, en experimento realizado por CIAT en Río Bravo, Tamaulipas, con maíz H-412 el 28 febrero de 1969 se estimaron 862,500 malezas/ha o $86.3/m^2$ y 45,000 pl/ha de maíz o $4.5/m^2$ donde dominaron zacate espiga (*Panicum*

fasciculatum) 20.34%, hierba amargosa (*Parthenium hysterofurus*) 29.0%, verdolaga (*Portulaca oleracea*) 14.5% diversas 36.2% dando una relación malezas maíz = 19.2. Para el mismo lugar y año pero en verano se encontró para siembra en seco 10;150,000 malezas/ha con 45,000 pl/ha de maíz dando una relación de malezas-maíz= 225 y en siembra en húmedo dio a 7;412,500 malezas/ha y 45,000 pl/ha de maíz con una relación maleza/maíz = 165. En otro trabajo realizado en el extinto INIA (1978) por los Doctores Arturo Corona de Leza y Omar Agundiz Mata, informan la ocurrencia de malezas en sorgo y maíz en el Valle de Apatzingan, Michoacán equivalente a un total de 56 plagas vegetales. De lo anterior es importante observar que en cualquier campo agrícola se encuentra entre 25 y 35 especies distintas de malezas, pero generalmente 5 o 6 son los que dominan puesto que representan del 85 al 90% de la población total. Las malezas que prevalecen de una región a otra pueden variar por lo que las técnicas de control varían según el caso. En el mundo las especies de mayor dispersión y más agresivas son los géneros; *Setaria*, *Echinochloa*, *Amarantus* y *Cyperus*. En general las más comunes en México son: A) De hoja ancha: 1. Quelite, bledo (*Amaranthus* spp.), 2. Chuol (*Chenopodium* spp.). 3. Gloria de la mañana, correhuela (*Ipomoea* spp.). 4. Girasol silvestre (*Helianthus annuus*). 5. Lengua de vaca (*Rumex crispus* L.). 6. Mala mujer (*Solanum rostratum* Dun.). 7. Chayotillo o calabacita (*Echinocystis lobata* Torr.). 8. Mostaza (*Brassica campestris* Linn.). 9. Tomatillo (*Physalis angulata* L.). 10. Toloache (*Dotura stramonium*). 11. Muela de caballo (*Sonchus* spp.). 12. Lechosilla (*Euphorbia* spp.). 13. Verdolaga (*Portolaca oleracea* Lin.). 14. Copete de grulla (*Castilleja arvensis* Cham.). 15. Cadillo (*Xanthium* spp.). B) De hoja angosta: 1. Zacate Jonhson (*Sorghum halapense* L. Pers.). 2. Zacate bermuda, grama (*Cinodon dactylon* Pers.). 3. Coquillo, collotillo (*Cyperus* spp.). Además de los anteriores en Apodaca se presenta -amargosa (*Parthenium hysterophorus*) y gusanillo-cancerillo (*Acalypha* sp.) -zacate (*Panicum obtusum*). (5, 27, 82, 86).

El control es económico siempre y cuando sea oportuno debiendo ser a corto, mediano y largo plazo. No es correcto erradicarlas por los beneficios relativos que ocasiona pero si controlarlas. (5, 27,

82, 86).

Entre los métodos más comunes de control y combate están: preventivos, culturales, biológicos, legal, manual, mecánico, químico e integrado. (27, 82).

- a) Control preventivo: siempre es mejor prevenir una plaga que tratar de remediarla, existiendo una variedad de medidas para ello como son: semilla de maíz limpia libre de semillas de malezas o certificada, usar áperos o maquinaria limpia, incorporar estiércol bien fermentado o materia orgánica libre de semillas y propágulos de maleza, preparación adecuada del suelo a tiempo y profundidad óptima, rotación de cultivos, fertilización apropiada y control de ácido y basicidad del suelo, destrucción de pajas después de la trilla, limpia de bordos y cabeceras, pastoreo adecuado, y cerrar surcos de 90 a 60 cm.
- b) Control cultural: consiste en la eliminación o disminución de malas hierbas mediante prácticas de aplicación como rotación de cultivos, manejo de fechas de siembra, densidades de siembra en seco y húmedo.
- c) Control manual: consiste en arrancar las malas hierbas con la mano o mediante equipo especial diseñado por el hombre a través del tiempo como rozadera u hoz, cuchilla o azadón, controles planteados por Arroyo Márquez, Jesús (1977) (27).
- d) Control mecánico: es un método que utiliza desde arado de reja, cultivadoras de tres y cinco rejas, arado de doble vertedera hasta azadón mecánico o rotativo, ya sea de tracción animal o mecánica, planteado por Ibarra F. Fernando y Francisco Gómez (1980). Si no hay maleza y se tiene buena estructura de suelo no es necesario realizar labores de cultivo. (5, 78, 86).
- e) Control legal: es un control preventivo mediante leyes de semilla, fitosanitarios y programa de certificación de semillas afirmado por Loaisa Mercado, Víctor Manuel (1980). (27).
- f) Control biológico: comprende la utilización de enemigos naturales (bacterias, hongos, virus, insectos) ejem: especie de mosca (*Urophora cardui* L., ataca cardo silvestre), de las malezas ya sea predadores, parásitos y patógenos.

- g) **Control integrado:** es una combinación de diferentes métodos con el fin de que se eliminen deficiencias de cada uno de ellos expresados por Marsico Oswald, J.V. (1980). (27, 82).
- h) **Control químico:** es el que se efectúa por sustancias químicas mata malezas o herbicidas, los cuales tienen su origen en 1944 con el descubrimiento del 2, 4-D, regulador químico del crecimiento pero que eliminaba malezas de hoja ancha siendo actualmente uno de los más usados en cultivos de maíz. Las ventajas de los herbicidas es que existen preemergentes, postemergentes, selectivos y no selectivos, por su forma de actuar de contacto y sistémicos, se pueden combinar con fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos. Desventajas se puede lixiviar, volatilizar, tiene efecto residual y puede dañar al cultivo en raíces o producir acame según las condiciones y la forma de aplicarlo y resistencia o susceptibilidad al mismo, de tal forma que cambios ligeros en la dosis y efecto de interacción herbicida-medio puede dañar el cultivo o generar un control insuficiente de maleza. Algunos herbicidas de uso común en México son: A) Presiembra: Atrazina, butvlate, EPTC. B) Preemergencia: Alachlor, atrazina, cvanazina, dicamba, pendimethalin, propachlor, linuron, simazina, methachlor. El paracuat se puede aplicar en pre y post-emergencia. C) Post-emergencia: 2-4-D, dicamba, atrazina, cvanazine, ametyn (5, 14, 27, 50, 73, 82, 86).

G. FISILOGIA Y FENOLOGIA

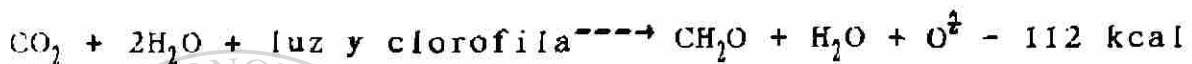
1. Fisiología

La fisiología vegetal estudia los fenómenos (procesos y funciones) que se desarrollan en los organismos vegetales vivos a nivel celular y comunidad como, fotosíntesis, respiración, traslocación de fotosintetizados, fotoperíodo y termoperíodo que permiten los procesos dinámicos de crecimiento, metabolismo y reproducción para la sobrevivencia en interacción con su genotipo y el ambiente (57, 58, 74, 89, 103).

Todos los seres vivos requieren energía radiante directa o indirectamente para sobrevivir, pero los únicos capaces de transformar la energía de los factores en química son los vegetales a través del proceso fotosintético (57).

a) Fotosíntesis:

La fotosíntesis (producción primaria) es la transformación de la energía radiante en energía química que realizan las plantas en presencia de CO_2 y agua.



donde (CH_2O) representa un compuesto reducido a nivel de carbohidrato, por lo que es un proceso redox debido a que un oxidante débil (CO_2 debe oxidar a un reductor también débil (H_2O) y producir un oxidante (O_2) y un reductor (CH_2O) fuertes para lo cual se requiere 112.000 cal ó 112 kcal, con lo que a su vez se convierte en un proceso endergónico pues sus productos aumentan su contenido energético en las 112,000 calorías proporcionadas por la luz del sol. Existen tres rutas para el proceso fotosintético que son C-3 o ciclo Kalvin, C-4 (Hatch-Slack) y las CAM o ciclo de las crasuláceas.

Las plantas de alta eficiencia son en su mayoría tropicales y subtropicales como el maíz, sorgo, caña de azúcar, *Cinodon dactylón*, *Cyperus rotundos*, mijo, *Amaranthus edulis*, zacate bermuda y varias especies de *Atriplex*, son plantas C-4 de lo que se deduce que el maíz es una planta con alta tasa fotosintética ya que ésta fluctúa entre 35 y 70 (miligramos de $\text{CO}_2/\text{dm}^2/\text{hr}$) en condiciones naturales, mucho mayor que las plantas C-3 de baja eficiencia de zona templada como tabaco, arroz, cacahuete, frijol, algodón, remolacha azucarera, trigo, cebada, avena, centeno y soya, fluctúan entre 15 y 30 (miligramos de $\text{CO}_2/\text{dm}_1/\text{hr}$), y mucho mayor que las CAM como la piña o el maguey que fluctúan de uno a cuatro (miligramos $\text{CO}_2/\text{dm}^2/\text{hr}$), y como máxima 13.

Asimismo, esta alta eficiencia fotosintética del maíz se da por varios aspectos como son: bajo punto de compensación de dióxido de carbono (0-10 PPM de CO_2) y además no fotorespiración o tasa muy baja

de la misma, mientras que las C_3 tienen altos puntos de compensación de dióxido de carbono (50-150 PPM de CO_2) y altas tasas de fotorespiración. Por otro parte el maíz como planta C_4 usan más eficientemente el CO_2 que la C_3 como la avena es como si tuvieran de 1.5 a 2 veces más concentrado de CO_2 que lo normal; además el maíz tiene la ventaja adicional como C_4 de ser muy eficiente en el uso del agua ($300 \text{ g H}_2\text{O g}^{-1} \text{ CO}_2$) que las plantas C_3 ($600 \text{ g H}_2\text{O g}^{-1} \text{ CO}_2$) pero menos eficientes que las CAM que cierran los estomas durante el día y los abren de noche con lo que reducen fuertemente las pérdidas por transpiración. Otra importante diferencia entre el maíz C_4 , y las plantas C_3 es que a una concentración normal de CO_2 (0.03%), la saturación lumínica es difícil de alcanzar por las C_4 de (8,000-10,000 ft-c) mientras que las C_3 lo alcanzaron a (6000 ft-c) o de (11,000 a 43,000 lux). Para la fijación del CO_2 el maíz planta C_4 lo efectúa por la enzima fosfoenol piruvato (PEP) llegando a través de la (fotosíntesis a un compuesto final o carbohidrato de cuatro átomos de carbono (ácido oxaloacético $C_4 \text{ H}_4\text{O}_5$), por lo que se les denomina C_4 , mientras que en los C_3 el CO_2 es fijado por la enzima ribulosa difosfato (RUBP); llegando a formar un producto final con 3-carbonos (ácido 3 fosfoglicérico $C_3\text{H}_5\text{O}_4$ o aspártico) por lo que se les llama C_3 . (58, 74, 75, 89).

En general el maíz al ser planta C_4 y tener mayor tasa de fijación de CO_2 (fotosíntesis) le permite alcanzar las máximas tasas diarias de crecimiento y de acumulación de materia seca, equivalente ($4 \text{ g dm}^{-2} \text{ día}^{-1}$) mientras que en C_3 ($1 \text{ g dm}^{-2} \text{ día}^{-1}$) y en las CAM ($0.02 \text{ g dm}^{-2} \text{ día}^{-1}$). La T° óptima para la fotosíntesis del maíz C_4 fluctúa entre 30 y 45°C pero puede ser menor según los habitats, mientras la T° óptima para la C_3 fluctúa entre 20 a 30°C y en las CAM de 30 a 35°C . Los factores que afectan la actividad fotosintética del maíz son:

- a) Calidad de luz (longitud de onda): que se da por el nivel de energía de los diferentes colores de la luz visible encontrándose dos picos de crecimiento para el maíz a 450 nm color azul y 700 nm color rojo.
- b) Intensidad de la luz: es la brillantez de la energía radiante y se mide en watts, calorías, luxes o bujías-pie, el maíz como

planta amante de la luz, requiere altas intensidades para crecer bien puesto que no es una planta de sombra, ni de intensidad moderada. Al incrementar la intensidad de la luz a 32.3 (lux x 10¹) se amplían la concentración de CO₂ mientras los estomas no se cierran por deficiencia hídrica, con lo que se incrementa la tasa fotosintética.

- c) Duración de luz: a mayor duración de luz mayor duración de producción de fotosintetizados y por lo tanto crecerá el maíz más activamente, siempre y cuando la intensidad de luz, temperatura y concentración de CO₂ sean adecuadas.
- d) Concentración de dióxido de carbono: el contenido promedio en la atmósfera de CO₂ es de 0.03% y de 21% de O₂. Los fisiólogos han encontrado que al incrementar la concentración de CO₂ en un sistema cerrado (invernadero o cámara de plástico cerrado) la tasa fotosintética se duplica en maíz, sin embargo, esto no se puede aplicar comercialmente pero sí se puede jugar con la densidad de plantación y altura del follaje, para incrementar así, tasa de difusión de CO₂, en las plantas, en su concentración alrededor de las hojas. Otra forma de incrementar CO₂ sobre la superficie del suelo es por incorporación de abonos orgánicos, residuos de cosecha o follaje verde.
- e) Temperatura: a intensidades de luz baja [20,000 lux (ó 850 bujías-pie)], la temperatura no es un factor limitante sino la luz, sin embargo, sí la luz no es limitante la fotosíntesis del maíz se duplica por cada 10°C que incrementa la T°. Los puntos cardinales de T° para la fotosíntesis son: 10 mínimo, entre 30 y 35 óptimo y máximo 45°C, a T° mayores de 50°C se inhiben las enzimas que atrapan el CO₂. A T° mayores de 40° por un período largo la tasa de transpiración supera la absorción de agua, lo que disminuye potencial hídrico en la hoja provocando cierre de estomas por lo que la fotosíntesis disminuye o se nulifica, junto con el incremento de la tasa de respiración lo que provoca un desequilibrio entre producción y oxidación generando baja en el rendimiento.
- f) Disponibilidad de agua: cuando se disminuye la disponibilidad de agua a la planta de maíz se restringe el intercambio de CO₂ y O₂

resultando una dramática reducción por tasa fotosintética al disminuir el potencial hídrico de protoplasma que provoca cierre de estomas lo que se da a una tensión hídrica de -8 a -12 bars en el suelo. Por otro lado exceso de humedad en el suelo provoca condiciones anaeróbicas en el mismo (deficiencia de oxígeno), alrededor de las raíces lo que reduce la respiración de las mismas y limita la fotosíntesis en las hojas al no poder disponer de la humedad y nutrientes adecuados. (46, 52, 57, 58, 60, 69, 74, 75, 89, 92, 103, 104)

Con respecto a los componentes del rendimiento en maíz a pesar de tener un potencial fotosintético muy alto en las hojas (fuente), el factor clave que determina el rendimiento de grano es el tamaño de la demanda fisiológica que en este caso es (la mazorca) el número de granos por unidad de superficie sembrada. Sin embargo, el número de granos depende del número de hileras que es un carácter genético y que varía con la variedad (no por el ambiente), por lo que lo ideal es lograr un tamaño óptimo de la mazorca que según su longitud determinará el número de granos por hilera componente que varía en interacción con genotipo y condicione del medio ambiente. Para un alto rendimiento de grano se recomienda suficiente nitrógeno y una corta distancia de siembra, con lo que se logra incrementar el índice de área foliar, pero, el número de granos por unidad de área foliar disminuye, lo que indica que la demanda fisiológica limita el rendimiento de grano de maíz, por lo que debemos buscar la densidad óptima para máximo rendimiento. Para variedad de maíz de alto rendimiento es deseable un solo tallo, con mazorca grande que tenga muchas hileras con muchos granos. La mayor tasa fotosintética se da en las hojas. (106).

Aunado a lo anterior es necesario elegir las variedades más adecuadas para la zona ecológica, apropiada densidad de siembra, manejo y control adecuado de plagas, enfermedades y malezas y prácticas culturales que maximizen y alarguen la tasa de producción y acumulación de materia seca en el grano. (85).

b) Respiración:

En las plantas en un sentido amplio se define como la oxidación de sustancias orgánicas en el interior de las mitocondrias, que se encuentra en el interior de todas las células vivas de la planta y que se acompaña de liberación de energía debido a la degradación de los carbohidratos formados en la fotosíntesis, este proceso se da con la presencia de oxígeno molecular y la energía liberada es demandada por los acarreadores ATP, NADH o NADPH usándose en el metabolismo celular, por lo tanto la respiración es una combustión lenta donde los resultados de la misma son CO_2 , H_2O y energía en forma de calor de la cual una parte se pierde, su ecuación es:



La respiración ocurre en la noche y en el día en las plantas C-3 pero en el maíz por ser C-4 no ocurre fotorespiración o es demasiado baja. Los factores que la modifican son: -Intensidad de la luz: a bajas intensidades de la luz se reduce su tasa por la baja en la fotosíntesis y por lo tanto menos fotosintatos disponibles para el proceso. -Condición del suelo: suelo compactado con poca aireación reduce la respiración radicular, así como la falta de nutrientes que afectan a las enzimas respiratorias. -Concentración de oxígeno: al reducir la concentración de oxígeno por incremento de concentración de CO_2 o N la respiración baja con lo que se incrementa el almacen de fotosintetizados. -Temperatura: este es el factor más importante que limita la respiración ya que es una reacción termoquímica pues entre 0 y 35°C la tasa se incrementa de dos a cuatro veces cada 10°C de incremento en la T°. Los puntos críticos son generales para cualquier cultivo: 0°C el mínimo, entre 40 y 45°C el óptimo y de 50 a 55°C el máximo, pero el óptimo verdadero para un grado de respiración intensa es a los 40°C. Sin embargo, como el óptimo del maíz para la fotosíntesis varía entre 30 y 40°C por lo que para que haya ganancia de fotosintetizados la T° nocturna deberá ser menor a 30°C. Asimismo, a temperaturas bajas (5 a 10°C) la respiración es muy baja pero la fotosíntesis es nula o casi nula, pero de 10 a 30°C la fotosíntesis es mayor que la respiración lo que permitiría

acumular azúcares siempre y cuando en las noches la temperatura no sea mayor a 30°C ya que la respiración sigue aumentando a su máxima tasa entre los 50 y 55°C, por lo que es de gran importancia la selección de variedades y fechas de siembra adecuadas para un buen rendimiento. La respiración es mínima en la semilla de maíz bajo reposo, es máxima en la germinación, se mantiene alta hasta estado de plántula, y luego decrece progresivamente hasta la madurez y muerte. La respiración consume el 25% de la energía producida en la fotosíntesis y las pérdidas por este proceso sugiere un valor promedio de 33%, lo que no se puede evitar solo reducirse pues es una función necesaria para la vida de la planta. (46, 57, 58, 74, 75, 89, 103).

c) Fotoperíodo:

Es la duración del día o del tiempo que las plantas están expuestas a la luz solar, factor fundamental para la fotosíntesis, así como fotorespiración de la planta C-3, y que además determina: el crecimiento vegetativo, crecimiento direccional (fototropismo) cambio de estado vegetativo a reproductivo, formación de flores, semillas y frutos, extensión de la ramificación, forma de hojas formación de pigmentos (clorofila), pubescencias, composición química de la planta y frutos, desarrollo radicular y muerte de la planta. En otras palabras es la respuesta de las plantas a la duración relativa del día y la noche. El fotoperíodo crítico está comprendido entre las 12 y 14 horas de luz diaria, lo que permite clasificar las plantas en dos grupos: de día largo y de día corto, los de día largo son aquellos que se desarrollan y reproducen solo cuando el fotoperíodo es mayor al mínimo (12 horas como mínimo), y los de día corto por el contrario son aquellos que se desarrollan en forma normal cuando el fotoperíodo es menor que el máximo crítico (14 horas al día). También se encontró que existe otro grupo de plantas que son insensibles al fotoperíodo llamadas fotoneutras. Son cultivos de fotoperíodo largo plantas de invierno (trigo, lino, avena, cebada, guisante, arveja, trébol oloroso y rojo, patata) entre las de día corto están las plantas de verano (tabaco, arroz, soya, mijo, cáñamo,

crisantemo) y otras como (tomate, guisante temprano, algodón y calabaza) son consideradas como día neutro. El maíz por ser una planta de origen tropical se considera de tipo corto, sin embargo, por su gran adaptabilidad a altas latitudes desde los 58° norte a los 40° sur, ha sido considerado como insensible al fotoperíodo existiendo variedades que se han adaptado a cada latitud, lo cual puede ser posible gracias a la gran variación genética de la especie o a la segregación posible en un población de plantas o al fitomejoramiento. Así tenemos que las variedades de Sudamérica, Centroamérica y México son particularmente de día corto y las latitudes muy al norte se adaptan al fotoperíodo intermedio o largo. Si una variedad de día corto se cultiva en regiones de día largo se alarga la floración o no se lleva a efecto, solo crecimiento vegetativo, ejemplo: una variedad ecuatorial de Brasil de 2 m de altura al sembrarse en Italia alcanzó 7 m y espigó hasta los días cortos de octubre. En general la floración se alarga o se acorta o no se presenta por interacción entre fotoperíodo y el termo período de la región.

En México el cultivo del maíz se da en primavera y verano de marzo hasta agosto, y se encuentra entre los paralelos 14° 32'45'' y 32°43'5'' por lo que entre estas latitudes en marzo se tienen 12 horas luz, en junio de 13 a 14 horas luz y en septiembre 12 horas lo que da una variación de dos horas en los dos ciclos quedando en lo óptimo para una variedad propia de la región. En Nuevo León quedamos en los paralelos 24° y 28° dandonos la misma variación de 12 horas en marzo, 13-14 junio y 12 en septiembre. Resumiendo para aprovechar el mejor fotoperíodo es pertinente elegir variedad adaptada a la región, fecha de siembra y densidad adecuados y anchura de surco correcta, así como la orientación de las hileras del norte-sur pues reciben más calorías que de este-oeste durante todo el ciclo así como, mejorar la calidad de la luz pues reciben menos concentración de rayos de onda corta y más de onda larga que los surcos de este-oeste. (9, 60, 82, 86, 89, 103, 104, 113, 116).

2. Fenología

Son las épocas en que las plantas alcanzan ciertos estados de desarrollo, en interacción planta (genotipo) ambiente (fotoperíodo, termoperíodo), conforme prospera la estación y el ciclo de cultivo. Esto permite establecer las curvas de crecimiento para cualquier planta desde la siembra, nacimiento, desarrollo vegetativo, floración, fruto y maduración, de tal forma que el maíz se puede dividir en cuatro fases:

1. Fase de crecimiento lento: aquí el crecimiento es lento aún a luz y temperaturas altas, este período o intervalo se puede alargar si las condiciones no son adecuadas (suelo seco, baja temperatura, baja intensidad de la luz) en espera de condiciones favorables que determine el ascenso de la curva.
2. Fase de crecimiento rápido: un par de semanas antes de la madurez lactea pasa por un crecimiento rápido hasta el peso máximo.
3. Fase de lenta disminución de peso: ya con el peso máximo la planta empieza a secarse y pierde peso lentamente hasta pocos días después de la maduración lechosa lactea.
4. Fase de rápida disminución de peso: dura hasta la maduración completa de la planta. Kiriakov define el período crítico 15 días antes y después de la floración masculina. (8, 9, 60, 85, 103, 116).

Steven W. Ritchie (1992), describe como se desarrolla una planta de maíz híbrido adaptada a la zona central de Iowa donde cada planta generó de 20-21 hojas en un total de 65 días después de la emergencia y 125 hasta la maduración total del fruto. Divide el estado de desarrollo en vegetativo y reproductivo, el primero los subdivide en (VE) de siembra a emergencia, (V1) primer hoja, (V2) segunda hoja, (V3) tercera hoja hasta (VN) donde N es la última hoja, terminándose el desarrollo vegetativo en (VT) cuando se inicia floración femenina y masculina. Aquí se inicia el desarrollo reproductivo con (R1) polinización, (R2) llenado o formación de grano, (R3) estado lechoso, (R4) estado masoso, (R5) endurecimiento y definición de los granos o dientes, (R6) maduración fisiológica. Se concluye que cada etapa se

da cuando más del 50% de la población lo ha desarrollado. En resumen Steven W. Ritchie, concluye que cada uno de estas etapas fenológicas así como el número de hojas pueden variar entre híbridos, estaciones, fechas de siembra y localidades. Además el tiempo entre estados variará al cambiar la temperatura dentro y entre estaciones así como, por deficiencias de humedad, nutrientes, alargando o acortando los estados negativo o reproductivo. (85).

Para México y en particular en Nuevo León la fenología del maíz en condiciones favorables de suelo, T°, H°, aireación, nutrición, luz ausencia de plagas enfermedades y malezas, donde la germinación hasta la senilidad, sigue el mismo patrón para un maíz de 16 hojas presentado en el estado de Iowa, E.U., en septiembre de 1966 y planteado por Haraway (1971) como sistema numérico (0) emergencia, hasta (10) cosecha. Se describe a continuación: 1. Antes de siembra. 2. Siembra a emergencia (siembra a estadio 0). 3. Crecimiento vegetativo inicial desde emergencia hasta diferenciación floral. (estadio 0 a 2.5-3). 4. Crecimiento vegetativo avanzado desde el rápido inicio de la elongación del tallo (altura de planta de unos 50 cm) hasta el inicio del espigamiento, emergencia de la espiga "parando oreja" o "banderilla". (Estadio 2.5-4). 5. Espigamiento, jiloteo, y polinización. (Estadios 4 a 5). 6. Producción de grano, desde fecundación hasta madurez fisiológica del grano. (Estadio 6-10). 7. Maduración de cosecha y secado orgánico.

Durante el período temprano (2 semanas iniciales) el punto de crecimiento está bajo suelo. Bajo condiciones favorables, tallo y espiga diferenciada, están formados bajo suelo dos semanas después de emergencia. Al estadio 1.5 el punto de crecimiento está sobre la superficie. El 3 incluye plántulas y primeras hojas, hasta cinco o seis semanas después de la emergencia; al final del mismo se tiene el máximo de hojas; los haces vasculares y óvulos del jilote están determinados. Durante este estadio están ya determinados las potencialidades de la planta siendo de gran importancia para el rendimiento. Durante los estadios 3 y 4 la planta llega a su máxima área foliar y al final del 4 emergen el ápice de la espiga (oreja), se alargan los entrenudos superiores rápidamente, y las mazorcas incipientes, alcanzándose la máxima altura, diámetro del tallo y área

follear al final del estadio. Para el estadio 5, espigamiento, jiloteo y polinización, es crítico por que aquí se define el número de óvulos que serán fertilizados, cualquier estrés repercute en el rendimiento. Las primeras dos semanas de la producción de grano son un estado rápido de crecimiento, totomoxtle, olote, y granos en proceso de desarrollo, el olote alcanza casi su total tamaño con pequeños granos que se le adicionan. Del estadio 5.5 a 8.5 hay un gran incremento de peso del grano pues en casi dos semanas el 85% del peso seco se produce. En el estadio 10 se alcanza el 100% de peso seco del grano. En la faja maicera de Estados Unidos el promedio de jiloteo a madurez varía de 50 a 60 días según condiciones ecológicas y suelo, y en Rumania varía de 60 a 62 días.

Aquí en México los estadios se denominan: 1. Semilla. 2. Germinación. 3. Emergencia. 4. Plántula. 5. Amacollamiento (en ocasiones). 6. Crecimiento activo. 7. Encañe. 8. Prefloración. 9. Espigamiento. 10. Jiloteo. 11. Polinización. 12. Fecundación. 13. Grano lechoso, elote. 14. Grano masoso, elocinte. 15. Madurez fisiológica, barroceo, camehua. 16. Madurez de cosecha (15-35% de humedad). 17. Grano comercial (12-15% de humedad). 18. Rastrojo (planta seca sin mazorca). (27, 82).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

H. ECOLOGIA DEL CULTIVO

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ecología deriva del vocablo griego eikos, que significa casa o lugar donde se vive. Se define como el estudio de las relaciones de los organismos o grupos de organismos con su medio, o la ciencia de las relaciones que ligan los organismos vivos a su medio. El control biológico del medio ambiente químico se da debido a que los organismos no sólo se adaptan al medio ambiente físico, sino que, por su acción concentrada en los ecosistemas, adaptan también el medio geoquímico a sus necesidades biológicas. (69).

La ecología según el biólogo alemán Ernest H. Haeckel (1834-1919) es la biología de los ecosistemas que estudia las relaciones recíprocas entre el medio y los organismos o entre los organismos entre si, en las relaciones de tipo positivo (amistoso) y de tipo negativo (enemigos) con las plantas y animales con que viven (1869).

(60).

Ecología fisiológica estudia las relaciones de los organismos a los factores físicos y químicos, siendo su herramienta fundamental la ley del mínimo de Liebig, así como las interacciones que regulan la distribución y la abundancia de los organismos. (52).

El rendimiento es la expresión de una relación entre la planta y el ambiente donde se integran todas las acciones (+ y -) que han actuado sobre la planta durante su desarrollo, por lo que no es un valor absoluto sino, el resultado de un compromiso entre la productividad y su resistencia a los factores adversos del medio. La productividad de una planta es la facultad de utilizar las disponibilidades del ambiente de tal forma que, en condiciones favorables y a incrementos de éstos se tiene incrementos progresivos de la cosecha hasta un rendimiento máximo dependiendo de la productividad del cultivo. La resistencia de una planta es su capacidad de desarrollarse contra un factor adverso de tal forma que al incrementar éste produce disminuciones sucesivas de rendimiento tanto más pequeños cuanto más elevado es el grado de resistencia. En la "Ecología Agraria" el rendimiento es el punto de partida para la investigación acerca de la acción del clima y el suelo sobre la planta, con la finalidad de definir el orden de las relaciones bioambientales. El ambiente con sus componentes naturales y agrotécnicos, obra como un todo (unidad activa) sobre la planta, la cual, a su vez, reacciona como un conjunto fisiomorfológico (unidad reactiva). El orden de las relaciones entre estos dos grupos de valores se halla medida por el rendimiento. (9).

La agrometeorología es la ciencia que trata de las características físicas del medio ambiente en el que se efectúa el crecimiento de las plantas y animales. (113).

La ecología del maíz considera dos aspectos fundamentales del ambiente que son suelo y clima los que varían de acuerdo a las líneas y variedades.

1. Suelo

Entre las características del suelo importantes para la

producción del maíz, se consideran su textura, estructura, profundidad, composición química y pH, características que determinan su aireación, temperatura, capacidad de retención de agua y conductividad de la misma, nutrientes y flora microbiana. (8, 51).

Existe gran variedad de suelos donde se cultiva el maíz, desde los pedregosos, arenosos, con fuertes pendientes, infértiles y manejo complicado hasta los fértiles y fáciles de mecanización integral desde siembra hasta cosecha. Los mejores suelos, para altos rendimientos, son los que cuentan con un adecuado drenaje, fértiles, de fácil manejo, bien aireados. profundos; suelos francos, arcillosos rojizos; migajones limosos o volcánicos jóvenes; que contengan abundante materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores en cantidades balanceadas y con un pH óptimo de 6-7, con un mínimo de 4 y en un intervalo de 5 y 6 a 7.5. Los suelos de pradera figuran entre los más favorables, debido a su alto nivel de fertilidad nativa. Se adapta mejor a suelos húmedos y fértiles, en regiones subtropicales templadas y en regiones tropicales altas. La estructura granular favorece buen drenaje y retención de agua. Los suelos de bosques pueden ser altamente satisfactorios cuando son adecuadamente abonadas. Son escasos los suelos con todos los atributos pero se pueden mejorar con tecnologías. No se debería sembrar maíz en los siguientes suelos: a) altamente arcillosos, b) completamente arenosos, c) con fuertes pendientes (mayor de 3%), d) suelos humíferos, e) suelos salinos y salitrosos, f) terrenos inundables, g) suelos contaminados con agroquímicos o residuos industriales. El manejo y acondicionamiento de estos suelos puede hacerlos productivos. Así la aplicación de fertilizantes comerciales, es indispensable para altos rendimientos y sobre todo para conservar y mejorar la fertilidad del mismo. (5, 50, 51, 68, 73, 82, 86, 113, 116)

2. Clima

Wilhelm Köppen define el clima como las condiciones atmosféricas que hacen un lugar de la superficie terrestre más o menos habitable para humanos, animales y plantas. Los agentes que

determinan el clima son "factores" (modificadores), astronómicos, geográficos y meteorológicos que modifican el clima tales como: latitud, altitud, topografía del suelo, cubierta de vegetación, nieve o hielo, o descubierto, corrientes marinas. etc. Los elementos del clima (integrantes) son las manifestaciones que permiten evaluar la influencia de la radiación del calor (temperatura), de las precipitaciones (lluvia, granizo, nieve), del viento, y la humedad atmosférica. (12, 32, 82).

El maíz se adapta mejor en las regiones cuya estación de crecimiento es larga y cálida, como sucede en los climas Caf (templado con lluvia todo el año), Csa (templado con lluvias en invierno) Af (tropical caluroso con lluvia todo el año), Aw (tropical caluroso con lluvias en verano) Bs (seco estepario, con lluvias escasas en verano), Daf (frío con lluvias en verano y nevadas en invierno) este clima se considera muy favorable para la producción de maíz en la faja maicera de Estados Unidos llamado también intermedio húmedo, así como el subtropical húmedo Caf, otros climas son DBFC (frío con lluvia todo el año) Csb (templado con lluvias en invierno tipo mediterráneo). No se cultiva en climas polares. (12, 32, 116).

a) Factores del clima:

- ii) Altitud. El maíz se cultiva con buenos rendimientos desde el nivel del mar hasta alrededor de 2,500 m de altura, sin embargo, con altitudes mayores a los 3,000 m, los rendimientos disminuyen sobre todo a temperaturas muy bajas por alturas excesivas, ya que cada 1,000 m de altura la temperatura disminuye 6.4°C. Este rango tan amplio hace que se adapte a la mayor parte de las regiones del mundo. La influencia de la altura sobre la temperatura y por lo tanto en el rendimiento se expresa entre dos variedades de maíz una de tierras altas (H-125), sembrado en el Batán a 2,250 msnm y un híbrido de tierras bajas (H-507) sembrado en Poza Rica, Veracruz a 60 msnm. Así el H-125 rindió 9.6 ton grano/ha y su ciclo fue muy largo de 213 días mientras que el H-507 produjo 5.9 ton/ha de grano y su ciclo fue corto de 112 días marcando la diferencia del rendimiento el peso de

grano. de tal forma que a grandes alturas por una menor temperatura promedio en los trópicos se alarga el ciclo. Sin embargo, esta planta puede crecer hasta una altura próxima de 3.960 msnm de altura en la zona ecuatorial. (12, 32, 44, 68, 82, 86, 116).

iii) Latitud. El factor latitud es muy importante por su influencia en el fotoperíodo (horas-luz) y termoperíodo (temperatura). Así la temperatura media anual disminuye medio grado centigrado por cada 111.111 km que se aleja del ecuador distancia que corresponde a un grado geográfico. Las variedades de maíz crece bien dentro de unos amplios límites latitudinales, desde los 50° norte a los 40° sur, comprendiendo climas tropicales, subtropicales intermedios y frío, pasando por todas las latitudes en este rango tan amplio en diferentes regiones agrícolas del mundo. En América se siembra desde Canadá (bajas temperaturas) Estados Unidos de América, México todos los países del Centro y Sud-América, hasta el Sur de Argentina (bajas temperaturas). Las regiones más productoras se localizan entre los trópicos de cáncer y capricornio, así como en la faja maicera de Estados Unidos entre los 37 y 43° de latitud norte, donde se dan condiciones de temperatura, humedad, luminosidad y suelo ideales para el cultivo. (37, 68, 82, 86, 116).

b. Elementos del clima

ii) Temperatura. Durante el desarrollo, el maíz requiere tiempo caluroso en el día y fresco en la noche. El cultivo tiene problemas cuando la temperatura promedio es inferior a 18.9°C durante el día y 12.8°C durante la noche. En general, la mayor producción en el mundo se logra en aquellos climas donde las temperaturas en los meses calurosos varían entre 21 y 27°C y un período libre de heladas que varían de 120 a 180 días. Lehenbaver, encontró que la temperatura mínima fue de 12°C y la óptima de 32°C y la máxima de 43°C. Aldrich (1974), determina que la temperatura mínima para el crecimiento de maíz es de 18°C

la máxima 40.8°C y la óptima entre 26.7 y 29.4°C si la humedad del suelo es suficiente para compensar las pérdidas de agua por transpiración y evaporación. Las diferencias entre los investigadores sobre la temperatura de desarrollo de maíz se explica principalmente por variación genética intravarietal, intervarietal entre híbridos. Según las etapas de desarrollo las temperaturas son: para germinación; mínima 10°C, máxima 40°C, óptima de 20-25°C. En crecimiento vegetativo; mínima 15°C máxima 40°C, óptima de 20-30°C. Floración; mínima 20°C, máxima 30°C y óptima de 21-30°C. La temperatura óptima para crecimiento es en el día de 30 a 35°C y en la noche 25°C, es decir, días calurosos y noches frescas que promedien más de 13°C. Si las noches son muy calurosas, el maíz utiliza mucha energía en respiración nocturna lo que reduce la producción pues crecimiento igual a fotosíntesis menos respiración. La temperatura ideal es entre 23.9 a 29.4°C satisfactoriamente. Pocos genotipos germinan a 10°C temperaturas entre 8 y 12°C retarda la germinación dificulta la emergencia de las plántulas y expone a la semilla germinando a daños ocasionados por organismos del suelo. Por otro lado, temperaturas muy altas durante la siembra pueden afectar las plántulas o semillas germinando con escasez de humedad. Durante la floración altas temperaturas (40°C) daña el polen y estigmas, disminuyendo el número de granos por mazorca. Las temperaturas de 4°C o menos daña cualquier estado de desarrollo del cultivo. Si las temperaturas de congelamiento ocurre en las primeras fases de desarrollo (de 8 a 10 cm de altura), pueden recuperarse lentamente. Si ocurre en estado lechoso el daño es severo. El conocimiento de las temperaturas es esencial para seleccionar las fechas de siembra óptimas libres de heladas en germinación, floración y madurez del grano. La mayoría de las plantas crecen al máximo si las temperaturas nocturnas son 5° más bajas que las del día. Recientemente se han obtenido variedades resistentes al frío que pueden germinar con temperaturas en el suelo y aire de 5°C, y tolerantes al calor por escape al daño o resistencia a sequía. La temperatura rara vez es limitante en los trópicos

a no ser por elevaciones mayores al 1,400 msnm altas temperaturas en las zonas tropicales aceleran el envejecimiento de las hojas lo que reduce el ciclo del cultivo. (44, 58, 68, 82, 86, 116).

iii) Humedad. El agua es el elemento del clima más limitante por su importancia fisiológica y ecológica en la producción de cualquier cultivo como el maíz y en la distribución de la vegetación en la tierra.

Fuera de las áreas de riego el agua constituye el factor más limitativo para obtener mayores rendimientos de maíz ya que este requiere cerca de 750 l de agua/kg de grano producido. Se requiere alrededor de 400 mm a 610 mm de agua para lograr una producción de 6,200 a 10,800 kg de maíz/ha, el maíz requiere gran cantidad de agua pero es uno de los cultivos más eficiente para la producción de materia seca, en tallos, hojas y semillas después del sorgo, así para producir un kilo de materia seca el maíz transpira 2,076 l de agua, y el sorgo 2,163 l, lo que varía si la región es cálida o seca aumentando o disminuyendo si es fría o húmeda. Esta eficiencia se incrementa con alta fertilidad y densidad óptima lo que permite un crecimiento radicular más profundo y denso que por cada 30 cm adicionales de raíz capta 50 mm más de agua siempre que exista humedad acumulada en las capas profundas, lo que puede resultar en 600 a 1,200 kg adicionales de grano/ha. Una lámina de 10 mm de agua/ha equivalen a 100,000 l. Un riego abundante para humedecer 60 cm de suelo como mínimo es más eficaz y lleva menos tiempo, que varios riegos ligeros. Exceso de humedad en el suelo provoca ahogamiento, por falta de respiración radicular y las raíces se lastiman por condiciones anaeróbicas y producen desnitrificación. (5, 51).

Kramer, resume la importancia del agua en cuatro puntos: - Como constituyente del protoplasma del 85 al 90% del peso fresco. -Solvente de gases y sales que entran a la planta. -Mantiene la turgencia celular. -Es fundamental para la fotosíntesis y esencial en procesos hidrolíticos. Kramer, afirma que menos del

5% del agua que entra a la planta se utiliza para estos propósitos. Miller (1938), enfatiza que del agua que pasa por la planta de maíz solo el 1% es usada directamente como constituyente activo y 99% es transpirada. Begg, ratifica la importancia ecológica y fisiológica del agua porque determina la distribución de las plantas en la tierra siempre que la temperatura permita el crecimiento. Según Whithear (1972), el maíz transpira 1,104 kg de agua por un kg de grano producido lo que implica que para 3 ton de maíz se requieren 3.312 ton de agua factor que se dispone en escasas regiones de México, siendo el factor más limitante en la producción de maíz a nivel nacional. La mayor superficie de maíz se cultiva de temporal y escasas áreas de riego. Sergio Reyes Osorio, afirma que las necesidades de agua evapotranspirada por el maíz varía de 400 a 800 mm dependiendo del ciclo, clima, disposición de agua, tipo de suelo y prácticas de manejo. En nuestro país la mayor parte del maíz se cultiva de temporal, la cantidad y la distribución de la lluvia determina el rendimiento. La falta de agua en cualquier etapa de desarrollo afectará la cosecha pero es mayor o crítica sobre todo en la floración y en llenado de grano máxime si hay altas temperaturas. Bassols, determina que el promedio general de lluvias en México es de 700-717 mm, pero solo el 23.1% del territorio nacional recibe más de 1,000 mm y el 42% menos de 500 mm pero distribuida en forma muy contrastante. Más de la mitad del país caen dentro de zonas áridas (desérticas y semidesérticas) y una pequeña proporción como clima húmedo. El maíz se cultiva en todos los estados de México, pero en algunos no es redituable según la condición de agua. Calles (1986), considera tres estratos: a) bajo riego: Río Bravo Tamps.; Valle del Yaqui, Son.; Celaya, Guanajuato, con una superficie estimada de 0.9 millones de hectáreas, b) temporal eficiente con más de 600 mm de lluvia: Zapopan, Jal.: Michoacán, Amealco, Valle de Toluca, Chiapas, y Veracruz. Superficie estimada en 3.5 millones de hectáreas, c) temporal deficiente: con menos de 600 mm de lluvia, y escasa distribución de ocurrencia: Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León.

Chihuahua, Oaxaca, Hidalgo, Tlaxcala, con superficie estimada de 2.5 millones de hectáreas dando un total de los tres de 6.9 millones/ha. (51, 82).

Los requerimientos óptimos de humedad varían según variedades de ciclo corto (80 días) o largo (140 días). Bajo temporal y con variedades adaptadas, se puede obtener mayores rendimientos con más o menos 500 mm de precipitación distribuidas durante el ciclo. Algunas variedades criollas prosperan con menos de 400 mm en ciertas regiones pero, los rendimientos se abaten a medida que se acercan a 300 mm, de las zonas semiáridas; pero para regiones de buen temporal la precipitación es mayor a 500 mm, hasta un máximo que produce pérdidas por exceso de humedad. Para riego se recomienda uno de presiembra de 20 cm de lámina y 3 de auxilio de 10 cm de lámina lo que debe sumar más o menos 50 cm (500 mm) en total. Las variedades precoces requieren menos agua que las tardías. Las fechas de siembra deben adecuarse a los tiempos de lluvia. Es importante tener reserva de humedad para prevenir períodos secos, ya que alta temperatura y baja humedad pueden matar hojas, espiga y evitar polinización bajando el rendimiento. Hay variedades resistentes a sequía por gran longitud de raíz. (5, 27, 37, 41, 50, 51, 58, 68, 78, 82, 86, 116).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

I. RAZAS DE MAIZ

Los indígenas domesticaron e iniciaron la selección de maíz, contribuyendo relativamente a la formación de variedades y razas; los agricultores las han conservado por siglos y los científicos las han estudiado y clasificado para su conservación y mejoramiento. (82).

Raza. Poblaciones de individuos de una misma especie con genotipos similares; que manifiestan ciertos rasgos diferenciales, heredables y que a su vez, permite separarlos de otras poblaciones. La formación de razas diferentes se origina por distintas formas de aislamiento que limitan la reproducción a un cierto grupo de individuos; estas barreras generalmente son ecológicas. Dentro de una raza existen un alto número de variedades. (15, 81, 82).

Variedad: En Taxonomía es una división de una especie; grupo de individuos dentro de la especie y raza que difieren en caracteres menores que aquellos manifestados por la raza. Las variedades agronómicas son producto de la selección humana que tienden a formar grupos de plantas similares con tendencia a su explotación económica (por precocidad, altura, color, forma de frutos, rendimiento, etc.). Desde el punto de vista genético se considera que las variedades de una misma especie puede cruzarse libremente ya sea en manera artificial o natural; en contraste con las especies, donde comúnmente se encuentran barreras genéticas que hacen el cruzamiento difícil y a veces imposible. (15, 81, 82).

Las variedades se pueden clasificar en siete grupos: 1) Variedades criollas: son las introducidas y adaptadas a un lugar por selección natural o dirigida ejem. Hoja Morada, Olote Delgado, Carmen, Santa Engracia, La Purísima, Blanco Hualahuises. 2) Variedades mejoradas: son producidas a través de programas de mejoramiento genético, se representa con V-número. Ejem. V-424, V-520, V-524, etc. 3) Variedades sintéticas: se representan con el símbolo VS-número. Ejem. VS-201, NLVS-1. 4) Variedades híbridas: se representan con el símbolo H-número, como H-352, H-507, H-422 etc. 5) Generaciones avanzadas de híbridos: se representan con F_2 , F_3 , hasta F_n , o híbridos acriollados. 6) Cruzas naturales recíprocas: se desarrollan por cruce entre criollos y variedades mejoradas (criollos-híbridos). 7) Híbridos naturales: surgen de las variedades mencionadas con teocintle. No existen variedades de maíz silvestre (82).

La gran diversidad de maíz en México se debe a cuatro factores según: Wellhausen, Roberts y Hernández (1952): 1) El maíz más antiguo de México muy probablemente es el perlado y el tunicado (razas primitivas) que aún existen. 2) En una época el maíz de México se cruzó con las razas exóticas del Centro y Sudamérica, hibridando las indígenas e incrementando la variación y la productividad. 3) La cruce natural del tenocitile con la raza de Matehuala y México introduciendo nuevas características. 4) La geografía de México ofrece diferentes factores aislantes, que conducen a la rápida diferenciación de plantas cultivadas. (15, 81, 82).

De las miles de variedades existentes en México, fueron colectadas parcialmente (2,000 muestras por Wellhausen, Roberts y Hernández (1952), durante un período de siete años, determinando la existencia de 31 razas, siendo la colección más numerosa sobre cualquier otro país, para la cual se consideró su distribución geográfica, caracteres botánicos, caracteres de la mazorca, caracteres de la espiga, así como caracteres fisiológicos, genéticos citológicos. Sin embargo, Pedro Reyes Castañeda las clasifica en 30 razas y 6 subrazas; 25 bien definidas y cinco en estudio. A continuación las enumero dentro de sus grupos y la altitud en que se localiza: A) Indígenas antiguas: 1) Palomillo toluqueño (2.200-2.800 m). 2) Arrocillo amarillo (1,600-2,000 m). 3) Chapalote (100-600 m). 4) Nal-Tel (100 m). B) Exóticas precolombina: se cree que fueron introducidas a México de Centro y Sudamérica durante épocas prehistóricas. 5) Cacahuacintle (2,200-2,800 m). 6) Harinoso de 8 (100 m). 7) Olotón (2,000-2,400 m). 8) Maíz dulce (1,000-1,500 m). C) Mestizas prehistóricas: se cree que se originaron por medio de hibridaciones entre las razas exóticas precolombinas y las indígenas antiguas, y con introgresión de germoplasma de teocintle. 9) Cónico (2,200-2800 m). 10) Reventador (0-1500 m). 11) Tabloncillo (0-1,500 m). 12) Tehua (600-1,000 m). 13) Tepecintle (0-600 m). 14) Comiteco (1,100-1,500 m). 15) Jala (1,000 m). 16) Zapalote chico (100 m). 17) Zapalote grande (100-600 m). 18) Pequetilla (1,000-1,700 m). 19) Olotillo (300-700 m). 20) Tuxpeño (0-500 m). 21) Bandedo (0-500 m). D) Modernas incipientes. Estas se cree que se han desarrollado después de la conquista, las cuales no han alcanzado aún la condición de uniformidad racional. 22) Chalqueño (1,800-2,300 m). 23) Celaya (1,200-1,800 m). 24) Cónico norteño (1,600-2,100 m). 25) Bolita (900-1,500 m). E) Serranos occidentales: 26) Tablilla de ocho. 27) Bofo. 28) Gordo. 29) Azul. 30) Apachito. Wellhausen et al en el grupo E) Razas no bien definidas incluye siete tipos: 1) Conejo. 2) Mushito. 3) Complejo serrano. 4) Zamorano amarillo. 5) Maíz blando de Sonora. 6) Onaveño. 7) Dulcillo del noreste. (15, 37, 81, 82, 86, 116).

El CIA (1980) y Díaz del Pino (1964) plantean que de acuerdo a la forma de las mazorcas se pueden detectar las regiones de donde procede, por ejemplo: Cilíndrica (0-1,000 msnm), semicilíndrica

(1.200-1.900 msnm) y cónica (1.900-2,700 msnm). (37).

La raza Comiteco se origina de Olotón y Tehua, la Tuxpeño de Olotillo y Tepacintle. Las razas de maíz, cuyas variedades son más comerciales, rendidoras de grano y forraje y que han influido en los programas de desarrollo son: a) Vandeño, b) Tuxpeño, c) Tabloncillo, d) Chalqueño y e) Celaya. La raza Vandeño se cultiva en la tierra caliente de la Costa del Pacífico Sur; la raza Tuxpeño en las tierras bajas de México; la raza Tabloncillo en Jalisco y Nayarit; la Cónica en Valles Altos; y la raza Celaya en el bajío.

Los recursos genéticos del maíz en México se conservan en bancos de germoplasma incluyendo las distintas razas de variedades criollas, y mejoradas (líneas, cruza simples y dobles, variedades mejoradas, variedades sintéticas, híbridos, etc.) en diferentes organizaciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) que cuenta con 8,176 colecciones de maíz de 31 estados de la República, como Puebla (838 colecciones) México (707), Chiapas (668), Jalisco (482), Michoacán (436), Oaxaca (510), Veracruz (524), Baja California (11), Tabasco (9), etc. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) dispone de un número de colecciones similares, y muestras de México y diferentes regiones del mundo. En el noreste de México las escuelas de agricultura Antonio Narro, Facultad de Agronomía de la UANL y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, en sus bancos de germoplasma conservan colecciones de maíz de los estados de Tamaulipas, Coahuila, y Nuevo León.

Al igual que en México en otros países se identificaron las razas de maíz como: Estados Unidos (10), en Bolivia, Ramírez y Colab (1960) identificaron (32 razas), en Perú, Grobmán y Colab (1960) caracterizaron (40 razas), en las Antillas (7), Colombia (23), Venezuela (19), Ecuador (30), Chile (18), Brasil (52), de tal forma que en los diferentes países del mundo se dispone de más de 300 razas en banco de germoplasma como: Estados Unidos, México, Centro América, Colombia, Brasil, y Europa Central. En Nuevo León se presentan las razas mestizas prehistóricas (Pepetilla, Tuxpeño, Vandeño), exóticas precolombinas (Cacahuacintle, Elotes Occidentales), razas incipientes modernas (Chalqueño, Celaya, y Cónico Norteño). (24, 37, 81, 82, 86.

116).

Antes del conocimiento de las razas del maíz se subdividió en seis grupos diferentes llamados subespecies o variedades botánicas efectuado por Sturtevant (1899) en atención a las características del grano (textura) encontrándose en cada grupo variedades agrícolas adaptadas a condiciones ecológicas definidas. Anderson y Cutler (1942) esta clasificación la considera en base al interés económico.

1. Maíz tunicado (*Zea mays tunicata*) pod corn. Se considera primitivo; cada grano individual está cubierto por glumas o túnica, similar al arroz palay, la mazorca se cubre por totomoxtle. No tiene importancia económica, pero sí genética y citogenética y en algunos casos como ornamental.
2. Maíz palomero (*Zea mays everata*) o maíz perlado, pop corn. Se conoce como maíz rosero, reventador o revienta ollas. Se considera maíz primitivo; los granos con la corona en pico, como el arroz o redonda tipo perla. El almidón es duro o corneo y escaso almidón suave; el pericarpio grueso; al someterse al calor produce las palomitas o rositas. El maíz fresa es una modalidad de palomero. En México y el mundo es importante para confituras. Estados Unidos es el mayor productor para consumo y exportación han producido variedades mejoradas con más de 30 volúmenes de expansión. Robles Sánchez por selección recurrente produjo la variedad NLVS-100 con 28 volúmenes de expansión. La raza Nal-tel es del tipo palomero pero aún así México importa el 90% de Estados Unidos.
3. Maíz cristalino (*Zea mays indurata*), duro o vitreo, flint corn. El endospermo en su mayor parte con almidón corneo no reventador envolviendo al escaso almidón suave; la corona redonda. Los granos son grandes y anchos, con extremos redondeados. Se cultiva en Argentina, Sur de Europa el Caribe y Centro América, donde hay problemas de almacén y conservación de grano. Argentina, produce el 95% de maíz de tipo vitrio y exporta más del 50%.
4. Maíz dentado (*Zea mays indentata*), o maíz dentado tanto en Estados Unidos como en México se cultiva casi el 95% de variedades de este grupo. Tiene almidón corneo a los lados del

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

grano y el suave en el centro en igual proporción. Es el mayor cultivado en el mundo; en México las tres razas más relevantes son Celaya, Tuxpeño y Vandeño, cultivadas en el Bajío, Llanura Costera del Golfo, Norte, y Costera del Pacífico. Incluye, variedades de raza primitiva, Arrocillo Amarillo, y la raza Jala cultivada en Nayarit y Jalisco notable por su mazorca muy larga. En Estados Unidos el maíz dentado "corn belt dent" se originó de la cruce complejo dentado del sur (originarios de México) por complejos flint del norte (originarios del Caribe). Los maíces dentados son para alimentación animal, consumo humano, fabricación de tortilla, y para el proceso en la industria de harina de maíz.

5. Maíz harinoso (*Zea mays amilacea*) o maíz tierno o amilaceo, softo flour. Tiene un endospermo blando o amilaceo, en vez de vitreo es muy suave, semidentado o corona redonda, muy susceptible a plagas de almacén. Incluye variedades como el maíz pozolero (raza Cacahuazintle) y maíz "cuzco"; son notables por su riqueza en lisina y triptófano, son variedades de peso ligero por lo que se vende por volumen, así un litro está entre 550 a 650 gr, contra 700 y 800 gr de maíz dentado cristalino. El endospermo es fácil de moler y muy susceptible a plaga de almacén, siendo atacado por hongo en el campo, por lo que se siembra en lugares de clima seco a la cosecha, como en la cordillera de los Andes en América del sur y aquí en México en los Valles Altos y Mesa Central. Los programas de mejoramiento en Colombia y México con retrogresión de los genes "opaco-2" y "harinoso-2" (O-2 y Fl-2) tiene el problema de peso ligero por lo que se trata de introducir en maíces cristalinos dentados. En México y principales países productores de maíz se siembra poco.
6. Maíz dulce (*Zea mays sarcharata*) sweat corn. Desde 1909. East concluyó que las variedades de maíz dulce son dentadas, cristalinas o palomeros, que han perdido la propiedad de producir almidón. El gene para azúcar retarda la conversión normal de ésta al almidón. El aspecto del grano dulce es arrugado vitreo. Se cultiva en Sudamérica (Perú, Bolivia,

Chile, Argentina y Colombia), en Estados Unidos y Bajío de México. Se aprovecha para elote en uso directo y enlatado.

7. Maíz cereo (*Zea mays cerea*) es originario de China. El grano tiene endosperma con fractura semejante a la cera, y aspecto vitreo; el almidón es amilopectina, de cadena ramificada y alto peso molecular (variedades de 50,000 a 1,000,000); el almidón es semejante al de la yuca o tapioca, siendo muy útil para fabricación de budines, adhesivos, papel engomado, gomas, pegamento y alimentos con almidón como sustituto de la yuca. todos los maíces dentados o los descritos tiñen de color azul en la prueba del yodo pues tienen 78% de amilopectina y 22% de amilasa con una estructura molecular de cadena corta y un peso molecular de 10,000 a 60,000, mientras que el maíz con endospermo cereo se tiñen de color rojo en solución de yodo - potasio - yodo. El gen cereo es recesivo (wx) y el amilacio Heterocigote (Wx) este carácter se usa como marcador en programas de fitomejoramiento para formar variedades de maíz cereo. El endospermo cereo está constituido por dextrina en lugar de almidón puro.

La importancia de los grupos se manifiesta por los usos estimados en porcentajes en el mundo: a) Dentados 70%, b) Cristalinos 14%, c) Harinosos 14%, d) Palomeros 1%, e) Dulces casi 1%. (15, 37, 50, 68, 81, 82, 86, 116).

J. TECNICAS DE CULTIVO

1. Preparación del Terreno

La preparación del suelo o prácticas de cultivo, se refieren a "la condición física del suelo en su relación con el crecimiento de las plantas".

- a) Barbecho: consiste en el rompimiento inicial de la capa arable (por lo general capa del suelo a una profundidad de 20 a 30 cm) lo que se realiza con arado de reja o disco.

Con la aradura o barbecho se logran los siguientes objetivos: facilitar la penetración de las raíces en el suelo; mayor

volumen de tierra disponible a la planta; mejor aireación del suelo que da más oxígeno disponible para la respiración y acción de microorganismos; facilita la penetración de agua y su conservación; destrucción de malas hierbas por exposición de raíces o semillas de las mismas al voltear la tierra; exposición en la parte superior del suelo de larvas, pupas o ninfas de insectos perjudiciales, disminuyendo sus poblaciones por exposición al sol, al viento, a bajas o altas temperaturas; control relativo de fitopatógenos por exposición de micelios o otros cuerpos vegetativos de hongos y/o bacterias; y finalmente facilitar las demás labores de cultivo como rastra, nivelación, siembra, escarda, etc.

El objeto principal del barbecho es preparar debidamente la "cama de siembra" que consiste en aflojar una capa de tierra variable según el cultivo, tipo de suelo y equipo con que se cuenta.

Un buen barbecho considera uniformidad en la profundidad, superficie nivelada, no dejar partes sin trabajar (crudos), corte del último surco limpio, residuos de cosechas anterior bien cubiertos, no muy superficial ni muy profunda que revuelva subsuelo con suelo y debe de efectuarse en tierra con humedad óptima, ni demasiado seca que produzcan terrones muy duros, ni muy húmeda que genere ruptura de la estructura sobre todo en suelos de arcilla silicatada de alta plasticidad.

Lo negativo del barbecho es la formación de una capa impermeable y dura llamada "paso o piso de arado" que es difícil atravesar por las raíces y además permite la acumulación de sales lo que la hace más impermeable, al efectuar año con año la aradura con el mismo implemento y a la misma profundidad. Así como la formación de terrenos duros o el rompimiento de la estructura en suelos muy secos o muy húmedos de tipo arcilloso. El barbecho es labranza primaria.

La labranza y el cultivo aflojan y airean el suelo, pero, en la mayoría de los casos solamente hacen más acusado el estado de agregación ya existente (Ackermán y Meyers, 1943). Realmente, el laboreo puede destruir, por acción mecánica, una buena

estructura del suelo. Los terrenos que han estado sometidos al cultivo durante mucho tiempo muestran, frecuentemente, una disminución de su granulación, debido a los efectos rompedores del laboreo sobre los agregados del suelo. (Klute y Jacob, 1949). (5, 81, 82, 86, 97, 98, 99, 100, 116).

- b) Rastra: esta práctica se puede efectuar antes del barbecho, solo en el caso concreto de contar con rastrosos y la hierba demasiado desarrolladas que dificultan el barbecho y no se dispone de chapadoras o desvaradoras.

Sin embargo, el rastreo se realiza básicamente después del barbecho con propósito fundamental de desmenuzar la tierra; ya que una tierra bien mullida, facilita la siembra correcta y favorece la germinación de la semilla, debido a que ésta queda en contacto directo con las partículas de suelo húmedo, eliminando la resistencia que pueda haber para las raíces, pone a disposición de la planta los elementos necesarios para su nutrición; asegura la circulación del aire en el suelo; está en condiciones de retener mayor cantidad de agua, eliminando los espacios vacíos; se mezclan entre sí, las capas superficiales, la maleza y los rastrosos o residuos de la cosecha anterior, se trituran y entierran para facilitar su descomposición y obtener materia orgánica que mejora el suelo. De no ser así residuos de cosecha y tallos de maleza dificultan las labores subsiguientes. Generalmente, se recomienda un barbecho y un rastreo en terrenos de textura ligera, o un barbecho y dos rastreos en suelos de textura pesada.

La rastra más eficiente es la de discos con diferentes variantes, e incluso con otros implementos, lo que dependerá de la textura y estructura del suelo e implementos que cuenta.

El rastreo se considera como labranza secundaria. (5, 81, 82, 86, 87, 97, 98, 99, 100, 117).

- c) Nivelación: si el terreno está desnivelado (no excesivamente) se recomienda proceder a realizar esta práctica de cultivo, pero sin hacer arrastre o acarreo de la capa arable del suelo en demasía ya que pierde uniformidad; dejando al descubierto el subsuelo que es menos rico en materia orgánica. Solo se

justifica remoción de subsuelo cuando se tengan perfiles que mejoren la textura y la estructura del suelo.

Si el desnivel del terreno es demasiado no se recomienda la nivelación, el cultivo se debe realizar en curvas de nivel o en último caso en terrazas para aprovechar el terreno y evitar la erosión.

La nivelación facilita el riego; distribuye el agua uniformemente; evita el encharcamiento o partes mal regadas, que disminuyen el rendimiento. Para zonas temporaleras capta al máximo el agua de lluvia, evita encharcamiento en partes bajas, o erosión en partes altas por escurrimientos y deslaves. (5, 81, 82, 86, 97, 98, 99, 100, 117).

2. Siembra

Esta técnica consiste en depositar la semilla de maíz previamente seleccionada, en una buena cama de siembra y condiciones ecológicas adecuadas que permita la germinación rápida y uniforme de la semilla, además de favorecer un crecimiento normal de las plantas. La profundidad de siembra puede variar de 5 a 15 cm en la cama de siembra.

a) Fecha de siembra; es un factor limitante en la producción de grano y/o forrajes. La fecha óptima depende las condiciones ecológicas de cada región. En temporal la fecha óptima se supedita a la precipitación pluvial. Aún con riego la mejor época evita período crítico de heladas, vientos excesivos o huracanados, plagas y enfermedades.

En nuestra región el período crítico de temperaturas bajas y heladas comprende noviembre, diciembre y enero por lo que se dispone de nueve meses aprovechables, procurando un margen de 90 días antes de la primera helada por lo que se eliminaron los meses de agosto, septiembre y octubre para la siembra. El rango de siembras comprende del primero de febrero al último de julio, lo que constituye siete meses. Existe dos ciclos para la siembra del maíz el de primavera (temprano) y verano (tardío) comprobándose que el de primavera produce mayor rendimiento que

la siembra de verano. En Nuevo León, para el primer ciclo se recomienda la siembra del 20 de febrero al 15 de marzo, y para el tardío del 15 al 30 de julio. Para zonas de 500 a 1300 m.s.n.m. en primavera se recomienda del 10 de marzo al 30 de abril y en verano del primero de julio al 31 de agosto sobre todo con variedades de ciclo corto. (5, 13, 14, 19, 43, 81, 82, 86, 95).

- b) Densidad de siembra: es otro factor limitante cuando no se usa la densidad óptima sobre el rendimiento de grano y/o forraje. La densidad óptima de siembra depende de la distancia entre surcos y entre plantas y se determina en cada región de acuerdo a las condiciones ecológicas, edáficas y la variedad a utilizar. El maíz por lo general, requiere una distancia de 92 cm entre surcos, por lo que la densidad óptima se obtiene solo variando la distancia entre plantas, siendo la mejor de 25 cm entre planta lo que da una densidad óptima de 43,600 plantas por ha al multiplicar 109 surcos por 400 plantas por surcos. No es recomendable manejar la densidad de siembra por kilos de semillas por ha, porque el tamaño de la misma puede variar de ciclo a ciclo por la variedad utilizada o característica propias de la semilla, sin embargo, algunos agricultores lo prefieren así, por lo que se recomienda de 15 a 18 kg/ha según el tamaño de la semilla siendo la primera para grano chico y 18 para grano grande.
- c) Variedades: existen gran cantidad de variedades regionales, variedades mejoradas e híbridos propios para las principales regiones de México. Estas se seleccionan según las condiciones ecológicas, edáficas, y forma de cultivo, sea para temporal o de riego; así como por las características agronómicas deseables como resistencia a plagas y enfermedades, vigor, resistencia al acame, buen rendimiento de grano y forraje, buena calidad. Algunas variedades para Nuevo León son: N.L. V S-1, San Juan (V-401), Breve Padilla (V-402), Carmen, Pancho Villa, H-412, H-17W, White Master, Blanco Hualahuises, La Purísima, Blanco Olote Colorado. (5, 13, 14, 19, 43, 81, 82, 86, 95).
- d) Tratamiento de la semilla: después de seleccionar la variedad,

se selecciona el grano para semilla el cual tiene que ser el de mayor tamaño tomándose de las mejores mazorcas y de éstas del plano medio y plano grande. A mayor tamaño mayor porcentaje de emergencia, mejor vigor y altura en plántula aún a diferentes profundidades de siembra. Asimismo, deben eliminarse los granos quebrados y cribarse para eliminar impurezas. Por otra parte es fundamental tratar la semilla con sustancias químicas como insecticidas y fungicidas, nematicidas, contra plagas del suelo, del grano y hongos, procurando no dañar el poder germinativo y, en caso de que lo hagan, debe ser mínimo y nunca superior al 5%. La desinfección de la semilla con fungicidas evita la transmisión de esporas, bacterias, u otros microorganismos fitopatógenos por la propia semilla o presentes en el suelo evitando causar grandes pérdidas de plántulas por unidad de superficie. En general los agricultores pueden usar las siguientes clases de semillas: - semillas nativas- semillas criollas- semillas de variedades mejoradas (v)- variedades sintéticas (vs)- variedades híbridas (h)- generaciones avanzadas de los híbridos (F2, F3----Fn)- Semillas provenientes de cruzamientos naturales entre: nativos por criollos, criollos por mejoradas, etc. Debido a los trabajos experimentales permanentes del I.N.I.A y del CIMMYT, muchas variedades mejoradas e híbridos son sustituidos por otras que son superiores como resultado de sus programas de fitomejoramiento genético. (5, 13, 14, 19, 28, 43, 65, 81, 82, 90, 94, 95).

e) "Métodos": la siembra del maíz por lo general es mateada depositando una, dos, tres, cuatro o cinco semillas en cada golpe, mata o postura; en ocasiones se hace un aclareo o deshije dejando una, dos, tres o cuatro plantas y a veces, se practica la resiembra cuando falla la germinación o la emergencia por semilla defectuosa, suelo duro o daños de plagas a la plántula. No es recomendable el aclareo y la resiembra por incremento de los costos y problemas del manejo del cultivo.

Por la forma de depositar la semilla en la cama de siembra existen dos modalidades:

ii) siembra manual

- iii) siembra mecánica: con sembradora de tracción animal o con tractor.
- ii) Dentro del primer grupo se encuentran: - Siembra con espeque o a piquete, que es una estaca de madera con 5 cm de diámetro y 2 o 3 m de largo, terminada en punta endurecida con fuego o protección metálica; con él se abren hoyos de 10 a 15 cm de profundidad en el cual se depositan las semillas tapando con tierra, se práctica en los sistemas de tumba-roza y quema, o en mínima labranza en las regiones tropicales de México, Centro y Sudamérica. - Siembra a rendija: se práctica en terreno cruzado o rayado en cruz, en este punto se hace un cajete con pala o coa (pala pequeña) en el que se deposita la semilla y cubre con tierra. - Siembra a banderilla igual a la anterior pero menos profunda. - Siembra rabo de buey o a dos arados con una yunta se abre el surco y el sembrador deposita la semilla en el mismo y otra yunta tapa. - Siembra a vuelta y tapa, la misma yunta abre el surco se deposita la semilla y la misma yunta regresa y tapa. - Siembra a tapa pie, la yunta abre el surco y el sembrador deposita la semilla en el fondo y tapa con el pie. Otras modalidades regionales son la siembra en cajete hasta 40 cm de profundidad y se efectúa si hay lluvia de invierno, y la siembra del pulja en Chiapas, que se hace con semillas remojadas por 24 horas en suelos con arroje de humedad y adición de escasa agua en cada mata. (2, 5, 13, 14, 43, 68, 73, 81, 82, 86, 117).
- iii) Con respecto a la siembra mecánica, ya sea por tracción animal o para tractor, permiten calibrar la máquina para estimar el número de plantas por metro lineal. Para tracción animal solo es una tolba y para tractor son 3 o más tolbas por sembradora. Las sembradoras están diseñadas para sembrar semilla uniforme y plana, grandes o medias y raras veces semilla bola; los platillos tienen perforaciones de un tamaño tal que permite la salida de cada semilla sin quebrar ni dañar el embrión y en número que ajuste a la densidad de siembra y profundidad deseada,

proporcionando las ventajas de rapidez, uniformidad entre planta, surco y profundidad así como economía por superficie sembrada en jornada de 8 hr, asimismo nos permite siembra y fertilización simultáneamente.

Con respecto a la disposición de humedad en el suelo se tiene siembra de temporal que se lleva a efecto después de una precipitación pluvial lo suficientemente buena para asegurar la germinación, la emergencia de las plántulas y los primeros estados de desarrollo de las mismas: de tal manera que no se corra el riesgo de perder la siembra por una lluvia insuficiente que solo permita la germinación parcial.

Bajo condiciones de riego se dan dos modalidades: una es regar y después sembrar y la otra sembrar y después regar que se recomienda en regiones con agua insuficiente, y la primera si se cuenta con riego suficiente. (5, 13, 14, 43, 68, 73, 81, 82, 86, 117).

3. Labores de Cultivo o Culturales

Son prácticas que requieren el uso de herramientas o aperos capaces de remover la superficie del suelo a escasa profundidad, de modo que las malezas jóvenes sean destruidas y el crecimiento de las plantas cultivadas se acelere. Los objetivos de las labores de cultivo son: retener la humedad del suelo, destruir malezas, mullir la superficie del suelo, retener el agua de lluvia, facilitar la nutrición de las plantas, airear el suelo y facilitar la circulación del oxígeno, promover la actividad de los organismos, y mejorar la estructura del suelo.

En áreas pequeñas las malezas se eliminan a mano, o se usan chapeos con machete o con hoz; o bien se efectúa la "limpia" con azadón que remueve el suelo.

En áreas más grandes se utilizan cultivadoras de tracción animal o mecánica. El primer cultivo o primer escarda se efectúa entre los 20 y 30 días después de emergidas las plántulas y en zonas tropicales antes de 20 días y en zonas cálido-secas después de 30, efectuándose

con azadón rotativo o cultivadora de cinco rejas planas de tal forma que no profundice más de 5 a 10 cm, destruya malezas, y conserve la humedad del suelo al romper la capilaridad, y disminuir evaporación, se recomienda incorporar protectores para no tapar plántulas.

La segunda escarda para eliminar malas hierbas que emergieron después de primera escarda y formar surco de riego en siembra sobre terreno plano, se recomienda con cultivadora de tres rejas con la central más grande para que profundice más que las laterales, que no deben dañar plantas. La última labor de cultivo o aporque se realiza con arado de doble vertedera destruye nuevas hierbas y forma el surco de riego definitivo, arrimando tierra al pie de la planta, se efectúa a los 80 cm de altura. (5, 43, 68, 81, 82, 86, 98, 99, 100, 117).

4. Plagas Enfermedades y Malezas

Un control adecuado tanto de plagas como de enfermedades y malezas en el cultivo del maíz es de gran importancia para obtener buenos rendimientos ya que los tres son factores limitantes de la producción por lo que su desarrollo se ve ampliamente en el tema 2 F.

5. Riego

Esta práctica agronómica, está sujeta a diferentes factores que influye en el rendimiento y la calidad del maíz; entre otras, textura y estructura del suelo, temperaturas, humedad del suelo, humedad relativa, precipitación pluvial, variedades, densidades de siembra etc. Por lo tanto el riego se determina según la región, variedad y fase de desarrollo del cultivo. El mal manejo de los riegos, trae como consecuencia pérdidas de más del 50% del volumen del agua desde que sale de la presa a la milpa.

El CIANO del INIA recomienda 1 riego para siembra, primer riego de auxilio de 10 a 15 días, 3º y 4º riegos a intervalos de 25 a 30 días, 5º, 6º y 7º riegos a intervalos de 15 días. CIANE sugiere por lo menos 5 riegos incluido el de siembra. CIB menciona que si el cultivo es de riego, la humedad aprovechable no debe ser menor a el

40%. sobre todo durante el espigamiento y polinización del maíz. CIASE. recomienda para maíz forrajero que el número de riegos varía de acuerdo a los requerimientos del cultivo; así como evitar que el cultivo sufra por sequía durante el espigamiento. En general para cualquier región productora de maíz, se recomienda un riego a la siembra, otro en "encañe", uno en prefloración y un último riego en el llenado de grano, todas épocas críticas del ciclo vegetativo del maíz.

El riego se inicia con una lámina de 15 mm para la germinación, y las láminas siguientes se adecuan según las necesidades de desarrollo del cultivo. En suelos ligeros arenosos, el agua se suministra con mayor frecuencia, en menores cantidades, y en arcillosos en cantidades mayores, pero en menor frecuencia.

El agua de riego se puede economizar y conservar mejor por: labranza adecuada; ajuste de la densidad de siembra; dejar los residuos vegetales sobre la superficie como capa protectora. (5, 13, 19, 51, 68, 81, 82, 86).

6. Cosecha

El maíz se cultiva con diferentes propósitos, tales como: producción de forraje verde para consumo animal; producción de granos frescos; o como hortaliza en forma de elotes para consumo humano o animal.

El método de cosecha depende de la finalidad del producto: Cosecha y recolección de elotes como hortalizas se efectúa a mano o con machete arrancando las mazorcas tiernas y blandas y el resto del forraje con machete o con máquina picadora sopladora. El forraje verde se usa como alimento directo al ganado o se ensila.

La cosecha de granos secos de maíz se realiza a mano con "mano de obra" que incluye tumba con machete o con hoz, levantada y enmonada o atrincherar, pizca y desgranada, la tumba se efectúa con un 20 a 30% de humedad en el campo pero las mazorcas se exponen a secar hasta lograr de 14 a 16% para desgranar y un 13% para almacenar y "disminuir" pérdidas en el almacén por patógenos o insectos, el forraje se utiliza como heno o "rastrajo" donde su aprovechamiento es

menor tanto en calidad y cantidad que el forraje verde o ensilado, sobre todo cuando escasea éste.

La cosecha con maquinaria pueden incluir arrancadoras, despalcadoras y desgranadoras o bien con cosechadora integral llamada combinada que corta, tumba y coloca el forraje en hilera y además desgrana directamente en el campo, por lo que debe de efectuarse entre 14% y 16% de humedad en la milpa. (5, 11, 13, 26, 71, 73, 81, 82, 86, 117).

7. Fertilización

Entre los factores limitantes en la producción y en la productividad del maíz, se consideran los siguientes:

1. Arquetipo de planta que dificulta una tecnología integral (siembra a cosecha).
 - a) Plantas muy altas y variables, con una relación rastrojo-grano igual o mayor a dos.
 - b) Plantas susceptibles al acame y deficientes en la posición de sus hojas e inflorescencia muy ramificada y demasiado vigorosa.
 - c) floración masculina muy variable e inflorescencia muy ramificada y demasiado vigorosa.
 - d) maduración muy variable y relativamente tardía.
 - e) Planta fisiológicamente deficiente en el aprovechamiento del suelo, agua, atmósfera y luz.
2. Sanidad de la planta:
 - a) Plagas de campo desde siembra hasta cosecha y almacén.
 - b) Enfermedades
3. Clima y sus factores:
 - a) Temperatura y su variación durante el día y el año (heladas, granizadas y/o calor excesivo).
 - b) Agua, humedad del suelo y de la atmósfera. (sequías e inundaciones).
 - c) Vientos, huracanes o desecantes.
 - d) Acción conjunta de temperatura, humedad y aire.
 - e) Luz, días nublados y/o luminosos.

f) Altitud y latitud.

4. Suelos:

a) Textura, estructura y composición química.

b) Fertilidad, nula, escasa y/o productiva.

c) Pendiente, suelo plano o serranía.

5. Tecnología, muy variable.

a) Agricultura de subsistencia.

b) Agricultura comercial.

c) Alta tecnología con alto uso de insumo e inversión de capital.

d) Infraestructura necesaria para el almacenamiento, conservación y transporte.

Es casi seguro que la planta del maíz ha sido la más ampliamente estudiada para mejorar sus características heredables y hacerla más útil al hombre, lográndose durante más de 100 años de investigación iniciada en Estados Unidos de Norteamérica a finales del siglo XIX la formación del maíz híbrido en la década de los 40-50 técnica que revolucionó la producción mundial del maíz, de tal forma que Estados Unidos en un período de 42 años incrementó la producción promedio de 1788 kg/ha, en 1,940, a 5,120 kg/ha en 1983 un incremento equivalente a 3,332 kg/ha o 79.3 kg promedio por año. Todo esto apoyado en disciplinas como son: la genética, el fitomejoramiento, la estadística y experimentación. (13, 73, 81, 82, 83).

Sin embargo, este gran avance en la productividad y rendimiento a través de la investigación por el fitomejoramiento es un proceso largo, por lo que una alternativa a corto plazo (ciclo del cultivo) es controlar los factores limitantes de la producción a través de llevar a la práctica las tecnologías de cultivo propias para el maíz como son:

1. Correcta "elección" y "preparación del suelo" para la siembra.
2. Seleccionar la "variedad" más adecuada para la región de influencia y a los objetivos o propósitos del cultivo.
3. Ajustar el cultivo a la mejor "fecha de siembra" según la zona ecológica.
4. Ajustar la "densidad de siembra" al arquetipo de la variedad y a los objetivos del producto.

5. Control oportuno y eficiente de malezas, plagas y enfermedades.
6. Uso control y manejo apropiado de la disponibilidad de humedad ya sea de lluvia o riego.
7. Prácticas culturales o de cultivo adecuadas.
8. Aplicar correcta y oportunamente los fertilizantes que permitan conservar e incrementar la fertilidad del suelo y por lo tanto la producción y productividad.
9. Cosechar y almacenar correctamente la mazorca, el grano o el forraje.

De las tecnologías mencionadas la "fertilización" representa la técnica para conservar y mejorar la "fertilidad" del suelo con la cual se logra producir plantas sanas, robustas, vigorosas y de alta productividad tanto en grano como en forraje. (13, 73, 82).

Por lo que la fertilización es la técnica más prometedora para incrementar los rendimientos y la calidad de los cultivos de alta productividad como los cereales (el maíz) tanto por planta como por unidad de superficie, siempre y cuando se interactúe con otras prácticas como densidad, variedades, fecha de siembra, laboreo, pH, control de plagas, enfermedades, malezas y humedad adecuadas.

Las plantas utilizan el agua y los nutrientes provenientes del suelo y el oxígeno del aire para la formación de carbohidratos, grasas y proteínas, que a mayor sea se obtendrá máximo rendimiento de alimento y fibra para la planta.

El hombre ayuda a la naturaleza en este propósito con tres factores importantes:

- a) Adicionando nutrientes al suelo.
- b) Controlando la disponibilidad y suministro adecuado del agua.
- c) Efectuando buenas prácticas de labranza mejorando las condiciones ambientales del cultivo.

Los "suelos" son el medio en el cual los cultivos crecen para alimentar y vestir al mundo. (53, 79, 81, 82, 83, 86).

La planta depende del suelo en forma total o parcial para el suministro de factores que controlan el crecimiento como: aire, calor (temperatura), soporte mecánico, nutrientes y agua.

La fertilidad del suelo es vital para un suelo productivo, y consiste en la capacidad de éste para producir frutos, es decir, para

propiciar en su entorno natural la producción vegetal. Está basada en determinadas propiedades del suelo como: potencia, textura y estructura, reacción del suelo o pH, contenido de sustancias nutritivas, contenido y composición de materia orgánica, absorción y capacidad de cambio, y contenido de sustancias nocivas. También se le denomina productividad del suelo y capacidad productiva.

Pedro Reyes Castañeda (1990) define fertilidad como la capacidad que tiene el suelo para producir plantas sanas, robustas, lozanas y productivas de grano y forraje.

La fertilidad del suelo también puede definirse como la capacidad del suelo para suministrar todos los nutrientes esenciales de la planta en forma obtenible y en un equilibrio adecuado. Se entiende que el suelo ha de estar libre de cualquier sustancia tóxica. Así, el suelo salino podría ser fértil, pero el exceso de sales de sodio sería tóxico para las plantas, pues el exceso de sales de sodio perturbaría el equilibrio entre los iones de sodio, de calcio, de potasio y otros. Por el contrario la productividad del suelo es la capacidad de producir cosechas, apoyado en la fertilidad del suelo, las buenas prácticas de administración, disponibilidad y abastecimiento de agua y un clima adecuado.

Justus Von Liebig (1803-1873), determinó que las cosechas en un campo disminuyen o aumentan en proporción exacta a las sustancias minerales transportadas a ellas en el abono (fertilizante).

"Las sustancias nutritivas" (o nutrimentos) son aquellos que son absorbidos por las plantas y que le sirven para su alimentación ya sea en forma de molécula (CO_2 dióxido de carbono, H_2O agua) o partícula cargadas eléctricamente "iones" (+ Cationes - Aniones) que son los componentes de las sales que constituyen muchos abonos. Estas sustancias pueden ser minerales (inorgánicas) u orgánicas, cuyos componentes esenciales son los "elementos nutritivos" que son idénticos a las sustancias nutritivas excepto en la carga ejem: (carbono (C), oxígeno (O) hidrógeno (H) nitrógeno (N) etc. (34, 79, 87, 105)

Las plantas absorben las sustancias nutritivas por la raíz: (agua, oxígeno, sustancias minerales y orgánicas) y por las hojas: (dióxido de carbono, oxígeno, agua y sus solutos (por estomas y

microporos). La absorción requiere una energía que es suministrada por la respiración de las raíces. Las plantas son selectivas en la absorción de las sustancias que necesitan, por eso la raíz actúa como un importante filtro, que excluye sustancias nocivas hasta un cierto límite de concentración. Además, no solo toma los elementos nutritivos fácilmente disponibles sino que libera sustancias nutritivas de reserva segregando ácidos (que atacan a los minerales), compuestos formadores de complejos y agentes reductores (que liberan sustancias nutritivas de los compuestos) que los contienen. Todas las sustancias nutritivas absorbidas son, transportadas a los principales centros de producción de la planta: "las hojas".

Aunque los suelos están compuestos mayoritariamente por oxígeno, silicio y aluminio, las plantas no reflejan ésta composición. Así carbono, oxígeno e hidrógeno, constituyen la mayor parte del peso seco de las plantas (80% de agua), elementos que provienen del CO₂ atmosférico y del agua del suelo. Le siguen en importancia cuantitativa el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo y azufre que son absorbidos del suelo.

Al menos 60 elementos químicos han sido detectados en las plantas. Sin embargo, existe selectividad específica en la absorción de cada especie vegetal, de tal forma que se observan diferencias significativas en el contenido de tres elementos Ca, K, Mg, de cuatro especies diferentes (girasol, judías, trigo, cebada) cultivados en el mismo suelo, a la vez se puede observar como las gramíneas absorben más potasio y menos calcio que las leguminosas. Un elemento concreto presente en la planta no constituye por si mismo una prueba de que sea esencial para su desarrollo. (18,34). En 1939 "Arnon y Stront" establecieron tres criterios para determinar la esencialidad de los elementos:

1. El elemento debe ser esencial para un crecimiento o reproducción normales, ninguno de los cuales puede ocurrir en su ausencia completa.
2. El requerimiento del elemento debe ser específico, y no puede ser reemplazado sustituyéndolo por otro elemento.
3. El elemento debe actuar directamente dentro de la planta y no simplemente causando que otro elemento sea más fácilmente

disponible o simplemente antagonizando un efecto tóxico de otro elemento. Los experimentos consideran el punto 2, demasiado rígido ya que se ha encontrado que algunos pueden ser sustituidos por otros así el cloruro puede ser sustituido por bromuro a altas concentraciones, el calcio parcialmente por el estroncio, el molibdeno por el vanadio, el potasio por el sodio. El sodio aumenta los rendimientos de cosecha tales como remolacha azucarera, remolacha de mesa, apio, etc, pero no puede considerarse esencial según los criterios de Arnon. Además, para los (oligoelementos) que se requieren en muy pequeñas cantidades sería muy difícil demostrar la no esencialidad de alguno, debido a la poca sensibilidad de los métodos de medida. Así, por ejemplo si el silicio fuera esencial para el tomate, las cantidades necesarias serían inferiores a $0.2 \mu\text{g}$ por gramo de peso seco. (18).

La acción directa de un elemento dentro de la planta, se demuestra cuando se descubre un proceso metabólico esencial para el cual el elemento en cuestión es necesario o cuando menos estimulante.

Los químicos han descubierto que casi todos los elementos que existen en la naturaleza, se hallan presentes en el suelo, aunque la mayoría solo aparecen como vestigios.

A pesar del gran número de elementos encontrados en el suelo, solo aproximadamente 16 se cree que son esenciales para el crecimiento de las plantas verdes superiores y casi todas las plantas cultivadas. Se dividen en dos grupos principales: no minerales y minerales que a su vez se agrupan en macronutrientes necesarios en grandes cantidades y los micronutrientes indispensables en muy pequeñas cantidades.

Los nutrientes no minerales forman parte de los macroelementos y son: carbono (C) hidrógeno (H) y oxígeno (O). Estos nutrientes se encuentran en la atmósfera y en el agua y son utilizados en la fotosíntesis como moléculas en la siguiente forma: $6 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Luz} = \text{O}_2 + 6(\text{CH}_2\text{O})$. Dióxido de carbono + agua + luz \rightarrow oxígeno + hidratos de carbono. Estos elementos juntos con el nitrógeno y azufre son los principales componentes de la materia orgánica. Los productos

de la fotosíntesis son los responsables de la mayor parte del aumento en el crecimiento de las plantas. (18, 34, 79, 82, 87, 105).

Si existen cantidades insuficientes de dióxido de carbono, agua o luz se reduce el crecimiento. La cantidad de agua utilizada en la fotosíntesis es tan pequeña que las plantas mostrarán primero síntomas de carencia de agua antes de que ésta esté lo suficientemente escasa como para afectar la tasa de la fotosíntesis.

Los nutrientes minerales son 13 y provienen del suelo siendo absorbidos como "iones" se dividen en:

- "Nutrientes primarios o principales" que se integran por nitrógeno (N), fósforo (P) que se absorben como aniones y potasio (K) que se absorben como catión. Los tres son macro elementos o macronutrientes pues se absorben en grandes cantidades por lo que son los primeros en carecer en el suelo.
- "Nutrientes secundarios" son el calcio (Ca), magnesio (Mg) que se absorben como cationes y el azufre (S) como anión, también se requieren en cantidades altas pero rara vez son problema de escasez, son macro nutrientes.
- "Micronutrientes u oligo elementos" son necesarios en muy pequeñas cantidades son siete que incluyen fierro (Fe) manganeso (Mn) zinc (Zn) cobre (Cu), absorbidos como "cationes" y cloro (Cl) boro (B) y molibdeno (Mo) absorbidos como "aniones". Los oligoelementos que aparecen en muy pequeña concentración podrían llegar a 50.
- "Elementos útiles" son aquellos que también pueden activar el crecimiento como el silicio (Si), el sodio (Na) cobalto (Co) aluminio (Al). Así algunas especies desérticas de suelos salinos requieren sodio; el silicio, que probablemente esté presente en todas las plantas, es particularmente abundante en las gramíneas; el aluminio igual que el silicio, se encuentra la mayoría de los vegetales y estimula el crecimiento; el cobalto es requerido por ciertas leguminosas para la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico, pero estas plantas prosperan sin cobalto si se les proporciona una cantidad apropiada de nitrógeno. Cabe agregar que José García Fernández y Rafael García del Caz consideran al "sodio" como esencial. El maíz

requiere para su crecimiento y producción de los 16 elementos esenciales. (18, 34, 79).

La fertilidad puede ser natural o inducida mediante el manejo apropiado del suelo y la aplicación de fertilizantes orgánicos que conservan permanentemente la fertilidad del suelo.

La fertilidad natural se agota y puede anularse si:

1. Se cultiva siempre maíz (no usan rotaciones).
2. Se consume grano y rastrojo.
3. Se permite que el agua de lluvia o de riego arrastre el suelo.
4. Si no se restituye el suelo materia orgánica y los nutrientes que las cosechas sucesivas extraen del suelo.
5. Si se destruyen las malezas y la biota por un uso desordenado de herbicidas.
6. Si el suelo se compacta demasiado por el paso de maquinaria pesada.

En condiciones tropicales, la experiencia indica que en el sistema roza-tumba-quema-siembra, los rendimientos del maíz son altos el primer y segundo año, empiezan a decrecer a partir del tercero, y gradualmente después de ese año se abandona el terreno o se deja en descanso, tardando en su recuperación de 5 a 25 años, según la topografía del terreno, el tipo de suelo y el clima de la zona.

De la cantidad total de nutrientes en el suelo, la mayor parte proviene de la roca madre. El resto, provienen del abonado, precipitaciones, agua freática, aportes eólicos, pero solamente una fracción se encuentra en una forma asimilable. (7, 38).

En la utilización agronómica de un suelo se debe procurar un nivel de nutrientes, tal que se obtenga un rendimiento óptimo (no necesariamente un rendimiento máximo), es decir, que se equilibren las pérdidas (extracción por la planta, lavado, erosión, etc.) con adiciones de abonos.

Afortunadamente la química agrícola aplicada, ha desarrollado técnicas para conservar mejorar la fertilidad de los suelos, manteniendo la alta producción casi constante e indefinidamente, mediante la aplicación de abonos o fertilizantes orgánicos e inorgánicos, que restituyen al suelo los nutrientes que las cosechas extraen en cada ciclo agrícola.

Fertilizante u abono, es todo material que se agrega al suelo para conservar o aumentar su fertilidad. Se clasifican en orgánicas o minerales (comercialmente llamadas químicas o fertilizantes). Por lo tanto, los abonos o fertilizantes son productos destinados a las plantas. Por lo que, abonar o fertilizar significa aportar abonos a las plantas o a su substrato nutritivo (el suelo).

En la ley del fertilizante está contenida esta definición: Los abonos son sustancias que se aplican directa o indirectamente a las plantas, para favorecer su crecimiento, aumentar su producción o mejorar su calidad.

El término inglés fertilizer, cuya utilización se ha generalizado en todo el mundo para indicar fertilizante o abono, proviene de la raíz latina "fértil". El término fertilización quiere decir volver fértil y se adapta en gran medida al significado científico del concepto de fertilización.

Abono o fertilizante es toda sustancia mineral u orgánica que lleva consigo uno o varios nutrientes principales indispensables para el desarrollo de las plantas, en forma asimilable o transformable en asimilable. (18, 34, 82, 87).

Aún cuando los elementos nutritivos vegetales se encuentra en mayor o menor cantidad en los suelos, su extracción por las cosechas, sobre todo en zonas de agricultura intensiva y con variedades de grandes rendimientos, hace imprescindible restituir, parte de ellos al menos, en forma de fertilizantes.

Para hacer una recomendación razonable de fertilización es necesario apoyarse en los análisis de plantas (de tejido verde, o folear), análisis químicos del suelo, y pruebas biológicas con plantas superiores; además de tomar en cuenta otros factores como:

- a) La posibilidad de pérdidas por lixiviación.
- b) La posibilidad de fijación de ciertos elementos por el suelo en forma no disponible para las plantas.
- c) La distinta eficacia de las plantas a la absorción de minerales.

La riqueza de los abonos se expresa por sus tres nutrientes principales en la forma de N , P_2O_5 Y K_2O . En algunos países existe actualmente la tendencia a expresarlas en forma más homogénea, por sus elementos: N , P y K .

Las abonos se clasifican por su origen en:

- a) Organicos: es decir, productos cuya materia procede de los reinos animal o vegetal y contiene uno o varios nutrientes principales.
- b) Minerales: es decir, productos procedentes del reino mineral, o de cenizas, obtenidos o preparados por medios químicos, físicos o por ambos.

Los abonos minerales, a su vez, se clasifican en simples y compuestos:

- a) Abonos simples: son los que contienen un solo nutriente principal N, P, K, aunque formen parte de ellos otros nutrientes secundarios o microelementos.
- b) Abonos compuestos: son productos que contienen por lo menos dos nutrientes principales en forma asimilable por las plantas.

Dentro de los abonos compuestos se distinguen:

ii) Abonos mezclados: Son aquellos que, conteniendo más de uno de los tres nutrientes principales: N, P, K, se obtienen por mezcla mecánica de abonos simples, en general bajo forma sólida, con o sin uso de agua o vapor para su granulación.

iii) Abonos complejos: son los que contienen más de uno de los tres nutrientes principales y son obtenidos por combinación química por un proceso de reacción química distinta de la simple adición de vapor o de agua para su granulación

En algunos países no se incluyen a los abonos de mezcla dentro de los abonos compuestos, quedando éstas reducidos a complejos

Por su presentación los abonos minerales pueden clasificarse en sólidos, líquidos y gaseosos.

Los abonos minerales sólidos pueden presentarse bajo forma de polvo, cristales o gránulos (perlas, perdigones, etc., según el procedimiento seguido). Se expenden a granel o ensacados (yute, plástico), actualmente se está empezando a extender el uso de "containers".

Los abonos líquidos o soluciones fertilizantes se obtienen por solución de abonos sólidos o por dilución de algunas fases intermedias de la fabricación de éstos.

En Estados Unidos se han desarrollado las técnicas de abonos en suspensión que son productos fluidos que contienen pequeñas partículas de materias fertilizantes en suspensión en soluciones saturadas de abonos.

Los abonos gaseosos se limitan al amoníaco anhidro, que es el abono de mayor riqueza, el cual es gaseoso en condiciones normales. (18, 76, 87).

La fertilización en general proporciona los siguientes beneficios:

a) Los fertilizantes extienden la humedad debido a que ayudan a producir más cosecha por milímetro de agua disponible: debido a que ayudan a producir raíces más profundas que permiten sacar agua del subsuelo; porque raíces más profundas y densas absorben más nutrientes y humedad; crean un forraje más denso en forma más rápida reduciendo la evaporación del agua; debido a que una cubierta vegetal reduce el escurrimiento y permite que el suelo absorba más agua de lluvia; debido a que los fertilizantes ayudan a los cultivos a crecer en forma rápida, eliminando con su sombra las malezas que de lo contrario se acapararían la humedad.

Así los aumentos más altos en rendimiento gracias a los fertilizantes, en porcentaje, ocurren frecuentemente en años secos.

- b) Los fertilizantes ayudan a los cultivos a resistir enfermedades.
- c) La fertilización mejora algunos procesos como la fotosíntesis, la respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división celular, alargamiento celular y otros procesos como germinación.
- d) Estimulan desarrollo de raíces y hojas, ayudan a las bacterias nitrificantes y estimulan y desarrollan algunas enzimas y vitaminas.
- e) La presencia de ciertos nutrientes estimula la absorción de otros.
- f) El fertilizar permite altas ganancias debido a rendimientos altos.
- g) Los fertilizantes no solo mejoran la producción sino la calidad

del cultivo, disminuyen la erosión del suelo, pueden cambiar el pH del suelo, acelera la madurez, forman proteínas y mejoran la condición física del suelo. (79).

Efectos negativos de una fertilización inadecuada:

- a) Acelera la velocidad de acidificación con altos niveles de fertilización nitrogenada, lo que produce toxicidad por acumulación de elementos como Al y Mn que pueden ser tóxicos por aumento de su solubilidad, baja la actividad de los microorganismos descomponedores de la materia orgánica, puede haber carencia de Ca y Mg, reducción de la fijación simbiótica del N por leguminosas suelos arcillosos menos agregados y deja la disponibilidad de nutrientes como P y Ma.
 - b) Aplicación y manejo inadecuado puede generar pérdidas económicas así como de nutrientes innecesariamente.
 - c) Excesos de fertilización pueden producir antagonismos o no disponibilidad de otros nutrientes y toxicidad en otros sobre todos de los micronutrientes, B, Cu, Mn, Mo, Cl.
 - d) Excesos de cal en suelos de textura gruesa podrían producir condiciones de basicidad excesiva y problemas graves de disponibilidad de nutrientes como fe, Mn y demás micronutrientes para las plantas.
 - e) Dosis elevadas de fertilizantes ya sea de N, P, o K a ambos costados de la semilla y a alta velocidad de siembra con dispositivos gastados puede dañarla debido a alta concentración salina que rodea a la semilla y a su sistema radical joven.
 - f) Toda fertilización resultará solo parcialmente eficaz cuando cualquier otro factor limite el rendimiento como: densidad, variedades, malezas, laboreo, agua o plagas y enfermedades.
- (79).

La práctica de fertilización, según se requiera, puede realizarse antes de la siembra, en el momento de la siembra, o después de la siembra. De acuerdo a diferentes investigaciones. se ha encontrado en maíz los mejores resultados al aplicar en el momento de la siembra parte del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio de la dosis fertilizantes; posteriormente, en la segunda labor de cultivo el resto del nitrógeno por ser este el elemento que menos se

fija o conserva en el terreno y para un mejor aprovechamiento por planta es recomendable fraccionar su aplicación.

La aplicación de la dosis fertilizantes puede ser en una o dos bandas. Experimentalmente se ha comprobado que en ambos casos la efectividad es la misma. Debe colocarse la banda de fertilización más o menos a 10 cm de distancia lateral de la línea de las semillas y también alrededor de 10 cm de profundidad, de tal forma que las semillas de maíz no quedan en contacto directo con el fertilizante, pues éste puede ocasionar daños principales o totales al embrión en el momento de la germinación.

La necesidad tanto de elementos mayores como de menores es diferentes según las regiones agrícolas y aun dentro de una misma región. Existen casos tan extremos en la heterogeneidad del suelo que en pocos metros hay diferencias. Por otro lado, existen diferencias entre especies sobre los elementos que requieren. En síntesis, es necesario determinar la dosis óptima de fertilizantes que produzcan máximos rendimientos de grano y forraje para las condiciones ecológicas y edáficas de cada región o localidad productora de maíz, para la variedad superior de la zona y con experimentos de superficie de respuesta o arreglo de tratamientos sobre fertilizantes. (5, 79, 81, 82, 86).

a) Fertilización nitrogenada:

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de las plantas. forma parte de todas las células vivientes siendo el constituyente de las sustancias más importantes de ellas. El N forma parte fundamental de la clorofila sin la cual no realizaría las funciones de la fotosíntesis y absorción de nutrientes. Es también un componente de sustancias orgánicas básicas, es formador de proteínas componente de enzimas, hormonas, vitaminas y sistemas de energía de la planta y de otras sustancias como alcaloides, nucleotidos y fosfatidos por lo que las plantas lo requieren en grandes cantidades, así, para lograr un rendimiento de 10,035 kg/ha de maíz se requieren 238 kg de N/ha. El nitrógeno no puede ser reemplazado por otros elementos ni en pequeñas cantidades, por lo que es un elemento

esencial. El nitrógeno fue descubierto en 1872 por Lavoisier y 80 años después 1872 Rutheford demostró que era esencial para las plantas.

Entre las funciones del nitrógeno en la planta están el que es necesario para la síntesis de clorofila, y como componente de la misma, tiene un papel en el proceso de la fotosíntesis. Ayuda a incrementar las cosechas o el rendimientos tanto en cantidad como en calidad al incrementar el contenido de proteínas. Por otra parte eficientiza el uso del agua al incorporar cantidades de N ya que con la misma cantidad de agua se incrementa el rendimiento al incrementar la disponibilidad de N así en sorgo con 0 kg N/ha se da rendimiento de 5,070 kg/ha equivalente a 3.40 kg/mm H₂O, y con 135 kg N/ha se obtuvieron 7,770 kg de sorgo/ha resultando a 5.88 kg/mm H₂O y con 270 kg N/ha se rindieron 8,120 kg/ha con un valor de 6.22 kg/mm H₂O, lo que reflejó el uso más eficiente del agua disponible, lo cual se expresa en cualquier otro cultivo y en particular en maíz. Lo anterior se logra al producir raíces más profundas y densas que absorben más nutrientes y humedad crean follaje más denso que reducen la evaporación por mayor cubierta vegetal que a la vez reduce escurrimiento y permite que el suelo absorba más agua y finalmente proporciona un crecimiento más rápida eliminando las malezas que compiten por el agua con lo que se logra extender la humedad. (6, 79, 105).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La palabra nitrógeno proviene del griego nitrón, nitro, y genes, que es engendrado. Es un gas incoloro, insípido e inodoro, su símbolo es "N", de número atómico 7 que forma aproximadamente las cuatro quintas partes del aire atmosférico. Un litro de nitrógeno pesa 1.258 g.

Como elemento fundamental de la materia vegetal, las plantas absorben por las raíces en forma de NH₄⁺ y de NO₃⁻ (algunas plantas absorben proritariamente la forma NO₃⁻ nitrato y otras fundamentalmente la forma NH₄⁺ amonio). (6, 18, 79).

El nitrógeno en muchos suelos está presente en muy bajas concentraciones y es el elemento cuya disponibilidad limita más que cualquier otro la producción de cosechas. Muy poco nitrógeno se encuentra en las rocas y minerales que dieron origen al suelo. Sin

embargo, la mayoría del N del suelo proviene de la atmósfera terrestre que está constituida por un 78% aproximadamente N_2 , habiendo encima de cada hectárea de terreno unas 75,000 ton de N como gas inerte ya que no es aprovechable directamente por las plantas pues requiere combinarse con otros elementos para ser aprovechable por ellas. De un modo global sólo el 15% del nitrógeno total está en la atmósfera y el 85.5% en la corteza terrestre. En contraposición al nitrógeno atmosférico, se le llama nitrógeno fijado a aquel que forma parte de los compuestos químicos utilizados por las plantas y los animales.

En la fijación el N atmosférico se combina con el hidrógeno o el oxígeno esto ocurre antes de ser usado por las plantas.

1. Fijación Biológica. La mayor fuente natural de fijación de nitrógeno elemental, se da por los grupos de microorganismos terrestres y marinos (simbióticos o no) capaces de transformar el N_2 en una forma combinada.

a) Fijación simbiótica se da en simbiosis entre los microorganismos (bacterias Rizobium) bacterias heterotrofas y las raíces de las leguminosas formando nódulos en las mismas que fijan el nitrógeno, la planta proporciona energía a las bacterias, la fijación de N oscila sobre 500 kg/ha por año. El fósforo y potasio afectan la nodulación y por lo tanto la fijación del N por nódulo y esto influye en la producción de proteínas.

b) Fijación no simbiótica del N se lleva a cabo por bacterias que viven independientes en el suelo de tipo "heterótrofes" tanto del tipo aeróbico (Azotobácter chroocomun) descubierta por Beijerinck (1894) utiliza carbohidratos solubles y es el más importante fijador de N en este grupo. Su eficacia es de 15 a 20 mg de N por gramo de carbohidrato, le favorece pH neutro, fosfato abundante, suelo aireado, húmedo, y desaguado. (105).

La fijación por (Clostridium pasteurianum) se da en condiciones anaeróbicas, es menos eficaz que Azotabacter y fija de 2 a 3 mg de N por gramo de carbohidrato fermentado, debido a que solo libera una pequeña cantidad de energía. En

general la fijación por estos microorganismos es mucho menor que la fijación simbiótica. Las estimaciones indican que hasta 20 kg N/ha o más son fijados anualmente por bacterias de vida independiente.

- c) La fijación por algas azules verdosas se da en suelos con arroz anegados con pH de 7.0 y 8.5 y en suelos desérticos.
2. Oxidación Natural: una cantidad más pequeña del nitrógeno atmosférico, pero significativa se puede fijar por fenómenos de ionización provocados por radiaciones cósmicas, meteoritos y rayos que por efecto del calor hacen que reaccione el oxígeno con el nitrógeno en el aire, formando luego N-nítrico (NO , NO_2) o con el hidrógeno del agua (NH_3). Posteriormente los compuestos formados son arrastrados por la lluvia o la nieve agregando solamente alrededor de 6 a 10 kg de N/ha promedio por año.
3. Industrial: en la actualidad los procesos de fijación industrial que llevan a la obtención de fertilizantes nitrogenados son muy eficientes para transformarlo a formas disponibles para las plantas.

El proceso más importante sintetiza amoníaco (NH_3), a partir del N y el H, en la forma siguiente: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$. El H_2 es generalmente obtenido del gas natural. El N_2 proviene directamente del aire. A partir del amoníaco NH_3 se elaboran los siguientes fertilizantes: nitrato de amonio ($\text{NH}_4 \text{NO}_3$), nitrato de sodio (Na NO_3), sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$), urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), agua amoniacal ($\text{NH}_4 \text{OH}$) soluciones de N, fosfatos de amonio. (18. 79, 105).

Los procesos de fijación de nitrógeno, tienen su contrapartida en los procesos de desnitrificación y de volatilización de amoníaco procesos por los cuales el nitrógeno fijado vuelve a la atmósfera.

"Desnitrificación" es un proceso bacterino heterótrofo anaerobio propio de zonas encharcadas y consiste en la conversión de nitratos NO_3^- y nitritos NO_2^- del suelo en nitrato gaseoso y/u oxígeno nitroso, N_2 que escapan a la atmósfera. Bacterias desnitrificantes (*Pseudomonas*, *Micrococcus* y *Bacillus*). Secuencia desnitrificadora es:

$\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$. La desnitrificación ocurre normalmente

en suelos altos en materia orgánica, bajo períodos largos de inundación (mala aireación, poco oxígeno) y con temperaturas altas (60 y 70°C) La volatilización del amoníaco se da más en los océanos ya que a pH mayor a 7 el catión NH_4^+ tiende a perder un protón, esto mismo sucede en menor proporción con abonos nitrogenados (sales de amoníaco o amónio) que se aplican en tierras alcalinas. Según Del Wiche el nitrógeno fijado en la biosfera en 1970, fue de 92 millones de toneladas y el perdido fue de 8.3 millones. La mayor fijación es por la incorporación de fertilizantes. Los seres vivos que usan nitrógeno inorgánico lo transforman en orgánico, y lo devuelven al suelo por la orina, excremento o al morir. El "N" orgánico es mineralizado por microorganismos a N inorgánico que después es transformado a orgánico por plantas y animales o pasa a N elemental a la atmósfera con lo que se cierra el "ciclo el nitrógeno".

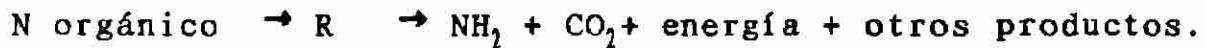
La mayor parte de nitrógeno de los suelos (del 97-98%) suele estar como nitrógeno orgánico, del cual un 20-40% está como nitrógeno proteico, un 5-10% como aminoazúcares y el resto como compuestos heterocíclicos nitrogenados. El N inorgánico normalmente representa solo el 2 o 3%. La materia orgánica designa a todos los materiales orgánicos independientemente de su estado de descomposición. El humus es la fracción más estable no susceptible de una descomposición rápida. Estas dan propiedades mecánicas al suelo, así como retención de agua, nutrientes y de intercambio catiónico. El contenido varía con el tipo de suelos, manejo, cultivo, la T° y la humedad del suelo. El nitrógeno inorgánico se encuentra como catión NH_4^+ y solo una pequeña parte en solución del suelo y en sedes de intercambio, pues se nitrifica rápidamente; y el resto difícil de intercambio por estar como silicatos (arcillas y feldespatos potásicos). En el suelo en solución existen NO_3^- y NO_2^- en concentración de unos pocos miligramos por 100 g de suelo. Estos juntos con el amonio NH_4^+ soluble e intercambiable, constituyen el N realmente asimilable por las plantas.

La cantidad de N iónico en forma NH_4^+ y NO_3^- disponible para las plantas depende de suministro de fertilizantes y de lo liberado a partir del nitrógeno orgánico de reservas en el suelo; lo cual depende del equilibrio entre los factores que afectan la

mineralización y a la inmovilización del nitrógeno del suelo.

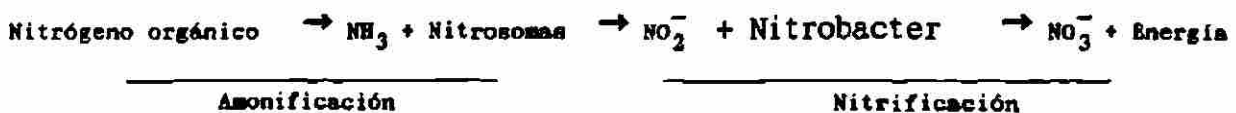
"La mineralización" se entiende como la conversión de nitrógeno orgánico a nitrógeno mineral (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) y se lleva a cabo gracias a la acción de numerosos microorganismos que descomponen las materias orgánicas para obtener su energía. La mineralización se realiza por tres tipos de reacciones: aminización, amonificación y nitrificación.

a) Aminización: es la etapa de ruptura hidrolítica del nitrógeno orgánico, en que se liberan aminas, aminoácidos y péptidos efectuados por microorganismos heterótrofos aeróbicos.



b) Amonificación: es la transformación de los compuestos nitrogenados orgánicos en amoníaco, realizada por organismos heterótrofos que dividen la materia orgánica en sustancias simples disponibles para la planta o para oxidación por organismos autótrofos. Los microbiólogos Winogradsky y Warington describen el proceso como simplificación gradual de los compuestos complejos: Proteínas \rightarrow polipéptidos \rightarrow aminoácidos \rightarrow amoníaco o sales de amonio. El amonio puede: -Sufrir nitrificación, es decir, ser transformado en NO_2^- y NO_3^- . -Ser absorbido directamente por las plantas. -Ser utilizado por microorganismos heterótrofos en otros procesos (inmovilización). -Ser fijado en algunas arcillas como catión de cambio o bien pasado a formas biológicamente no disponibles. Se efectúa por microorganismos como eubacterias: Achromobacter, Bacillus, Clostridium, Micrococcus, Proteus, Serratia, Pseudomonas, así como actinomicetos y hongos.

c) Nitrificación: se efectúa por bacterias autótrofas y es un proceso aeróbico que implica la producción de nitratos a partir de sales de amonio.



La nitrificación tiene dos etapas: amoníaco a nitrito y nitrito a nitrato, realizada por dos grupos diferentes de bacterias. El nitrito se produce por nitrosomonas y el nitrato por nitrobacter. La fuente de energía de los organismos es el bióxido de carbono o ion de bicarbonato. Las nitrosomonas oxidan de 35 a 70 moléculas de gramo de amoníaco y el grupo nitrobacter de 70 a 100 moléculas gramo de nitrito por molécula gramo de carbono asimilado. (18, 79, 105).

En ciertos casos se implica en el proceso de nitrificación a organismos heterótrofos como ciertos hongos (penicillium, aspergillus) y otras bacterias como (achromobacter, bacillus, psdeumonas, vibro)

Los factores que afectan la nitrificación son: la materia orgánica soluble la reduce, es lenta en suelos alcalinos y ácidos y se favorece en reacción neutra, el fosfato la favorece, los suelos desaguados y bien airados, es buena en suelos arcillosos y baja en arenosos, y la mayor producción de nitratos es a una T° de 37°C y el proceso se detiene <5°C y >55°C. además la nitrificación se favorece con abonos y fertilizantes.

Sin embargo, cuando se agregan grandes cantidades de residuos orgánicos con una proporción alta carbono-nitrógeno se produce una inmovilización del amonio y nitrato quedando no disponible para la planta ya que los microorganismos los utilizan como fuente de nitrógeno para reforzar las proteínas de su cuerpo, este nitrógeno se liberará cuando los microorganismos mueren y se descomponen. Por lo que no se recomienda un cultivo después de incorporar residuos orgánicos carbonoso con relación C/N mayor a 30:1 sino se aplican fertilizantes nitrogenados.

La retención de N ionico en el suelo se da para el catión NH_4^+ como canje con otros cationes en el complejo de cambio catiónico del mismo pasando a la solución y pudiendo ser absorbidos por distintos organismos o las plantas. Además el amonio NH_4^+ y otros cationes (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , H^+ ,) pueden ser retenidos en los coloides de la arcilla y en el humus en una forma intercambiable y obtenible, a fin de que las plantas puedan utilizarlas. El NH_4^+ ocupa el mismo lugar que el K^+ en la red cristalina de los silicatos debido a que sus radios ionicos son muy parecidos (1-33 angstrons el k^+ y 1.43 angstrons el

del NH_4^+), así todos los minerales y suelos capaces de fijar potasio, fijan también amonio, de tal forma que si aumentó el K^+ fijado en la solución aumenta el NH_4^+ fijado en la red de los silicatos. El amonio fijado puede ser reemplazado por cationes capaces de expandir las arcillas (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , H^+) pero no por los que no lo hacen como el K^+ . Los suelos ricos en materia orgánica también pueden fijar amonio, en proporción a la cantidad de carbono de la misma. La fijación de amonio no parece ser muy grande pero en práctica de aplicación profunda de fertilizantes como amoníaco o sales amoniacaes en subsuelos con grandes cantidades de arcillas expansibles, puede ser un factor importante en la eficiencia de los fertilizantes usados.

Sin embargo, los iones nitrato NO_3^- , sulfatos, boratos y molibdatos son aniones nutrientes que no son retenidos por la arcilla y el humus por el mismo proceso que los cationes. Por lo que aniones obtenibles existen en la solución del suelo o en algún compuesto químico en equilibrio con la solución del mismo. Así el ion nitrato no es retenido siendo transportado por el frente acuoso, por lo que en condiciones de alta humedad puede ser lixiviado hasta profundidades inaccesibles a las raíces, o ascender con el agua por algún ascenso capilar de una capa freática. Es la materia orgánica del suelo el almacén principal de aniones que por descomposición por bacterias, hongos, actinomicos y oxidación subsecuente. Las plantas en desarrollo pueden obtener los aniones a través de la solución del suelo. (18, 105).

El balance del nitrógeno en el suelo resulta de analizar pérdidas y ganancias del mismo. Las ganancias se representan por fijación simbiótica, por abonado nitrogenado y por arrastres de el agua de lluvia o nieve.

Las pérdidas de nitrógeno se dan por extracciones de cosechas, lavado de nitratos, pérdidas por dextrificación y pérdidas por erosión.

- a) Extracción por cosechas: depende del tipo de cultivo, de su rendimiento y del nivel de N en el suelo. Así una cosecha de trigo puede extraer de 50-60 kg de N/ha; y los cultivos intensivos pueden extraer 100-150 kg de N/ha.
- b) Lavado de los nitratos: es función de la cantidad de agua y de

la permeabilidad del suelo. Estas pérdidas son importantes durante período de lluvias y clima templado. Contribuye también a la eutrofización de los cursos de agua.

- c) Pérdidas gaseosas: se deben a desnitrificación, causada por bacterias en suelos calientes y encharcados o a capacidad de campo si es de poro fino pudiéndose perder de un 10 a 15 % de Nitrógeno. La pérdida por volatilización del amoníaco se da en suelos alcalinos, calientes y secos por fertilizantes de tipo amoniacal que se aplican superficialmente.
- d) Pérdidas por erosión: afecta a las partículas más finas (materia orgánica, arcilla) y en consecuencia disminuye la fertilidad. En base a las pérdidas y ganancias en caso de poder calcularse permitirá establecer un abonado adecuado.

Para mantener la reserva de Nitrógeno orgánico en un suelo se puede intentar aumentarlo: intercalando leguminosas en la rotación de cultivos, enterrando leguminosas, añadiendo estiércol, evitando quemar rastrojos, haciendo "mulch" de paja, abonando con N-P-K ya que al aumentar el rendimiento aumentará el residuo orgánico que queda en el suelo. (18, 79).

Las deficiencias de N en el suelo produce (un amarillamiento) de las hojas por una disminución de clorofila, lo que se manifiesta en las hojas más viejas. Cantidades inadecuadas de N producen bajos niveles de proteína en la semilla y puntos vegetativos de la planta. El N interactúa con sinergismo con Mo, Mn, K y P y antagónico a Cu. Las plantas deficientes en N tienden a atrofiarse, crecen más lentamente y producen menos hijuelos que lo normal. También presentan menor número de hojas lo que produce que baje significativamente el rendimiento, y en otros madurez prematura como en el algodón. El maíz con insuficiencia de N tendrá mayor humedad en el grano que otro fertilizado. Las plantas deficientes de N sobreviven por semanas y aún meses. Toda la actividad metabólica está dirigida a la formación de flores y semillas. Los frutos maduran prematuramente, pero, son pocos y pequeños y no alcanzan su tamaño y forma normal. El porcentaje medio deficiente de N en suelo para maíz es 1.4%.

La deficiencia de N se manifiesta en una clorosis uniforme en las hojas viejas por descomposición de las proteínas de los plástidos

y alta movilidad.

Los excesos de N producen los siguientes efectos: quemado de semillas y plántulas, inhibición o deficiencia de los elementos Cu, Fe, y B. En cereales produce desarrollo excesivo del tallo lo que produce encamado. En naranjos, se puede producir el llamado "bufado" de los frutos y el embastecimiento de su piel. En frutales, si se amplia antes de la floración el exceso de N puede dar lugar al "corrido" de las flores, no dando muchos frutos. En ciertos cultivos forrajeros, la acumulación de nitratos en las plantas puede inducir toxicidad en animales que pasten sobre ellos. Ablanda los tejidos y facilita el ataque por insectos. Según el tipo de fertilizantes puede producir cambios en el pH acidificando o alcalinizando el suelo o acumulado de sales.

Para la fertilización nitrógenada es preciso considerar si el contenido del fertilizante es ion nitrato (NO_3^-) ion amonio (NH_4^+), o de ambos a la vez, por su efecto acidificante, o alcalinizante, o de acumulación de sales por los fertilizantes compuestos o mezclas con otros elementos. Asimismo, ha de tomarse en cuenta la disponibilidad inmediata o más lenta del elemento, así como el tipo de suelo, humedad disponible, costo, manejo y concentración del "N", y efectos tóxicos o residuales. (6, 7, 18, 87).

Los fertilizantes aportan N al suelo bajo la forma de ion amonio NH_4^+ o ion nitrato NO_3^- o en alguna otra fácilmente transformable a ellas, los tipo amoníaco o la urea que rápidamente se transforman en el ion amonio NH_4^+ o de tipo nítrico que se transforma en el ion nitrato, por lo tanto hay que tener en cuenta que:

1. Los fertilizantes amoniacaes: su radical amonio se evapora cuando la temperatura del suelo es superior a 26 °C, es retenido por la arcilla y humus, sin penetrar en profundidad con la lluvia o riego, lo que obliga a incorporar el abono al suelo mediante labor de 30 centímetros, para ponerlo en contacto con las raíces. De esta forma es absorbido por las plantas en las siguientes circunstancias: -En suelos ácidos donde el amonio no se convierte en nitrato, las raíces se especializan en la nutrición a base de sal amoníaco. -En los suelos alcalinos, que se trasforma el amonio en nitrato, las raíces esperan la

nitrificación para absorber el nitrógeno nítrico, olvidando el amonio, del que utilizan pequeñas fracciones. —Las plantas que toleran suelos ácidos (avena, patatas, arroz, naranjos,) absorben amonio, tanto en suelos ácidos como en los neutros o alcalinos. La penetración en profundidad de los abonos amoniacaes se logra después de que los microbios del suelo los transforman en nitratos, compuestos preferidos por todas las plantas en cualquier clase de suelos. La nitrificación es rápida con humedad adecuada en el suelo y T° mayor a 25°C y reacción del suelo neutra o alcalina, siendo lenta si no coinciden los dos factores. Al mismo tiempo, una fracción de amonio se fija en el interior de las micelas arcillosas, y no es absorbido por las raíces ni transformado en nitrato por quedar allí retrogradado.

2. **Urea y cianamida** — Son solubles en la solución del suelo no se ionizan, permaneciendo en forma de moléculas completas, en cuyo estado no las absorben las raíces, ni son retenidos por la arcilla; por tanto penetran en profundidad con la lluvia, riego o rocío. Mediante hidrólisis, a temperaturas mayores de 17°C, se transforma en el suelo en carbonato amónico, también soluble en agua, ionizándose de esta forma:



donde el catión amonio, (NH_4^+) , lo absorben las raíces, siendo además convertido en nitratos por los microbios del suelo, siempre que haya humedad adecuada y temperatura superior a 25° C.

3. **Nitratos** son solubles, ionizándose en la solución del suelo, cuya anión, NO_3^- , a causa de su débil potencia eléctrica, no es retenido por la arcilla, penetrando en profundidad con la lluvia, riego, o rocío, sin necesidad de labor de incorporado. Son absorbidos por todas las plantas en 24 horas. De otra parte, tienen carácter, oxidante y proporciona oxígeno del anión NO_3^- para la respiración de las raíces por lo que participan de un efecto nutritivo doble, con la cesión del nitrógeno y del oxígeno. Así, pues, los nitratos son los abonos nitrogenados de efecto seguro sobre los vegetales, por su rápida absorción. Pero

al filtrar con el agua, pueden descender por debajo del nivel radicícola, perdiéndose sus efectos nutritivos. Por ello no conviene distribuir de una vez la dosis anual de nitrato, que necesita fracciones en dosis pequeñas. De otra parte, la rápida absorción presenta un aspecto perjudicial, pues no permite aplicar más de 150 kg/ha cada 15-20 días, porque cantidades mayores o de gran frecuencia producen un extraordinario desarrollo vegetativo, en detrimento de la floración, hecho calificado por los agricultores diciendo que los nitratos a dosis elevadas queman las plantas. Por lo expuesto, el mayor número de veces deben preferirse los nitratos como abono nitrogenado para cultivos.

Unos abonos se difunden en el suelo con el agua (nitratos, urea, cianamida), otros son retenidos por el complejo arcilloso húmico, amonio de sales amónicas, lo que da carácter variable a la concentración nitrogenada del extracto acuoso del terreno, que no depende únicamente de la cantidad fertilizante añadido, sino de la humedad de la tierra, de la permeabilidad del suelo y del espesor de penetración del abono. (5, 18, 38, 79).

Tipos de fertilizantes nitrogenados:

1. Amoníaco anhidro, 82% de N, fórmula NH_3 , es un gas comprimido a 14 kg por cm^3 a 40°C . se aplica inyectándolo a una profundidad de 15 cm o más en el suelo húmedo no saturado, a espacios de 100 o 50 cm. El NH_3 reacciona con el agua y pasa a NH_4^+ que es retenido por arcillas y humus. Ventajas: Es de bajo costo, concentración elevada y menor trabajo de transporte, no se lixivia. Desventaja; requiere almacenamiento y almacenadores de alta presión, es explosivo, pérdida de transporte, el límite superior es de 168 kg por ha, aplicado a 15 y 20 cm de profundidad, en hileras separadas a 100 cm. Efecto inmediato fuertemente básico y a largo plazo moderadamente ácido.
2. Amoníaco acuoso - Agua amoniacal del 21-46% N NH_4OH en agua es un líquido con una ligera presión de NH_3 , se aplica por inyección a 2.5 cm bajo suelo. Los iones NH_4^+ se adhieren a la arcilla y humus. Es de bajo costo, no requiere almacenamiento ni aplicarse a presión, y no se lixivia. Desventajas: análisis bajo, debe

cubrirse para evitar pérdidas por evaporación. Tiene efecto inmediato fuertemente básico, a largo plazo moderadamente ácido.

3. Nitrato de amonio posee 33.5 a 34.0% de N, su fórmula NH_4NO_3 , es sólido en píldoras secas o "pellets". Se aplica al voleo o en forma lateral en cobertura, puede dejarse sobre la superficie del suelo reacciona adhiriéndose el NH_4^+ a las arcillas y humus. El NO_3^- no se retiene en las arcillas, está en la solución del suelo hasta ser absorbido o desnitrificado. Ventajas: costo bajo, el CO_2 se absorbe rápidamente, ocupa el 1° lugar de los abonos secos en porcentaje de N. Desventaja: el NO_3^- se lixivia o se desnitrifica en suelos cálidos y húmedos, expuesto al aire se endurece. Efecto inmediato ninguno y a largo plazo moderadamente ácido.
4. "Sulfato de amonio": posee 20.5 de N y 23.4 de S su fórmula es $(\text{NH}_4^+)_2\text{SO}_4$, su estado físico es "pellets" secos o gránulos, se aplica al voleo o lateral en cobertura. El NH_4^+ se adhiere a la arcilla o materia orgánica. Ventajas: condición excelente. muy útil para acidificar suelos alcalinos. Desventajas: análisis bajo, costo medio, es el mayor acidificante lo que implica mayor costo. Efecto inmediato ninguno y a largo plazo fuerte acidez.
5. Urea o carbamida: posee de 45 a 46.5% de N, su fórmula es $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ su presentación es sólida en perdigones, cristales píldoras secas. Su aplicación es variada: al voleo, o lateral en cobertura, agregada en soluciones. Pulverización líquida en algunos cultivos pero no en maíz. Reacciones con el suelo el NH_2 se transforma en NH_3 y luego en NH_4^+ y se integra a la solución del suelo y adhiere a las arcillas y humus. Ventajas: tiene el mayor porcentaje del N de todos los fertilizantes secos. solubilidad alta. Después de transformado en NH_4^+ no se lixivia. Desventajas: se lixivia después de su aplicación, y algo se puede perder por volatilización de NH_4^+ . Efecto inmediato levemente básico y largo plazo moderadamente ácido. La urea es uno de los abonos nitrogenados de más difusión en el mundo, su empleo generalizado es reciente. Además de ser utilizado como fertilizante es un producto intermedio de otros procesos industriales. Es recomendable que la impureza "biuret"

que contiene no sea mayor a 1% ya que puede ser tóxico a las plantas. Se recomienda enterrar la urea y evitar pérdida de NH_4^+ por volatilización. La hidrólisis de la urea en condiciones favorables se da a los dos o tres días de su aplicación en suelos ricos de materia orgánica a los siete u ocho días en suelos de poca materia orgánica. Su solubilidad permite aplicarse en abonado foliar, en soluciones acuosas o junto con herbicidas, en concentraciones de 0.5-1%. Otra ventaja de la urea es el uso como pienso en la alimentación nitrogenada del ganado vacuno. Es generalmente menos acidificante que los fertilizantes nitrogenados comunes y es más económica por unidad de N. La descomposición en el suelo de la urea se produce por enzimas, microbianas (ureasa): primero se transforma en carbonato amónico (inestable) y a continuación en amonio, el cual la mayoría de los casos se transforma inmediatamente en nitratos. La reacción depende de la temperatura:



6. Soluciones nitrogenadas:

a) Urea en solución de nitrato de amonio: contiene 32% de N su estado es líquido sin presión amoniacal, se aplica en pulverización o lluvia-fina sobre la superficie, o aplicación lateral en cobertura reacciona igual que urea y nitrato de amonio. Ventajas no ocupa equipo para aplicarse y puede aplicarse en la superficie. Desventaja un poco costoso y pérdidas al aplicarse en la superficie.

b) Amonio en solución de nitrato de amonio: posee 41% de N o menos si se diluye en presión de NH_3 . Es líquido, con un poco de amoníaco libre. Se inyecta a una profundidad de 2.5 a 5 cm antes de la siembra o en aplicación lateral en cobertura. Reacciona igual que amoníaco anhidro y nitrato de amonio. Ventajas requiere equipo de baja presión, no se lixivia hasta que se transforme en NO_3^- . Desventaja: ligera presión de NH_3 , cubrirse unos 2.5 o 5.0 cm para evitar pérdidas

7. Nitrato de sodio: con 16% de N, y 0.6% de Cl, estado físico gránulos secos, se aplica al voleo o en cobertura lateral, o en

- superficie. El NO_3^- permanece en la solución no es retenido por arcilla ni humus. El sodio es básico, eleva el pH y reduce la acidez. Ventajas, se asimila fácilmente, no forma ácidos. Desventaja costo alto, bajo concentración de N. Efecto inmediato muy pequeño y a largo plazo básico. Fórmula NaNO_3 .
8. Nitrato de calcio: posee 15.5% de N, su fórmula $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Estado físico gránulos secos. Se aplica al voleo, o cobertura lateral o en la superficie. El NO_3^+ está en solución no se retiene ni por arcilla ni humus. El calcio es básico eleva el pH. Ventajas= se asimila rápido, no forma ácidos. Desventajas: costo alto, baja concentración de N. Posee también 27.0 de CaO, 2.5 MgO. y 0.2 CI. efecto inmediato muy pequeño y a plazo largo básico.
9. Cianamida calcica: tiene 21% de N, fórmula CaCN_2 , estado físico píldoras negras secas, se aplica al voleo o en cobertura lateral, reacciones complejas. Ventajas: puede ser usado como herbicida y como defoliador (en polvo). desventajas: alto costo, productos de reacción intermedia tóxicos, concentración baja.
10. Formalurea: porcentaje de N 38% o menos. Fórmula $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ combinada con formaldehído. Presentación gránulos secos se aplica igual que la urea. Reacción libera N igual que urea pero lentamente. Ventajas el N se libera en varias semanas y no todo en una vez. Desventaja alto costo; liberación de N variable en velocidad, depende de humedad y temperatura.
11. Fosfato de amonio: contiene 11% N, 21% P (48% P_2O_5) fórmula $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ estado físico gránulos secos, se aplica al voleo y en hilera, el NH_4^+ se integra a la solución y adhiere a humus y arcilla, Ventajas: el fósforo es totalmente soluble en agua, adecuados para suelos que no ocupan potasio. Desventaja: acidez residual alta.
12. Fosfato de amonio y sulfato de amonio: se integra por 16% de N y 8% de P (20% P_2O_5) fórmula Mixto= $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ y $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Presentación gránulos secos. Se aplica al voleo o con sembradora en hilera. Reacciones del amonio con la solución del suelo y el fósforo soluble en agua. Desventajas: Efecto de acidez alto, costo alto.
13. Fosfato diamónico: contiene 18 a 21% N, 20 a 23% P (46 a 53%

P_2O_5) estado sólido gránulos secos, se aplica al voleo, o en hileras laterales a la semilla, reacción libera amoníaco (NH_3) similar al fosfato de amonio. Ventajas: alta concentración, costo bajo, P soluble en agua, en mezcla evita separación posible de N, y P. Desventajas se corre el riesgo de perjudicar la germinación si la concentración de amoníaco eleva mucho. Efecto inmediato es básico pues se libera una molécula de amonio NH_4^+ , y a largo plazo moderadamente ácido.

14. Nitrato de potasio: se integra por 13.5% de N y 30.0% K o (46% K_2O), fórmula KNO_3 , se presenta en gránulos secos y se aplica al voleo, o con sembradora en hilera. Reacción del NO_3^- en la solución del suelo y el K con arcilla y humus. Ventajas se prefiere por el (KCl) en cultivos sobre los que el ion cloruro es objetable (Tabaco). Desventajas: baja concentración de N, costo medio, se lixivian los NO_3^- , efecto inmediato muy pequeño a largo plazo básico.

Otros fertilizantes son: cloruro de amonio 26% N, oxiamidas 32% N, Diurea crotonilidene 28% N, Diurea isobutilidene 31% N. Una regla para fertilización nitrogenada en maíz dice que por cada kilo de rendimiento se necesitan 180 g. de nitrógeno para equilibrar el carbono de los tallos, hojas y raíces. En otras palabras, un rendimiento de 3,750 kg requieren 68 kg de nitrógeno real. Esto no constituye necesariamente la cantidad óptima pero es la cantidad necesaria para evitar una deficiencia temporaria de nitratos. En un sistema continuo de cultivos de maíz, cuando 1 kg de maíz representa el costo de 250 g de nitrógeno aplicados al suelo, la cantidad, de nitrógeno más provechosa estará, probablemente, alrededor de 22 g por cada kilo de gramos de cosecha, año tras año, en suelos oscuros y profundos, y en suelos claros, aproximadamente 27 g.

En el maíz hay aproximadamente 25 g de N por cada kg de rendimiento de raíces, forraje y grano. Tres semanas antes de la emergencia de las panojas, se da la máxima velocidad de producción de materia seca, por lo que también se da la máxima utilización del N. (5, 18, 20, 38, 53, 54, 55, 76, 79, 87, 105).

b) Fertilización fosfórica:

Fósforo cuerpo simple, su nombre proviene (del griego phos, luz y phoros, que lleva) su símbolo es P, de número atómico 15, es un elemento transparente, incoloro, o ligeramente amarillento, muy inflamable y luminoso en la oscuridad: fue descubierto por Brandt en 1969. En la naturaleza existe en forma de fosfatos; así como también se encuentra en los huesos, sistema nervioso, orina, en los tejidos vegetales y materia orgánica. Se derrite a 44°C y hierve a 280°C. Soluble en el sulfuro de carbono, se trasforma, cuando se calienta hasta 240°C, en un producto llamado fósforo rojo, que no es venenoso mientras como fósforo sí.

El fósforo es un elemento esencial, no existe otro que lo pueda sustituir, las plantas lo requieren para completar su ciclo normal de producción.

El fósforo, fundamental en la biología de los seres, es indispensable para el crecimiento de los vegetales, raíces, tallos, hojas, flores y frutos. Se encuentran en toda célula viva y es esencial en la nutrición, tanto vegetal como animal. Ocupa una posición clave en el metabolismo de los carbohidratos pues solo tiene lugar en forma normal cuando los compuestos orgánicos, se "esterifican" por el ácido fosfórico. Sin los esteres -P la respiración no es posible. Además, participan en el recambio de energéticos en el metabolismo de la grasa y la proteína. El fósforo entra en la composición de proteínas fundamentales, entre las que se citan las núcleo proteínas, activas en los procesos reproductivos de las células, así como de otros compuestos vitales como los nucleótidos, lecitinas, fitina, fosfátidos. Los efectos sobre el desarrollo de las plantas son: en la función clorofílica, el ácido fosfoglicérico es uno de los primeros compuestos de la fotosíntesis, y a partir de aquí se generan los azúcares, grasas, proteínas, vitaminas y hormonas que forman las células. Uno de los efectos más evidentes en el ciclo vegetativo de las plantas es que el fósforo favorece el sistema radicular, fomentando la formación de raíces laterales y fibrosas, lo que aumenta la superficie de absorción de agua y nutrientes. Asimismo, incrementa por sí la resistencia a heladas, sequías y enfermedades microbianas. De otra parte, constituye un factor de precocidad en la maduración de frutos, de tal

forma que las semillas maduran varios días antes que cuando el fósforo es deficiente. En las leguminosas favorece el desarrollo de las nudosidades radicales, y la absorción del nitrógeno del aire por los microbios de dichas nudosidades. La mayor parte del fósforo se acumula en las semillas como reserva nutritiva, que contribuye durante la germinación de las mismas a la formación del primer tallo y de la raíz primaria, hasta que la nueva planta comienza a realizar las funciones de asimilación; por ello, las especies que se cultivan por sus frutos son grandes consumidores de fósforo. En cereales aumenta el número de renuevos, y por lo tanto el número vástagos que por último generan espigas o mazorcas y mayor grano, también fortalece la paja y evita el vuelco o acamada, así como la relación paja grano con mayor rendimiento, reduciendo enfermedades por un desarrollo normal de las células, es vital para la formación de semillas.

Cuando el fósforo escasea en el suelo, se presentan en las plantas los siguientes signos: -Coloración verde oscura. -Deficiencia de raíces. -Daños por heladas y sequía. -Enfermedades criptogámicas. -Se prolonga el ciclo vegetativo. -Flores estériles; caída de flores y frutos con escaso desarrollo. -Espigas y mazorcas de tamaño reducido. -Vuelco en los cereales. -Granazón defectuosa. -Frutos poco dulces. -Pobreza en grasas, vitaminas y hormonas. -Falta de vigor vegetativo. -Alternativa de producción en frutales, así como reducción en tamaño de hojas y en número de yemas florales, retraso en la apertura de las flores y caída anticipada de las hojas. -Los forrajes a falta de fósforo bajan su calidad nutritiva. -Disminuye la nodulación en leguminosas. -Rápida muerte de la planta debido a que las células no pueden trabajar sin fosfátidos. La semipermeabilidad se destruiría y los compartimientos celulares se deberán mezclar unos con otros y con la solución que rodea a la célula. -Muestra cambios en el metabolismo debido a que las informaciones del núcleo serán transmitidas irregularmente y a que numerosas enzimas serían infectivas. -Parálisis de la respiración. -Enriquecimiento de las células en carbohidratos. (5, 6, 7, 20, 34, 38, 54, 79, 105).

Los síntomas que se observan en las plantas deficientes de P son los más modestas que se conocen:

- a) El crecimiento se retarda y luego seca.
- b) El color de las hojas se oscurece.
- c) Aparecen antocianinas.

El único síntoma específico en esta secuencia es la coloración verde oscura del verde azulado de las hojas viejas, a menudo con antocianinas. Hecht-Buchheltz indica que el color más oscuro de la hoja se explica por la paralización del crecimiento y solamente, una disminución de la formación de clorofila. Especialmente, aumentan el contenido de clorofila por unidad de área de la hoja. La planta con deficiencia de P tiene una intensidad de asimilación neta más alta, respiración normal o más alta, un metabolismo enzimático casi normal. Después de cesar el crecimiento, la planta muestra una apariencia normal. Por semanas y aún por meses, no se observan cambios en las plantas. Si se comparara esta planta con una normal, no se esperaría que esta planta muestre carencia de su ministro de P. Hasta ahora, no hay respuesta del por qué si se mantienen todos los procesos metabólicos, la planta paraliza su crecimiento. El porcentaje del nivel deficiente de fósforo en maíz es 0.20% y el nivel adecuado corresponde a 0.33%. Con mucha frecuencia, una deficiencia de fósforo no llega a ser evidente a través de una baja en los rendimientos, pero si en el contenido en la planta, que causa una nutrición defectuosa tanto para el hombre o animal que se alimentan de ellas. La deficiencia de P es difícil detectar en cereales. A menudo se observa un color rojizo en plantas de maíz deficientes en P y temperatura baja.

Los efectos por excesos de fósforo en los cultivos son los siguientes: En frutales como causa concomitante a la excesiva concentración de fosfatos se atribuyen una acentuación de la clorosis por falta de hierro y una reducción de la disponibilidad de zinc, cobre y boro, especialmente en terrenos ligeros.

Asimismo, exceso de P en el suelo es causante de deficiencias de elementos menores como Cobre Cu, Zinc Zn, Fierro Fe, Manganeso Mn, y en particular deficiencia de zinc en maíz. (5, 6, 7, 54, 79).

Dentro del contenido natural del suelo en fosfórico, y de las cantidades que económicamente pueden aportarse en forma de fertilizantes, generalmente, no se ha llegado a producir prejuicios

en las plantas por exceso de este elemento nutritivo. Por tanto no hay peligro de emplear dosis crecientes de abonos fosforados. No obstante, existe un grado de concentración en el extracto del suelo, encontrado por "Demolón", donde la planta realiza la máxima absorción de fósforo, sin que tenga interés rebasar dicho nivel, porque no proporciona incrementos productivos, el cual consiste en un miligramo de fosfórico por litro de extracto acuoso del terreno. (38).

Las plantas absorben la mayor parte del fósforo que necesitan del suelo sea como ion ortofosfato primario ($H_2 PO_4^-$), y en menor cantidad ion ortofosfato secundario (HPO_4^{2-}), formas inorgánicas procedentes de las rocas originarias del suelo o de los fertilizantes, y en menores cantidades absorben la forma orgánica, procedente de residuos vegetales y animales descompuestos por microorganismos a fosfatos de asimilación, o solubles en el extracto acuoso.

Por lo anterior el fósforo se encuentra en el suelo en ambas formas: orgánica como el nitrógeno, e inorgánica como el potasio; sin embargo, será absorbido por las raíces en la misma forma química, ya provenga del fertilizante aplicado durante el año, de residuos en descomposición o de los suministros básicos del suelo.

El fósforo elemental es químicamente muy activo. Debido a ello no se le encuentra en estado puro en la naturaleza. Se le encuentra sólo en combinación con otros elementos. De tal suerte que en todos los suelos existe P en forma de fosfatos proveniente su mayor parte de la interperización de la apatita, mineral que contiene P y Ca, junto con otros elementos como flúor y cloro. La descomposición de la apatita desprende P que forma numerosos compuestos solubles como los (ortofosfatos) aprovechados por las plantas y otra parte formará con Ca, Fe, y Al que no serán disponibles y/o estarán en forma "invertida" o "fija" no siendo aprovechadas por las plantas. Los fosfatos dicálcicos u octacálcicos son relativamente utilizables. Aparte de la roca fosfórica otras fuentes de P son los fertilizantes, la materia orgánica, el humus, microorganismos, los cuerpos de insectos y otras formas de vida en descomposición. (5, 38, 79).

La materia cósmica que cae sobre la tierra, del orden de 3,000 ton al año, contienen principios fosforados.

Las avenidas fluviales transportan materiales de erosión de unos lugares a otros, enriqueciendo con sus aportaciones el contenido de fosfatos de determinadas zonas geográficas. Según investigaciones alemanas, el agua de lluvia aporta en un semestre 0.55 kg de anhídrido fosfórico por hectárea.

Así pues, el fosfórico del suelo P_2O_5 , comprende 2 grados: el fosfórico total y el que se encuentra soluble o asimilable, de utilización inmediata para las plantas. El primero, o reserva fosfatada del terreno, varía del 0.5 al 1 por 1.000, que para un espesor de suelo de 30 cm representa de 1.800 a 3.600 kg/ha de anhídrido fosfórico, mientras que el segundo se mantiene disuelto en la solución en dosis de 40 a 80 kg por unidad superficial, el cual es el que se determina siempre en los análisis químicos, por ser el absorbido por las raíces, al que se denomina asimilable, que generalmente no basta para las exigencias de los cultivos agrícolas, de donde surge la necesidad de una fertilización fosfatada. Al disolverse los fosfatos en el extracto acuoso del suelo, experimentan su división en aniones fosfóricos y cationes de calcio, que son retenidos por el complejo absorbente, lo que impide su penetración en profundidad con la lluvia o riego.

Los aniones fosfóricos se encuentran en dos estados: como aniones de cambio y en forma retrograda reversible. Los de cambio están retenidos en la superficie externa de las partículas arcilla y en la caliza coloide, de donde pasan a la solución del suelo por cambio con iones húmicos y anhídrido carbónico principalmente. Dicho estado constituye la forma nutritiva para los vegetales.

Los aniones fosfórico retrogradados se encuentran fijados en los sesquióxidos, coloides y en los espacios interlaminares de la arcilla, donde permanecen inactivos sin presentar el cambio iónico, por lo cual no pasan a la solución del suelo, ni son absorbidos por las raíces. (34, 38, 79).

Del estrato acuoso del terreno obtienen las plantas la nutrición fosfatada; si se empobrece en fosfórico al absorberlo las raíces, la arcilla y la caliza van cediendo anión de fósforo a la solución por cambios iónicos, cuya concentración se mantiene constante hasta que se agota el fosfórico de cambio.

La capa arable de la mayoría de los suelos contiene entre 800 y 1600 kg de P por hectárea, combinado con otros elementos la mayoría en forma no disponible para las plantas. Sólo una cantidad muy pequeña del P total del suelo se encuentra en solución en un momento dado, por lo general menos de 4 kg por ha. Por lo tanto, a medida que las raíces penetran el perfil del suelo para usar el P disponible, éste debe ser reemplazado en forma continua. El P en la solución del suelo es reemplazado unas dos veces al día, o alrededor de 250 veces durante la estación de crecimiento de cultivos tales como el maíz y la soya. Para que un suelo produzca altos rendimientos debe reabastecer y mantener un nivel de P adecuado en solución.

La solución del suelo es:

1. Reabastecida con fósforo; por minerales, fertilizante comercial, residuos de cultivos y estiércol, materia orgánica, microorganismos e insectos.
2. Se torna no disponible: al invertirse o fijarse como fosfatos de Ca, Fe, o Al.
3. Como es removido (o perdido) del suelo: a) por los cultivos, b) por erosión y c) lixiviación.

El P se mueve muy poco en la mayoría de los suelos. Por lo general se queda en el lugar en que se presentó ya sea por interperización de los minerales o por fertilización. De modo que la pérdida por lixiviación es muy poco y básicamente en suelo arenoso. Así la pérdida importante de P resulta por erosión (escurrimiento) y remoción por plantas. El P todo se mueve por difusión, en forma lenta y de corto alcance, siendo muy baja en suelos secos y regular en húmedos, por lo que ésta depende de solubilidad del mismo y de la humedad del suelo. Así, en un suelo franco (migajón) el P está a 0.6 cm de una raíz nunca se acercará lo suficiente para ser absorbido por la raíz. Las raíces de un cultivo en crecimiento sólo entra en contacto con el 1% al 3% del suelo de la capa arable. (34, 79).

Por lo que prácticamente se debe suministrar el P adecuado a toda la zona radicular que asegura el P disponible durante cada etapa de crecimiento.

Según la disponibilidad de los fosfatos los cultivos solo

recuperan de un 25 a un 30% del fósforo aplicado por fertilizante, residuos orgánicos, o del mineral del suelo y el fósforo residual estará disponible para los cultivos siguientes. la disponibilidad del fósforo depende de múltiples factores como la fuente de P, tipo de suelo, cultivo, método de aplicación, clima, etc. Entre las condiciones del suelo están:

1. Tipo de arcilla: las arcillas caolinita retiene más el P con alta T° y lluvia.
2. Los suelos más arcillosos fijan más P que los arenosos.
3. Epoca de aplicación: puede ser en grandes cantidades y ocasionalmente o en varias aplicaciones de cantidades pequeñas según la capacidad fijadora del suelo.
4. Aireación = a mayor aireación mayor crecimiento y absorción de nutrientes y mejor descomposición orgánica por microorganismos que da P.
5. Compactación. A mayor ésta, menor aireación y reducción de la absorción de P y del crecimiento de las plantas.
6. Humedad. A mayor H° más absorción de P pero exceso de H° baja aireación reduce raíz y absorción del mismo.
7. Condiciones del fosfato en el suelo: no permitir que el suelo llegue a niveles bajo de P, fertilizando.
8. Temperatura: las T° altas favorecen descomposición de la materia orgánica, pero T° altas favorecen descomposición, —de la materia orgánica, pero T° muy altas o muy bajas limitan la absorción— del P por las plantas.
9. El pH del suelo: las formas más disponible o más solubles del P se presentan entre pH, neutro y ligeramente ácido 7.0 y 5.5. Existen compuestos de P con Ca, Mg y Na a niveles moderado y fuertemente alcalino, insolubles y compuestos de fósforo con hierro, manganeso y aluminio fijos a pH moderadamente ácido o fuertemente ácidos, por lo que la práctica de encalado es esencial en estos suelos.
10. Otros nutrientes: El Ca en suelos ácidos y el azufre en suelos básicos aumentan la disponibilidad del P, como también lo hace el N amoniacal, de tal forma que la fertilización nitrogenada permite que se aproveche casi al doble la absorción del P, que

si no se fertiliza con "N". (5, 34, 79).

. Debido a la poca movilidad y alta fijación del P la forma de aplicación como fertilizante es de gran importancia para facilitar la mayor disponibilidad al cultivo, para ello se consideran los niveles de fertilidad del suelo, cultivo a realizar y prácticas de manejo. Hay dos formas de aplicación:

1. Al voleo: con incorporación con arado de reja o disco para mayor contacto del P con el suelo, que cuando se coloca en bandas. Pero la fijación es mayor, cuando el fertilizante tiene mayor solubilidad y menor tamaño de partícula.
2. Aplicación en banda: los cultivos responden menos por dos razones: a) la fijación es menor en banda por menor contacto con el suelo y b) la banda coloca cerca de las raíces una fuente accesible de P, ésto solo en suelos de baja fertilidad pero para suelos de fertilidad alta lo mejor es incorporar al voleo con arado de reja o disco para una distribución más homogénea en el suelo.

Las bases para fertilización fosfatada están sustentadas en las investigaciones de Demolon y Schöesing. Albert Demolon, determinó la concentración óptima de solución fosfórica para nutrición de las plantas lo que ha dado origen a un método de fertilización fosfatada del suelo. Demolon investigó que en soluciones nutritivas circundantes la planta aumenta su crecimiento con la concentración en anhídrido fosfórico, por lo menos hasta 0.5 mg/l. Este título representa el límite mínimo necesario para obtener rendimientos máximos; pero lo más frecuente es que las sigan aumentando proporcionalmente al título de la solución hasta 1 mg/l. Desde 1.2 a 50 mg/l no se observa efecto útil en los rendimientos. Ahora bien, el título en P_2O_5 de la solución del suelo está en general comprendidas entre 0.2 y 0.5 mg/l. (38).

Schlöesing, encontró que la concentración fosfórica de la solución acuosa es independiente de la humedad del suelo de tal forma que si un kg de tierra se agita con un litro de agua, y se tiene una concentración en anhídrido fosfórico de 0.3 mg/l, seguirá siendo la misma si se agrega cinco litros de agua al suelo. Por lo que ni la lluvia o riego modifican dicha concentración. (38).

Si se admite el resultado de Demolon en medios líquidos circulantes, la fertilización fosfatada del terreno para cualquier cultivo consiste en agregar abono hasta una concentración de 1 mg/l.

Cada terreno tiene un determinado nivel fosfórico de la solución acuosa por lo que la cantidad de abono fosfatado necesario para elevar su nivel fosfórico variará desde 1,000 kg de superfosfato hasta 10,000 kg/ha para lograr 1 mg de anhídrido fosfórico/l de la solución. Así, en el primer caso se trata de suelos normales, con pocos sesquióxidos, y arcillas con buen grado de saturación interna en humus y calcio, donde la totalidad del anión fosfórico se encuentra retenido al exterior del complejo arcilloso húmico, mientras que el segundo denota la existencia de sesquióxidos de aluminio, hierro y arcilla de escaso nivel de saturación interna, que fijan aniones fosfóricos en los sesquióxidos y en el interior de las micelas arcillosas, los cuales no pasan al extracto acuoso del suelo, ni son absorbidos por las raíces.

Demolon, designa dosis isodínamas de abono fosfatado a las cantidades de este fertilizante, que elevan la concentración fosfórica en una décima de mg de anhídrido fosfórico/l de solución del suelo, dosis variables para cada terreno, que dependen de lo que fijan arcilla y sesquióxidos. (38).

La fertilización fosfatada es muy sencilla si se realizan dos determinaciones del fosfórico soluble en agua de una muestra de tierra: una tal como procede del campo; y la otra mezclada en el laboratorio con equivalente de 2,000 kg de superfosfato/ha equivalente a un espesor de suelo de 30 cm, como profundidad del arado de vertedora para incorporar el abono.

La comparación de los dos análisis refleja la reacción del suelo con el abono fosfatado, o sea, la reacción del fosfórico que queda libre o asimilable, en el extracto acuoso para las plantas.

Así también de ambos análisis se determina la cantidad de abono necesario para elevar el nivel fosfórico de la solución a 1 mg/l. Así en el primer análisis el anhídrido fosfórico del suelo, soluble en agua fue de 0.5 mg/l. Para el segundo análisis el fosfórico soluble en agua de la tierra abonada en el laboratorio con el equivalente de 2,000 kg de superfosfato/ha, en espesor de 30 cm fue de 0.8 mg/l, lo

que indica que 2,000 kg/ha de abono elevó el nivel fosfórico de la solución 3 décimas de mg.

Admitiendo proporcionalidad, como a la tierra sometida a análisis le faltan 5 décimas para alcanzar 1 mg, se establece una regla de tres:

2,000 kg de superfosfato han elevado 3 décimas.

Por kg de superfosfato lo elevarán en 5 décimas.

de donde:

$$x = \frac{5 \times 2,000}{3} = 3,332 \text{ kg/ha de superfosfato}$$

Para el método de Demolon la muestra de tierra se coloca en solución acuosa y se toma en cuenta la densidad aparente de los suelos 1.4 para arenosos; 1.3 normales y 1.2 arcillosos, así en un extracto de tierra normal de 1 ha y 30 cm de espesor el peso es igual a $10,000 \text{ m}^2 \times 0.3 \text{ m} \times 1.3 = 3,900 \text{ ton} = 3,900,000 \text{ kg}$ para el cual si se aplican 2,000 kg de abono fosfatado.

Si 2,000 kg de abono se distribuyen en 3,900,000 kg de tierra, Por kg de abono corresponden a 1 kg de tierra

$$x = \frac{2,000 \text{ kg} \times 1 \text{ kg}}{3,900,000 \text{ kg}} = 5 \text{ mg de abono/kg de tierra}$$

La eficacia del abono fosfatado requiere incorporarse hasta 30 cm, profundidad por arado de disco o vertedera, para que las raíces entren en contacto directo con los fosfatos, por ser compuestos que no penetran ni con lluvias o riego, al ser fijados por coloides de arcilla, caliza o sesquióxidos, por lo que no se recomienda aplicar al voleo y con gradeo, pues no llega a las raíces nutritivas. Cuando la tierra contenga una riqueza natural de fosfórico equivalente a un mg/l de solución del suelo, no hace falta fertilizar con fosfatos, solo efectuar análisis cada año y cuando el nivel fosfórico descienda a menos de 1 mg/l, se inicia el abonado. (5, 34, 38, 79).

Los abonos fosfatados son productos químicos que contienen fósforo asimilable en forma de anión fosfato, o lo producen por transformación. Abarcan una gran gama de productos desde sales solubles, pasando por otras insolubles pero fácilmente movilizables, hasta materiales poco solubles, que sólo se movilizan en condiciones específicas. El fosfato soluble de los fertilizantes, se describe

como soluble en agua, y soluble al citrato de amonio. El P insoluble al citrato es no disponible. El P disponible es la suma de P soluble al agua y al citrato. El P total es la suma del P disponible más el insoluble al nitrato.

El fosfato mineral es el material básico de casi toda la producción de fertilizantes fosforosos. Así todo el fosfato mineral se obtiene de minas a cielo abierto, que contiene cerca de 15% de P_2O_5 al eliminar impurezas y remover arcilla por el proceso de "enriquecimiento". Después el fosfato se muele muy fino, usándose directamente con muy poca movilidad o disponibilidad durante dos o tres años, o se trata para hacer el P más soluble. El tratamiento se efectúa con "ácido" o con "proceso térmico". El primero es el más importante para abonos fosfatados usando ácidos sulfúrico y fosfórico principalmente. El ácido sulfúrico se obtiene de azufre elemental o de dióxido de azufre, el 60% del ácido se aplica para formar fertilizantes, dando una mezcla de ácido fosfórico y yeso, éste se remueve por filtración quedando ácido fosfórico "verde" o de proceso húmedo con 54% de P_2O_5 .

En el proceso térmico el ácido fosfórico se inicia obteniendo P elemental por reducción del fosfato mineral con "coke" en horno de arco eléctrico. El P elemental se oxida a P_2O_5 que después reacciona con agua y forma ácido fosfórico (H_3PO_4). El ácido fosfórico obtenido por proceso térmico es más puro que el (H_3PO_4) de proceso húmedo, por lo que se aplica más a fertilizantes líquidos; sin embargo, agrónomicamente para su aplicación en el campo son idénticos, pero su proceso es muy costoso.

Los principales fertilizantes son:

1. Superfosfato normal simple o común también llamado fosfato monocálcico. Su fórmula es $Ca (H_2PO_4)_2$ el porcentaje de solubilidad en agua va de un 78 a más del 80%. Posee de un 16 a un 22% de P_2O_5 equivalente de 7 a 9.6% de P. Además del fosfato monocálcico, contiene sulfato de calcio (yeso). Su aplicación es directa y en seco, o como fertilizante mixto. Su reacción es neutra o ligeramente ácida si su fabricación es reciente. Solubilidad en citrato va de 97-100% y además, posee de un 18-21% de Ca total. Es color gris granulado grueso;

impurezas CaSO_4 , óxidos y agua. Durante el proceso el fósforo se torna más asimilable, se desprende gas fluor, y se forma una cantidad de gas igual al superfosfato. Este fertilizante es adecuado para todos los cultivos. Es el abono fosfatado de uso más generalizado pero actualmente se tiende a usar otros más concentrados. Se obtiene tratando el fosfato mineral con ácido sulfúrico medido.

2. Superfosfato triple o concentrado. Proviene de la reacción del fosfato mineral con ácido fosfórico y un poco de ácido sulfúrico (proceso húmedo). Contiene de un 45 a 47% de P_2O_5 , con (19.6 a 20.5% de P asimilable) con fórmula, $\text{Ca} (\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. La concentración puede ser mayor si se utiliza ácido superfosfórico. La solubilidad en agua es de 84%, y en citrato amónico va de 96-99%. Posee un contenido de calcio de 12.14% del total. Durante el proceso se torna más asimilable y desprende gas fluor. Se puede aplicar directamente y en seco, como fertilizante mixto, en mezclas a granel, y en suspensión. Cuando se aplica en combinación con amoníaco se afecta la solubilidad del fósforo en agua, por la formación de fosfato tricálcico que posee baja solubilidad y no a la de fosfato monocálcico que posee alta solubilidad en agua. El producto es color gris y granulado grueso. Posee impurezas como óxidos y agua. Difiere del superfosfato ordinario en que no contiene sulfato de calcio. Se le llama triple porque su riqueza se aproxima al triple de un fosfato normal.
3. Fosfatos de amonio. Se producen por amonificación del ácido fosfórico:
 - a) El fosfato monoamónico (MAP: 11-12% de N y 48-55% de P_2O_5) fórmula $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ se produce con ácido fosfórico y amoníaco anhidro, se tiene 11% N y 21% de P disponible, posee una acidez residual alta. Se le puede añadir un poco de ácido sulfúrico para producir fosfato y sulfato de amonio. La aplicación es directa en seco, como fertilizante mixto o en mezcla a granel, 100% soluble en agua.
 - b) Fosfato diamónico. Se produce con ácido fosfórico y amoníaco anhidro pero con agregado continuo de amoníaco a un pH de 5.8

y 6.0 lo que permite que se agregue un segundo NH_4 , en el lugar del H^+ . Su fórmula es $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ posee 18% N y 46% P_2O_5 (18% N y 20% P disponible). Se aplica directamente en seco, como fertilizante mixto y en agua de riego. Es 100% soluble en agua.

4. Polifosfatos de amonio. Son por lo general fuentes líquidas de P, producidas por la amonificación del ácido fosfórico. El contenido de P fluctúa del 40-70% y el disponible de 10-30-0 a 11-37-0.
5. Metafosfato cálcico o fosfato de renanina. Posee el 19% cal y es 99% soluble en citrato. Fórmula $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ se obtiene con fosfato de roca más anhídrido fosfórico, su procedimiento es caro por lo que se usa poco en E.U. Es el abono fosfatado sólo de mayor riqueza pues posee puro 72% de P_2O_5 , y debido a las impurezas queda con 60-65% P_2O_5 y con 26.2 a 28-3% P disponible. Se aplica directamente en seco como fertilizante mixto o en mezcla a granel. Es un abono indicado para terrenos ácidos de climas húmedos. Sólo 5% soluble en agua.
6. Metafosfato dicálcico o bicálcico. Posee 29% de cal se puede obtener por huesos desgrasados o mineral fosfatado a los cuales se les agrega ácido clorhídrico formándose fosfato monocálcico al que se le agrega una lechada de cal para transformar a fosfato bicálcico. Este producto posee una riqueza de un 38-40% de P_2O_5 . Es un producto soluble en suelos ácidos, siendo un abono indicado para corregir suelos ácidos pues tiene reacción básica. No se usa mucho pues es más caro que los superfosfatos. Este fertilizante se emplea en la elaboración de piensos. También se puede fabricar con tratamiento al mineral por ácidos; fosfórico, sulfúrico, nítrico y clorhídrico, etc. Es soluble en ácido cítrico y poco soluble en agua. El fosfato dicálcico es un polvo fino, difícil de aplicar en fertilizadora por lo que no es muy popular en Inglaterra. Sin embargo, es importante como constituyente de los fertilizantes compuestos fosfo amonificados o nitrofosfatadas, 98% soluble en citrato.
7. "Escorias básicas", escorias de defosforación o escorias Thomas: son subproductos de la industria del acero, es muy popular en

Europa se aplica cerca de donde se produce. Posee de un 14-18% de P_2O_5 en Europa y de 8-10% en USA. Se recomiendan en zonas ácidas pues tienen efecto neutralizante en un 60 a 80%. Es insoluble en agua, por eso se aplica bien molido y bien mezclado con el suelo, su disponibilidad está en proporción al tamaño de partícula, no aplicarse en bandas. Debe ser más del 80% soluble en ácido cítrico. Además, es bueno para encalar ya que 100 kg de escoria equivalen a 60 kg de piedra caliza. Se aplican a cultivos de período largo y son buenas para praderas, tréboles, pastos de invierno, etc. Son más baratos por unidad de P_2O_5 que los fosfatos solubles en agua. Posee de un 15% de P_2O_5 , es soluble de 62-94% en citrato y tiene 32% de cal. Impurezas CaO, Fe, Mg, Mn. Polvo gris negro.

8. Roca fosfórica. Se obtiene de los yacimientos naturales y se muele finamente. Los mejores yacimientos están en el norte de Africa y contiene alrededor de 29% de P_2O_5 . Son insolubles en agua, para usarse deben molerse muy bien, más del 90% deberá pasar el tamis de 100 mallas. Se recomiendan en suelos ácidos, no se asimilan en suelos neutro de 6.5 a 7.0. Se aplica a forrajeras, navos y cultivos de suelos ácidos de altas precipitaciones mayores a 750 mm. Se le llama novafón a los fosfatos parcialmente descompuestos o parcialmente tratados e hiperfós a los fosfatos naturales pulverizados. Los primeros son parcialmente granulados y los segundos polvo gris.

9. Los nitrofosfatos. Se forman con varias fórmulas químicas que incluyen fosfato de roca, ácido nítrico, un poco de ácido fosfórico para aumentar la solubilidad en agua de los productos, más un poco de sulfato de amonio o de potasio. La solubilidad en agua varía de bajo hasta un 70%. Se aplican directamente en seco, como fertilizantes mixtos o en suspensión. La mayoría se utilizan en países Europeos. De acuerdo a la solubilidad de mayor a menor los fosfatos quedan en este orden:

- Superfosfato triple y fosfato amónico.
- Superfosfato normal.
- Metafosfatos.
- Fosfato bicálcico

- Fosfatos naturales molidos
- Escorias Thomas.

C) Fertilización potásica:

Potasio metal alcalino, su símbolo es (K), de número atómico 19, que se extrae de la potasa, blando, fusible y que arde en contacto con el agua.

El potasio es uno de los tres nutrientes esenciales para las plantas, no es reemplazado por ningún otro nutriente. Los cultivos contienen más o menos la misma cantidad de K que N, pero mucho más K que P, y en muchos cultivos de alto rendimiento el K excede al N. Así el maíz para un rendimiento de 10,035 kg/ha. puede extraer por el cultivo un total de 239 kg/ha. No está claro porque las plantas requieren tan altas concentraciones de potasio (1% o más del peso seco). Su importancia se delata por el contenido de potasa de las cenizas vegetales que varía del 25% al 50% de las mismas.

El potasio a diferencia del fósforo, está presente en grandes cantidades en la mayoría de los suelos. Aproximadamente un 2.4% de la litosfera generalmente es potasio; en los suelos la concentración oscila entre 2% y 4% y siempre se encuentra en forma inorgánica. En los suelos la concentración de potasio es mayor que la de calcio y ésta mucho mayor que la de N ($K > Ca > N$).

El potasio en el suelo se origina a partir de la desintegración y descomposición de la rocas que están formadas por minerales potásicos como los feldespatos potásicos (ortosa, microclina) que son silicatos aluminico - potásicos ($KAlSi_3O_8$). También se encuentra el potasio en minerales secundarios del tipo de las arcillas (illitas, vermiculita, y en minerales interestratificados).

La corteza terrestre contiene compuestos potásicos que en términos medios suponen un 3.2% por 100 de K_2O y el 2.4% por 100 en estado simple. De esta suerte, todos los suelos contienen dicho elemento en mayor o menor cantidad. Los investigadores alemanes Sharrer y Fasf han determinado que en un semestre la lluvia aportaba 6 kg de potasa, K_2O , por hectárea.

No forma parte de ningún principio inmediato de los tejidos (no

forma compuestos orgánicos) lo que hace presumir una actividad nuclear del potasio en la asimilación clorofílica, hipótesis que se apoyan en el carácter radiactivo de dicho elemento, ya que desprende electrones por efecto de la luz, lo que afirma su importancia en la nutrición de plantas, por lo que su función primaria parece estar ligada al metabolismo de la planta. El K es vital para la fotosíntesis y esencial en la síntesis de proteínas, además junto en el P ayuda a un uso más eficiente del agua promoviendo la turgencia o presión interna de la planta y disminuyendo transpiración. (18, 38).

El potasio incrementa la eficacia de la hoja para elaborar azúcares y almidón, completando la acción del N, que aumenta el tamaño de la hoja y el K su eficacia. (La remolacha y patata requieren grandes cantidades K).

La función mejor conocida del K es actuar como cofactor en un número de reacciones enzimáticas (glicolisis, fosforilación oxidativa, fotofosforilación, etc.). También se le implica en el metabolismo y traslocación del almidón, absorción del ion NO_3 , apertura de estomas y facilita la movilidad del hierro en la planta. Mejora la calidad del cultivo al reducir el embaste de las legumbres secas, garbanzos, judías, guisantes, que no resultan tiernas al hervirlas por la absorción del calcio, además de reducir los frijoles mohosos. El potasio aumenta la resistencia de las plantas a los efectos de la deshidratación por heladas o sequías.

El K incrementa la resistencia a enfermedades fortaleciendo mecanismos de la resistencia natural de las plantas: Ejem. reduce: El tizón de la hoja y podredumbre del tallo en maíz; Marchitez y caída en algodón, Moho y Cenicilla (mildiu) en soya; Manchas negras y podredumbre terminal del tallo en papas; Fuego en la hoja de tabaco; mancha de hoja y mancha de dolar en pastos, además fortalecen los tallos contra invasión de organismos invasores y el encamado y reduce el número de semillas arrugadas, descoloridas y mohosas en soya, por lo tanto mejora la calidad del fruto. En frutales el potasio tiene una función equilibradora frente al nitrógeno favoreciendo la acumulación de los elaborados, más que su consumo; incrementan la turgencia de los tejidos y de los frutos, su coloración, su contenido

de azúcar, el sabor y el aroma. En el melocotonero, manzano y el ciruelo, el abonado potásico ha demostrado el contenido de ácido de los frutos, al aumentar la concentración de jugos celulares, el potasio se opone a la deshidratación de los tejidos, reducción de los daños por sequías y heladas. En general en cualquier cultivo el flujo del K por su alta movilidad en los tejidos de la planta influye en el orden de las moléculas de agua para cambios rápidos de aumento de presión osmótica, en las células estomáticas y el reflujo de K disminuye la presión osmótica y las estomas se abren. En cereales produce hoja derecha y fuerte en especial en arroz y trigo.

Los síntomas de deficiencia de K se expresan de diferentes formas: marchitamiento y necrosis apical y marginal de las hojas viejas. Puntos necróticos. Alta movilidad. Perturbación de la apertura de los estomas. Pérdida de turgencia. Colapso celular formado por el ácido inositolhexafosfórico. (6, 20, 38, 54, 79, 105).

Una secuencia de desarrollo de deficiencia de K es: disminución del contenido de K; paralización del crecimiento; marchitamiento; traslocación del K de las partes viejas de la planta a la nueva; aparición de manchas o puntos necróticos en ápices y bordes de las hojas viejas; multiplicación de los síntomas señalados hasta la muerte de la planta. El cese del crecimiento se explica por baja movilidad del K, desde las hojas viejas, las nuevas están verdes pero más pequeñas, de lo normal, y los entrenudos permanecen cortos. El marchitamiento se liga a la perturbación de intercambio de K, y no protección así misma contra alta transpiración, siendo más las pérdidas de agua que la absorción y transporte lo que produce marchitez. Al inicio de la falta de K el crecimiento no cesa pero se retarda, y al ampliarse las hojas y tallos la deficiencia de K en las células disminuye más y más. Por la traslación del K la células viejas alcanzan un mínimo. Por la falta de K la turgencia baja, las células sin turgencia colapsan y mueren, esto solo se observa microscópicamente. A mayor colapso de células mayor puntos necróticos, hasta formar áreas enteras en ápices y bordes de hojas el proceso continua hasta que la hojas completas mueren. La hoja presenta entonces las siguientes imágenes: hojas jóvenes pequeñas pero verdes; sectores de hojas verdes normales; sectores de hojas

viejas con puntos necróticos; sectores de hojas viejas con necrosis en los bordes; sectores de hojas viejas muertas. Todos los síntomas de la deficiencia de K se encuentran relacionados con el metabolismo de las plantas; el marchitamiento es la perturbación de el mecanismo de abertura de estomas, flujo y reflujo de potasio; La necrosis por pérdida de turgencia, a falta de flujo de K. Las funciones del K en las enzimas se mantiene a pesar de los síntomas de deficiencia normal que la sucesión del mismo por los tejidos en crecimiento parece no ser tan alta como para sacar el K de las enzimas. Las funciones del K son las mismas en todas las especies vegetales, existiendo estrecha relación entre síntoma y función. (6, 54, 105).

En resumen a deficiencia de K, síntesis neta de carbohidratos complejos, proteínas o ácidos nucleicos se reduce y aumenta la síntesis de azúcares simples, aminoácidos y nucleótidos. La falta de K hace que las plantas crezcan lentamente, sistema radicular con desarrollo pobre, tallos débiles con vuelco común y las semillas y frutos son pequeños y arrugados, las plantas presentan baja resistencia a enfermedades muy susceptibles al mal tiempo, y los pastos dominan sobre las leguminosas a falta del mismo. En frutales la carencia reduce actividad estomática y capacidad fotosintética; la planta intenta remediar esta carencia con una mayor absorción de sodio. Por otro lado incide negativamente en la actividad vegetativa, fructificación y acumulación de reservas. Otros efectos de deficiencia en diferentes cultivos son coloraciones anormales de los frutos, y en el sabor de los tejidos ejem. patatas con mal gusto, garbanzos no tiernos, color diferente en el fruto de manzanas los tomates presentan tabiques laberínticos. En cereales se presenta raquitismo de raíces; ahijamiento escaso; tallos reducidos y débiles con tendencia al vuelco, granazón tardía y desecación de bordes y ápices de hojas. Los excesos de K o riqueza del mismo produce antagonismo con calcio, magnesio, cobre, Na y otros elementos disminuyendo la absorción de los mismos produciendo vegetación pobre en dichos elementos. Por otra parte causa deficiencia de algunos elementos menores como Mg, Cu, Zn, Fe y Mn. El exceso de K puede producir el denominado consumo de lujo de K ya que las especies vegetales pueden absorber más potasio del que necesitan para un

máximo rendimiento en materia seca. lo que facilita que el elemento se acumule en la planta sin que se incremente el crecimiento. sin embargo. este fenómeno en los pastos puede producir una hipomagnesemia en el ganado que se alimenta de ellos. Cantidades elevadas de fertilizantes potásicos pueden producir daños por salinidad. si las plantas son jóvenes y susceptibles o bien si el fertilizante se coloca muy cerca de las semilla pueda afectar la germinación de la misma. En fruticultura el exceso de K es terrible pues produce antagonismos en la absorción de N, que es de gran importancia en producción. Sin embargo. en general los excesos de abonado potasico no producen perjuicios en las plantas. ya que serían necesarias cantidades gigantescas de abono, que no se emplean ya que se requieren de cientos de toneladas para que afecte el suelo y los vegetales. (7. 18, 20. 38. 79. 105).

Las pérdidas de K en el suelo se dan por varios rubros como son: la extraída por los cultivos cosechados que varían si solo se cosecha el grano que posee un cuarto del K total y si el cultivo es para ensilaje se extrae el triple de este elemento; otra pérdida de K es causada por la erosión del suelo que tiene poca importancia por ser muy poca en la parte superficial; asimismo. se produce ciertas pérdidas por lavado en las aguas superficiales y subterráneas. aunque en la mayoría de los casos son insignificantes tanto desde el punto de vista agrícola como ambiental; otra pérdida que sí puede ser significativa se da por lixiviación en suelos con poca capacidad de retención y humedad elevada "suelos arenosos y turbosos".

La recuperación del K perdido se da con la incorporación de las dos terceras partes del mismo a través de los tallos. hojas y raíces del cultivo que se incorpora al suelo pues permanece en solución en las plantas vivas y se mueve libremente hacia las reacciones de intercambio a medida que se incorpora al suelo con la aplicación de fertilizantes fosfatados; y estiércoles o abonos orgánicos.

Si bien es cierto que en la mayoría de los suelos contienen miles de kg de K, solo una pequeña parte esta disponible para las plantas en la estación de crecimiento. probablemente menos del 2%. El potasio se absorbe del suelo en forma de ion K^+ y como tal se encuentra en la fracción soluble de la célula vegetal. El potasio

del suelo puede presentarse en diversas formas:

1. Potasio en solución: es una fracción pequeña del potasio total y es la más fácilmente aprovechable por las plantas. Está en equilibrio con el potasio fácilmente cambiabile, equilibrio que se alcanza rápidamente.
2. Potasio fácilmente intercambiabile: este depende del contenido de arcilla y materia orgánica del suelo es decir de su capacidad de intercambio catiónico, no superando en general 5% de esa capacidad.
3. Potasio difícilmente cambiabile: es el que se encuentra entre los espacios interlaminales de arcilla como "illita, vermiculita". Existe un equilibrio lento entre éste y el fácilmente cambiabile, no habiendo un equilibrio claro entre ambos.
4. Potasio no cambiabile: es el que está integrado en la red cristalina de los minerales potásicos "feldespatos", y en la unión de dos capas tetraédricas en las micas primarias sin alterar en estas últimas cuando se alteran (apertura de laminillas, grano fino, etc.) el potasio empieza a ser cambiabile, aunque sin serlo tanto como en la superficie externas de un cristal. Normalmente, con fines prácticos, el potasio difícilmente cambiabile y el no intercambiabile se agrupan en el término de potasio no cambiabile, que constituye más del 98% de potasio total del suelo. La conversión de formas no intercambiabiles de potasio, en formas cambiabiles (aunque sean formas difícilmente cambiabiles) es también un proceso reversible, así la biotita cambia a vermiculita con un cultivo de trigo, al sustituir los iones K^+ por iones mg^{++} entre las laminillas de biotita.

De lo anterior el potasio del suelo estará: a) no disponible o no asimilable para las plantas en crecimiento cuando se encuentra dentro de los minerales (rocas) no mineralizados, pero es liberado a medida que estos se interperizan. lo que sucede en forma muy lenta, por lo que no se podría llegar a aprovechar durante toda la vida de un productor, representa de un 90-98% del K total, b) potasio disponible o asimilable en forma lenta: está atrapado entre las capas de ciertas arcillas de suelo (ilita y vermiculita) que se encoge o

expande según sequedad y humedad del suelo, siendo atrapados los iones K^+ entre las capas o liberados haciéndose no disponibles o disponibles lentamente, esto equivale de 1-2% de K total, c) potasio disponible o asimilable del suelo: el potasio disponible en forma inmediata se integra por el K que se encuentra en la solución del suelo más el K retenido en forma intercambiable de las arcillas y la materia orgánica, esto va de 1 a 5% dependiendo del contenido de arcilla y materia orgánica. A medida que el potasio es extraído de la solución, una parte del K intercambiable pasa a ocupar su lugar.

También existe "retrogradación" del K o "fijación" del K a formas no cambiables debido a la reversibilidad de los equilibrios entre las distintas formas de K del suelo. Esto varía según los tipos de suelos y alcanzó su máximo en suelos ricos en arcillas no expansibles. La retrogradación se da porque el hueco entre los oxígenos de dos capas de sílice es de tamaño similar al del catión K^+ , lo que permite su firme fijación por fuerzas electrostáticas, aún mayores en arcillas no expansibles con carga negativa concentrada en la capa tetraédrica. El catión NH_4^+ de similar radio iónico y carga, se comporta de forma análoga al potasio. La cantidad de potasio fijado varía con el contenido y tipo de arcilla, tiempo de contacto y de concentración de potasio y cationes antagónicos " Ca^{++} " en la solución. Las arcillas que fijan K son: vermiculita, illita abierta y montmorillonita de alta densidad de carga. Cabe mencionar que existe un equilibrio entre los cationes intercambiables de las arcillas y materia orgánica con la solución del suelo que se representa así: K de intercambio \leftrightarrow K en solución. (5, 18, 20, 34, 53).*

De modo que, por el proceso de intercambio catiónico el K se encuentra disponible en forma continua para las plantas siempre que exista "K" suficiente. Así la mayoría de los suelos contiene 10 kg/ha o menos de K en solución suficiente para las plantas para uno o dos días que al removerse por estas es reemplazado por el intercambiable.

El maíz necesita grandes cantidades de K, esencial para su crecimiento vigoroso, su deficiencia son fáciles de reconocer y su corrección no es costosa, pues el K es el nutriente principal más

barato. La planta joven no necesita mucho potasio, pero el ritmo de absorción es máximo, durante las tres semanas anteriores a la emergencia de las panojas. Por lo tanto, los síntomas de deficiencia en maíz se presentaría en el momento en que la planta tiene una altura de 31 cm e inmediatamente antes de la emergencia de las panojas. Durante las dos semanas anteriores a la madurez, decrece el potasio total de la planta de maíz, probablemente porque el K que permanece en solución dentro de la planta es lavado por la lluvia tan pronto como las hojas mueren.

Los abonos o fertilizantes potásicos son sustancias químicas que contienen el elemento nutritivo potasio K en la forma asimilable de catión potásico, o que suministra cationes K^+ por transformación. Los abonos potásicos son sales relativamente simples, solubles en agua, todos con un alto "índice salino". Según la ley de abonos alemana entre los abonos potásicos se incluyen también los abonos potásicos magnésicos. Estos abonos se obtienen por purificación de minerales que contiene sales potásicas como [Carnalita, de 9 al 2% K_2O , silvinita con (KCl y NaCl) con un 20 a 30% K_2O es el más usado, Polihalita, Kaipita, Silvita con (KCl) y con un 63% de K_2O . La langheinita se forma por (K_2SO_4) y ($MgSO_4$) con un 23% de K_2O]. Los depósitos de potasio se presenta como yacimientos de sales sólidas debajo de la tierra y en salmueras de los lagos muertos u océanos. El K se extrae por arranque de carbón en minas subterráneas, extracción continua de mineral bruto de la veta, extracción por solución, y recuperación de salmueras superficiales. Las reservas potásicas son elevadas, además de los yacimientos alemanes que fueron de los más importantes del mundo, existen reservas en norteamérica (Estados Unidos y Canadá) Centro de Europa y URSS. (5, 18, 20, 34, 54, 79, 115).

Fertilizantes potásicos:

1. Cloruro de potasio (KCl): Es el fertilizante potásico de mayor uso de Estados Unidos y Canadá con más de 90%, es soluble en agua y contiene 60 y 62% de K_2O . La mayor parte proviene de la silvinita, una pequeña parte de las salmueras, se refina por cristalización o flotación, la mayoría de usos agrícolas se produce por flotación. Se presenta en cinco tamaños a) blanco

soluble, b) estándar especial, c) estándar, d) grueso y e) granular. Es un producto higroscópico que se presenta en polvo, cristales o granulado. Su coloración varía desde blanca a roja. Se puede aplicar directamente o combinado formando "pellets" secos, mezclas a granel o fertilizantes líquidos. El cloro que forma parte de muriato forman sales muy solubles con calcio, magnesio y sodio por lo que lixivian rápidamente no formando grandes acumulaciones en el suelo. Este abono es muy recomendable para maíz, pues el cloro ayuda a reducir podredumbre del tallo.

2. Sulfato de potasio: (K_2SO_4). Es una sal blanca con 48 a 50% K_2O (39.8 a 41.5% de K) y 18% de azufre no más de 2.5% de cloro. Es más caro que el cloruro y no presenta ventajas para su uso en maíz, a menos que se tenga deficiencia de azufre, pero aún en este caso es más económico en KCl que comprar azufre en alguna otra forma. Se usa en cultivos sensibles a cloro como frutales, patatas y tabaco, y posee la ventaja de proporcionar azufre. También se le llama sulfato de potasa.
3. Sulfato de potasa-magnesia ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$): También se llama sulfato de potasio y magnesia, y contiene 22% de K_2O , 11% de magnesio y 22% de azufre. Está presente en la naturaleza como mineral, langbeinita, que se refina para fertilizante.® Es fuente de K y Mg solubles, es adecuado para lugares con deficiencia de Mg y/o azufre. Representa el 6% del K total empleado. Se utiliza cuando se requieren tres nutrientes K, Mg y azufre.
4. Nitrato de potasio (KNO_3): Se trata de una sal blanca, muy soluble, que contiene un 13% de nitrógeno y de un 44 a 46.6% de K_2O (38.7% de K); es pues un abono complejo. Se utiliza poco como abono por su elevado costo, no presenta ventajas agronómicas sobre el muriato, en cuanto a fuente de K para el maíz. Su principal aplicación es para cultivos frutales, tabaco, algodón y hortalizas. Es adecuado para fertilizantes líquidos. (5, 6, 7, 18, 20, 34, 38, 53, 54, 79, 105).

Los métodos de aplicación depende del cultivo, mano de obra y equipo, fertilidad del suelo, tipo de suelo, dosis y época de

aplicación, T^o del suelo y son: aplicación en surco y aplicación al voleo antes de la siembra. La combinación de aplicación al voleo y en surco es a menudo la mejor forma de aplicar el fertilizante, porque permite un comienzo rápido y una reserva para la temporada de crecimiento. (5, 38, 79).

El ingeniero agrónomo francés, Gustavo Barbier, ha investigado la nutrición potásica de las plantas, encontrando que cuando el suelo contiene 150 Mg, de potasa anhidra, K₂O, por kg de tierra, están satisfechas las exigencias en potasio de todas las especies vegetales, en base a esto, la fertilización potásica consiste en añadir al suelo abono potásico suficiente para alcanzar 150 Mg de K₂O por kg de tierra. Para ello se practica dos determinaciones de potasio asimilable, tratando el suelo con el reactivo acético: una sobre la muestra de suelo como procede del campo, y otra, después de mezclar la tierra en el laboratorio con el equivalente de 1,000 kg/ha en espesor de 30 cm del abono potásico que se vaya a emplear como sigue: (38).

- Muestra intacta = 50 mg de K₂O por kg de tierra.
- Tierra mezclada con el equivalente de 1,000 kg de abono/ha en 30 cm = 250 mg de K₂O por kg de tierra cm de espesor.

Ello expresa que 1,000 kg de abono potásico han logrado un incremento de potasa asimilable de 200 mg por kg de tierra. Como el nivel potásico que a de lograrse según Barbier, es de 150 mg, que supone aumentar en 100 mg la riqueza del suelo, procede plantear la siguiente proporción:

Si 1,000 kg de abono potásico han aumentado la potasa del suelo en 200 mg: Por kilogramo de abono potásico corresponde a un aumento de 100 mg de K₂O.

De donde:

$$X = \frac{100 \times 1,000}{200} = 500 \text{ kg/ha}$$

Actualmente el cultivo del maíz constituye el principal mercado para el fertilizante ya que representa el 34.5% de su uso comparada con otros cultivos de alto valor y buena respuesta como remolacha azucarera, tabaco, tomate, alfalfa, etc. (79).

d) Antecedentes históricos de la planta, suelo y los fertilizantes

El agricultor primitivo aprendió de su experiencia que ciertos suelos dejaban de producir rendimientos aceptables si se cultivaban continuamente, y que el añadir estiércol de animales, o residuos vegetales (particularmente leguminosas) restauraba la fertilidad). Teofrasto (siglos III y IV a.d.C.) recomendaba estercolar las tierras poco productivas, y menciona también cómo los agricultores de Tesalia y Macedonia enterraban cultivos de vicia faba u otras legumbres con el fin de enriquecer sus tierras.

El uso de fertilizantes minerales o de enmiendas, tal y como se práctica hoy en día, no era conocido por los antiguos. Sin embargo, existía la práctica de mezclar suelos de distintas propiedades, lo que contribuía a mejorar su textura y, con ello también, sus propiedades de aireación, retención de agua, etc. (18).

Los primeros estudios sobre nutrición vegetal se remontan al siglo tercero antes de Cristo. Aristóteles, al observar que las plantas crecían en el suelo, dedujo que el material de que las plantas estaban hechas era suelo. Esta idea se aceptó con generalidad hasta que los famosos experimentos de Van Helmont fueron publicados por su hijo cuarenta años después de su muerte.

A Jenofonte, historiador griego (430 a 355 a.C.), se le atribuye el primer registro del valor del abono verde en los cultivos cuando escribe: No obstante, cualquier yerbajo que haya sobre el terreno, al regresar a la tierra, enriquece el suelo tanto como el estiércol.

Catón (234 a 149 a.C.) escribió un manual práctico en el que recomendaba el cultivo intensivo, las rotaciones de los mismos, el empleo de legumbres para los mejoramientos de suelos y el valor del estiércol en un sistema de agricultura ganadera. También fue Catón el primero en clasificar la tierra de acuerdo con su valor relativo para cultivos específicos. Su clasificación incluía:

1. Tierra para viñedos.
2. Tierra para jardines.
3. Tierra de sauces.
4. Tierra para olivos.
5. Praderas.

6. Tierra para maíz.
7. Tierra maderera.
8. Tierra para árboles pequeños.
9. Tierra para robles.

La utilidad de los nabos para el mejoramiento de suelos fue puesta de relieve por Columella, 45 d.C., más o menos. Para los nabos, se recomendaban cantidades liberales de estiércol y arar la tierra debajo de los nabos y plantar el maíz. También proponía Columella el drenaje de la tierra y el empleo de cenizas, marga, trébol y alfalfa para hacer más productivos los suelos.

Cuando los bárbaros del norte conquistaron Roma, la agricultura científica y otras formas de arte y cultura se detuvieron hasta cerca de 1600.

En Holanda, Van Helmont (1577 a 1644) llevó a cabo un experimento clásico. Colocó un sauce de cinco libras en 200 libras de suelo (base secada al horno). El árbol solo recibió agua durante cinco años. al final de este período, el suelo pesaba solo dos onzas menos de las 200 libras, pero el sauce pesaba 169 libras y tres onzas. Dado que el árbol solo había recibido agua, Van Helmont razonó que el agua era el "principio" de la vegetación. Aunque el experimento de Van Helmont era avanzado en aquellos tiempos, más tarde se demostró que su razonamiento era falso por dos causas: [®]

1. La pérdida de dos onzas del suelo consistía (lo cual ignoraba él) en minerales como calcio, potasio y fósforo, que fueron absorbidos por el árbol. Si Van Helmont hubiese quemado el sauce al acabar el experimento, hubiera recuperado las dos onzas de minerales del suelo.
2. El sauce contenía carbono del bióxido de carbono de la atmósfera y oxígeno de la misma. La presencia de carbono y oxígeno del aire como constituyentes del sauce refuta la conclusión de Van Helmont de que el agua es el "principio" de la vegetación. (105).

Así en 1699. John Woodward, en Inglaterra, llevó a cabo los primeros experimentos en que las plantas crecían sin suelo con las raíces sumergidas en agua. Observó que éstas sobrevivían durante algún tiempo creciendo en agua de lluvia, crecían mejor en agua del

río Támesis y aún mejor en un extracto acuoso de suelo. Como el crecimiento era proporcional a las impurezas que el agua contenía, Woodward concluyó que era la tierra, y no el agua, la base de la vegetación. (18).

En 1731, Jethro Tull de Oxford, Inglaterra, llegó a la conclusión de que el cultivo era uno de los elementos esenciales de las plantas en desarrollo y que el nitrógeno, el agua, el aire, el fuego y la tierra producían aumentos en el crecimiento de la planta. (105).

Durante los siglos XVII y XVIII, prevaleció la idea de que las plantas estaban formadas por una sola sustancia, pero hacia 1775 Francis Home postuló que probablemente el principio de la vegetación era múltiple. Agua, tierra, sales, aceite y fuego podrían ser los constituyentes de los vegetales. Este investigador realizó una serie de experimentos en tiestos, conducentes a medir los efectos de las distintas sustancias en el crecimiento de las plantas, y llevó a cabo análisis químicos en ellas.

Se llegó a pensar que las plantas tomaban directamente la materia orgánica del suelo la cual constituía su principal nutriente. Esta idea, en cierto modo, estaba corroborada por los análisis químicos que indicaban que plantas y humus contenían esencialmente los mismos elementos. También se creía que las plantas contenían fuego de un modo fijado, o "flogisto".

Joseph Priestley (1795), observó que las ramas de menta purificaban el aire, revertiendo el efecto de la respiración. Más tarde descubrió la existencia del oxígeno. Ingenhousz (1730-1799) demostró que la purificación del aire por las plantas tenían lugar sólo en presencia de la luz y Senebier (1742-1809), postuló que el incremento de peso del sauce de Van Helmont era debido al aire. (18).

A principios del siglo XIX, Theodore de Saussure demostró que las plantas al respirar absorbían oxígeno y liberaban CO_2 , y que además, en presencia de la luz, absorbían CO_2 y liberaban oxígeno; en ausencia de CO_2 las plantas morían.

De Saussure también, cultivó plantas en agua y en soluciones salinas diluidas, demostrando que en el primer caso apenas incrementaban su contenido en cenizas. Igualmente, demostró la necesidad de nitratos en el medio de cultivo. Además, estableció que

el suelo proporciona a las plantas cenizas y nitrógeno y que las membranas de las raíces no son meros filtros sino que permiten una entrada más rápida del agua que de las sales. También estableció que el carbono de las plantas procedía del aire, lo cual no fue aceptado inmediatamente por sus contemporáneos. (18).

A fines del siglo XIX, Jean Baptiste Boussingault, un químico francés, empleando las cuidadosas técnicas de De Saussure, inició los métodos de experimentación agrícola en parcelas en el campo. Pesaba y analizaba el estiércol que añadía a la tierra y hacía lo mismo con las cosechas que recolectaba. En sus hojas de balance, establecía los elementos nutritivos que procedían de la lluvia, los que procedían de suelo y los que derivaban del aire.

Por esta época Justus Von Liebig (1803-1873), prestigioso químico alemán, contribuyó a desterrar el mito del humus, estableciendo que:

1. La mayor parte del carbono en las plantas procede del CO_2 atmosférico.
2. El hidrógeno y el oxígeno proceden del aire y agua.
3. Los metales alcalinos se necesitan para neutralizar los ácidos que segregan las raíces de las plantas.
4. Los fosfatos se necesitan para la formación de las semillas y el potasio para el desarrollo de pastos y cereales.
5. Las plantas absorben del suelo indiscriminadamente, pero excrementan por sus raíces las sustancias que no necesitan.

Liebig pensaba que analizando las plantas y estudiando los elementos que contienen, se podría formular un conjunto de recomendaciones de abonado basadas en estos análisis. Desarrolló la ley del mínimo, que establece que el crecimiento de las plantas está limitado por el elemento presente en menor cantidad, aún cuando los demás estén presentes en cantidades apropiadas. Incluso llegó a fabricar el primer fertilizante inorgánico, que fue un completo fracaso. A pesar de esto, las contribuciones de Liebig para el avance de la agricultura fueron monumentales y se le considera como el padre de la química agrícola. (18).

En 1843, se estableció en Rothamsted (Inglaterra), la primera estación experimental agrícola, cuyos fundadores fueron J.B. Lawes y

J.H. Gilbert. Estos y sus colaboradores demostraron que no todos los principios de Liebig eran correctos y fundaron las bases de la experimentación agrícola moderna. Establecieron entre otros los siguientes puntos:

1. Las cosechas requieren fósforo y potasio, pero la composición de las cenizas no es una medida de los requerimientos minerales de las plantas.
2. Las plantas no leguminosas requieren un suministro de nitrógeno, además del de fósforo y potasio.
3. La fertilidad de los suelos puede mantenerse durante ciertos tiempos añadiendo fertilizantes químicos.

Por estas fechas, los fisiólogos vegetales Julius Sachs y W. Knop utilizando la técnica del cultivo de plantas en solución, fueron descubriendo algunos de los elementos esenciales para el desarrollo de las mismas. (18, 105).

Hacia 1870, V. V. Dokuchaev, en Rusia, descubrió un método de estudio de suelos en el campo, relativo al ambiente climático, fisiográfico y biótico. Aquel método fue la base de la morfología moderna de suelos, de la clasificación de los mismos y la planimetría.

En Alemania, durante los años de 1879 a 1898, Ewald Wollny dirigió una investigación sobre las relaciones entre suelo, planta, aire, agua, en cuanto influyen y son influidas por las propiedades físicas del suelo y la erosión. Por esta investigación, Wollny puede considerarse "el padre de la conservación moderna de suelos".

En 1899, F. H. King, de Wisconsin, publicó el primer libro de Física de la agricultura, basado en gran parte en su propio trabajo de investigación. (105).

e) Trabajos Similares

Escareño Rodríguez, C. (1971) en experimento sobre el efecto de niveles de fertilización nitrogenada y fosfórica en el cultivo de trigo, en la zona de Gral. Terán, N.L. (1970). Se probaron cuatro niveles de N (0, 50, 100, 150 kg N/ha) de fuente sulfato de amonio adicionando 50 kg P/ha fijos, así como cuatro niveles de P (0, 50,

5. 100 kg P/ha de la fuente superfosfato de calcio triple, adicionando con valor fijo de 100 kg N/ha). La variedad de trigo fue Lerma Rojo 64-A, sembrándose 13, 14 y 15 de diciembre de 1970. El fertilizante se aplicó al voleo. No se encontró respuesta significativa entre los diferentes niveles de "N" con 50 P para rendimiento de grano, porcentaje de proteína pura y relación paja; sin embargo, hubo una ligera tendencia a incrementar la relación grano/paja y porcentaje de proteína hasta el nivel de 150 kg N/ha. Los rendimientos de paja fueron significativos a un nivel de 100 kg N/ha, con 50 kg P/ha.

Respecto al "P" con 100 kg N/ha no hubo significancia sobre el rendimiento de grano, relación grano/paja ni el porcentaje de proteína; sin embargo, el rendimiento de paja fue significativa a 100 kg P/ha acompañado de 100 kg N/ha. (31).

Corral Garza, J. (1974) en experimento sobre fertilización de maíz de riego para grano en el municipio de Escobedo, N.L. (1969), probó cuatro niveles de N (0, 50, 100, 150 kg N/ha) tres de fósforo (0, 40 y 80 kg P/ha) y dos de K (0, 40 kg K/ha) sobre la variedad N.L. sintético precoz. No se encontró diferencia significativa sobre el rendimiento entre las diferentes fuentes y niveles de fertilización, considerándose que esto se debió a la reducida absorción de los elementos por las plantas lo que se reveló en la no diferencia de los mismos en el análisis foliar. El poco aprovechamiento de los materiales aplicados pudo haber sido a diferentes tipos de pérdidas, o insolubilización causadas por las propias características del suelo. (32).

Pineda Zúñiga, F.G. (1974), en investigación sobre fertilización de trigo para el municipio de Galeana, N.L. 1972, probó 11 tratamientos generados de combinaciones de cinco niveles de N de la fuente sulfato de amonio (33.5% N) (0, 40, 80, 120, 160 kg N/ha) y de fósforo de la fuente superfosfato de calcio triple (46% de P_2O_5) tres niveles (0, 50 y 80 kg P_2O_5 /ha) y dos niveles de K de la fuente cloruro de potasio (60% K_2O) a (0 y 40 kg k/ha). La aplicación del fertilizante fue al voleo, sobre la variedad Pelón colorado a una densidad de 120 kg/ha. No se encontró diferencia significativa en los rendimientos de grano, ni paja, ni en relación grano/paja para

los diferentes tratamientos. (77).

Camacho Galván, J. (1974) trabajó con fertilización en el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers.) en el municipio de Anáhuac, N.L. (1974), probando ocho tratamientos generados de cuatro niveles de N de (0, 50, 100, 150 kg N/ha) de la fuente 18-46-0 y cuatro niveles de "P" (0, 46, 96, 138 kg P/ha) de la fuente superfosfato de calcio triple (46% P_2O_5). El N faltante se suplementó con urea (46% N). La respuesta observa alta significancia de los tratamientos sobre el rendimiento, encontrándose el máximo con 100 kg N/ha siendo al mismo tiempo el óptimo. Para el P el óptimo fue a 46 kg P/ha acompañado de 100 kg N/ha. A 150 kg de N/ha ya no incrementó el tamaño de la panoja solo la altura de planta. Para el P a 46 kg de P/ha se incrementó la altura pero a 138 kg/ha el tamaño de panoja. (17).

Oria Ramos, P.R. (1975), probó el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada en el cultivo de trigo de riego en el ejido el pinto, municipio de Hualahuises, N.L. invierno (1971-1972), utilizando la variedad Lerma Rojo, bajo el diseño experimental bloques completos al azar. Como fuente de "N" se usó nitrato de amonio con cuatro niveles (0, 50, 100, 150 kg N/ha en presencia de 50 kg P/ha fijos) para P superfosfato de calcio triple (40% de P_2O_5) con cuatro niveles (0, 50, 75, 100 kg P/ha en adición de 100 kg de N/ha) y un testigo absoluto (00, 00). Los resultados reportan que existe efecto altamente significativo sobre el rendimiento de grano y paja de tal forma que a 50 kg N/ha se incrementó a 830 kg sobre el testigo. Para P solo no tuvo efecto sobre el testigo, pero en N sin P si tuvo respuesta significativo de 490 kg de grano sobre el testigo absoluto. En relación a paja el efecto del N fue hasta 100 kg/ha, generando un incremento de 2.82 ton/ha sobre el testigo. Para P la significancia se dio a 50 kg incrementando el rendimiento de 1.94 ton/ha de paja sobre el testigo. (70).

Huerta Flores, R. (1976), investigó la fertilización en girasol (*Helianthus annuus*), bajo cuatro niveles nitrogenados y fosfatados en la hacienda "la cáscara" municipio de Montemorelos, N.L. en el año de 1973. Los resultados no reflejaron diferencia significativa ni sobre el rendimiento, porcentaje de grasa ni en el porcentaje de proteína

del grano. (49).

Garza Garza, M.A. (1976), experimentó con fertilización nitrogenada y fosfórica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) de riego en el zona de Cadereyta Jiménez, N.L. (1972), en el rancho "Santa Isabel" km 12 Cadereyta-Allende, aplicó cinco niveles de N (0, 40, 80, 120, 160 kg N/ha de la fuente nitrato de amonio (33.5% de N) y tres niveles de "P" (0, 80, 120 kg P/ha de superfosfato de calcio triple (46% de P_2O_5), ninguna aplicación de k sobre la variedad NL-VS-1; aplicándose 1/3 de N y 100% de P a la siembra y las 2/3 partes de N a la primera escarda. Los resultados reflejan diferencia significativa de los niveles de N y P fijo de 40 kg/ha sobre el rendimiento, y altamente significativa a 80 kg/ha incrementó 844 kg/ha el rendimiento sobre el testigo mientras que 40 kg P/ha solo no reportó diferencia significativa sobre el rendimiento contra el testigo. (41).

Galicia González, S. (1978), prueba diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada en el cultivo de sorgo para grano (*Sorghum vulgare* P.) en la región de Gral. Escobedo, N.L. (1976), ciclo temprano 20 de marzo, usando la variedad Master 911, con 13 tratamientos seleccionados de un cuadrado doble, con cinco niveles de N (0, 40, 80, 120, 160 kg N/ha) y cinco niveles de P (0, 20, 40, 60, 80 kg P/ha). La respuesta revela que a 80 y 160 kg N/ha rindió 2,519 y 4,276 kg/ha más que el testigo. Con P a 40 y 120 kg/ha el incremento fue 140 y 214 kg/ha sobre el testigo. El tratamiento con mayor rendimiento fue (120-20-00) dando 2,769 kg/ha sobre el tratamiento (00, 00, 00). Con respecto a paja no se reportaron diferencias significativas entre tratamientos. (35).

Verastegui Chávez, J. (1980), experimentó fertilización entre dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a dos densidades de población, en General Terán, N.L. (1978), las variedades fueron (Citaño y Delicias) densidades (120,000 y 150,000 pl/ha) y (0 y 50 kg N/ha) y (0, y 50 kg P/ha) dentro de un bloque completos al azar, y arreglo de tratamientos factorial con confusión total de la interacción de alto orden. El experimento se efectuó en el ejido "La Purísima", ciclo tardío. Se encontró diferencia altamente significativa para todos los factores siendo los mejores (variedad

Citaño) densidad (150,000 pl/ha) y fertilizantes (50 kg N/ha y 50 kg P/ha). La interacción de 1^{er} orden variedad por densidad fue altamente significativo, y variedad por nitrógeno significativa; asimismo, hubo alta significancia para la interacción triple o de 2^{do} orden variedad por fósforo por nitrógeno (VPN). (111).

Villarreal Guajardo, A. (1980), en su experimento fertilización nitrógeno-fosfórico en el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare*), en el municipio de Gral. Bravo, N.L. (1978) se probaron cinco niveles de N (0, 40, 80, 120, 160 kg N/ha) usando como fuente urea (46% de N) y cinco niveles de P (0, 30, 60, 90, 120 kg P/ha) de fuente superfosfato de calcio triple (46% de P₂O₅) sobre la variedad "Master Gold" sembrada el 18 de marzo de 1980. a una densidad de 14 kg semilla/ha. Se fertilizó el 9 de abril con la mitad del N y todo el P y el 10 de mayo se aplicó el resto del "N" antes del 1^{er} riego de auxilio, aplicado en bandas. No se reportó diferencia significativa en las diferentes variables ni para factores individuales ni la interacción. (112).

Martínez Villarreal, M.A. (1980), probó el efecto de la fertilización nitrogenada en zacate estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) bajo condiciones de riego en el municipio de Villa de García (1979). Se probaron zacate estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y zacate bermuda (*Cynodon dactylon*) a cinco niveles de N (0, 40, 80, 120 y 160 kg de N/ha) siendo la fuente el sulfato de amonio (35.5 de N). No se expresó diferencia significativa sobre el rendimiento en los seis cortes pero si en el contenido de proteína contra el testigo (00-00-00). (62).

Mora Castillo, M.R. (1982), probó niveles de fertilización nitrogenada y tiempos de aplicación en el cultivo de maíz de riego para grano en el municipio de Marín, N.L. (1982), en un diseño bloques al azar dentro de parcelas divididas y probando cuatro niveles de N (0, 50, 100, 150 kg N/ha y 40 kg P fijo) de fuente nitrato de amonio y superfosfato simple, con tres tiempos de aplicación de N (1/3 - 2/3), (1/2, 1/2) y (1/3, 1/3, 1/3), en la siembra, escarda y floración. No hubo efecto de los niveles de N sobre el rendimiento. Si hubo diferencia significativa sobre el porcentaje de N total después de 64 días de la germinación por los

niveles de N aplicado, no hubo respuesta para los tiempos de aplicación. La no respuesta muy probablemente se debió a la no asimilación del elemento debido a pérdidas por volatilización. (6⁷).

Alcántara Tellez, A.S. (1983), trabajó con dosis de fertilización nitrogenada bajo diferentes densidades de siembra en el cultivo de trigo (*Triticum vulgare*) sembrados en surcos (1981), campo experimental de Marín, N.L. sobre un diseño bloques al azar, dentro de parcelas divididas colocando cuatro niveles de N factor b en parcelas chicas (0, 60, 120 y 180 kg N/ha) de fuente nitrato de amonio (33% N) y con fósforo constante a 40 kg P/ha de fuente superfosfato de calcio triple (46% P) en parcela grande densidades (120, 140, 160 y 180 kg semilla /ha), se sembró del 13 al 27 de diciembre 1981, a chorrillo y doble hilera sobre el lomo del surco, usando la variedad Paron F-76; el 50% de N se aplicó a la siembra y el resto al final de amacollamiento, y todo el P a siembra. No se presentó diferencia significativa de los factores ni de la interacción sobre el rendimiento y variables estudiadas. La no respuesta se puede atribuir a altas temperaturas durante el ciclo y volatilización del N, así como maduración acelerada del cultivo. (4).

Gallegos Valenzuela, I. (1984), probó fertilización nitrogenada y densidad de población en el cultivo de sorgo para grano (*Sorghum vulgare* Pers.), en Marín, N.L. (1984) en el campo experimental de Marín, N.L. utilizándose el híbrido de cruce simple "Asgrow Topaz", bajo un diseño bloques incompletos al azar con arreglo en parcelas divididas. Dentro de parcela grande se acomodó niveles de densidad (150,000; 190,000, 230,000 y 270,000) en parcela chica dosis de "N" (0, 50, 100 y 150 kg N/ha de fuente nitrato de amonio 33.5% de N) usando 50 kg de P/ha constante de fuente superfosfato simple con el (20% de P_2O_5) aplicándose el 50% de N y total de P a la siembra y el resto de N al aporque. Se midieron las variables; rendimiento de grano, altura final de la planta, altura de hoja bandera, altura a la excreción diámetro de la parte media del tallo, longitud de la panoja, longitud de excreción área foliar y contenido de P en la hoja media. No se encontró respuesta sobre ninguna de las variables por los diferentes niveles de "N" ni por densidades. Solo se presentó

respuesta significativa para materia seca de forraje por el factor densidades, presentándose el mejor rendimiento a 270.000 plts/ha con 150 kg N/ha con una producción de 9,209 kg/ha. (36).

Caballero Delgado, C.H. y J.L. Pérez Tello (1986), trabajó en fertilización con nitrógeno y fósforo en presencia de algunos micronutrientes en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) bajo riego en Marín, N.L. (1985), se probaron cinco niveles de nitrógeno (00, 90, 100, 120 y 140 kg N/ha aplicando urea) y cuatro de fósforo (0, 40, 50 y 70 kg P/ha) de superfosfato de calcio triple (46%), todo en presencia o ausencia de zinc, fierro, y magnesio, de un producto comercial (fenziquel) que contiene 1.9% de Fe metálico, 1.2% de Zn metálico 0.3% de Mg metálico, 0.03% de boro y 0.4 g/l de fitohormona, que se recomienda 1/100 l de agua/ha. Esto se aplicó bajo un diseño bloque al azar con arreglo en parcelas divididas, colocando en parcela grande dos niveles de micronutrientes (ausencia y presencia) y en parcela chica niveles de "N" (00, 90, 100, 120, 140 kg N/ha) fuente urea 46% y cuatro de "P" (00, 40, 50 y 70 kg P/ha) y superfosfato de calcio triple (46%), con tres aplicaciones foliares a partir de la floración por semana de fitohormona a 1/3 de N a la siembra y "P" total y el resto de N al aporque. No se encontró diferencia significativa de los tratamientos sobre las variables número de plantas por parcela útil, plantas totales, materia seca y rendimiento. El análisis foliar no detectó diferencia significativa del contenido de N, Mg, Fe, lo que indica que el N absorbido por las plantas fue igual. Sin embargo, si hubo diferencia significativa por "P" y Zn" en parcelas grandes siendo las medias máximas de "P" (2,257.19 y 2,251.17 ppm) y las medias de Zn (20.74 y 16.82 ppm) en presencia y ausencia de micronutrientes respectivamente. El fierro y zinc no ayudaron a incrementar el potencial nutritivo de la planta. (16).

Durón Alonso, A. (1987), en fertilización nitrogenada al suelo y follaje en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Marín, N.L. (1983), ciclo primavera-verano, bajo un diseño bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, con modalidades de aplicación en parcela grande (100% aplicación al suelo y 50% foliar con 50% al suelo y 100% foliar) y en parcela chica niveles de "N" y

"P" (0, 25, 50, 75, 100 kg de N y P). El P se aplicó el 100% a los 35 días de siembra, así como el 100% de N al suelo para 50% de N suelo igual que el P y el resto foliar a los 43 días de emergencia a concentración constante del 6% (6 kg de N para 100 l de agua). Los resultados reflejan diferencia significativa entre las formas de aplicación parcela grande sobre el rendimiento pero no para los niveles o formulación parcela chica. Tampoco hubo efecto de la interacción. (30).

Molina Guel, G. (1988), experimentó el efecto de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosfórica en la producción y calidad de bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) variedad "Eclipse L-303" en el municipio de Marín, N.L. (1985-1986), ciclo otoño-invierno, evaluándose el peso y diámetro del bulbo, utilizándose un diseño bloques incompletos al azar, con arreglo de tratamientos de acuerdo a la matriz plan Puebla 1, se probaron cuatro niveles de "N" de fuente urea (46% N) (0, 75, 150, 225 kg N/ha) y cuatro de "P" de fuente superfosfato de calcio triple (46% P) (00, 40, 80 y 120 kg P/ha) dando un total de ocho tratamientos y aplicando la mitad de N y todo el P al momento de trasplante y la otra mitad a la formación del bulbo. No hubo diferencia significativa de los tratamientos sobre el rendimiento y demás variables. El no aprovechamiento de los elementos es muy probable sea debido a la pérdida por volatilización del "N" y a la insolubilización y fijación del P, por condiciones favorables para ello de el suelo y clima durante la aplicación y desarrollo del cultivo. (66).

Acosta Díaz, D. (1989), investigó fertilización nitrogenada y fosfórica en la variedad Ranchero de maíz (*Zea mays* L.) ciclo P-V de (1987) en el municipio de Marín, N.L. para lo cual utilizó un bloque al azar en parcelas divididas, acomodando en parcela grande épocas de aplicación (a la siembra, 40 días después, floración) y en parcela chica 3 dosis de N (0, 150 y 200 kg N/ha) con urea como fuente (45% N). No hubo efecto significativo de los tratamientos para rendimiento y otras variables solo significancia para diámetro de mazorca, número de hileras, e índice de grano. La no respuesta probable puede ser por pérdidas del "N" por volatilización debido a altas T°. (1).

Serrato Torres, C. (1989), en su trabajo fertilización nitrogenada en la variedad Tecmon-1 de girasol (*Helianthus annuus* L.) usó un diseño bloques al azar con parcelas divididas, colocando en parcela grande época de aplicación (siembra, 40 días después, floración) y en parcela chica tres niveles de "N" (0, 150, 200 kg N/ha) de fuente urea 46% N). No se observó diferencia significativa de ningún factor individual ni la interacción sobre el rendimiento y demás variable, encontrándose significancia solo para número de semillas por capítulo. La no respuesta a la fertilización es muy probable a pérdidas del N por volatilización, desnitrificación o inmovilización a causa de las temperaturas y características del suelo de la región. (101).

Corona López, M. (1989), evaluó la respuesta a la fertilización de dos variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de doble propósito bajo condiciones de riego y temporal en Marín, N.L. (1988), ciclo primavera-verano. El experimento de riego dentro de bloques al azar en arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones y seis tratamientos: en parcela grande dos variedades (SPV-475(V1) y SPV-351(V2) en parcela chica tres niveles de "N" (0, 80 y 120 kg N/ha) de fuente urea (46% N), aplicando 25% a siembra y 75% al 1^{er} cultivo. Experimento 2 temporal diseño bloques al azar con cinco repeticiones y cuatro tratamientos originados de dos variedades y dos niveles de "N" (0 y 80 kg N/ha) aplicado al 1^{er} cultivo. Los objetivos fueron evaluar rendimiento en grano y forraje (fresco y seco) de las variedades al nitrógeno y el contenido y absorción de macro y micronutrientes en grano y forraje en ambos experimentos. Resultados riego no hubo respuesta significativa sobre el rendimiento por efecto de fertilización, solo entre variedades siendo la más rendidora en grano SPV-475. El cultivo tuvo deficiencia de N, P, Zn y contenido normal de Mg, Mn, Cu y exceso de K. Se observaron diferencias entre la absorción de nutrientes P, Mg, Zn a diferentes niveles de "N" en riego, teniendo mayor absorción a 80 kg N/ha y en el nivel de 120 kg N/ha se absorbió más zinc. En temporal se observaron diferencias significativas en la absorción de P y N en grano y forraje. (21).

Sánchez Alejo, E.J. (1989), estudió la dinámica de la urea y sulfato de amonio en suelos calcáreos del estado de N.L. utilizando

el "N" de éstas fuentes en tres dosis (0, 150, 300) Mg de Ng^{-1} de suelo) en laboratorio sobre tres suelos calcáreos de N.L. provenientes de sitios (Allende) y C.A.E.-Marín y de Ancón de Río de ambos municipios, trabajó en cinco fases: hidrólisis de la urea, fijación de amonio, nitrificación de los fertilizantes, volatilización del amoníaco y ensayo de invernadero. Para hidrólisis de urea se aplicó 0, 150 y 300 mg^{-1} de N g^{-1} de suelo se observó uno, dos, cuatro y ocho días. Para fijación, volatilización de amonio, y nitrificación de fertilizante se usaron dosis de (0, 75, 150 Mg de Ng^{-1}) uno, dos y cuatro semanas después de aplicación. En ensayo de invernadero se aplicaron (0, 75 y 150 Mg de Ng^{-1}) durante de urea y sulfato de amonio, sobre cultivo de sorgo (LES 88 R), manteniendo el suelo a 80% de C.C. capacidad de campo y temperatura promedio de 20°C. Resultados: se encontró que los suelos hidrolizan rápidamente la urea, con valor máximo a 48 h. Los dos suelos presentan capacidad de fijar un porcentaje considerable de las dosis de "N" aplicados. En el ensayo de invernadero el rendimiento de M.S. de sorgo se restringió por efecto toxicidad salina, debido a acumulación de amoníaco que reduce la transformación de NH_4 a N-NO_3 . Las plantas toleran salinidad a 75 ppm de N por ajuste osmótico pero 150 ppm resultan tóxicos. Así el rendimiento de sorgo puede incrementar a dosis (≤ 75 ppm de N) de sulfato de amonio y urea con prácticas de manejo que reduzca el efecto tóxico de amonio acumulado sobre las bacterias nitrificantes. (93).

Rodríguez Márquez, J. (1990), probó niveles de fertilización en avena (*Avena sativa* L.) en el campo experimental de ITESM en Apodaca N.L. bajo un diseño bloques al azar en parcelas divididas, colocando en parcela grande niveles de N y en chica cortes. Variables a medir: peso verde y M.S. días de corte, tamaño de planta al corte. Conclusión: no hubo diferencia significativa de la fertilización sobre las variables en los dos cortes de avena. (88).

Gaytán Bazaldúa, H. (1990), en trabajo de fertilización nitrogenada foliar y al suelo y fosfatada al suelo para maíz (*Zea mays* L.) en Marín, N.L. (1988) ciclo otoño-invierno, usándose el diseño bloques al azar en parcelas divididas acomodando en PG modalidades de aplicación (todo al suelo; 50% suelo y 50% foliar) y

en PCH formulaciones (0, 25, 50 y 75 kg N/ha y para P = 0, 30, 60, 90 kg/ha) generados del plan Puebla 1. Las aplicaciones al suelo fueron a los 66 días de siembra, y al follaje fueron al 6% = 6 kg/100 l agua. Los resultados fueron significativos para formulaciones sobre las variables número de elotes de segunda clase, y peso de elotes sin espata. Para modos de aplicación hubo significancia para la variable peso de forraje verde. Para las demás variables no hubo efecto de modalidades ni de formulaciones (42).

García González, G. (1991), investigó el efecto de la densidad de población y de la fertilización nitrogenada sobre el comportamiento y calidad del forraje de Mijo perla [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke] y sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) bajo riego durante el otoño (1988) dentro de un diseño bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con tres densidades en P.G. (100,000, 175,000 y 250,000) y en P.Ch. un factorial 4 x 2 (cuatro genotipos por dos niveles de N; 0 y 100 kg N/ha). Resultados: 1) No hubo diferencia significativa sobre el rendimiento de forraje por las diferentes densidades pero sí sobre la calidad ya que a > densidad disminuye lignina y fibra. 2) No hubo respuesta de la fertilización sobre el rendimiento de forraje verde o seco. (39).

Díaz Hernández, R. (1991), investigó el efecto del azufre sobre la nitrificación de los fertilizantes nitrogenados en suelos de Marín, N.L. (1991). La hidrólisis de la urea provocada por el pH alcalino de los suelos calcáreos de Marín es la limitante más importante de los cultivos para "N" proveniente de esta fuente una de las medidas para solucionar este problema es la aplicación de azufre para retardar la hidrólisis de la urea o en su defecto el uso de fertilizantes de residuos ácido como sulfato y nitrato de amonio. Se probaron tres fuentes de N (urea, sulfato, nitrato de amonio) con 0 y 20 meq de S/100 g suelo a 80% de C.C. capacidad de campo a T° ambiente, durante 4, 8 y 16 días. La mayor acidez se produjo con sulfato y azufre por formación de sales con el carbonato de calcio. El efecto ácido retardó la hidrólisis de la urea de 36 a 96 hr, aumentando la permanencia del $N-NH_4^+$ en el suelo. La permanencia fue en orden sulfato de amonio-urea-nitrato de amonio en presencia de azufre. En resumen la nitrificación de las fuentes de "N" fue menor

en presencia de azufre porque ésta inhibe la formación de NO_3 . (29)

Albalate y de Alba, J.F. (1992), probó el efecto del azufre sobre el nitrógeno fertilizante en suelos calcáreos de Marín, N.L. (1992). La rápida hidrólisis de la urea provocada por altas concentraciones de carbonatos de calcio, provoca pH alcalinos generando baja disponibilidad de nutrientes para plantas "N". Se probaron por una, dos y cuatro semanas dosis (0, 20, 160 y 320 meq S/100 g de suelo de Marín, sobre rendimiento de sorgo. Las fuentes fertilizantes (sin N, urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio en dosis de 0 y 150 kg N/ha) y 20 meq S/100 g de suelo sobre rendimiento de sorgo forrajero. Se encontró que a 20 meq S/100 g de suelo reduce el pH a neutralidad en dos semanas. El mayor rendimiento de M.S. y productividad se logró con urea independientemente de aplicación de azufre o no. (3).

De todas estas referencias bibliográficas es evidente que en todos los casos en que la fertilización nitrogenada y fosfórica no reportaron efectos significativos influyen algunos factores como son: pérdidas por volatilización del "N" (suelos alcalinos, calientes y secos), fijación del N, hidrólisis (toxicidad) en suelos calcáreos de las fuentes nitrificantes amoniacaes (urea, sulfato y nitrato de amonio), nitrificación de fertilizantes (pérdidas por lixiviación) y desnitrificación (suelos calientes y encharcados).[®]

Para el P las limitantes son su poca movilidad, que se torne no disponible al invertirse o fijarse como fosfatos de Ca, Fe o Al, y que del fósforo aplicado solo se aprovechan del 25 a 30% .

Para nuestro trabajo específico fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego, y con riego limitado el suelo cuenta con pH cercano a las neutralidad, ligeramente alcalino, tuvimos H° adecuada para riego y faltante para riego limitado. Con T° promedio altas propias para el desarrollo del cultivo pero que generan una evaporación mucho mayor que el agua precipitada durante el ciclo. El suelo no es salino, ni calcáreo, con contenido de N (medio), fósforo (alto) y potasio (muy rico). El agua de riego fue de salinidad media, baja en sodio.

III. MATERIALES Y METODOS

A. DESCRIPCION DE LA ZONA EXPERIMENTAL

1. Localización

El presente trabajo de fertilización nitrogenada y fosfórica en la variedad de maíz criollo (blanco olote colorado) tanto en riego como con riego limitado se llevó a efecto en el ejido San Rafael municipio de Linares, N.L., ubicado en las coordenadas siguientes: 24° 48' de latitud norte, y 99° 34' longitud oeste, a una altura de 394 msnm. Esta zona de influencia forma parte de la región fisiográfica "Llanura Costera del Golfo" muy cerca e influenciada por la región de la Sierra Madre Oriental, y asimismo, de las ocho regiones económicas de México integra la no VII noreste (Nuevo León y Tamaulipas) y dentro del estado de Nuevo León (N.L.), se ubica en la región IV sureste citrícola, siendo el municipio de Linares el mayor productor de maíz y frijol así como ganadero de la región (32, 59, 95).

2. Clima

En base a la ubicación de la zona experimental, se ubica dentro de la zona templada, pero considerando sus coordenadas, altura y precipitación media anual, ubicación dentro de la región fisiográfica llanura costera del Golfo pero muy influenciada por la región de la Sierra Madre Oriental se considera el clima de tipo [(A) C] semicálido (templado cálido) que predomina en las partes aledañas al margen oriente de la Sierra Madre Oriental según la clasificación de Köppen (32, 59, 116).

3. Humedad

En base a el clima de la región de influencia semicálido [(A) C] es más húmedo que los climas secos y menos caluroso también, por lo que las lluvias son más abundantes que dichos climas, fluctuando

entre 700 y 1,200 mm, de precipitación anual, con un promedio cerca de los 1,000 mm, así de acuerdo a la estación meteorológica de la SARH ubicada en el ejido Vista Hermosa, anexo al ejido San Rafael reportó 938 mm de lluvia durante 1984. La vegetación es de arbustos que prácticamente, cubren el suelo de las regiones donde se presenta. Linares queda dentro de la distrito de temporal No. 1 en Nuevo León, y a su vez dentro de la segunda unidad dentro del dicho distrito con jefatura en Linares. (67, 68, 70, 74).

4. Suelo

El suelo es de color gris oscuro (seco) y gris muy obscuro (húmedo) su reacción (relación-suelo-agua 1:2) pH 7.40 ligeramente alcalino. Su textura es arcillosa con una relación (arcilla 54.68, limo 28.00 y arena 17.32%), un contenido de materia orgánica con 3-10% (rico), de nitrógeno total 0.155 (mediano) y de fósforo aprovechable 122.7 ppm (muy alto) y de potasio aprovechable 462.09 kg/ha (extremadamente rico), con respuesta a sales solubles totales posee de conductividad eléctrica 1.0 mmhos/cm a 25°C por lo que es (no salino), por el contenido de carbonatos, no es un suelo calcáreo pues posee solo 0.5% de ellos, libre de fijación de P por compuestos cálcicos. (Cuadro 36).

El agua utilizada para el riego de este suelo posee la siguiente características: una conductividad eléctrica de ($CEX10^6$ a 25°C) de 750.0 por lo que se considera de salinidad media, con pH (7.1), Ca 6.0 me/l, Mg 1.2 me/l, Na 0.3 me/l, K - me/l, suma de cationes 7.5 me/l, CO_3 0.0 me/l, HCO_3 0.6 me/l, Cl 0.75 me/l (buena), SO_4 6.10 me/l, NO_3 - me/l, suma de cationes 7.5 me/l, S.E. salinidad efectiva 1.5 me/l (buena), SP salinidad potencial 3.8 me/l (condicionada), RAS relación adsorción sodio 0.15 me/l (baja en sodio), CSR carbonato de sodio residual 0.0 me/l (buena), PSP porcentaje de sodio probable 20.0 me/l (bueno), S en ppm -, clasificación C_2S_1 (agua de salinidad media, baja en sodio). (Cuadro 37). (38, 53, 105).

B. MATERIALES

1. Variedad

Para esta investigación se utilizó una variedad criolla propia de la región llamada (maíz blanco olote colorado) de ciclo intermedio. En una muestra de 20 mazorcas se encontró que tres, son de olote colorado lo que da un 15% del total, característica que le da su nombre. El grueso del olote varió de 2.5 cm a 3.6 cm con un promedio de 3.14 cm, grueso de la mazorca fluctuó de 4.5 cm a 5.6 cm con una media de 5.14 cm, el número de carreras comprendió de 10 (2), 12 (10), 14 (7), 16 (1) dominando la moda de 12 carreras. El número de granos por carrera cambió de 32-37 por par de carreras hasta 50-49. La longitud total de la mazorca varió de 14.5 cm mínimo, hasta un máximo de 22.5 cm con un promedio de 17.72 cm. Para efecto de desgrane de la mazorca se presentaron suaves, correosas y muy correosas y en cuanto a dureza del grano hubo mazorcas de grano suaves, intermedios y duros. El color dominante del grano es blanco. Con respecto al peso de la mazorca se muestrearon 10 mazorcas dando un peso global de 2.5 kilos en mazorca correspondiendo al peso del olote a .5 kg equivalente a un 20% del total y el resto al grano e igual a 2.0 kg dando el 80% del global. El número de granos por mazorca varió de 444 a 672. El peso de 100 granos de semillas (plano grande, medio y chico) fue igual a 25 g, mientras que de 100 granos de bola grande y bola chica, solo pesó 10 g.

2. Fertilizantes

Como fertilizante nitrogenado se utilizó urea (46% N) y como fuente fosfórica superfosfato de calcio triple (46% P_2O_5). (20, 38, 105).

3. Otros Materiales

Aquí se consideran todos aquellos materiales necesarios para preparar el terreno, diseñar el experimento, siembra, riego.

deshierbes, control de plagas toma de datos, etiquetado, riego, cosecha, desgranado y evaluación, como son: tractor, rastra, teodolito azadones, machete, rozadera (hoz), botes (usados como salero), etiquetas, cal, pintura, madera, pinceles, cinta de medir metálica, arado y cultivadora de tracción animal, máquina para desgranar, hilo, cámara, insecticida, libreta de campo, lápiz, romana o balanza, estacas con la identificación de los tratamientos y su respectivas repeticiones, tanto para riego como para riego limitado.

C. METODOS

1 Dimensiones del Area Experimental

La unidad experimental (parcela) se integró de seis surcos de 76 m de ancho por 10 m de largo, por lo que el área total se obtiene multiplicando el ancho de parcela ($76 \text{ cm} \times 6 = 4.56 \text{ m}$) por largo $10 \text{ m} = 45.6 \text{ m}^2$ de área de parcela total. Para parcela útil se elimina 1 m de cabecera para quitar el "efecto de borde", y dos surcos laterales uno de cada lado para eliminar el "efecto de orilla" quedando cuatro surcos de 76 cm de ancho (3.04 m) por 8 m de largo que da igual a (24.32 m^2) de "parcela útil". Cada bloque se integra por 10 parcelas de 45.6 m^2 dando una superficie de bloque de 456 m^2 y total de bloques igual $456 \text{ m}^2 \times 4$ repeticiones = $1,824 \text{ m}^2$ más cabeceras laterales igual a $45 \times 2 = 90 \text{ m}^2$ así como el área de regaderas o andadores igual a 45.6×5 dando una superficie de 228.00 m^2 por lo tanto el total de experimento de riego es equivalente a $1,824 \text{ m}^2$ bloques + 90 m^2 de cabecera + 228.00 m^2 de andadores o regaderas da un total de = $2,142 \text{ m}^2$ de superficie experimental para el experimento de riego lo que se acerca a un cuarto de ha. Las dimensiones para el experimento de temporal son exactamente iguales lo que da un total para los dos experimentos de $4,284 \text{ m}^2$. (Figura 1 y 25). (19, 25, 61, 72, 80).

2. Croquis del Experimento

El trabajo experimental se integra de dos experimentos donde

cada uno de ellos conlleva cuatro bloques (repeticiones) perpendiculares a la fuente de variación (pendiente) en orientación de oriente a poniente, y conformados por 10 unidades experimentales (tratamientos) cada uno lo que da un global de 40 observaciones en cada experimento. Los croquis de los experimentos lo podemos observar en las Figuras 1 y 25. (19, 25, 61, 72, 80).

3. Tratamientos y Diseño Experimental (Modelo)

a) Los tratamientos. Surgen de un arreglo factorial simétrico 4 x 4 donde el factor A es (N) con cuatro niveles (00, 70, 140, 210 kg N/ha), y el factor B es (P) con cuatro niveles (00, 30, 60, 90 kg de P_2O_5 /ha). Las combinaciones de los niveles de los dos factores producen el arreglo de tratamientos o factorial igual a 16 combinaciones (tratamientos) que son: (19, 25, 61, 72, 80).

Tratamientos	(N)	P_2O_5	Probados	Tratamientos	(N)	P_2O_5	Probados
1	00	00	(9) ¹	9	140	00	()
2	00	30	(1)	10	140	30	(5)
3	00	60	-	11	140	60	(6)
4	00	90	-	12	140	90	(7)
5	70	00	(2)	13	210	00	-
6	70	30	(3)	14	210	30	-
7	70	60	(4)	15	210	60	(8)
8	70	90	-	16	210	90	(10) ¹

¹ Tratamientos adicionados a la matriz Plan Puebla original.

De estas combinaciones de acuerdo con el diseño o arreglo especial o superficie de repuesta (Matriz Plan Puebla 1) para dos factores nos determina ocho tratamientos de la superficie de respuesta a la que agregamos dos combinaciones con los mínimos y máximos de los niveles de los factores probados dando un total de 10 tratamientos que fueron ensayados en el campo. (45, 63, 90, 107, 108, 110, 114, 119).

De tal forma que los tratamientos probados en el campo para el experimento 1 fueron los siguientes:

Tratamiento	N	P	Tratamiento	N	P
1	00	30	6	140	60
2	70	00	7	140	90
3	70	30	8	210	60
4	70	60	9 ¹	00	00
5	140	30	10 ¹	210	90

¹ Tratamientos adicionados a la matriz Plan Puebla original.

Para el experimento 2 o de "riego limitado" se probaron los mismos factores A igual a (N) con cuatro niveles pero ahora con (00, 40, 80, 120 kg N/ha) y para el factor B o P los mismos niveles de riego (00, 30, 60, 90 kg P₂O₅/ha) la superficie de respuesta de Plan Puebla 1 para dos factores nos da ocho tratamientos más las dos combinaciones con niveles mínimos y máximos de los factores de tal forma que los 10 tratamientos probados fueron los siguientes:

Tratamiento	N	P	Tratamiento	N	P
1	00	30	6	80	60
2	40	00	7	80	90
3	40	30	8	120	60
4	40	60	9	00	00
5	80	30	10	120	90

b) Diseño Experimental (modelo estadístico). Estos tratamientos se probaron para los dos experimentos dentro de un diseño básico experimental "bloques completos al azar" con un total de cuatro repeticiones (bloques) dando un global de 40 observaciones o unidades experimentales en todo el experimento. El uso de bloques se justifica por diferencias de pendientes de norte a sur dentro del área de la prueba por lo que se optó por elegir el bloqueo como una técnica estadística para disminuir el error por pendiente (bloqueando en forma perpendicular a la fuente de variación).

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde: $i = 1, 2, \dots, t = 10$ $E_{ij} \sim NI(0, \sigma^2)$

$j = 1, 2, \dots, r = 4$

$tr = 40$ observaciones (unidades experimentales)

- Y_{ij} = Es el efecto de la observación asociada al i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque.
- μ = Es el verdadero efecto medio o la media general.
- T_i = Es el verdadero efecto del i -ésimo tratamiento.
- B_j = Es el verdadero efecto del j -ésimo bloque.
- E_{ij} = Es el verdadero efecto del error experimental asociado a la unidad experimental que recibe el i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque.

Los tratamientos fueron distribuidos completamente al azar (aleatorizados) dentro de cada bloque (repetición), con el propósito de evitar errores sistemáticos, quedando distribuidos en la forma como lo muestra el croquis de los experimentos en las Figuras 1 y 25. (19, 25, 61, 63, 72, 80).

El modelo para análisis de covarianza en bloques completos al azar es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \delta(X_{ij} - \bar{X}) + E_{ij}$$

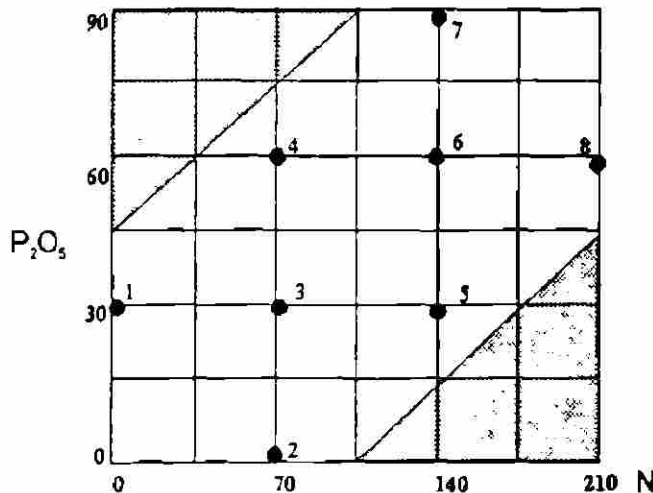
Donde todos los componentes ya fueron descritos y el modelo de regresión es:

δ = Coeficiente de regresión asociado a la covariable

X_{ij} = Observación de la covariable en trat- i y Rep- j .

\bar{X} = Media de las observaciones de la covariable X . (19, 25, 61, 63, 72, 80).

c. La superficie de respuesta. Para el Plan Puebla 1 para dos factores con N y P es la siguiente:



El modelo para el Plan Puebla 1 para dos factores:

$$Y_i = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{12} X_1 X_2 + E_i$$

Donde: $Y_i =$ En el valor observado i-esima unidad experimental para la variable estudiada

$B_0 =$ Media general

X_1 y $X_2 =$ Son las dosis de los factores N y P

B_j (B_1 , B_2) = Es el coeficiente de regresión que representa el efecto lineal del factor j; [B_1 (N), B_2 (P)]

B_{jj} (B_{11} , B_{22}) = Es el coeficiente de regresión que representa el efecto cuadrático del factor j; [B_1 (N), B_2 (P)]

$B_{jj'}$ (B_{12}) = Es el efecto de la interacción entre j diferente j' los factores j ($B_1 = N$) y j' ($B_2 = P$) (45, 63, 90, 107, 108, 110, 114, 119).

D. DESARROLLO DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

1. Preparación del Terreno

Se llevaron a efecto dos rastreos un mes y quince días antes de la siembra así como el surcado del terreno para efectuar el riego de presiembra (seis días antes de la misma) que fue el día 28 de junio de 1984. Por otra parte los días 30 de junio y 10 de julio hicimos el levantamiento topográfico para determinar el porcentaje dependiente así como la orientación de la misma, lo que nos permitió determinar el diseño experimental básico y la orientación del riego.

2. Siembra y Aclareo

Esta se llevó a efecto los días 4 y 5 de julio de 1984, con arado de tracción animal y a tubo. Para los días 9 y 10 de julio se presentó agujero del maíz y para el 11 y 12 se tuvo el 100% de brotación del cultivo. Bajo estas condiciones los días 16 y 17 cuadré los experimentos determinando la distribución de los mismos,

su bloqueo y los tratamientos correspondientes. Asimismo, se efectuó el aclareo de plantas procurando evitar 2, 3 o 4 plantas por punto.

3. Fertilización y Riegos

La fertilización razón de la prueba experimental se efectuó el día 17 de julio con 30% para N y 100% para el P en el experimento 1 de riego, para riego limitado se aplicó en la misma fecha con el 100% de N y 100% P las fuentes fertilizantes fueron: urea para N (46% N) y superfosfato de calcio triple (46% P) así para los niveles de N/ha y P/ha se necesitaron las siguientes cantidades de fertilizantes en el experimento de riego:

Niveles	Kg de fertilizante (urea)	Niveles de P	Kg fertilizante (SPCaT)
00 kg N/ha	00 kg F/ha	00 kg P ₂ O ₅	00 kg F/ha
70 kg N/ha	152.17 kg F/ha	30 kg P ₂ O ₅	65.21 kg F/ha
140 kg N/ha	304.34 kg F/ha	60 kg P ₂ O ₅	130.43 kg F/ha
210 kg N/ha	453.52 kg F/ha	90 kg P ₂ O ₅	195.65 kg F/ha

La segunda parte de fertilización nitrogenada se aplicó el 5 de agosto después del primer riego de auxilio.

Para el experimento de riego limitado cambiaron los niveles de nitrógeno (00, 40, 80, 120 kg N/ha) y para fósforo fueron los mismos. (18, 20, 34, 38, 55, 79, 105).

Niveles	Kg de fertilizante (urea)	Niveles de P	Kg fertilizante (SPCaT)
00 kg N/ha	00 kg F/ha	00 kg P ₂ O ₅	00 kg F/ha
40 kg N/ha	86.95 kg F/ha	30 kg P ₂ O ₅	65.21 kg F/ha
80 kg N/ha	173.91 kg F/ha	60 kg P ₂ O ₅	130.43 kg F/ha
120 kg N/ha	260.86 kg F/ha	90 kg P ₂ O ₅	195.15 kg F/ha

Los riegos fueron uno de presiembra (28 de junio), el primer riego de auxilio (2 de agosto), otro de riego de auxilio para el desarrollo vegetativo (28 de agosto), en prefloración (23 de septiembre) y llenado de grano 10 de octubre, mientras que para riego limitado solo un riego para el desarrollo vegetativo (17 de agosto) y otro en floración (3 de octubre) dos riegos menos que en experimento de riego para evitar pérdida total de la prueba experimental ya que el temporal fue difícil. De acuerdo al reporte meteorológico de la SARH estación (Vista Hermosa) ubicado cerca del

area experimental, durante el mes de julio hubo una precipitación de (60 mm), agosto (104 mm), septiembre (267 mm) y octubre (16 mm) lo que da un total de 447 mm de precipitación durante el ciclo pero se dio la siguiente evaporación: julio (166.76 mm), agosto (191.73 mm), septiembre (134.03 mm) y octubre (89.90 mm), que da un total de 582.42 mm evaporados (Cuadro 38) lo que refleja un faltante con respecto a el agua precipitada de 220.9 lo que implica que el ciclo fue difícil y requería riego para llegar al rendimiento o producción de grano.

4. Labores de Cultivo

Antes de la primera labor cultural (escarda) se efectuó una limpia manual y con azadón de malas hierbas por surco y entre surcos los días 24 y 25 de julio de 1994, efectuándose después de esto el primer cultivo (escarda o cultivada) a través de una cultivadora de tracción animal, durante los días 28 y 29 de julio, labor de cultivo que sirvió para facilitar el primer riego de auxilio que fue el 2 de agosto. La segunda labor cultural fue el aporque desarrollado con arado o suipe con el propósito de remover el suelo, romper capilaridad, facilitar el riego y captación de agua de lluvia, eliminar nuevas malas hierbas, arropar la planta realizándose entre los 80 cm altura promedio los días 20 y 21 de agosto.

5. Plagas y Enfermedades

Durante el desarrollo de cultivo se manifestaron varias plagas, así durante la primera etapa de desarrollo vegetativo se presentó una fuerte infestación de gusano cogollero que tuvo que ser controlado con aplicación de insecticida (Aprocon 3-5-40 y DDT) por el método del salero, aplicando directamente al cogollo del vegetal durante los días 18 y 19 de julio la primera aplicación y repitiéndose el 28 y 29 del mismo mes. Otras plagas fueron gusano medidor, algo de trips, pulgones, trozador de la hoja, barrenador del tallo, y sobre fruto gusano elotero, plagas cuyo efecto sobre el cultivo no fue significativo. Asimismo, se tuvo ataque de aves en este caso por

cuervos y urracas que sí perjudicó de un 3% a 7% a pesar de tratar de controlar el ataque con espantapájaros y una persona que cuidó el cultivo. Algo de elote se perdió por robo.

Con respecto a enfermedades sólo se manifestó en algunas plantas carbón de la espiga y en muy pocas carbón común o huitlacoche, pero no fueron problemas de importancia.

E. TOMA DE DATOS

Para tomar datos base que permite evaluar las variables experimentales consideradas, se efectuaron tres muestreos para altura de planta y número de hojas (completas e incompletas) el 11 y 12 de agosto, 29 y 30 de agosto y 23 de septiembre midiendo 10 plantas por unidad experimental (cuatro altas, tres intermedias y tres bajas) todas con competencia completa. Por otra parte, en área folear se efectuó un muestreo el 23 de septiembre evaluando tres plantas por parcela útil de competencia completa a las que se le midió largo y ancho de todas sus hojas, ya con el área folear completa puesto que desde el muestreo 2 ya se había iniciado la floración de las primeras plantas. Finalmente, para las variables total de hojas secas 3, total de hojas completas 3, hojas arriba de la mazorca 3, hojas abajo de la mazorca 3, número de mazorca 3, se efectuó los días 22 y 23 de septiembre. Para rendimiento económico y rendimiento biológico se cosechó toda la parcela útil contando el total de plantas de la misma así como el número con mazorca y sin mazorca, determinando el número de plantas atacadas por cuervos y urracas. Posteriormente el día 17 de noviembre se pesó el manojito completo planta y mazorca correspondiente a cada tratamiento para cada repetición, obteniendo los valores para el rendimiento biológico 3, y paja 3 y para rendimiento económico se pesó exclusivamente el grano, la mazorca y el elote obteniendo datos para las variables peso de mazorca 4, peso de elote 4 y peso de grano 4. Cabe agregar que para todos los muestreos se tomó en cuenta el número de plantas por parcela útil ya que siempre existió diferencia de número de plantas tanto en parcela útil como en parcela total por lo que esta fuente de variación fue considerado como covariable para efectuar análisis de covarianza, así

como para peso de grano 4, peso de olote 4 y peso de mazorca 4 se consideró como covariable el número de mazorcas por parcela útil.

F. COSECHA

La cosecha se llevó a efecto durante los días 4, 5 y 6 de noviembre, tumbándose el maíz con hoz y/o rozadera y machete de la parte correspondiente de la parcela útil, manejando todas las plantas y etiquetándolas, se recogieron y se dejaron secar hasta un 14% de humedad del grano, pesándose el manojito completo para rendimiento biológico el 18 de noviembre, posteriormente el día siguiente se pisaron los manojos de cada tratamiento, y se desgranaron con desgranadora manual, obteniendo el grano para rendimiento económico. El rastrojo se enmonó una parte y otra se engavilló. Además, el forraje y grano restante del experimento se cosechó de la misma forma.

G. VARIABLES EXPERIMENTALES Y ANALISIS ESTADISTICO

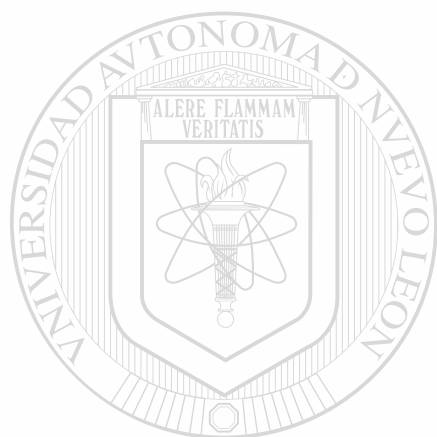
En base a los muestreos tomados y datos obtenidos las variables experimentales evaluadas fueron:

1. Rendimiento biológico.
2. Rendimiento económico.
3. Altura de la planta. (1, 2 y 3).
4. Area foliar 3.
5. Número de hojas secas 3.
6. Número de hojas completas. (1, 2 y 3).
7. Número de hojas incompletas (1 y 2).
8. Número de mazorcas 4.
9. Número de hojas arriba de la mazorca 3.
10. Número de hojas abajo de la mazorca 3.
11. Optimo económico.
12. Optimo fisiológico.

El análisis estadístico, se llevó a efecto a través de una análisis de covarianza para cada una de las variables sobre la base del diseño básico bloques al azar, tomando como covariable el número de plantas

por parcela experimental útil durante los muestreos 1, 2 y 3, y para muestreo 4 se usó como covariable número de mazorcas por parcela útil. En los casos donde existió efecto de tratamientos se hizo comparación de medias con prueba de rango múltiple Sheffe por ser la más apropiada para análisis de covarianza en las variables significativas.

Para el óptimo económico de la variable peso de grano 4 en riego se utilizó el modelo para superficie de respuesta Plan Puebla 1, para dos factores N, P, considerando las combinaciones del factorial probadas en el campo. (10, 19, 25, 61, 63, 72, 80).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A EXPERIMENTO DE RIEGO

1. Resultados

De acuerdo a los resultados observados en el Cuadro 1 los estadísticos descriptivos de cada variable nos muestran lo siguiente: La covariable 1 (número de plantas por parcela útil durante el primer muestreo 11 y 12 de agosto a los 38 días después de la siembra), mostró un mínimo de 54, un máximo de 189, con un rango de 135, una media de 104 y desviación estándar (S) de 32.32 y un coeficiente de variación (C.V.) de 30.99%. La covariable 2 (número de plantas por parcela útil muestreo 2, 29 y 30 de agosto a los 56 días después de la siembra), evaluó como valor mínimo 50, máximo 176, un rango de 126, media de 95.55, S de 28.91 y C.V. 30.25%. Para la covariable 3 (número de plantas por parcela útil muestreo 3, durante 22 y 23 de septiembre a los 80 días de la siembra), se reportó un mínimo de 28, máximo 132, rango de 104, media de 70.75, S 21.68 y C.V. de 30.64%. Asimismo, la covariable 4 (número de mazorcas por parcela útil, muestreo 4, efectuado el 17 de noviembre a los 135 días después de la siembra), presentó un valor mínimo de 21, máximo 90, rango de 69, media de 51, S de 16.55 y C.V. de 32.45%.

Por otra parte las variables mostraron lo siguiente: altura 1 presentó valor mínimo de 33.4 cm, máximo de 50.50 cm, rango 17.10 cm, media 43.40 cm, S de 4.55 cm y un C.V. de 10.54%. hojas completas 1 valor mínimo 7.70, máximo 11.30, rango 3.60, media 9.24, S de .72, C.V. de 7.84%. hojas incompletas 1, tuvo como valor mínimo 4.70, máximo 6.60, un rango de 1.90, media 5.74, S de 0.37 y C.V. de 6.46%. Altura 2, un mínimo de 83 cm, máximo 145 cm, rango de 62 cm, media de 123, S de 16 y C.V. 12.60%. Hojas completas 2, manifestó un mínimo de 9.60, máximo de 15.40, rango 6.30, media 13.17, S de 1.21 y C.V. de 9.16%. Para hojas incompletas 2, el mínimo fue de 7.00, máximo 10.10, rango 3.10, media 8.89, S de 0.75 y C.V. de 8.45%. Para altura 3, se dio un mínimo de 192, máximo 299, rango

107, media 227, S de 19 y C.V. de 8.34%. Hojas completas 3, mostró un mínimo de 11.30, valor máximo 14.30, rango 3.00, media 12.99, S de 0.78 y C.V. de 6.00%. Para hojas secas 3 valor mínimo 1.30, máximo 4.50, rango 0.32, media 2.43, S de 0.98 y C.V. de 40.40%. Hojas abajo de la mazorca 3, el valor mínimo fue 3.00, valor máximo 8.00, rango 5.00, media 6.64. S de 0.90 y C.V. de 13.52%. Hojas arriba de la mazorca 3, valor mínimo 4.10, valor máximo 5.40, rango 1.30, media 4.89, S de 0.29 y C.V. de 5.87%. Número de mazorcas 3 (por planta), valor mínimo 1.00, máximo 1.70, rango 0.70, media 1.25, S de 0.18 y C.V. de 14.02%. Area foliar 3, valor mínimo 3,417.30, valor máximo 7,186.86, rango 3,769.30, media 5,511.63, S de 799.39 y C.V. de 14.50%. Paja 3, valor mínimo 2.93, valor máximo 9.60, rango 6.67, media 6.84, S de 1.57, C.V. de 22.94%. Rendimiento biológico 3, valor mínimo 6.33, valor máximo 18.31, rango 11.98, media 12.91, S de 3.20, C.V. de 24.81%. Peso de mazorca 4, valor mínimo 2.00, valor máximo 9.90, rango 7.90, media 6.14, S de 2.02, C.V. de 32.83%. Peso de olote 4, expresó un mínimo de 0.40, máximo de 2.75, rango 2.35, media 1.28, S de 0.52 y C.V. de 40.71%. Peso de grano 4, valor mínimo 1.55, valor máximo 7.95, rango 6.40, media 4.87, S de 1.61 y C.V. de 33.03%.

Con respecto a las variables consideradas como covariables (número de plantas 1, 2, 3 y número de mazorcas 4) fue disminuyendo tanto el valor mínimo, máximo, rango, media y S conservándose el C.V. de 30.99 a 32.45% para las mismas. Para las demás variables las que tuvieron un C.V. mayor a 30% fueron hojas secas 3, con 40.40%, peso de mazorca 4 con 32.83, peso de olote 40.71% y peso de grano 33.03, y todas las demás entre 5 y 25% de C.V.

Con respecto al análisis de covarianza dentro del diseño Bloques Completos al Azar para cada una de las variables estudiadas, los resultados revelan lo siguiente: Para las variables correspondientes al muestreo 1 (Cuadros 2, 3) la variable altura 1 mostró alta significancia para el diseño (bloques), presentando un C.V. de 8.60% y R^2 de 55.58%, así como efecto significativo de bloques para hojas completas 1, que tuvo un C.V. de 7.27% y R^2 de 42.67%. Para hojas incompletas 1, también hubo efecto significativo para el bloqueo con un C.V. de 6.21% y R^2 de 40.77%.

Durante el segundo muestreo se consideró como covariable 2 (número de plantas por parcela útil) siendo los resultados los siguientes: altura 2 solo mostró efecto significativo para bloque, con un C.V. de 11.78% y R^2 de 42.37%. Hojas completas 2, mostró alta significancia para el diseño y efecto significativo para tratamientos con C.V. de 6.48% y R^2 de 66.63%, siendo la mejor media para tratamientos de acuerdo a las 45 combinaciones de pares de medias ajustadas por covarianza de acuerdo a su error estándar el tratamiento 8, 6 y 7, y las mas bajas los tratamientos (2, 9 y 4) (Cuadro 9). Hojas incompletas 2, presentó significancia para el diseño y para tratamientos, el C.V. es 6.97% y R^2 54.63% (Cuadros 2 y 4). La mejor media de tratamientos de acuerdo a las 45 combinaciones de pares de medias de tratamientos ajustados por covarianza fueron tratamiento 6, 8 y 7 y las medias mas bajas son el tratamiento 2 y 9 (Cuadro 10).

Con respecto al análisis para el tercer muestreo considerando como covariable 3 (número de plantas por parcela útil) los resultados se pueden observar (Cuadros 2, 5 y 6) las variables que no mostraron efecto estadísticamente significativo para ninguno de los componentes del modelo (covariable 3, bloques y tratamiento) fueron altura 3, hojas completas 3, hojas abajo de la mazorca 3, hojas arriba de la mazorca 3, y área foliar 3. Hojas secas 3, presentó alta significancia para el bloqueo y significancia para la covariable 3, su C.V. fue de 28.71% y R^2 de 66.30%. Número de mazorcas 3 fue la única que manifestó significancia para tratamientos en este muestreo. Aquí la mejor media de tratamientos de acuerdo a las 45 combinaciones de pares de medias ajustadas por covarianza de acuerdo con su respectivo error estándar son el tratamiento 7, 5 y 8 y las mas bajas los tratamientos 10 y 9 (Cuadro 11). El C.V. es de 11.61 y R^2 es de 54.75%. Paja 3 tuvo efecto significativo para la covariable 3, mostrando un C.V. de 16.96% y R^2 63.57%. Rendimiento biológico 3 mostró significancia para la covariable 3 mostrando un C.V. de 21.16% y R^2 de 51.49%.

Con respecto al muestreo 4 donde la covariable 4 fue (número de mazorcas por parcela útil) (Cuadros 2 y 7) los resultados fueron: para peso de mazorca 4 hubo alta significancia de la covariable 4 con

C.V. 22.22% y R^2 de 69.46%. Peso de olote 4 presentó alta significancia de la covariable 4 con C.V. de 31.27% y R^2 de 60.61% y peso de grano 4 presenta efecto altamente significativo para la covariable 4 con C.V. de 23.34% y R^2 de 66.69%.

Para la misma variable peso de grano 4 presenta efecto significativo a través de análisis de covarianza múltiple donde se consideran como covariables: covariable 3, (número de plantas por parcela útil al tercer muestreo (Cuadro 8), covariable 4 (número de mazorcas por parcela útil muestreo 4) y covariable 44 (número de mazorcas al cuadrado), donde la comparación de medias por las 45 combinaciones de pares de medias ajustadas por covarianza con su respectivo error estándar, siendo las mejores medias de tratamientos 8 y 6 y la media mas baja es 9 (Cuadro 12), denotando un C.V. de 20.18% y R^2 de 77.04%.

Las correlaciones entre las 22 variables se presentan en el (Cuadro 13), y las correlaciones con un grado de asociación igual o mayor a 50% (Cuadro 14), siendo para paja 3 con C3 .609, C2 .579, PG4 .657, PO4 .517, PM4 .657, RB3 .865. Para RB3 con C44 .623, C4 .666, C3 .513, PG4 .822, PO4 .773, PM4 .934, Para PM4 con C44 .631, C4 .686, PG4 .984, PO4 .837, Para PO4 con C44 .544, C4 .592, PG4 .727. Para PG4 con C44 .616, C4 .669.

2. Discusión

En base a los componentes del modelo se puede resumir lo siguiente; con respecto a las covariables: Muestreo 1, covariable 1, ninguna de las variables presentó significancia (Cuadro 3). En el muestreo 2, covariable 2, ninguna de las variables presentó significancia (Cuadro 4). Durante el tercer muestreo, la covariable 3, presentó efecto significativo para las variables hojas secas 3, Paja 3 y rendimiento biológico 3 (Cuadros 5 y 6). Durante el cuarto muestreo, Covariable 4, demostró alta significancia para las variables peso de mazorca 4, peso de olote 4 y peso de grano 4 (Cuadro 7). Para covarianza múltiple (covariables 3, 4 y 44) hay efecto significativo de la covariable 44 y altamente significativo para la covariable 4, para la variable peso de grano 4 (Cuadro 8).

Con respecto al Diseño (bloques) durante el muestreo 1, hubo alta significancia para altura 1 y solo efecto significativo para hojas completas 1 y hojas incompletas 1 (Cuadro 3). Durante el segundo muestreo, reportaron alta significancia para el bloqueo hojas completas 2 y significancia altura 2 y hojas incompletas 2 (Cuadro 4). Al tercer muestreo solo una variable presentó alta significancia para el diseño que fue hojas secas 3 (Cuadros 5 y 6). Asimismo durante el cuarto muestreo no se reportó para ninguna variable y en análisis de covarianza múltiple tampoco (Cuadros 7 y 8).

El componente del modelo referente a tratamientos nos reflejó lo siguiente: al primer muestreo no reporta significancia para ninguna variable (Cuadro 3), durante el segundo muestreo existe significancia para las variables hojas completas 2 y hojas incompletas 2 (Cuadro 4), durante el tercer muestreo expresó significancia estadística la variable número de mazorcas 3 (Cuadros 5 y 6) asimismo ninguna variable manifestó significancia durante el muestreo 4 (Cuadro 7) pero en análisis de covarianza múltiple (covariable 3, covariable 4 y covariable 44) se presentó significancia de la variable peso de grano 4, durante el mismo muestreo (Cuadro 8).

Para las variables que tuvieron significancia estadística por tratamientos durante el segundo muestreo, hojas completas 2 y hojas incompletas 2 (Cuadro 4) no tuvieron efecto de la covariable 2 (número de plantas por parcela útil) pero si del bloqueo (diseño) con alta significancia para la primera, con significancia para la segunda, lo que puede reflejarnos que estas son variables más influenciadas genéticamente que por interacción con el número de plantas, sin embargo parece ser interactua mas con la disponibilidad de H° y nutrientes muy relacionado con el diseño utilizado Bloqueo que trataba de amortiguar la diferencia de pendiente. Cabe considerar que aparentemente estas variables no influyeron fuertemente sobre las variables del rendimiento biológico o económico.

Para la variable número de mazorca 3 (Cuadro 6) no fue afectada por la covariable 3 ni por el bloqueo pues no fueron significativas, pero tal parece ser que ni esta variable influyó sobre rendimiento biológico y económico del cultivo, ya que ni paja 3, peso de mazorca

4, peso de olote 4 ni peso de grano 4 reportaron significancia estadística, con covarianza simple.

No obstante al considerar las covariables 3, 4 y 44 en forma conjunta si se logró manifestar efecto de los tratamientos sobre la variable de peso de grano 4 (rendimiento económico), siendo de interés observar que para las 4 variables con efecto significativo sobre los tratamientos el que mostró la diferencia estadística para todas ellas es el tratamiento 9 (00, 00) con niveles bajos o ausencia de fertilizante nitrogenado y fosfórico, mientras que los tratamientos restantes quedan con igualdad de respuesta estadística donde cada una de ellas si contenían algún nivel de la fertilización nitrogenada (70, 140, 210) o fosfórica (30, 60, 90) o una combinación de ambos, o se expresa diferencia contra los tratamientos con niveles más bajos (Cuadros, 9, 10, 11 y 12).

Algunas de las razones por las cuales no se manifestó diferencia estadística en las demás variables estudiadas (14) así como una mayor respuesta para las que si fueron significativas pudieran ser las siguientes:

- Que el análisis químico del suelo del área experimental reveló un contenido de "N" total de 0.155% (media) y de fósforo aprovechable 122.7 ppm (muy alto) y de potasio aprovechable 462.09 kg (extremadamente rico). Lo que nos indica que no existía deficiencia propiamente dicha para la producción del cultivo en esta área experimental (Cuadro 36).
- La forma de aplicación del producto fertilizante (directo al suelo en bandas y cubierto con azadón) no es la más adecuada ya que para el N (urea) debe aplicarse a un mínimo de 15 cm de profundidad en bandas y a un mínimo de 10 cm de la semilla o raíces. Lo anterior con el propósito de evitar las pérdidas por evaporación del amonio, al hidrolizarse la urea, puesto que el promedio de T° diaria durante el ciclo fue mayor a 24°C (Cuadro 38).
- Otras pérdidas pudieron haber sido para el "N" por lavado de nitratos (lixiviación) después de la nitrificación durante cada riego con humedad mayor a C.C.
- Algunas pérdidas menores se pueden dar por desnitrificación con

- El suelo mayor a C.C. y a T° altas por ser suelo arcilloso, volatilizadas que podrían ir de un 5 a un 10% en forma de vapor (amonio).
- Otra alternativa de pérdida pequeña sería la parte del amonio que se fija en las micelas arcillosas.
 - Con respecto al fósforo, del área del suelo. las raíces solo entran en contacto del 1 a 3% de la misma. por lo que, el no distribuir el P en el área arable disminuye significativamente la posibilidad de ser aprovechado.
 - Su forma de aplicación en bandas con azadón no es la más adecuada, ya que por su poca movilidad debería aplicarse con arado de reja o disco para una mayor distribución dentro del perfil del suelo lo que daría un mayor contacto con las raíces ya que tanto experimentalmente como agrícolamente se puede efectuar.
 - En general los cultivos solo recuperan del 25 al 30% del fósforo aplicado por fertilización, de residuos orgánicos, o de los minerales del suelo, quedando el P residual disponible para los cultivos de los siguientes ciclos.
 - Algo del P es retrogradado o fijado en los suelos arcillosos, caso particular de la zona experimental.

De todo lo expuesto se observa que existen varios factores que limitan el aprovechamiento adecuado de la fertilización Nitrogenada y Fosfórica, a los que se puede agregar la densidad de población la cuál debe ser (adecuada u óptima para el maíz) puesto que el exceso de población reduce el beneficio de la fertilización, debido a que exceso de competencia reduce el tamaño de la mazorca y el largo y ancho de la hoja, disminuye el área foliar, menor concentración de CO_2 y mayor competencia por luz, lo que repercute en una caída en la producción de fotosintetizados y por lo tanto en el rendimiento biológico y económico.

Para el caso particular de esta investigación los valores mínimos, máximos, y media de cada una de las 4 covariables consideradas para (4 muestreos) presentaron una tendencia a disminuir del 1° al 4° muestreo para éstos estadísticos descriptivos, de tal manera que durante la primera muestra el valor mínimo fue de 54

pltas/p.u., lo que daría un total de 28,203 pltas/ha, mientras que el máximo tuvo 189 pltas/p.u., lo que es equivalente a 77,713 pltas/ha, el valor medio fue de 135 pltas/p.u. equivale a 42,886 pltas/ha. Justo al segundo muestreo el mínimo correspondió a 50 pltas/p.u., que corresponderían a 20,559 pltas/ha, el máximo de 176 pltas/p.u. daría 72,367 pltas/ha, su media con 95.5 pltas/p.u., proporcionan 39,288.24 pltas/ha. Con la misma tendencia el tercer muestreo presenta un mínimo de 28 pltas/p.u. lo que da 11,513.04 pltas/ha, el máximo fue de 132 pltas/p.u. generando 54,275.76 pltas/ha y la media de 70.75 pltas/p.u. generando una población de 29,090.90 pltas/ha y finalmente para el muestreo 4, sobre número de mazorcas por parcela útil disminuye aún más, de tal modo que el valor mínimo fue de 21 mazorcas/p.u. dando un total de 8,634.78 mazorcas/ha, el máximo de 90 mazorcas/p.u. generando 37,006.2 mazorcas/ha y para la media de 51 mazorcas/p.u. producirá 20,970.18 mazorcas/ha. Tomando en consideración que la población adecuada para este experimento debió haber sido de 52,640 pltas/ha (valor que se obtiene de multiplicar número de surcos de 76 cm = 131.6 por número de plantas por surco = 400 a 25 cm entre planta), lo que nos muestra que para ninguno de los 3 muestreos logramos tener la densidad óptima ni con el valor medio, solo con el máximo y mucho menos en el 4 muestreo para mazorcas muy por debajo del óptimo. De esto se puede inferir que el factor más limitativo para la no observancia de respuesta positiva a la fertilización sobre todo para las variables del tercero. y cuarto muestreo que son componentes del rendimiento biológico y económico, lo que implica que el área experimental esta siendo subutilizado puesto que densidades bajas permiten o facilitan pérdidas de H° del suelo por falta de sombreado del cultivo, así como pérdidas de nutrientes por volatilización del "N" en forma de amonio en los momentos de hidrólisis de la Urea o desnitrificación, así como mayor competencia por aparición de malezas. Por otra parte existió una competencia desleal entre planta ya que no hubo equidistancia entre las mismas debido a siembra manual a tubo. Todo esto conlleva a que existe un desperdicio de superficie del suelo, humedad y de fertilidad, por lo que es de gran importancia regular la dosis óptimas del maíz que fluctuaron de 45,000 a 55,000 pltas/ha dependiendo de la variedad, ciclo de cultivo, características del

suelo, disponibilidad de agua, condiciones climáticas, tecnología de cultivo y propósito de la producción.

Es de importancia aclarar que con respecto a las características del suelo (Cuadro 36) como color (negro), textura (arcillosa), estructura (granular), pH (ligeramente alcalino 7.4), suelo no calcáreo, ni salino, así como del agua de riego (Cuadro 37) que tuvo salinidad (media) y baja en sodio, no fueron limitantes para el aprovechamiento de los nutrientes de N y P incorporadas en la fertilización. Sin embargo, las condiciones climáticas (T° y H° relativa) (Cuadro 38) del ambiente y el suelo, así como la disponibilidad o no de agua, interactuaron creando un ambiente adecuado para las diferentes pérdidas de N ya mencionadas.

Aunado a lo anterior es de gran importancia señalar la tendencia de los valores estadísticos observados en los Cuadros y Figuras correspondientes para cada una de las variables que presentaron efecto significativo y en particular para la variable peso de grano 4, donde se puede detectar como el factor "N" sigue una tendencia lineal es decir, no hay efecto cuadrático o no se rompe la linealidad, lo que nos orienta en que el óptimo para la producción de maíz lo podemos encontrar por el nivel mas alto de N 210 kg N/ha o por encima de él (Cuadro 15, 16, 17, 18, 19 y Figura 19). Sin embargo para el factor P los resultados estadísticos observados en los (Cuadros 15, 16, 17, 18, 19), así como la (Figura 20) nos revelan una tendencia lineal y tendencia cuadrática en los niveles intermedios bajo y alto 30 y 60 kg de P/ha, lo que nos indica que por ahí podría estar el óptimo fisiológico y para 30 kg/ha el óptimo económico de este nutriente, todo esto siempre y cuando acompañemos la fertilización con las demás tecnologías adecuadas que hagan que este se aproveche plenamente.

Por lo tanto en el modelo no detectamos ningún efecto en la interacción del N con el P, lo que implica que bajo las condiciones en que se desarrolló el presente experimento la presencia de uno con respecto al otro no modificó la respuesta producida individualmente por cada factor.

El modelo que considera el efecto de los bloques (tres variables

Dummy o de engaño), el efecto lineal del "N", el efecto lineal y cuadrático de P, así como el efecto de la covariable 3, la covariable 4 y la covariable 44 es el siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \alpha_1 D_{1i} + \alpha_2 D_{2i} + \alpha_3 D_{3i} + \beta_i N_i + \beta_1 P_i + \beta_{21} P_i^2 + \delta_1 X_{3i} + \delta_2 X_{4i} + \delta_{22} X_{4i}^2 + E_i. \quad i = 1, \dots, 40$$

$$E_i \sim NI(0, \sigma^2)$$

observándose los resultados del modelo en el Cuadro 15, variables Dummy ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$), covariables ($\delta_1, \delta_2, \delta_{22}$).

Para el caso donde se ignora el efecto de los bloques (variables Dummy) el modelo sería (Cuadro 16):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 N_i + \beta_2 P_i + \beta_{21} P_i^2 + \delta_1 X_{3i} + \delta_2 X_{4i} + \delta_{22} X_{4i}^2 + E_i$$

$$i = 1, \dots, 40$$

$$E_i \sim NI(0, \sigma^2)$$

Es de importancia aclarar que el modelo completo (con las variables Dummy) nos representa la variabilidad puntual para cada uno de los tres bloques específicos de la zona experimental, sin embargo el modelo que no incluye las Dummy, representa la opción mas adecuada para condiciones generales de la zona de influencia para el área experimental.

Por otra parte, considerándose el modelo completo que explica el rendimiento en grano así como su coeficiente específico y valores, mínimo, intermedios (bajo y alto) y máximo, (Cuadros 17, 18, 19 y 21) nos permiten elaborar las (Figuras 19, 20, 21 y 22) que indican la respuesta individual del Nitrógeno y Fósforo, así como conjunta para predecir el rendimiento de grano. Además, en el Cuadro 20 incisos a, b y c, podemos observar la tendencia de los efectos tanto del N, P_2O_5 , individual y en conjunto así como la densidad.

Asimismo, se llevó a efecto el análisis cluster con agrupamiento de las variables Paja 3, rendimiento biológico 3 y las covariables 3 y 4, así como con el agrupamiento peso de mazorca 4, peso de olote 4, peso de grano 4 y las covariables 3 y 4, apoyado en el método (Wold's de mínima varianza). Sin embargo, para nuestro caso particular no tiene mucho sentido práctico su aplicación que solo formaría 2 grupos finales de tratamientos de mayor acercamiento por su respuesta según la variable considerada.

3. Análisis Económico

Los costos de producción por unidad de superficie (Ha) para el cultivo de maíz criollo variedad blanco olote colorado a precios actuales mayo de 1995 calculado con costos muy conservadores y mínimos, es el siguiente:

Labor	Costo
Rastra	N\$ 90.00
Siembra	N\$ 90.00
Cultivada	N\$ 70.00
Aporque	N\$ 70.00
5 riegos	N\$100.00
Control de plaga (cogollero)	N\$ 50.00
Cosecha (combinada)	N\$130.00
Semilla (15 kg)	<u>N\$ 15.00</u>
Total	N\$635.00

A estos costos se le agrega el monto correspondiente a la fertilización, lo que dependerá de la cantidad de N y de P_2O_5 aplicado.

El precio actual para el fertilizante Urea es de N\$2.00/kg. en sacos de 50 kilos y de N\$1.40 si se compra una tonelada. sin embargo para el superfosfato de calcio triple el monto es de N\$2.00 por kg de fertilizante independientemente de la cantidad comprada.

Así el valor de 70 kg de N/ha se obtiene calculando la cantidad de fertilizante para dicha dosis, ya que cada kilo de Urea posee 46% N o sea que por cada 100 kg de fertilizante se obtienen 46 kg de N. Por lo tanto para 70 kg N/ha se requieren aplicar 152.17 kg de fertilizante/ha, lo que se obtiene por una regla de tres simple.

$$100 \text{ kg de Urea} = 46 \text{ kg N}$$

$$; \text{ kg de fertilizante} = 70 \text{ kg N}$$

$$70 \times 100 \div 46 = 152.17 \text{ kg fertilizante/ha}$$

Este valor solo se multiplica por 2 o 3 para obtener el monto para 140 kg N/ha y 210 kg N/ha. Asimismo cada cantidad de fertilizante se multiplica por N\$1.40 que es el costo por kg. Así los costos de fertilizante nitrogenado son los siguientes:

70 kg N/ha	=	152.17 kg fert/ha	=	N\$213.04
140 kg N/ha	=	304.34 kg fert/ha	=	N\$426.08
210 kg N/ha	=	456.51 kg fert/ha	=	N\$639.11

Para el caso del fósforo se calcula de la misma forma, ya que cada 100 kg de superfosfato de calcio triple contiene 46% de P_2O_5 , de modo que para obtener 30 kg de P_2O_5 se requiere aplicar la fórmula de la regla de tres simple que dice:

100 kg de superfosfato de calcio triple	=	46 kg de P_2O_5
kg de fertilizante son	=	30 kg de P_2O_5
100 x 30 ÷ 46	=	65.22 kg fert/ha

El valor obtenido se multiplica por dos y tres para obtener las cantidades de fertilizante correspondientes a 60 y 90 kg P_2O_5 . Los cuales a su vez se multiplicaran por el costo unitario del fertilizante igual a N\$2.00, obteniendo los costos por nivel de fósforo de la forma siguiente:

30 kg P_2O_5 /ha	=	65.22 kg fert/ha	=	N\$130.44
60 kg P_2O_5 /ha	=	130.44 kg fert/ha	=	N\$260.88
90 kg P_2O_5 /ha	=	195.66 kg fert/ha	=	N\$391.32

De tal manera que los costos globales brutos de producción del maíz se obtienen agregando al costo fijo el valor correspondiente a la cantidad y al tipo de fertilizante. Para la determinación de las ganancias o pérdidas de la producción se determina el rendimiento y los ingresos obtenidos de él a lo que se le restan los gastos de producción cuya diferencia nos indicará el monto de las pérdidas o ganancias brutas. Estos resultados de rendimiento, ingresos, costos de producción y pérdida o ganancia bruta se observan en el (Cuadro 22); así como el óptimo fisiológico y económico se expresan en las Figuras 23 y 24 respectivamente.

Los ingresos se obtienen multiplicando el rendimiento por el precio por kg de maíz actual que corresponde a 82 centavos. A ésta entrada de dinero se puede agregar como ingreso fijo la cantidad de N\$400.00 por unidad de superficie para el cultivo de maíz actualmente para aquellos agricultores inscritos a Procampo. Por otra parte se podría incluir lo correspondiente a 40 pacas de pastura de maíz después de la cosecha, lo que correspondería a otro ingreso de N\$300.00/ha lo que se vende o en su defecto se incorpora como materia

organica al suelo o sirve de alimento para los animales del agricultor.

B EXPERIMENTO EN RIEGO LIMITADO

1. Resultados

En base a los resultados expresados en el (Cuadro 23) los estadísticos descriptivos de las 40 observaciones para cada una de las variables nos indican lo siguiente: Así para la covariable 1 (número de plantas por parcela útil al primer muestreo, 11 y 12 de agosto a los 38 días después de la siembra), presentó un mínimo de 43 pltas/p.u. 184 máximo, con un rango de 141, una media 98.59 y una S de 34.93 con un C.V. de 35.34. La covariable 2 (número de plantas por parcela útil al segundo muestreo, con fecha 29 y 30 de agosto a los 56 días después de la siembra), reveló como valor mínimo 41 plantas, máximo 162 y un rango de 121, su media fue de 90.2 y su S de 30.7 con un C.V. de 34.03%. Para la Covariable 3 (número de plantas por parcela útil al tercer muestreo, durante 22 y 23 de septiembre a los 80 días de la siembra), se tuvo un mínimo de 32 pltas/p.u. un máximo de 125, un rango de 93.0 y una media 68.60 con una S de 24.04 y C.V. igual a 35.04%. Para la Covariable 4 (número de mazorcas por parcela útil al cuarto muestreo, efectuado el 17 de noviembre a los 135 días después de la siembra), se presentó un mínimo de 21 mazorcas/p.u., un máximo de 100, rango 79, media 49.3, S de 18.10 y un C.V. de 36.71%.

Por otra parte, las variables evaluadas muestran lo siguiente: para el primer muestreo la variable altura 1 expresó un mínimo 28.10 cm, un máximo de 56.50, rango de 28.40, media 40.50, S de 5.71 y C.V. igual a 14.09%. hojas completas 1 presentó un valor mínimo de 7.10, máximo de 10.30, rango 3.20, media 9.19, S de 0.74 y C.V. de 8.05%. Para hojas incompletas 1 expresó un mínimo de 4.4 hojas, máximo 6.4, rango de 2.0, media de 5.6, S de 0.48 y C.V. de 8.51%. Con respecto al segundo muestreo las variables mostraron lo siguiente: Altura 2 presentó un mínimo de 67.5 cm, máximo 136.6, rango de 69.1, media de 102.0, S de 15.4 y C.V. de 15.07% hojas completas 2 dio como mínimo 10.2 hojas, máximo de 14.70, un rango de 4.5, media de 13.14, S de

0.88 y C.V. de 6.72%. Hojas incompletas 2 mostró un mínimo de 6.8 hojas, máximo 10.4, rango de 3.6, media de 8.55, S de 0.82 y C.V. de 9.58%. Durante el tercer. muestreo los resultados fueron: para altura 3 un mínimo de 160.5 cm, máximo de 242.0, rango de 82, media de 206.0, S de 15.0 y C.V. de 7.10%. Hojas completas 3 dio como valor mínimo 11.0 hojas, máximo 14.0, rango 3.0, media de 12.77, S de 0.75 y C.V. igual a 5.86%. Para hojas secas 3 el mínimo fue de 1.20, máximo 4.50, rango de 3.30, media 2.21, S de 0.70 y C.V. de 31.70%. Hojas abajo de la mazorca 3, tuvo un mínimo de 5.31, máximo de 7.60, rango de 2.30, media 6.64, S de 0.54 y C.V. igual a 8.09%. Hojas arriba de la mazorca 3, rindió como mínimo 4.00, máximo 5.40, rango 1.40, media 4.79, S de 0.30 y C.V. de 6.29%. Número de mazorcas 3, produjo como mínimo 1.0, máximo 1.90, rango 0.90, media 1.33, S de 0.23 y C.V. de 17.18%. Area foliar 3 presentó un mínimo de 2,500.80 cm², máximo 6,631.90, rango 4,131.10, media 4,932.92, S de 837.86 y C.V. equivalente a 16.90%. Paja 3, mostró un valor mínimo de 2.70 kg, máximo de 8.20, rango 5.50, media 5.83, S de 1.32 y C.V. de 22.62%. Rendimiento biológico 3, rindió como mínimo 5.50 kg, máximo 17.38, rango 11.88, media 11.36, S de 2.99 y C.V. de 26.28%.

Para las variables del cuarto muestreo los resultados muestran que para peso de mazorca 4 se dio un mínimo de 1.90 kg, máximo 9.85, rango 7.95, media 5.50, S de 1.84 y C.V. de 33.38%. Peso de olote 4, rindió un mínimo de .500 kg, máximo de 2.00, rango 1.5, media 1.15, S de 0.36 kg y C.V. de 31.35%. Para peso de grano 4, se tuvo un mínimo de 1.30 kg, máximo 8.08, rango de 6.78, media 4.36, S de 1.5 y C.V. de 35.96%.

Cabe contemplar que las variables consideradas como covariables (número de plantas 1,2,3 y número de mazorcas 4) tendieron a disminuir los valores mínimos, máximos, rango, media y S del primero al cuarto muestreo, conservándose un C.V. de 34.03 a 36.71 para las mismas. Con respecto a las demás variables las que tuvieron un C.V. mayor a 30% fueron: hojas secas 3, con 31.70%, peso de mazorca 4 con 33.38%, peso de olote 4 con 31.35% de C.V. y peso de grano 4 con 35.96% de C.V. Todas las demás variables fluctuaron entre 5.86% hasta 26.28% de C.V.

De acuerdo al análisis de covarianza dentro del diseño bloques

completos al azar para cada una de las variables estudiadas, los resultados reportan lo siguiente: Para las variables correspondientes al muestreo 1 (Cuadros 24,25), considerando como Covariable 1 (número de plantas por parcela útil), la variable altura 1 mostró alta significancia para el diseño y tratamientos fue significativo, presentando un C.V. de 10.38% y un R^2 de 63.80%. Las mejores medias de tratamientos de las 45 combinaciones de pares de medias ajustadas por la covariable de acuerdo a su error estándar fue el tratamiento 3 y la mas baja tratamientos 4 y 2 (Cuadro 30). Hojas completas 1 fue altamente significativo para el diseño básico (bloqueo) con un C.V. 6.79% y $R^2 = 52.52\%$. Para hojas incompletas 1 se encontró significancia para la covariable 1 y efecto altamente significativo para bloques, mostrando un C.V. de 6.97% y R^2 de 55.45%.

Durante el segundo. muestreo (Cuadros 24 y 26) usando como covariable 2 (número de plantas por parcela útil) solamente presentó efecto altamente significativo para el diseño bloques la variable altura 2 con C.V. de 11.58% y R^2 59.72%.

En el muestreo 3 (Cuadros 24, 27 y 28) se tomó como covariable 3 (número de plantas por parcela útil) encontrando efecto altamente significativo el bloqueo para la variable altura 3 que tuvo un C.V. de 5.75% y un R^2 de 56.00%. Asimismo hubo efecto altamente significativo para la variable hojas completas 3 presentando un C.V. de 4.23% y R^2 de 65.27%. De acuerdo a las 45 combinaciones de pares de medias ajustadas por covarianza (Cuadro 31) con su respectivo error estándar los mejores tratamientos fueron el 7, 3, 10 y 8 y los tratamientos con medias más bajas correspondieron a los tratamientos 9 y 1. La variable hojas secas 3 mostró efecto altamente significativo tanto para la covariable como para tratamientos, con un C.V. de 22.08% y R^2 de 67.70%, de tal forma que la mejor media de tratamientos de acuerdo a las 45 combinaciones de pares de medias ajustadas por covarianza con su respectivo error estándar fueron los tratamientos 4, 10 y 7, los peores tratamientos 9 y 1 (Cuadro 32). hojas abajo de la mazorca 3 también mostró significancia para tratamientos, contando con un C.V. de 7.02%, R^2 de 49.85%, siendo su mejor media de tratamiento el 5 y 7, la peor el tratamiento 9 y 1 de acuerdo a las 45 combinaciones de medias

ajustadas por covarianza y su error estándar (Cuadro 33). Número de mazorcas 3 mostró alta significancia para los tratamientos, presentando la mejor media el tratamiento 7, 6 y 10 y la menor el tratamiento 9 y 2 (Cuadro 34), contando con un C.V. de 12.99% y R^2 de 61.43. La variable área foliar 3 manifestó efecto altamente significativo al bloque y solo significativo a tratamientos, manifestándose con las mejores medias los tratamientos 3, 7 y 9 y los más bajos los tratamientos 2 y 4 (Cuadro 35) con un C.V. de 12.94 y $R^2 = 61.32\%$. Para Paja 3 se dio alta significancia para la covariable 3 como para el bloqueo contando con un C.V. igual a 17.08% y R^2 de 62.0%, asimismo rendimiento Biológico 3 mostró efecto altamente significativo para covariable 3 y bloqueo, siendo su C.V. de 17.08 y R^2 de 69.42%.

En base al cuarto muestreo (Cuadro 29) tomando en cuenta como covariable 4 (número de mazorcas por parcela útil), no se encontró efecto significativo para ninguna de las variables estudiadas en él, solamente se presentó alta significancia para la covariable 4 y bloqueo de la variable peso de mazorca 4 que tuvo un C.V. igual a 19.02% y R^2 de 78.36%. Para peso de olote 4 alta significancia de la covariable con un C.V. de 25.16% y R^2 de 56.99%. Asimismo peso de grano 4 expresó efecto altamente significativo tanto para la covariable como para el bloqueo, presentando un C.V. de 20.32% y un R^2 de 78.68%. Cabe agregar que ninguna de las variables del muestreo 4 logró manifestar significancia para tratamientos aún con covarianza múltiple al considerar como covariables a la C3 y C4 (número de plantas por parcela útil y número de mazorcas por parcela útil respectivamente).

2. Discusión

En base a los componentes del modelo se puede resumir lo siguiente: con respecto a los covariables; para la covariable del muestreo 1 solamente presentó efecto altamente significativo para la variable hojas incompletas 1. Durante el muestreo 2 para la covariable 2, no hubo significancia para ninguna de las 3 variables probadas. En cuanto al tercer muestreo, la covariable 3 solo muestra

alta significancia para las variables hojas secas 3, paja 3 y rendimiento biológico 3. En el cuarto muestreo la covariable 4 mostró alta significancia para todas las variables probadas con ella, peso de mazorca 4, peso de olote 4 y peso de grano 4 (Cuadros 25, 26, 27, 28, 29).

De acuerdo al modelo utilizado el componente bloques, durante el primer muestreo presentó alta significancia para las tres variables probadas: altura 1, hojas completas 1 y hojas incompletas 1. Al momento del segundo muestreo solo hubo efecto del bloqueo para la variable altura 2 con alta significancia. En cuanto al tercer muestreo presentaron efecto altamente significativo para bloqueo altura 3, área foliar 3, paja 3 y rendimiento biológico 3. Para el cuarto muestreo hubo alta significancia para peso de mazorca 4 y peso de grano 4 (Cuadros 25, 26, 27, 28 y 29).

El componente de tratamiento reflejó a la primera muestra significancia estadística para la variable altura 1. Durante el segundo muestreo, ninguna variable manifestó significancia estadística. Para la tercera muestra, se manifestaron significativamente las variables hojas abajo de la mazorca 3, área foliar 3 y con alta significancia hojas completas 3, hojas secas 3 y número de mazorcas 3, y no hubo significancia de tratamientos para ninguna variable del cuarto muestreo (Cuadros 25, 26, 27, 28 y 29).

Las variables que no tuvieron significancia estadística para ninguno de los componentes del modelo (covariables usadas 1,2,3,4, bloques y tratamientos fueron: hojas completas 2, hojas incompletas 2, hojas arriba de la mazorca 3), lo cual parece reflejar que estas variables son más de orden genético, que no están influenciadas por el ambiente (número de plantas por parcela útil, número de mazorcas por parcela útil, diferencia de pendiente o bloque, o diferente disponibilidad de nutrientes o fertilizantes).

Con respecto a las variables que tuvieron efecto significativo estadísticamente para tratamientos como: altura 1 (Cuadros 25 y 30), el número de plantas no influyó sobre esta variable pero si la diferencia de pendientes (bloqueo) pues afectó con alta significancia por la mejor o menor disponibilidad de H_2O o manejo del riego mas que el efecto de la fertilización ya que el tratamiento 9 con cero

aplicación de nutrientes no queda como el tratamiento más bajo, por lo que esta variable no parece ser determinante sobre el rendimiento final (biológico o económico) evidenciando que en este momento no hay fuerte competencia por nutrientes.

Para la variable hojas completas 3 (Cuadros 27 y 31) no fue afectada por la covariable 3 (número de plantas 3) ni por bloqueo (diferente pendiente), sino que la alta significancia para tratamientos se marca por la diferencia entre la disponibilidad de nutrientes donde el mejor tratamiento el 7 y el más débil el tratamiento 9 que carece de aplicación de nutrientes, es una variable importante para el rendimiento biológico y económico ya que tiene estrecha correlación con área foliar encargada de la producción de fotosintetizados.

Hojas secas 3 (Cuadros 27 y 32), fue fuertemente afectada por la covariable 3 (número de plantas por parcela útil) es decir que es una variable que interactúa más con el ambiente (Población o densidad) y nutrientes disponibles, de tal forma que el tratamiento 9 con cero niveles de nutrientes es el que tiene más hojas secas o caídas o es variable que afecta a hojas completas y por lo tanto a el área foliar y directamente al rendimiento biológico o económico, debido a su relación con la producción de fotosintetizados.

Hojas abajo de la mazorca 3 (Cuadros 27 y 33), no fue afectada por la pendiente ni por el número de plantas siendo el tratamiento con menos hojas abajo de la mazorca el tratamiento 9 que nos indica que la falta de nutrientes influye directamente en la abscisión de las hojas por la deficiencia de N y P, de tal forma que hojas abajo de la mazorca, se ve afectada por hojas secas 3 que solo son abajo de la mazorca, influyendo las dos sobre hojas completas y ésta directamente sobre área foliar 3, siendo en todas ellas el tratamiento 9 el que determina la diferencia estadística, pues es el tratamiento sin aplicación de fertilizante nitrogenado ni fosfórico.

Número de mazorcas 3 (Cuadros 28 y 34), no fue influenciado por bloques ni por la covariable 3 número de plantas, de tal forma que la disponibilidad de nutrientes generado por los tratamientos manifestó la diferencia sobre el número de mazorcas entre ellas, sin embargo no influyó sobre el rendimiento económico (peso de mazorca 4, Olote 4 y

Grano 4), posiblemente a que al aumentar el número que nunca pasó de 2 mazorcas por planta, carácter genético, disminuyó el tamaño de la demanda fisiológica (mazorca) y por lo tanto el número de granos, que es el aspecto más determinante en el rendimiento de grano, que se incrementa al aumentar el tamaño de la mazorca ya que el número de carreras es genético y el tamaño interactúa con la condición del medio ambiente (agua, nutrientes, clima, etc.).

Area folear 3 (Cuadros 28 y 35), no fue afectada por la covariable número de plantas pero si significativamente por el bloqueo, es decir las condiciones del ambiente pendiente y disponibilidad de agua y de nutrientes por los tratamientos, siendo las diferencias influenciadas por las hojas caídas o secas 3, que afectó número de hojas abajo de la mazorca 3 y por lo tanto hojas completas 3, y directamente área folear 3 donde la diferencia la determina el Tratamiento 9, sin embargo las diferencias del área folear no fueron lo suficientemente determinantes para influir sobre las variables de rendimiento biológico 3, paja 3 y del rendimiento económico como (peso de mazorca 4, peso de olote 4 y peso de grano 4), ya que existieron otros factores que influyeron fuertemente en que no se manifestara diferencia estadística para las demás variables y mayor diferencia entre las que si la manifestaron.

Algunas de las razones por las cuales no se manifestó diferencia estadística en las demás variables estudiadas (12), así como una mayor respuesta para lo que si fueron significativas pueden ser las siguientes:

- El análisis químico del suelo del área experimental reporta un contenido de N total de 0.115% (medio) y de fósforo aprovechable 122.7 ppm (muy alto) y de potasio aprovechable 462.09 kg (extremadamente rico). Lo que nos indica que no existía deficiencia propiamente dicha para la producción del cultivo en el suelo (Cuadro 36),
- La forma de aplicación del producto fertilizante (directo al suelo en bandas y cubierto con azadón) no es la más adecuada ya que para el N (urea) debe aplicarse a un mínimo de 15 cm de profundidad en bandas a un mínimo de 10 cm de la semilla o raíces. Además para riego limitado el N se dio en una sola

aplicación y debería de ser al menos 3 aplicaciones (durante la siembra, desarrollo vegetativo y antes de la floración). Por otro lado la forma de aplicación correcta de los fertilizantes de N reducirá las pérdidas por evaporación del amonio, al hidrolizarse la Urea, o por desnitrificación ya que se tuvieron temperaturas medias promedio mayores a 24°C (Cuadro 38).

- Algunas pérdidas relacionadas con el N pueden haber sido por lavado de nitratos al menos después del riego con temperaturas mayores a 25°C y a C.C. y después de haberse efectuado la nitrificación.

- Otras pérdidas pueden haber sido para el N evaporación del amonio al momento de la desnitrificación, lo que se puede haber dado solo después del riego, por temperaturas altas, así como otra pequeña pérdida por fijación de amonio en la micelas del suelo arcilloso.

- Aquí es importante considerar que los niveles de N aplicados para riego limitado fueron (0, 40, 80, 120), casi la mitad del riego y en una sola aplicación después de la siembra, lo que limita significativamente la disponibilidad en momentos críticos como: desarrollo vegetativo, diferenciación floral y llenado de grano, al menos para el N ya que para el P fueron las mismas cantidades y en una sola aplicación. Esto aunado a menor disponibilidad y por lo tanto reducción de la fuente (agua) que transporta el nutriente, en una proporción de dos quintos.

- Para el P la limitante principal es el hecho de que las raíces solo entran en contacto con el 1 a 3% del área total del suelo, por lo que el no distribuir el P en toda el área arable disminuye significativamente la posibilidad de ser aprovechado, por lo que se recomienda incorporarlo con arado de reja o disco para tener una mayor cobertura en el área total del suelo.

- En general los cultivos solo recuperan del 23 al 30% del fósforo aplicado por fertilización, de residuos orgánicos o de los minerales del suelo, quedando el P residual disponible para los cultivos de los siguiente ciclos.

- Una parte del P aplicado es retrogradado o fijado (forma no aprovechable) particularmente en suelos arcillosos, caso

particular del área experimental.

De todo lo expuesto se observa que existen otros factores que limitan el aprovechamiento adecuado de la fertilización nitrogenada y fosfórica, como es la densidad de población adecuada para el maíz (óptima) puesto que el exceso de población (densidad alta) reduce el beneficio de la fertilización pues el exceso de competencia reduce el tamaño de la mazorca, largo y ancho de la hoja (área foliar), menor concentración de CO_2 y competencia por luz, lo que produce una caída en la producción de fotosintetizados y por lo tanto en el rendimiento biológico y económico del cultivo.

Para el experimento particular de riego limitado los valores mínimo, máximo y media de las cuatro covariables consideradas para (cuatro muestreos) presentaron la tendencia a disminuir del primero al cuarto muestreo, de tal forma que durante el primer muestreo el valor mínimo fue de 43.00 pltas/p.u. igual a 17,680.74 pltas/ha, para el máximo se tuvo 184 pltas/p.u. equivalente a 75,657.12 pltas/ha. Para la muestra 2 se presentaron como un valor mínimo 41 pltas/p.u. produciendo 16,858.38 pltas/ha, valor máximo de 162 pltas/p.u. generando 66,611.16 pltas/ha y para la media se tuvo 90.20 pltas/p.u. produciendo 37,088.43 pltas/ha. Durante el tercer muestreo se registró un mínimo de 32 pltas/p.u. dando 13,157.76 pltas/ha y el máximo de 125 pltas/p.u. que repercute con 51,397.5 pltas/ha y para media se tuvo 68.6 pltas/p.u. produciendo 28,206.95 pltas/ha y para el último muestreo (4) el valor mínimo de mazorca fue de 21 mazorca/p.u. generando 8,631 mazorcas/ha, para el valor máximo se presentó 100 mazorcas/p.u. produciendo 41,118.00 mazorcas/ha y de acuerdo a la media se tuvieron 49 mazorcas/p.u. acumulando 20,271.17 pltas/ha. Tomando en consideración que la densidad para este experimento debió haber sido de 45,000 pltas/ha (valor que se obtiene de multiplicar número de surcos de 75 cm = 131.6 por número de plantas por surco = 342 a 29.25 cm \div planta), lo que nos muestra que para los valores promedios y para los mínimos resultan muy por debajo de la densidad adecuada sobre todo en los últimos muestreos, solo para el primero y segundo los valores máximos sobrepasa el valor requerido. De esto se puede inferir que el factor más limitativo para la no observancia de respuesta positiva a la fertilización sobre todo para las variables

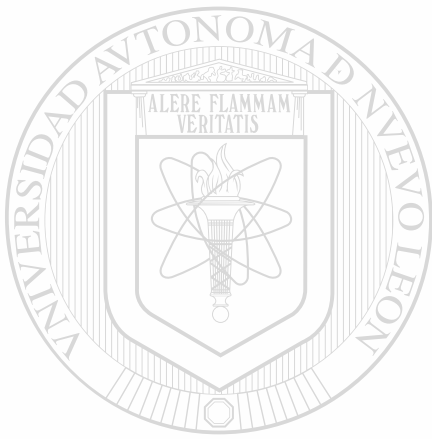
relacionadas con el rendimiento biológico 3, paja 3 o rendimiento económico (peso de mazorca 4, peso de olote 4 y peso de grano 4), es debido a que el área experimental esta siendo subutilizada mas que en el experimento de riego, ya que las densidades bajas permiten o facilitan pérdidas de humedad del suelo por falta de sombreado del cultivo, así como pérdida por volatilización del amonio a la hidrólisis de la urea o desnitrificación del mismo, así como mayor competencia por aparición de malezas. Además es importante agregar que no existió equidistancia y por lo tanto no hay competencia leal entre la mayoría de las plantas por motivo de siembra manual a tubo.

Todo ello con lleva a que existe un desperdicio de superficie del suelo, de humedad y de fertilidad, por lo que es de gran valor regular la dosis óptima del maíz que fluctúa de 45 a 55,000 plantas por ha, dependiendo del arreglo topológico de la variedad, ciclo del cultivo, características del suelo, disponibilidad de agua, condición climática, tecnología del cultivo y propósitos de la producción.

Es de importancia aclarar que con respecto a las características del suelo (Cuadro 36) como color (negro), textura (arcilloso) estructura (granular), pH (ligeramente alcalino 7.4), suelo no calcáreo, ni salino, así como del agua de riego (Cuadro 37) que tuvo salinidad (media) baja en sodio, no fueron limitativos para el aprovechamiento de los nutrientes de N y P incorporados en la fertilización. Sin embargo, las condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa y baja precipitación) (Cuadro 38) del aire y el suelo, así como la mayor o menor disponibilidad de agua, que interactúan creando un ambiente adecuado o no para las diferentes pérdidas de N y el aprovechamiento del mismo.

Aunado a lo anterior es de gran importancia señalar la tendencia de los valores estadísticos presentados en las Figuras (39, 40, 41, 42, 43 y 44) para cada una de las variables que presentaron efecto significativo se puede detectar como el factor "N" sigue una tendencia lineal, es decir no hay efecto cuadrático o no se rompe la linealidad la que nos orienta en que el óptimo para este factor esta por encima del nivel más alto de N (120 kg/ha). Sin embargo, para el factor P si se expresa una tendencia cuadrática en estos datos de las Figuras (39, 40, 41, 42, 43 y 44) lo que indica que se rompe la

linealidad en el nivel intermedio bajo y alto a 30 y 60 kg de P_2O_5 /ha, igual que en experimento de riego por lo que el óptimo para este factor estaría alrededor de este nivel, todo esto siempre y cuando acompañemos a la tecnología de fertilización con un paquete tecnológico adecuado a la misma y que sea aprovechada plenamente evitando pérdidas de recursos humanos técnicos y económicos y lograr optimizar la producción.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES PARA RIEGO Y RIEGO LIMITADO

Con respecto a los objetivos planteados para el objetivo 1 (evaluar la respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfórica bajo condiciones de riego y riego limitado sobre el cultivo de maíz criollo variedad blanco olote colorado), se determinó que si hubo respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre el cultivo en riego, ya que se encontró efecto significativo para las siguientes variables: Hojas completas 2, hojas incompletas 2, (apoyada en la covariable 2, número de plantas por parcela útil al segundo muestreo), así como para número de mazorcas 3 (apoyada en la covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) y peso de grano 4 con covarianza múltiple (apoyado en la covariable 3; número de plantas por parcela útil tercer muestreo, covariable 4; número de mazorcas por parcela útil cuarto muestreo y covariable 44; número de mazorcas elevada al cuadrado).

Para el caso del experimento en riego limitado también manifestó respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfórica al maíz criollo variedad blanco olote colorado, ya que de las 18 variables propuestas, 3 mostraron significancia estadística siendo altura 1 (apoyada en la covariable 1 número de plantas por parcela útil muestreo 1), hojas abajo de la mazorca 3 y área foliar 3 (apoyada en la covariable 3 número de plantas por parcela útil tercer muestreo), así como alta significancia para hojas completas 3, hojas secas 3 y número de mazorcas 3 (también apoyadas en la covariable 3 número de plantas por parcela útil tercer muestreo).

De el objetivo 2, determinar las dosis óptima económica bajo condiciones de riego y riego limitado, se encontró que para el experimento de riego después de determinar el modelo de predicción más adecuado para la variable "peso de grano 4" nos indica que para el factor nitrógeno solo expresó efecto lineal es decir no se rompe la linealidad, por lo que el óptimo se encuentra en el nivel más alto 210 kg N/ha. (o en su defecto en niveles mayores pero tendría que

probarse en futuros experimentos) (Figura 19). Para fósforo se observó que presentó efecto lineal y cuadrático, lo que nos indica que se rompe la linealidad o hay cambios en la respuesta en los diferentes niveles o dosis de mismo, denotándose que el óptimo fisiológico se presenta a 60 kg P_2O_5 /ha (Figura 20). Asimismo para la interacción nitrógeno-fósforo no se encontró efecto significativo (Cuadros 15 y 16), es decir la respuesta de los niveles de un factor no se ve alterada con las dosis del otro, de tal forma que el mejor tratamiento de los propuestos para esta variable como óptimo económico sería el tratamiento 6 (140 de N - 60 P_2O_5) y óptimo fisiológico el tratamiento 8 (210 de N - 60 P_2O_5).

Referente al experimento en riego limitado no se tuvo efecto para peso en grano sin embargo en las variables significativas y altamente significativas, los resultados estadísticos así como las Figuras de las mismas (39,40,41,42,43,44) reflejan efecto lineal para N y lineal y cuadrático para fósforo, de tal forma que el óptimo para N estaría en 120 kg N/ha o un nivel superior (lo que tendría que probarse en futuros experimentos) y para fósforo el óptimo fisiológico sería 60 kg P_2O_5 /HA. así de acuerdo a los resultados para estas variables el mejor tratamiento para óptimo fisiológico y económico varía según la variable entre los tratamientos (7,6,5 y 3) y la diferencia es el 9, sin embargo no influyeron para que se reflejara en cualquiera de las variables de rendimiento biológico 3, paja 3 o rendimiento económico (peso de mazorca 4, peso de olote 4 y peso de grano 4) por lo que no podemos concluir sobre óptimo económico y fisiológico para estas variables.

En cuanto a las hipótesis planteadas, para la No. 1, el nitrógeno y fósforo son macroelementos esenciales que permiten el buen desarrollo vegetativo y reproductivo (rendimiento en grano) de la planta de maíz cuando se encuentran en niveles adecuados y disponibles bajo condiciones de riego y riego limitado, se concluye que ésta es aceptada (para el experimento de riego) ya que los tratamientos que determinan la diferencia estadística para las 4 variables significativas (hojas completas 2, hojas incompletas 2, número de mazorcas 3 y peso de grano 4)., lo determinan aquellas que si tenían los niveles adecuados de nitrógeno y fósforo, marcando la

diferencia contra el tratamiento 9 sin aplicación de nutrientes.

La misma circunstancia se observa en el experimento de riego limitado para las variables con significancia o alta significancia (altura 1, hojas completas 3, hojas secas 3, hojas abajo de la mazorca 3 y número de mazorca 3), donde la diferencia estadística lo marcan los tratamientos con niveles más bajos de N y P_2O_5 , y el tratamiento No. 9 sin aplicación de nutrientes, no presentándose la misma conducta para la variable área foliar 3, donde los mejores tratamientos son el 3, 7 y el 9, uno con niveles bajos de N y P_2O_5 , el segundo con niveles medio y alto y el 9 sin fertilización, lo que parece indicar que para esta variable hay una mayor influencia genética para ajustarse a una área foliar que permita llegar a la producción tanto biológica como económica.

Con respecto a la hipótesis 2, que dice niveles adecuados de nitrógeno y fósforo permiten el máximo desarrollo de la planta y las máximas ganancias se acepta para riego ya que con la combinación 210 y 60 kg P_2O_5 /ha se obtiene el máximo rendimiento de grano, pero con 210 y 30 kg P_2O_5 /ha se da muy buen rendimiento y máximas ganancias. Para riego limitado esta hipótesis se cumple para las variables que tuvieron significancia pero no para rendimiento biológico 3, paja 3, peso de mazorca 4 peso de olote 4 y peso de grano 4.

En general podemos concluir que las posibles limitantes para que se manifestara una mayor diferencia estadística en las variables significativas y las que no tuvieron significancia son: -que no había deficiencia en el suelo ni de nitrógeno ni de fósforo, -la forma de aplicación del N y el P_2O_5 y el número de aplicaciones, -algunas pérdidas de N por volatilización del amonio al momento de amonificación de la urea o por desnitrificación, por lixiviación después de la nitrificación y fijación de amonio en las micelas de arcilla, -algunas pequeñas pérdidas del fósforo pueden ser por lavado y fijación de fosfato en la micela de arcilla, así como la no disponibilidad por su poca movilidad y que las raíces solo entran en contacto del 1 al 3% del área del suelo, ya que los cultivos solo recuperan del 25 al 30% de las diferentes fuentes de fósforo disponible, -pero la limitante fundamental fue densidad tanto para riego como riego limitado, puesto que durante el tercer muestreo y

cuarto la población fue menor que la densidad adecuada (52,640 pltas/ha en riego) y (45,000 pitas/ha en riego limitado) en la mayoría de las 40 observaciones, pero en algunos casos se tiene una población mayor a la apropiada, lo que genera subexplotación o sobre explotación de los recursos agua, suelo, nutrientes, técnicos y económicos.

Para el caso particular de riego limitado se agregan otras probables limitantes como dos quintas partes menos de humedad (dos riegos menos), menor disponibilidad por cantidad de N casi la mitad que en riego y menor disponibilidad durante el ciclo por una sola aplicación del nutriente.

Por otro lado podemos concluir que con respecto a las características propias del suelo y del agua de riego, no fueron limitativas para el aprovechamiento por el cultivo de los nutrientes nitrógeno y fósforo.

Las condiciones ecológicas para la producción del cultivo como son temperatura (termoperíodo) fluctuó durante el ciclo del mismo (julio, agosto, septiembre, octubre) con temperaturas máximas de (34.5, 34.5, 33.5, 33.5) y promedio de (25.2, 25.9, 22.8, 21.7) para dichos meses, lo que indica que fueron temperaturas óptimas para el proceso de fotosíntesis, asimismo con respecto a calidad, intensidad y duración de la luz (fotoperíodo) también fueron las apropiadas para dicho proceso, así como para la respiración la cual consume un 25 a 33% de la energía que se produce durante la fotosíntesis. Sin embargo, si las temperaturas nocturnas son iguales o mayores a 30°C hay una descompensación en la acumulación de fotosintetizados por efectos de la respiración.

Por otra parte, durante este mismo ciclo se perdió gran cantidad de energía por efecto de la función de transpiración (proceso regulador de la temperatura de la planta) y por evaporación debido a que fue un ciclo muy seco con (447 mm de precipitación) y (582.42 mm de evaporación), motivado por altas temperaturas y baja humedad relativa. Aunado a esto se puede agregar que durante el ciclo tardío la incidencia de plagas, enfermedades es mucho mayor que en el temprano, además que la presencia de malezas se duplica durante el mismo, lo que explica al menos parcialmente porque el tardío es menos

productivo que el temprano.

B. RECOMENDACIONES PARA RIEGO Y RIEGO LIMITADO

En base a los resultados y conclusiones obtenidas las recomendaciones para trabajos de investigación futuros en torno a esta investigación son:

- Llevarlo a efecto con una densidad fija que fluctúe de 45,000 a 50,000 pltas/ha para riego y de 40,000 a 45,000 para riego limitado, con arreglo topológico adecuado distancia entre plantas y entre surcos fijo para evitar competencia desleal y lograr una competencia real entre los mismos, ya que para el caso particular de esta investigación no fue así, pues no se reguló entre plantas tratando de llevar a efecto lo que realizan más del 90% de los agricultores de la zona de influencia (regulándose esto con covariables número de plantas por parcela útil en cada muestreo), lo que produce que no exista una densidad fija, ni equidistancia entre plantas provocando competencia desleal entre la población, ya sea por poblaciones menores al óptimo o por sobrepoblación generando subutilización o sobreexplotación de la superficie del suelo, agua, nutrientes, luz, CO₂, recursos económicos, humanos y técnicos, repercutiendo en baja productividad, por lo que para experimento hay que controlar la densidad manualmente o con sembradora y para producción con sembradora aunque se pague la maquila.
- Con respecto a los niveles de fertilización para fósforo se recomienda probar niveles a partir del óptimo económico 30, 60 y 90 kg P₂O₅/ha, para corroborar si los resultados son consistentes con respecto al efecto lineal y cuadrático del mismo, para riego y en riego limitado los mismos niveles 0, 30, 60, 90 kg P₂O₅/ha y para comprobar si encontramos efecto sobre las variables del rendimiento biológico y económico, controlando la densidad y distancia entre planta y surco.
- Para nitrógeno recomendamos nivel medio alto - el alto y superior a éste para encontrar donde se encuentra el efecto cuadrático del mismo y por lo tanto el óptimo económico y

fisiológico así para riego se propondrían 140, 210, 280 kg N/ha y para riego limitado los mismos niveles de N/ha 0, 40, 80 y 120, regulando el arreglo topológico y densidad de 40,000 o 45,000 pltas/ha para corroborar si hay efecto sobre el rendimiento en grano.

- Cabe hacer la recomendación tanto para riego o riego limitado desde el punto de vista de experimentación agrícola y de mayor eficiencia estadística de hacer uso de algún arreglo especial con bloques incompletos como parcelas divididas, donde el Factor fósforo se colocara en parcela grande lo que permitiría lograr eficiencia en el manejo para una distribución más homogénea en el perfil del suelo por medio de arado de reja o disco, lo que amortiguaría para su poca movilidad y que además el factor N, que no tiene problemas de movilidad se colocaría en parcela chica, obteniendo alta eficiencia estadística para este factor, así como para la interacción N P lo que es de gran importancia en un arreglo factorial como es el caso. Esto en vista que en el factorial probado el factor N y la interacción N P serían menos eficientes que en el diseño propuesto. Además de que en el factorial incompleto utilizado los niveles de cada factor no se prueban en igualdad de repeticiones; ya que los niveles bajos y altos solo se tienen dos veces, mientras que los intermedios tres veces en cada bloque, lo que genera que al hacer ajuste por regresión para la matriz completa no tengan el mismo error, por lo que este ajuste no es el más apropiado. Por lo que agrego que lo ideal sería probar el factorial completo y en arreglo de parcelas divididas.

Sin embargo, para investigaciones en general sobre fertilización con macronutrientes (N, P, K) para el cultivo de maíz se debería de tomar en consideración los trabajos a nivel internacional donde ya se ha determinado que para el caso de "P" según Albert Demolón que el grado de concentración de un miligramo de fosfórico por litro de extracto acuoso del terreno es suficiente para que la planta realice la máxima absorción de fósforo para cualquier cultivo sin necesidad de rebasar dicho nivel ni disminuirlo, de tal forma que de 1.2 a 5.0 mg/litro no se

observa efecto útil en los rendimientos, además Schöesing determinó que la concentración fosfórica del suelo es independiente de la humedad de tal forma que ésta no se altera con la lluvia o el riego, por lo que se recomienda incorporar al suelo la cantidad de fertilizante suficiente hasta llegar a este nivel de concentración, lo que se determina a través de análisis de suelo.

- Para el caso del "K" el ingeniero agrónomo francés Gustavo Barbier determinó que para cualquier especie y en cualquier suelo que se le incorpore 150 mg de potasa anhidra por kg de tierra satisface las exigencias de potasio de cualquier especie vegetal.
- De esto se deduce que para experimentos en fertilización se pueden determinar la cantidad específica para "P" y "K" y se jugará solamente con diferentes niveles de "N" que si cambia la respuesta a su aprovechamiento según el tipo de suelo, temperatura, pH, fuente nitrogenada, así como disponibilidad del P, K y otros nutrientes.
- Las recomendaciones de fertilización para la zona de influencia del área experimental para suelos de tipo arcilloso negro con pH cercanos a la neutralidad, ligeramente ácidos o ligeramente alcalinos, para áreas con riego se recomienda fertilizar para N con urea incorporada con fertilizadora a 3 momentos; a la siembra, desarrollo vegetativo, y antes de la floración al momento de diferenciación floral, con 210 kg N/ha y para fósforo 30 kg P_2O_5 /ha con dos aplicaciones antes de la siembra y que se incorpore con barbecho y rastra para una mayor cobertura en el suelo y mayor aprovechamiento por el cultivo y la segunda aplicación al aporque o cultivada. Todo esto, si se aplica una densidad de siembra de 45,000 a 50,000 pltas/ha.
- En caso de que no se contara con recursos económicos para poder aplicar la fertilización completa recomendada podría aplicarse solo 30 kg de P_2O_5 /ha en dos aplicaciones con lo que se obtendría buen rendimiento y buenas ganancias económicas (Cuadro 22).
- Para el caso de riego limitado no podemos recomendar por no haber tenido respuesta para rendimiento en grano.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Acosta D., D. 1989. Fertilización nitrogenada y fosfórica en la variedad Ranchero de maíz (*Zea mays* L.) ciclo primavera-verano 1987, en el municipio de Marín, N.L. Tesis Licenciatura, FAUANL.
2. Aguilar, J. 1982. Los libros del maíz: técnicas tradicionales de cultivos. (Colección Cántaro). Arbol Editorial, S.A. México, D.F. págs. 7-65.
3. Albalade de A., J.F. 1992. Efecto del azufre sobre el nitrógeno fertilizante en suelos calcáreos de Marín, N.L. 1992. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
4. Alcántara T., A.S. 1983. Dosis de fertilización nitrogenada bajo diferentes densidades de siembra en el cultivo de trigo (*Triticum vulgare*) sembrados en surcos (1981). campo experimental de Marín, N.L. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
5. Aldrich, S. R., E. L. Leng. 1974. Producción moderna de maíz. [Trs. Oscar Martínez Tenorio y Patricia Legui Samón]. Editorial Hemisferio Sur, México, D.F. págs. 1-258.
6. Anónimo 1990. Fundamentos y objetivos de la sintomatología visual compilación de temas relacionados. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila. págs. 1-36.
7. Anónimo. 1990. Los micronutrientes. U.A.A.A.N. Saltillo. Coahuila. págs. 38-48.
8. Arrona H., M.A. 1985. Entomofauna y Fenología del cultivo del maíz H-418, ciclo primavera-verano 1980 en el municipio de Linares, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. FAUANL. Marín. págs. 1-21, 50-53.

9. Azzi, G., 1968. *Ecología Agraria*. Editorial Revolucionaria, La Habana, Cuba. págs. 66, 127, 246-249, 393-400, 402-412, 429.
10. Bancroft, T.A. 1968. *Topics in intermediate statistical methods*. Volum One. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A. págs. 75-80, 100-111.
11. Bauman, L.F. 1985. Variabilidad del germen y en endosperma, elementos minerales, contenido de aceite y genes modificadores en el maíz Opaco-2. CIMMYT-PURDUE LIMUSA, México, D.F. págs. 233-243.
12. Beltran, V., D. Rosado, V. Andrade, R. Linarte. 1988. *Ciencias Naturales DOS*. Ed. Secundaria. Areas: Física, Química, Geografía y Biología. págs. 82-83, 100, 115-145, 241, 244.
13. Berlijn, J. 1984. *Cultivos básicos. Manuales para producción agropecuaria*. Area: Producción vegetal 8 SEP/Trillas, México, D.F. págs. 9-72.
14. Berlijn, J.D., J.P. Laoh. 1990. *Protección de cultivos. Manuales de producción agropecuaria*. Area: Producción Vegetal 23. SEP/TRILLAS, México, D.F. págs. 9-97.
15. Brauer, O.H. 1987. *Fitogenética aplicada*. LIMUSA, México, D.F. págs. 363-397.
16. Caballero D., C.H. y J.L. Pérez T. 1986. *Fertilización con nitrógeno y fósforo en presencia de algunos micronutrientes en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) bajo riego en Marín, N.L.* 1985. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
17. Camacho G., J. 1974. *Fertilización en el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers.) en el municipio de Anáhuac, N.L.* Tesis de Licenciatura, FAUANL.

18. Carbonero Z., P. 1985. Química del suelo y los fertilizantes. 5a. Edición. Monografías de la Escuela Técnica de Ingenieros Agrónomos (39). Universidad Politécnica de Madrid, España. págs. 7-15, 20-23, 55-56, 61-93, 95-126, 129-142.
19. Cochran, W. G., G. M. Cox. 1980. Diseños Experimentales. Trillas, México, D.F. págs.132-144.
20. Cooke, G.W. 1985. Fertilizantes y sus usos. C.E.C.S.A. México, D.F. págs. 7-39, 66-67, 100-106.
21. Corona L., M. 1989. Respuesta a la fertilización de dos variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) de doble propósito bajo condiciones de riego y temporal en Marín, N.L. ciclo primavera-verano 1988. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
22. Corral G., J. 1974. Fertilización de maíz de riego para grano en el municipio de Escobedo, N.L. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
-
23. Cuanalo De La C., H. y R. Ponce H. 1981. Análisis de los agroecosistemas de México II Seminario. Agrohabitat y Agroecosistema. Colegio de Graduados. Centro de Edafología, Chapingo, México, D.F. págs. 5-20, 42-44.
24. Chávez A., J.L. 1993. Mejoramiento de Plantas 1. Trillas, México, D.F. págs. 15-23, 29-35, 67-77.
25. Chou, Y.L. 1977. Análisis estadístico. 2da. Edición. Interamericana, México, D.F. págs. 312-318.
26. Church, D.C., W.G. Pond. 1992. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. L.I.M.U.S.A. Grupo Noriega Editores. México, D.F. págs. 310-330.

1976. Tesis de Licenciatura, FAUANL.

36. Gallegos V., I. 1984. Fertilización nitrogenada y densidad de población en el cultivo de sorgo para grano (*Sorghum vulgare* Pers.) en Marín, N.L. 1984. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
37. Gamboa M., L. 1988. Evaluación de 16 materiales precoces de maíz (*Zea mays* L.) ciclo primavera-verano, Marín, N.L. Tesis de Licenciatura, FAUANL págs. 11-14, 46-49.
38. García F., J. García, R. García Del C. 1982. Edafología y Fertilización Agrícola. (Biblioteca Agrícola Aedos). Editorial AEDOS, Barcelona, España. págs. 7-30, 83-98, 129-132.
39. García G., G. 1991. Efecto de la densidad de población y de la fertilización nitrogenada sobre el comportamiento y calidad del forraje de mijo perla (*Pennisetum americanum* [L.] Leeke) bajo riego durante el otoño de 1988. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
-
40. Garza M., A. 1981. Manual de técnicas de investigación. 3er. edición. El Colegio de México, México, D.F. págs. 208-211.
41. Garza G., M.A. 1976. Fertilización nitrogenada y fosfórica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) de riego en la zona de Cadereyta Jiménez, N.L. (1972). Tesis de Licenciatura, FAUANL.
42. Gaytán B., H. 1990. Fertilización nitrogenada foliar y al suelo y fosfatada al suelo para maíz (*Zea mays* L.) en Marín, N.L. ciclo otoño-invierno, 1988. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
43. Glanze, P. 1980. Tecnología al alcance 4. El maíz de grano: Producción mecanizada de maíz de grano en las regiones

27. Dávila G., R.E., E. Navarro M. 1987. Control mecánico y químico de malezas del maíz (*Zea mays* L.) para Marín, N.L. Tesis de Licenciatura, FAUANL. págs. 22-31.
28. De La G., J.L. 1974. Curso de Fitopatología. Departamento de Difusión, U.A.N.L. Monterrey, N.L. págs. 15-22, 54, 87, 95, 110-111, 142, 149, 165-185.
29. Díaz H., R. 1991. Efecto del azufre sobre la nitrificación de los fertilizantes nitrogenados en suelos de Marín, N.L. 1991. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
30. Durón A., A. 1987. Fertilización nitrogenada al suelo y follaje en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Marín, N.L., ciclo primavera-verano 1983. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
31. Escareño R., C. 1971. Efecto de niveles de fertilización nitrogenada y fosfórica en el cultivo de trigo en la zona de Gral. Terán, N.L. (1970). Tesis de Licenciatura, FAUANL.
-
32. Fabián C., E.C., A. Escobar M., Ma.C. Villa D. 1992. Nuestro Mundo Geografía General. Ediciones, Pedagógicas, S.A. México. D.F. págs. 59, 137-148, 157.
33. Farb. P. 1972. Ecología: Colección de la naturaleza. Time-Life. Offest Multicolor, S.A., México, D.F. págs. 111-112.
34. Finck, A. 1985. Fertilizantes y fertilización: Fundamentos y metodos para la fertilización de cultivos. Editorial Reverté. S.A. Barcelona. España. págs. 1-85, 192-194.
35. Galicia G., S. 1978. Prueba de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada en el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare* P.) en la región de Escobedo, N.L.

1976. Tesis de Licenciatura, FAUANL.

36. Gallegos V., I. 1984. Fertilización nitrogenada y densidad de población en el cultivo de sorgo para grano (*Sorghum vulgare* Pers.) en Marín, N.L. 1984. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
37. Gamboa M., L. 1988. Evaluación de 16 materiales precoces de maíz (*Zea mays* L.) ciclo primavera-verano, Marín, N.L. Tesis de Licenciatura, FAUANL págs. 11-14, 46-49.
38. García F., J. García, R. García Del C. 1982. Edafología y Fertilización Agrícola. (Biblioteca Agrícola Aedos). Editorial AEDOS, Barcelona, España. págs. 7-30, 83-98, 129-132.
39. García G., G. 1991. Efecto de la densidad de población y de la fertilización nitrogenada sobre el comportamiento y calidad del forraje de mijo perla (*Pennisetum americanum* [L.] Leeke) bajo riego durante el otoño de 1988. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
40. Garza M., A. 1981. Manual de técnicas de investigación. 3er. edición. El Colegio de México, México, D.F. págs. 208-211.
41. Garza G., M.A. 1976. Fertilización nitrogenada y fosfórica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) de riego en la zona de Cadereyta Jiménez, N.L. (1972). Tesis de Licenciatura, FAUANL.
42. Gaytán B., H. 1990. Fertilización nitrogenada foliar y al suelo y fosfatada al suelo para maíz (*Zea mays* L.) en Marín, N.L. ciclo otoño-invierno, 1988. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
43. Glanze, P. 1980. Tecnología al alcance 4. El maíz de grano: Producción mecanizada de maíz de grano en las regiones

tropicales y subtropicales. [Tr. E. Rohwodder y R. Castillo]. Ediciones Euroamericanas, México, D.F. págs. 1-28, 54-56, 96-99, 123-136, 195-198.

44. Goldsworthy, P.R. 1985. Algunas características de crecimiento y rendimiento del maíz tropical. CIMMYT-PURDUE, LIMUSA, México, D.F. págs. 179-191.
45. Gómez H., J. 1977. Aplicaciones agronómicas de la metodología de superficie de respuesta. Tesis de Maestría, Chapingo, México, D.F. págs. 1-19, 140-176.
46. Gupta, U.S. 1979. Physiological aspects of dryland farming. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, India. págs. 12-38, 50-53, 61-68, 160-162, 338-345.
47. Guzmán, G., F. López, G. Alatorre. 1982. Los libros del maíz: compra y venta del grano. (Colección Cántaro). Arbol Editorial, S.A. México, D.F. págs. 7-79.
-
48. Hall, A.E., G.H. Cannell and H.W. Lawton. 1979. Agriculture in semi-arid environments. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. pág. 172.
49. Huerta F., R. 1976. Fertilización en (*Helianthus annuus*), bajo cuatro niveles nitrogenados y fosfatados en la hacienda "la cáscara" Montemorelos, N.L. durante 1973. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
50. Jugenheimer, R.W. 1988. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. LIMUSA. México, D.F. págs. 33-73, 284-288, 352-355, 257-485.
51. Kramer, P.J. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas: Una síntesis moderna. [Tr. Leonor Tejeda]. EDUTEX. S.A. México. D.F. págs. 3, 5, 72, 425-427, 442.

52. Krebs, Ch.J. 1985. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. 2da. Edición. HARLA, México, D.F. págs. 3-71. 90-115. 132-136. 465. 572. 597. 688.
53. Laird, R.J. 1977. Investigación agronomica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Rama de Suelos. Colegio de Posgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, D.F. pág. 39. 45. 82. 97. 102-127. 155.
54. Malatta, F. 1992. Fertilización de árboles frutales. Guía de Agricultura y Ganadería. Ediciones C.E.C.S.A., S.A. Barcelona, España. págs. 5-15. 103-105.
55. Lee R., V. y R. Juárez E. 1977. Determinación de la fertilización óptimo económico en el cultivo del maíz. Cd. Delicias, Chihuahua. INIA-SARH Cd. Delicias, Chihuahua. págs. 157-163.
56. Limón O., S., J. Mejía N., J.B.I. Terrazas V. 1993. Biología 2. Segundo grado secundaria. Ediciones Castillo, Monterrey, N.L. México. págs. 92-94. 126-131.
57. Lincoln T., E.Z. 1991. Plant Physiology. The Benjamin, Cummings Publishing Company, Inc. Redwod City, California. F.U. págs. V. 216. 248. 262-263. 290.
58. Lira S., R.H. 1994. Fisiología Vegetal. Trillas, Mexico, D.F. págs. 141-192. 206-209.
59. Lozano, R. O., R. Elizondo. 1981. Geografía de Nuevo Leon. Didáctica Editorial, S.A. Monterrey, N.L. págs. 35-58, 99. 145-151.
60. Margalef, R. 1974. Ecología. Editorial Omega. Barcelona España. págs. 1-7. 103-113. 134-135. 142-144. 436-437. 439-442. 649. 708.721. 724. 732. 797. 814. 887.

61. Martínez G., A. 1988. Diseños Experimentales. Métodos y Elementos de Teoría. Trillas, México, D.F. págs. 118-149, 276-284, 329-400.
62. Martínez V., M.A. 1980. Fertilización nitrogenada en zacate estrella africana (*Cynodon plectosta chyus*) bajo condiciones de riego en Villa de García. 1979. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
63. Méndez R., I. 1976. Modelos estadísticos lineales: interpretación y aplicaciones. (Ciencia y Desarrollo). CONACYT, México, D.F. págs. 109-118.
64. Mendieta A., A. 1986. Métodos de investigación y manual académico. Editorial Porrúa, S.A. México, D.F. págs. 99-110, 122, 150.
65. Metcalf, C.L., W.P. Flint. 1979. Insectos destructivos e insectos útiles: sus costumbres y su control. C.E.C.S.A.. México, D.F. págs. 519-583.
-
66. Molina G., G. 1988. Efecto de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosfórica en producción y calidad de bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) variedad eclipse L-303 en el municipio de Marín, N.L. ciclo otoño-invierno, 1985-1986. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
67. Mora C., M.R. 1982. Niveles de fertilización nitrogenada y tiempos de aplicación en el cultivo de maíz de riego para grano en el municipio de Marín, N.L. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
68. Ochse, J.J., M.J. Soule, M.J. Dijkman y C. Wehlburg. 1991. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Volumen II. LIMUSA, México, D.F. págs. 1363-1377.

69. Odum, E.P. 1972. Ecología. 3era. Ed. (Tr. Carlos Gerhand Ottenwaelper). Editorial Interamericana, México, D.F. págs. 23-27, 51, 81, 116, 217, 220, 403, 429-437, 454.
70. Oria R., P.R. 1975. Fertilización nitrogenada y fosfatada en el cultivo de trigo de riego en el ejido el pinto, municipio de Hualahuises, N.L. invierno 1971-1972. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
71. Ortega A., C. De León, G. Granados y S.K. Vasal. 1985. Interacciones enfermedad-insecto en maíz de alta calidad proteica. CIMMYT-PURDUE. LIMUSA, México, D.F. págs. 193-208.
72. Ostile, B. 1977. Estadística Aplicada: técnicas de la estadística moderna, cuando y donde aplicarlas. LIMUSA, México, D.F. págs. 399-446.
73. Parsons, D.B. 1991. Maíz. Manuales para educación agropecuaria. Area Producción Vegetal 10. SEP/TRILLAS, México, D.F. págs. 9-56.
74. Peña, A. 1983. Fisiología 1. Estructura y función a nivel celular. C.E.C.S.A. México, D.F. págs. 57-70.
75. Peña D., A., A. Arroyo B., A. Gómez P., R. Tapia I. 1992. Bioquímica. 2ª Edición. Editorial LIMUSA, México, D.F. págs. 211-236.
76. Pérez I., O., R. Núñez E., J.D. Etchevers B., M.L. Giskin y A. Martínez G. 1990. Foliar fertilization of corn with macro and micronutrients in an andosol of Mexico (Terra, volumen 8, julio-diciembre 1990, núm. 2). Chapingo, Estado de México, México, D.F. págs. 213-221.
77. Pineda Z., F.G. 1974. Fertilización de trigo para el municipio

de Galeana, N.L. 1972. Tesis de Licenciatura, FAUANL.

78. Poehlman, J.M. 1986. Mejoramiento genético de las cosechas. [Tr. Nicolás Sánchez Durón]. LIMUSA, México, D.F. 263-298.
79. Potash, Phosphate Institute. 1988. Manual de fertilidad de los suelos. The potash and phosphate Institute, Atlanta, Georgia, E.U. págs. 1-49, 65, 73-82.
80. Reyes C., P. 1980. Diseño de Experimentos Aplicados. Agronomía, Biología, Química, Industrias, Ciencias Sociales y Ciencias de la Salud. Trillas, México, D.F. págs. 27-47, 130-138. 286-296.
81. Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia: Básica y aplicada. AGT Editor, S.A. México, D.F. págs. 297-459.
82. Reyes C., P. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor, S.A. págs. 1-459.
83. Reyes C., P. 1991. Historia de la Agricultura: Información y Síntesis. A.G.T. Editor, S.A. México, D.F. págs. 241, 272.
84. Rincón A., A. 1992. ABC de la Biología I. Ediciones NUMANCIA, S.A. México, D.F. págs. 128-131.
85. Ritchie, S. W. 1992. How a corn plant develops. (Special report No. 48 January). Iowa state University of Science and Technology Cooperative Extension Service Ames, Iowa. págs. 1-19.
86. Robles S., R. 1986. Producción de granos y forrajes. 4ta. edición. LIMUSA, México, D.F. págs. 9-140.
87. Rodríguez F., H. 1991. Manejo de los fertilizantes más comúnmente usados. Curso de actualización para el registro

de asesores técnicos. S.A.R.H., FAUANL. Monterrey, N.L. México. págs. 1-8.

88. Rodríguez M., J. 1990. Niveles de fertilización en avena (*Avena sativa* L.) en el campo experimental de ITESM en Apodaca, N.L. Tesis de Licenciatura, ITESM.
89. Rojas G., M. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada. 4ta. Edición. Interamericana. Mc Graw-Hill. México, D.F. págs. 28-105, 212-217, 235.
90. Rojas M., B.A. 1981. Planeación y análisis de los experimentos de fertilizantes. S.A.R.H. e I.N.I.A. págs. 7-43.
91. Rojas R., T. 1988. Las siembras de ayer: La agricultura indígena del siglo XVI. SEP/CIESAS, México, D.F. págs. 182-185.
92. Rovalo M., M. y M. Rojas G. 1972. Fisiología Experimental: prácticas de laboratorio. LIMUSA, México, D.F. págs. 71-72.
-
93. Sánchez A., E.J. 1989. Dinámica de la urea y sulfato de amonio en suelos calcáreos del estado de N.L. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
94. S.A.R.H. 1980. Principales plagas del maíz. Dirección General de Sanidad Vegetal. S.A.R.H. México, D.F. págs. 5-84.
95. S.A.R.H. 1982. Manual de Recomendaciones Técnicas de Cultivos 1982, para N.L. otoño-invierno 81-82 y primavera-verano 82-82. S.A.R.H., Monterrey, N.L. págs. 17-19, 37, 45, 59, 75, 87, 111, 127.
96. S.D.D.A. 1983. Factores que intervinieron en la producción de maíz en el ciclo primavera-verano 1983. Gobierno del Estado de México, págs. 1-16, 32-39, 47-50.

97. S.E.P. 1986. Métodos de aradura. Manuales para educación agropecuaria. Area: Mecánica Agrícola 39. Trillas, México, D.F. págs. 5-66.
98. S.E.P. 1990. Labranza secundaria. Manuales para educación agropecuaria. Area: Mecánica Agrícola 40. Trillas, México, D.F. págs. 9-32, 41-44, 50-51.
99. S.E.P. 1991. Preparación de tierras agrícolas. Manual para educación agropecuaria. Area: Mecánica Agrícola 38. Trillas, México, D.F. págs. 9-32, 39-46, 47-53.
100. S.E.P. 1992. Maquinaria para manejo de cultivos. Manuales para educación agropecuaria. Area: Mecánica Agrícola 44. Trillas, México, D.F. págs. 9-16, 29-30, 35-38.
101. Serrato T., C. 1989. Fertilización nitrogenada en la variedad Tecmon-1 de girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis de Licenciatura, FAUANL.
-
102. Silva M., F. 1980. Fertilidad de Suelos: diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. págs. 121-131.
- DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
103. Sivori, E. M., E.R. Montaldi, O.H. Caso. 1980. Fisiología Vegetal. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. págs. 1-11, 57-61, 70-80, 91-100, 107-108.
104. Stoskopf, N.C. 1981. Understanding crop production. A Prentice-Hall Company. Reston, Virginia. págs. 77-88.
105. Tamhane, R.V., D.P. Motiramani y P. Bali. 1986. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales [Tr. Lic. Romeo del Valle]. Editorial Diana, México, D.F. págs. 9-10, 19-30, 54-55, 250-265, 286-300, 315-318, 323-324, 365.
106. Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1972. Producción de materia seca,

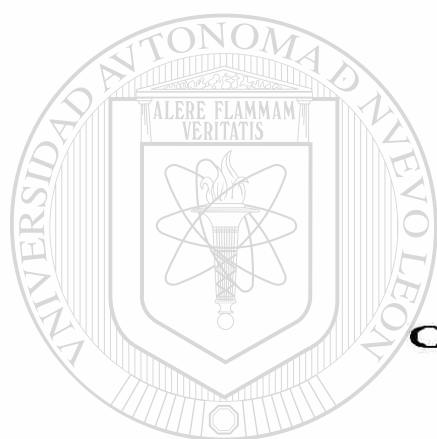
componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Del Journal of the Faculty of Agricultura, Hokkaido University, Sapparo, Japón, Vol. 57. Pt.1, Julio 1972. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México, D.F. págs. 9-117.

107. Turrent F., A. 1979. El método CP para el diseño de agrosistemas. Núm. 8 Escritos sobre metodología de la investigación en productividad de agrosistemas. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, D.F. págs. 9-45.
108. Turrent F., A. 1979. Uso de la matriz mixta para la optimización de cinco a ocho factores controlables de la producción. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, D.F. págs. 9-20.
109. Turrent F., A. y R. J. Laird. 1985. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Taller Colegio de Postgraduados, Chapingo México, D.F. págs. 1-27.
110. Vázquez A., R.E. 1981. The use of response surface[®] for fertilizer experiments. Notas de clase. FAUANL págs. 12-14.
111. Versategui Ch., J. 1980. Fertilización entre dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a dos densidades de población, en Gral. Terán, N.L. 1978. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
112. Villarreal G., A. 1980. Fertilización nitrógeno-fosfórica en el cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare*), en el municipio de Gral. Bravo, N.L. 1978. Tesis de Licenciatura, FAUANL.
113. Vitkevich, V.I. 1971. Agrometeorología. Ciencia y Técnica, La

Habana, Cuba. págs. 68-70, 131-132.

114. Volke H., V. 1981. Estimación de funciones de producción mediante regresión en experimentos con fertilizantes y densidad de plantas, con fines de determinación de óptimos económicos. Colegio de Postgraduados de Chapingo, Mexico, D.F. págs. 9-65.
115. Warman, A. 1988. La historia de un bastardo: maíz y capitalismo. Instituto de investigaciones Sociales U.A.N.L. Fondo de Cultivo Económica, México, D.F. págs. 7-45, 236-250.
116. Wilsie, C.P. 1965. Cultivos: Aclimatación y distribución. (Tr. Dr. Manuel Serrano García). Iowa State University, E.U. págs. 248-259, 408-418.
117. Willson, H.K., A. Ch. Richer 1981. Producción de cosechas. C.E.C.S.A. México, D.F. págs. 219-248.
118. Winkelmann, D.L. 1980. Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo. Ciencia y desarrollo. Julio-agosto-núm. 33-año VI. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F. págs. 14-21.

VII A P E N D I C E



CUADROS

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos para todas las variables probadas en el experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

No. orden	Variables	Valor mínimo	Valor máximo	Rango	Media	S	C.V.
1	Covar 1 No. plantas/parcela útil	54.00	189.00	135.00	104.30	32.32	30.99
2	Covar 2 No. plantas/parcela útil	50.00	176.00	126.00	95.55	28.91	30.25
3	Covar 3 No. plantas/parcela útil	28.00	132.00	104.00	70.75	21.68	30.64
4	Covar 4 No. mazorcas/parcela útil	21.00	90.00	69.00	51.00	16.55	32.45
5	Altura 1 cm	33.40	50.50	17.10	43.20	4.55	10.54
6	Hojas completas 1	07.70	11.30	3.60	9.24	0.72	7.84
7	Hojas incompletas 1	04.70	06.60	1.90	5.74	0.37	6.46
8	Altura 2 cm	83.0	145.0	62.0	123.0	16.0	12.60
9	Hojas completas 2	9.60	15.90	6.30	13.17	1.21	9.16
10	Hojas incompletas 2	7.00	10.10	3.10	8.89	0.75	8.45
11	Altura 3 cm	192.0	299.00	107.00	227.0	0.19	8.34
12	Hojas completas 3	11.30	14.30	3.00	12.99	0.78	6.00
13	Hojas secas 3	1.30	4.50	0.32	2.43	0.98	40.40
14	Hojas abajo mazorca 3	3.00	8.00	5.00	6.64	0.90	13.52
15	Hojas arriba mazorca 3	4.10	5.40	1.30	4.89	0.29	5.87
16	Número mazorca 3	1.00	1.70	0.70	1.25	0.18	14.02
17	Area foliar 3 cm ²	3417.30	7186.86	3769.30	5511.63	799.39	14.50
18	Paja 3 kg	2.93	9.60	6.67	6.84	1.57	22.94
19	Rendimiento biológico kg	6.33	18.31	11.98	12.91	3.20	24.81
20	Peso mazorca 4 kg	2.00	9.90	7.90	6.14	2.02	32.83
21	Peso olote 4 kg	0.40	2.75	2.35	1.28	0.52	40.71
22	Peso grano 4 kg	1.55	7.95	6.40	4.87	1.61	33.03

Cuadro 2. Medias sin ajustar de todas las variables probadas en el experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	N	P	Hojas		Hojas		Hojas		Hojas		
			Altura 1	completas 1	incompletas 1	Altura 2	completas 2	incompletas 2	Altura 3	completas 3	secas 3
1	00	30	41.00	9.32	6.00	1.24	12.95	8.78	2.27	13.05	2.73
2	70	00	43.70	8.88	5.55	1.15	12.50	8.35	2.19	13.08	2.25
3	70	30	46.05	9.23	5.73	1.21	12.98	9.17	2.23	13.18	2.22
4	70	60	44.63	9.52	5.78	1.17	12.50	8.80	2.20	12.58	2.25
5	140	30	44.18	9.85	6.00	1.29	12.68	8.63	2.24	12.80	2.13
6	140	60	45.70	9.42	5.70	1.33	14.35	9.57	2.44	12.75	2.85
7	140	90	44.00	9.05	5.70	1.33	13.65	9.25	2.40	13.35	1.80
8	210	60	42.38	9.08	5.65	1.23	14.53	9.32	2.34	13.73	2.35
9	00	00	41.75	9.18	5.78	1.15	12.45	8.15	2.13	12.05	3.75
10	210	90	38.65	8.18	5.55	1.20	13.13	8.85	2.23	13.33	1.95

Cuadro 2. Continuación

Tratamiento	N	P	K	Hoja		Número mazorca 3 +	Area folear 3	Paja 3	Rto. biológico 3	Peso mazorca 4	Peso olote 4	Peso grano 4
				Hoja abajo mazorca 3	Hoja arriba mazorca 3							
1	00	30		6.63	5.10	1.23	5735.88	5.78	11.44	5.66	1.09	4.58
2	70	00		6.05	4.85	1.20	5212.85	6.04	10.74	4.70	0.83	3.88
3	70	30		6.98	4.83	1.23	5769.30	7.11	14.28	7.17	1.65	5.53
4	70	60		6.45	4.82	1.30	5283.73	7.31	13.26	6.63	1.40	5.23
5	140	30		6.30	4.85	1.38	5533.15	6.03	11.72	5.69	1.35	4.59
6	140	60		6.70	4.93	1.15	5034.27	7.96	14.62	6.66	1.45	5.21
7	140	90		6.73	5.00	1.50	6035.63	8.03	14.54	6.51	1.45	5.06
8	210	60		7.43	5.03	1.27	5912.88	8.21	15.61	7.40	1.45	5.95
9	00	00		6.13	4.90	1.05	4966.75	5.89	10.27	4.39	0.95	3.44
10	210	90		7.03	4.58	1.18	5634.18	6.06	12.66	6.61	1.39	5.23

Cuadro 3. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 1 apoyadas en la covariable 1 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grado de libertad	Altura 1		Hojas completas 1		Hojas incompletas 1	
		C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p
Covariable 1	1	9.689	.410 NS	0.224	.487 NS	.003	.884 NS
Bloques	3	87.71	.002 **	1.780	.019 *	.391	.045 *
Tratamiento	9	19.62	.230 NS	0.380	.585 NS	.098	.640 NS
Error	26	13.809		0.451		.127	
\bar{Y}		43.202		9.24		5.742	
C.V.		8.60%		7.27%		6.21%	
R^2		55.58%		42.68		40.77%	

NS = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 4. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 2 apoyadas en la covariable 2 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grados de libertad	Altura 2		Hojas completas 2		Hojas incompletas 2	
		C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p
Covariable 2	1	0.001	.844 NS	0.668	.347 NS	1.517	.058 NS
Bloques	3	0.079	.022 *	5.651	.001 **	1.499	.020 *
Tratamiento	9	0.018	.573 NS	2.217	.013 *	0.969	.032 *
Error	26	0.021		0.728		0.384	
\bar{Y}	-	1.23		13.17		8.888	
C.V.	-	11.78%		6.48%		6.97%	
R^2	-	42.369%		66.63%		54.63%	

NS = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 5. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 3 apoyadas en la covariable 3 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grados de libertad	Altura 3		Hojas completas 3		Hojas secas 3		Hojas abajo mazorca 3		Hojas arriba mazorca 3	
		C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p	C.M.	P
Covariable 3	1	.019	.471 NS	.828	.236 NS	2.75	.025 *	.201	.627 NS	.112	.220 NS
Bloques	3	.035	.412 NS	.028	.985 NS	3.078	.002 **	.748	.454 NS	.147	.129 NS
Trata.	9	.039	.392 NS	.909	.163 NS	1.079	.054 NS	.763	.524 NS	.094	.272 NS
Error	26	.035		.563		.486		.830		.071	
\bar{Y}	-	2.266		12.988		2.428		6.643		4.868	
C.V.	-	8.26%		5.78%		28.71%		13.71%		5.45%	
R ²	-	34.88%		38.16%		66.30%		31.36%		42.41%	

NS = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 6. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 3 apoyadas en la covariable 3 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grado de libertad	Número de mazorca 3		Area foliar 3		Paja 3		Rend. biol. 3	
		C.M.	P	C.M.	P	C.M.	P	C.M.	P
Covariable 3	1	.052	.125 NS	1595412.193	.122 NS	9.222	.015 *	36.810	.035 *
Bloques	3	.009	.721 NS	488401.496	.515 NS	2.364	.180 NS	8.727	.34 NS
Trata.	9	.059	.019 *	555406.834	.549 NS	2.191	.159 NS	8.479	.375 NS
Error	26	.021		625365.258		1.346		7.472	
\bar{Y}	-	1.248		5511.636		6.840		12.915	
C.V.	-	11.61		14.35%		16.96%		21.16%	
R ²	-	54.75%		34.75%		63.57%		51.49%	

NS = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 7. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 4 apoyadas en la covariable 4 (número de mazorcas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grado de libertad	Peso de mazorca 4		Peso de olote 4		Peso de grano 4	
		C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p
Covariable 4	1	51.446	.000 **	1.604	.004 **	34.891	.000 **
Bloques	3	1.072	.636 NS	.322	.135 NS	.467	.781 NS
Trata.	9	3.519	.099 NS	.197	.317 NS	2.251	.129 NS
Error	26	1.864		.159		1.292	
\bar{Y}	-	6.143		1.275		4.868	
C.V.	-	22.22%		31.27%		23.34%	
R^2	-	69.46%		60.61%		66.69%	

NS = No significativo
 ** = Altamente significativo
 * = Significativo

Cuadro 8. Resumen del análisis de covarianza múltiple para la variable peso de grano 4, considerando como covariables (covariable 3 número de plantas por parcela útil, covariable 4 número de mazorca por parcela útil y covariable 44, número de mazorcas por parcela útil al cuadrado). Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L. ®

Fuente de variación	Grados de libertad	Peso de grano 4	
		C.M.	p
Covariable 3	1	2.741	.105 NS
Covariable 4	1	12.881	.001 **
Covariable 44	1	4.266	.046 *
Bloques	3	0.628	.590 NS
Tratamientos	9	2.810	.017 *
Error	24	0.965	
\bar{Y}	-	4.87	
C.V.	-	20.18%	
R^2	-	77.04%	

N.S. = No significativo
 ** = Altamente significativo
 * = Significativo

Cuadro 9. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 2 número de plantas por parcela útil al segundo muestreo) de las 45 combinaciones de dos de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas completas 2. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas	Error estándar	Pr > T	Medias ajustadas de mayor a menor
N P				
T1= 00-30	12.854	.438	.0001	T8 - 14.624
T2= 70-00	12.419	.435	.0001	T6 - 14.576
T3= 70-30	12.953	.427	.0001	T7 - 13.610
T4= 70-60	12.507	.426	.0001	T10 - 13.098
T5= 140-30	12.569	.441	.0001	T3 - 12.953
T6= 140-60	14.576	.487	.0001	T1 - 12.854
T7= 140-90	13.610	.428	.0001	T5 - 12.569
T8= 210-60	14.624	.439	.0001	T4 - 12.507
T9= 00-00	12.487	.428	.0001	T9 - 12.487
T10= 210-90	13.098	.427	.0001	T2 - 12.419

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	.693 NS	.274 NS	.813 NS	.338 NS	.393 NS	.034 *	.403 NS	.020 *	.324 NS	
9	.558 NS	.913 NS	.449 NS	.974 NS	.897 NS	.003 **	.077 NS	.002 **		
8	.010 **	.0017 **	.0117 *	.0019 **	.004 **	.939 NS	.114 NS			
7	.224 NS	.060 NS	.287 NS	.080 NS	.098 NS	.158 NS				
6	.019 *	.004 **	.020 *	.004 **	.008 *					
5	.640 NS	.807 NS	.534 NS	.921 NS						
4	.576 NS	.887 NS	.467 NS							
3	.872 NS	.387 NS								
2	.478 NS									
1										

N.S. = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 10. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 2 número de plantas por parcela útil al segundo muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas incompletas 2. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas	Error estándar	Pr > T	Medias ajustadas de mayor a menor
M P				
T1= 00-30	8.631	0.3182	.0001	T6 - 9.915
T2= 70-00	8.228	0.3150	.0001	T8 - 9.474
T3= 70-30	9.142	0.3103	.0001	T7 - 9.190
T4= 70-60	8.810	0.3100	.0001	T3 - 9.142
T5= 70-90	8.465	0.3200	.0001	T4 - 8.810
T6= 140-30	9.915	0.3540	.0001	T10 - 8.808
T7= 140-60	9.190	0.3114	.0001	T1 - 8.631
T8= 140-90	9.474	0.3189	.0001	T5 - 8.465
T9= 00-00	8.206	0.3112	.0001	T2 - 8.228
T10= 210-90	8.808	0.3106	.0001	T9 - 8.206

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.691 NS	0.199 NS	0.453 NS	0.996 NS	0.445 NS	0.029 *	0.392 NS	0.150 NS	0.184 NS	
9	0.354 NS	0.960 NS	0.043 *	0.180 NS	0.572 NS	0.001 **	0.035 *	0.008 **		
8	0.080 NS	0.012 *	0.465 NS	0.147 NS	0.039 *	0.335 NS	0.534 NS			
7	0.215 NS	0.038 *	0.914 NS	0.396 NS	0.112 NS	0.145 NS				
6	0.017 *	0.002 **	0.117 NS	0.026 *	0.008 **					
5	0.708 NS	0.595 NS	0.138 NS	0.446 NS						
4	0.690 NS	0.201 NS	0.457 NS							
3	0.258 NS	0.048 *								
2	0.367 NS									
1										

N.S. = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 11. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil) de las 45 combinaciones de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable número de mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas	Error estándar	Pr > T	Medias ajustadas de mayor a menor
T1= 00-30	1.211	0.0727	.0001	T7 - 1.501
T2= 70-00	1.167	0.0750	.0001	T5 - 1.341
T3= 70-30	1.224	0.07220	.0001	T8 - 1.305
T4= 70-60	1.296	0.07224	.0001	T4 - 1.296
T5= 140-30	1.341	0.0752	.0001	T3 - 1.224
T6= 140-60	1.208	0.0810	.0001	T1 - 1.211
T7= 140-90	1.501	0.0722	.0001	T6 - 1.208
T8= 210-60	1.305	0.0747	.0001	T2 - 1.167
T9= 00-00	1.059	0.0724	.0001	T10 - 1.158
T10= 210-90	1.158	0.0729	.0001	T9 - 1.059

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.613 NS	0.932 NS	0.528 NS	0.192 NS	0.087 NS	0.663 NS	0.003 **	0.170 NS	0.345 NS	
9	0.154 NS	0.314 NS	0.119 NS	0.029 *	0.013 *	0.174 NS	0.0002 **	0.024 *		
8	0.380 NS	0.219 NS	0.442 NS	0.928 NS	0.746 NS	0.357 NS	0.070 NS			
7	0.009 **	0.004 **	0.012 *	0.055 NS	0.138 NS	0.012 NS				
6	0.982 NS	0.730 NS	0.884 NS	0.431 NS	0.267 NS					
5	0.216 NS	0.101 NS	0.271 NS	0.665 NS						
4	0.414 NS	0.227 NS	0.489 NS							
3	0.897 NS	0.590 NS								
2	0.676 NS									
1										

N.S. = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 12. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza múltiple (covariable 3 número de plantas por parcela útil; covariable 4 número de mazorca por parcela útil; covariable 44 número de mazorcas por parcela útil al cuadrado) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error, para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas	Error estándar	Pr > T	Medias ajustadas de mayor a menor
N P				
T1= 00-30	5.006	0.502	.0001	T8 - 5.913
T2= 70-00	4.084	0.511	.0001	T6 - 5.743
T3= 70-30	4.763	0.507	.0001	T5 - 5.334
T4= 70-60	4.656	0.500	.0001	T10 - 5.278
T5= 140-30	5.334	0.515	.0001	T7 - 5.050
T6= 140-60	5.743	0.581	.0001	T1 - 5.006
T7= 140-90	5.050	0.491	.0001	T3 - 4.763
T8= 210-60	5.913	0.515	.0001	T4 - 4.656
T9= 00-00	2.844	0.499	.0001	T2 - 4.084
T10= 210-90	5.278	0.496	.0001	T9 - 2.844

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.703 NS	0.100 NS	0.473 NS	0.384 NS	0.937 NS	0.561 NS	0.747 NS	0.392 NS	0.002 **	
9	0.006 **	0.099 NS	0.012 †	0.016 †	0.002 **	0.001 **	0.004 **	0.0002 **		
8	0.220 NS	0.023 †	0.131 NS	0.096 NS	0.449	0.818 NS	0.238 NS			
7	0.951 NS	0.186 NS	0.687 NS	0.580 NS	0.694	0.369 NS				
6	0.357 NS	0.054 NS	0.230 NS	0.184 NS	0.617					
5	-0.647 NS	0.087 NS	0.443 NS	0.359 NS						
4	0.627 NS	0.430 NS	0.880 NS							
3	0.740 NS	0.352 NS								
2	0.207 NS									
1										

N.S. = No significativo

** = Altamente significativo

† = Significativo

Cuadro 13. Correlaciones de las variables consideradas en experimentos de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco lote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

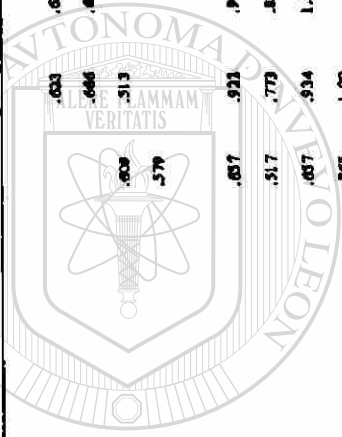
Variable	AI	ACI	HI1	AJ	HIC1	HI2	AJ	HC1	AF3	HAM3	MAH3	HIS	NM3	PA3	EB3	PM4	PO4	PO4	C1	C2	C3	C4
C4	.046	-.138	-.142	.023	-.109	-.010	-.092	-.071	-.178	-.039	-.102	-.368	-.145	-.518	.661	.649	.483	.605	.715	.602	.691	1.00
C3	.780 NS	.314 NS	.392 NS	.896 NS	.500 NS	.951 NS	.571 NS	.664 NS	.271 NS	.810 NS	.532 NS	.019 **	.309 NS	.004 **	.000 **	.000 **	.003 **	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **
C2	.090	-.019	-.0314	.096	.282	.090	.039	-.176	-.391	-.021	-.107	.398	-.390	.610	.513	.343	.200	.335	.912	.854	1.00	
C1	.581 NS	.909 NS	.838 NS	.549 NS	.078 NS	.581 NS	.812 NS	.276 NS	.008 NS	.897 NS	.513 NS	.01 **	.069 NS	.000 **	.000 **	.000 NS	.216 NS	.005 NS	.000 **	.000 **	.000 **	
C1	.073	-.063	-.093	.136	.330	.076	.021	-.155	-.230	-.043	-.114	.380	-.185	.586	.498	.345	.200	.354	.789	1.00		
C1	.658 NS	.698 NS	.561 NS	.438 NS	.120 NS	.642 NS	.859 NS	.346 NS	.133 NS	.793 NS	.484 NS	.070 NS	.253 NS	.000 **	.001 **	.020 NS	.153 NS	.035 NS	.000 **	.000 **		
C1	.066	-.058	-.073	-.007	.380	.041	-.131	-.183	.364	-.039	-.077	.443	-.308	.479	.465	.372	.246	.236	1.00			
PO4	.685 NS	.724 NS	.655 NS	.964 NS	.802 NS	.420 NS	.333 NS	.338	.014 *	.811 NS	.685 NS	.004 **	.653 NS	.003 **	.010 **	.090 NS	.127 NS	.143 NS	1.00			
PO4	.020	.202	-.300	.304	.321	.337	.308	.328	.193	.178	-.012	.016	.308	.618	.923	.984	.692	1.00				
PO4	.908 NS	.312 NS	.153 NS	.306 NS	.044 NS	.033 NS	.303 NS	.039 NS	.234 NS	.172 NS	.943 NS	.914 NS	.203 NS	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **			
PO4	-.280	-.253	.339	.180	.323	.091	-.069	.254	.084	.258	-.160	.056	.321	.392	.667	.765	1.00					
PO4	.081 NS	.116 NS	.033 NS	.566	.043 *	.844 NS	.672 NS	.114 NS	.607 NS	.109 NS	.323 NS	.721 NS	.044 *	.013 **	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **			
PO4	-.081	-.3378	-.276	.128	.349	.302	.164	.340	.164	.235	-.060	.029	.223	.657	.934	1.00						
PO4	.617 NS	.139 NS	.084 NS	.431 NS	.038 NS	.058 NS	.313 NS	.032 NS	.312 NS	.164 NS	.711 NS	.858 NS	.109 NS	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **				
EB3	.069	-.159	-.182	.292	.438	.444	.306	.280	.158	.194	-.035	.065	.183	.866	1.00							
EB3	.672 NS	.327 NS	.268 NS	.608 NS	.003 **	.004 **	.055 *	.069 NS	.390 NS	.331 NS	.878 NS	.690 NS	.238 NS	.000 **	.000 **							
EB3	.092 NS	.732 NS	.954 NS	.007 NS	.002 **	.001 **	.007 **	.712 NS	.086	.017	.043	.071	.152	1.00								
EB3	.044	-.076	.052	.205	.180	.125	.370	.263	.453	.041	.257	.436	1.00									
EB3	.787 NS	.642 NS	.752 NS	.205 NS	.240 NS	.441 NS	.092 NS	.098 NS	.003 **	.804 NS	.109 NS	.006 **	.000 **									
EB3	.237	.051	.012	-.354	.074	-.228	.149	-.322	-.196	-.333	-.098	1.00										
EB3	.141 NS	.756 NS	.940 NS	.114 NS	.651 NS	.136 NS	.360 NS	.001 **	.225 NS	.036 NS	.547 NS											
EB3	.434	.150	.344	.4300	.037	.211	.427	.216	.416	.086	1.00											
EB3	.006 **	.357 NS	.139 NS	.006 **	.822 NS	.191 NS	.006 **	.180 NS	.008 **	.600 NS	1.00											
EB3	.1527	-.255	-.362	.018	.217	.206	.133	.692	.253	1.00												
EB3	.347 NS	.112 NS	.032 *	.911 NS	.178 NS	.302 NS	.413 NS	.000 **	.116 NS													
EB3	.107	.093	.177	.326	.277	.310	.544	.444	1.00													
EB3	.513 NS	.744 NS	.276 NS	.040 *	.083 NS	.052 *	.000 **	.004 **														
EB3	.056	.283	.341	.136	.232	.301	.321	1.00														
EB3	.731 NS	.077 NS	.021 NS	.395 NS	.148 NS	.059 NS	.171 NS															
EB3	.354	.141	.156	.676	.239	.508	1.00															
EB3	.025 *	.386 NS	.336 NS	.000 **	.137 NS	.600 **																
EB3	.431	.106	.152	.658	.384	1.00																
EB3	.905 **	.517 NS	.349 NS	.000 **	.013 **																	
EB3	.021	.235	.112	.041	1.00																	
EB3	.997 NS	.145 NS	.491 NS	.600 NS																		
EB3	.599	.383	.275	1.00																		
EB3	.037 **	.077 NS	.086 NS																			
EB3	.481	.815	1.00																			
EB3	.001 **	.000 **																				
EB3	.528	1.00																				
EB3	.000 **																					
EB3	1.00																					

UNIVERSIDAD GENERAL DE NUEVO LEÓN

LIBRERIA DE BIBLIOTECAS

Cuadro 14. Correlaciones con grado de asociación mayor o igual a 50% y con significancia o alta significancia para las diferentes variables probadas experimentalmente. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984. Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Variable	AJ	H1E1	AJ	H1E2	AJ	H1E3	AF3	HABM3	HABM2	HES	PA3	RE3	PM4	PD4	PO4	CI	C2	C3	C4	C44	DI	
DI																						1.00
C44													.631	.544	.816	.725	.706	.719	.983			1.00
C4												.646	.572	.669	.675	.649	.679	.679	1.00			1.00
C3											.513	.579	.686			.913	.954	1.00				1.00
C2												.935				1.00						1.00
CI												1.00										1.00
PO4													.984	.777	1.00							1.00
PO4													.837	1.00								1.00
PM4													1.00									1.00
RE3																						1.00
PA3																						1.00
RE3																						1.00
HABM3																						1.00
HABM2																						1.00
AF3																						1.00
H1E1																						1.00
AJ																						1.00
H1E2																						1.00
AJ																						1.00
H1E3																						1.00
AF3																						1.00
H1E3																						1.00
AJ																						1.00
H1E2																						1.00
AJ																						1.00
H1E1																						1.00
AF3																						1.00
AJ																						1.00



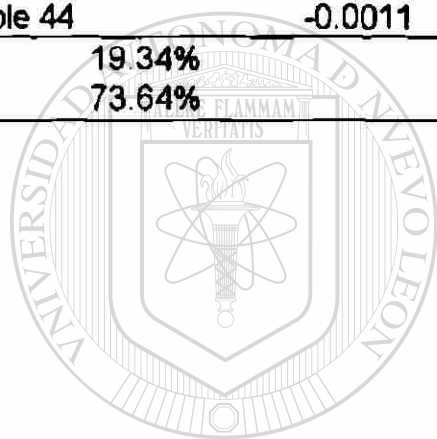
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Cuadro 15. Concentración de los valores estadísticos para cada uno de los componentes que integran el modelo que mejor explica la respuesta para la variable peso de grano 4, considerando las variables Dummy (variables de engaño correspondiente al bloqueo). Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Variables	Coefficientes	Error estándar	Valor de T	Probabilidad
Intercepto	-2.0348	1.5308	-1.329	0.1938
Dummy 1	0.1212	0.4369	0.278	0.7833
Dummy 2	0.5967	0.4581	1.303	0.2025
Dummy 3	0.0348	0.4606	0.074	0.9419
Nitrógeno	0.0104	0.0053	1.992	0.0555
Fósforo	0.0536	0.0171	3.130	0.0039
Fósforo 2	-0.0005	0.0002	-2.933	0.0064
Covariable 3	-0.0222	0.0117	-1.893	0.0680
Covariable 4	0.1944	0.0526	3.696	0.0009
Covariable 44	-0.0011	0.0005	-2.077	0.0465
C.V.	19.34%			
R ²	73.64%			



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Cuadro 16. Concentración de los valores estadísticos para cada uno de los componentes que integran el modelo que mejor explica la respuesta para la variable peso de grano 4, sin considerar las variables Dummy (variables de engaño correspondientes al bloqueo). Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Variables	Coefficiente	Error estándar	Valor de T	Probabilidad
Intercepto	-2.2929	1.4969	-1531	0.1353
Nitrógeno	0.0105	0.0052	2.022	0.0513
Fósforo	0.0520	0.0169	3.079	0.0042
Fósforo 2	-0.0005	0.0002	-2.893	0.0067
Covariable 3	-0.0079	0.0105	-1.698	0.0990
Covariable 4	0.2030	0.0515	3.945	0.0004
Covariable 44	-0.0012	0.0005	-2.305	0.0276
C.V.	19.15%			
R ²	71.57%			

Cuadro 17. Resumen de los valores de predicción según el coeficiente de regresión para el nitrógeno lineal considerando los valores mínimo, intermedios (bajo, alto) y máximo así como para las covariables (3, 4 y 44) para obtener el rendimiento de grano según el modelo de predicción completo ignorando el fósforo. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Variables	Coeficientes	Mínimo	Intermedios			Máximo
			Bajo	Alto	Máximo	
Intercepto	-2.0348	1	1	1	1	1
Dummy 1	0.1212	1	1	1	1	1
Dummy 2	0.5967	1	1	1	1	1
Dummy 3	0.0348	1	1	1	1	1
N	0.0104	0	70	140		210
P ₂ O ₅	0.0536	0	0	0		0
(P ₂ O ₅) ²	-0.0005	0	0	0		0
Covariable 3	-0.0222	28	28	28		28
Covariable 4	0.1944	21	21	21		21
Covariable 44	-0.0011	441	441	441		441
Rendimiento 1		1.1281	1.8571	2.5851		3.3131
Covariable 3	-0.0222	70.75	70.75	70.75		70.75
Covariable 4	0.1944	51	51	51		51
Covariable 44	-0.0011	2601	2601	2601		2601
Rendimiento 2		3.6357	4.3637	5.0917		5.8197
Covariable 3	-0.0222	132.1	132.1	132.1		132.1
Covariable 4	0.1944	90	90	90		90
Covariable 44	-0.0011	8100	8100	8100		8100
Rendimiento 3		3.8064	4.5344	5.2624		5.9904

Cuadro 18. Resumen de los valores de predicción según los coeficientes de regresión para fósforo lineal y cuadrático considerando los valores mínimo, intermedios (bajo, alto) y máximo, así como para las covariables (3, 4 y 44) para obtener el rendimiento de grano según el modelo de predicción completo ignorando nitrógeno. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael Linares, N.L.

Variables	Coeficientes	Mínimo	Intermedios			Máximo
			Bajo	Alto	Máximo	
Intercepto	-2.0348	1	1	1	1	1
Dummy 1	0.1212	1	1	1	1	1
Dummy 2	0.5967	1	1	1	1	1
Dummy 3	0.0348	1	1	1	1	1
N	0.0104	0	0	0		0
P ₂ O ₅	0.0536	0	30	60		90
(P ₂ O ₅) ²	-0.0005	0	900	3600		8100
Covariable 3	-0.0222	28	28	28		28
Covariable 4	0.1944	21	21	21		21
Covariable 44	-0.0011	441	441	441		441
Rendimiento 1		1.128	2.2871	2.5451		1.9031
Covariable 3	-0.0222	70.75	70.75	70.75		70.75
Covariable 4	0.1944	51	51	51		51
Covariable 44	-0.0011	2601	2601	2601		2601
Rendimiento 2		3.6357	4.7937	5.0517		4.4097
Covariable 3	-0.0222	132.1	132.1	132.1		132.1
Covariable 4	0.1944	90	90	90		90
Covariable 44	-0.0011	8100	8100	8100		8100
Rendimiento 3		3.8064	4.9644	5.2224		4.5804

Cuadro 19. Resumen de los valores de predicción según los coeficientes de regresión para nitrógeno lineal, fósforo lineal, fósforo cuadrático considerando los valores mínimo, intermedios (bajo, alto) y máximo, así como para las covariables (3, 4, 44) para obtener el rendimiento de grano según el modelo de predicción completo. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael Linares, N.L.

Variables	Coeficientes	Mínimo	Intermedios		Máximo
			Bajo	Alto	
Intercepto-	2.0348	1	1	1	1
Dummy 1	0.1212	1	1	1	1
Dummy 2	0.5967	1	1	1	1
Dummy 3	0.0348	1	1	1	1
N	0.0104	0	70	140	210
P ₂ O ₅	0.0536	0	30	60	90
(P ₂ O ₅) ²	-0.0005	0	900	3600	8100
Covariable 3	-0.0222	28	28	28	28
Covariable 4	0.1944	21	21	21	21
Covariable 44	-0.0011	441	441	441	441
Rendimiento 1		1.1291	3.0151	4.0011	4.0871
Covariable 3	-0.0222	70.75	70.75	70.75	70.75
Covariable 4	0.1944	51	51	51	51
Covariable 44	-0.0011	2601	2601	2601	2601
Rendimiento 2		3.6357	5.5217	6.5077	6.5937
Covariable 1	-0.0222	132.1	132.1	132.1	132.1
Covariable 2	0.1944	90	90	90	90
Covariable 3	-0.0011	8100	8100	8100	8100
Rendimiento 3		3.8064	5.6924	6.6784	6.7644

Cuadro 20. Tendencia de los efectos sobre el rendimiento por el nitrógeno, fósforo lineal y cuadrático, individual y conjuntamente, así como de la densidad para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael Linares, N.L.

	a) Nitrógeno	b) P ₂ O ₅	c) Nitrógeno y P ₂ O ₅		
a) Densidad	Nitrógeno 0 kg/ha	Nitrógeno 70 kg/ha	Nitrógeno 140 kg/ha	Nitrógeno 210 kg/ha	
28 pitas/PU	1.13 kg/PU	1.85 kg/PU	2.58 kg/PU	3.31 kg/PU	
11,513 pitas/ha	64.63 kg/ha	760.68 kg/ha	1060.84 kg/ha	1361.01 kg/ha	
51 pitas/PU	.64 kg/PU	4.36 kg/PU	5.09 kg/PU	5.82 kg/PU	
29,090 pitas/ha	496.70 kg/ha	1792.74 kg/ha	2092.91 kg/ha	2393.07 kg/ha	
132 pitas/PU	.81 kg/PU	4.53 kg/PU	5.26 kg/PU	5.99 kg/PU	
54,275 pitas/ha	566.60 kg/ha	1862.65 kg/ha	2162.81 kg/ha	2462.97 kg/ha	
	2.68	2.68	2.68	2.68	
b) Densidad	P ₂ O ₅ kg/ha	P ₂ O ₅ 30 kg/ha	P ₂ O ₅ 60 kg/ha	P ₂ O ₅ 90 kg/ha	
28 pitas/PU	.13 kg/PU	2.28 kg/PU	2.54 kg/PU	1.90 kg/PU	
11,513 pitas/ha	64.63 kg/ha	937.49 kg/ha	1044.40 kg/ha	781.24 kg/ha	
51 pitas/PU	.64 kg/PU	4.79 kg/PU	5.05 kg/PU	4.41 kg/PU	
29,090 pitas/ha	496.70 kg/ha	1969.55 kg/ha	2076.46 kg/ha	1813.30 kg/ha	
132 pitas/PU	.81 kg/PU	4.96 kg/PU	5.22 kg/PU	4.58 kg/PU	
54,275 pitas/ha	566.60 kg/ha	2039.45 kg/ha	2146.36 kg/ha	1883.20 kg/ha	
	2.68	2.68	2.68	2.68	
c) Densidad	kg/ha	30 kg/ha	60 kg/ha	90 kg/ha	P ₂ O ₅
	kg/ha	70 kg/ha	140 kg/ha	210 kg/ha	N
28 pitas/PU	.13 kg/PU	3.01 kg/PU	4.00 kg/PU	4.08 kg/PU	2.95
11,513 pitas/ha	64.63 kg/ha	1237.65 kg/ha	1644.72 kg/ha	1677.61 kg/ha	
51 pitas/PU	.64 kg/PU	5.52 kg/PU	6.51 kg/PU	6.69 kg/PU	2.95
29,090 pitas/ha	496.79 kg/ha	2158.70 kg/ha	2676.76 kg/ha	2709.66 kg/ha	
132 pitas/PU	.81 kg/ha	5.69 kg/PU	6.68 kg/PU	6.76 kg/PU	2.95
54,275 pitas/ha	566.50 kg/ha	2339.61 kg/ha	2746.68 kg/ha	2779.58 kg/ha	
	.68	2.68	2.68	2.68	

Cuadro 21. Resumen de los valores de predicción según los coeficientes de regresión para nitrógeno lineal, fósforo lineal y cuadrático, considerando el nivel más alto de nitrógeno (210 kg N/ha) y los niveles medio bajo y alto de fósforo (30 y 60 kg P₂O₅/ha) así como los valores mínimo, medio y alto de la covariable (3, 4 y 44) para obtener el rendimiento de grano según el modelo de predicción completa. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Variables	Coeficientes	Intermedios	
		Bajo	Alto
Intercepto	-2.0348	1	1
Dummy 1	0.1212	1	1
Dummy 2	0.5967	1	1
Dummy 3	0.0348	1	1
N	0.0104	210	210
P ₂ O ₅	0.0536	30	60
(P ₂ O ₅) ²	-0.0005	900	3600
Covariable 3	-0.9222	28	28
Covariable 4	0.1944	21	21
Covariable 44	-0.0011	441	441
Rendimiento 1		4.4711	4.7291
Covariable 3	-0.0222	70.75	70.71
Covariable 4	0.1944	51	51
Covariable 44	-0.0011	2601	2601
Rendimiento 2		6.9777	7.2357
Covariable 3	-0.0222	132.1	132.1
Covariable 4	0.1944	90	90
Covariable 44	-0.0011	8100	8100
Rendimiento 3		7.1484	7.4064

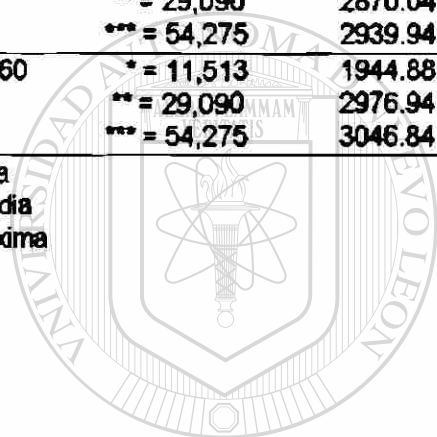
Cuadro 22. Resumen de los costos de producción sin fertilización y con fertilización de nitrógeno o fósforo en forma individual o conjunta así como el rendimiento en grano, ingresos y ganancias o pérdida bruta calculado de acuerdo al modelo de predicción completa. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Densidad	Rendimiento	Ingresos	Gastos	Pérdida	Ganancia
kg N/ha P ₂ O ₅ /ha	ptas/ha	kg/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
00 00	* = 11,513	464.63	380.99	635.00	245.01	
	** = 29,090	1496.70	1227.29	635.00		592.29
	*** = 54,275	1566.6	1284.61	635.00		649.61
70 00	* = 11,513	760.68	623.76	848.04	224.28	
	** = 29,090	1792.74	1470.05	848.04		622.01
	*** = 54,275	1862.65	1527.37	848.04		679.33
140 00	* = 11,513	1060.84	869.89	1061.08	191.19	
	** = 29,090	2092.91	1716.08			655.11
	*** = 54,275	2162.81	1773.50	1061.08		712.42
210 00	* = 11,513	1361.01	1116.03	1274.11	158.08	
	** = 29,090	2393.07	1962.32	1274.11		688.21
	*** = 54,275	2462.47	2019.64	1274.11		745.53
00 30	* = 11,513	937.49	768.74	765.44		3.3
	** = 29,090	1969.55	1615.03	765.44		849.59
	*** = 54,275	2039.45	1672.35	765.44		906.91
00 60	* = 11,513	1044.40	856.41	895.88	39.47	
	** = 29,090	2076.46	1702.70	895.88		806.82
	*** = 54,275	2146.36	1760.02	895.88		864.14

Cuadro 22. Continuación.

Tratamiento	Densidad	Rendimiento	Ingresos	Gastos	Pérdida	Ganancia
kg N/ha P ₂ O ₅ /ha	ptas/ha	kg/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
00 90	* = 11,513	781.24	640.62	1026.32	385.70	
	** = 29,090	1813.30	1486.91	1026.32		460.59
	*** = 54,275	1883.20	1544.22	1026.32		517.90
- 70 00	* = 11,513	1237.65	1014.87	978.48		36.39
	** = 29,090	2158.70	1770.13	978.48		791.65
	*** = 54,275	2339.61	1918.48	978.48		940.00
- 140 60	* = 11,513	1644.72	1348.67	1321.96		26.71
	** = 29,090	2676.78	2194.96	1321.96		873.00
	*** = 54,275	2746.68	2252.27	1321.96		930.31
- 210 90	* = 11,513	1677.61	1375.64	1665.43	289.79	
	** = 29,090	2709.68	2221.94	1665.43		556.51
	*** = 54,275	2779.58	2279.26	1665.43		613.83
210 30	* = 11,513	1870.04	1507.14	1404.55		102.59
	** = 29,090	2870.04	2353.43	1404.55		948.88
	*** = 54,275	2939.94	2410.75	1404.55		1006.20
210 60	* = 11,513	1944.88	1594.80	1534.99		59.81
	** = 29,090	2976.94	2441.09	1534.99		906.10
	*** = 54,275	3046.84	2498.41	1534.99		963.42

* = Baja
 ** = Media
 *** = Máxima



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cuadro 23. Estadísticos descriptivos para todas las variables probadas en el experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado para 40 observaciones. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

No. orden	Variabes	Valor mínimo	Valor máximo	Rango	Media	S	C.V. %
1	Covar 1 No. plantas/parcela útil	43.00	184.00	141.00	98.50*	34.93	35.34
2	Covar 2 No. plantas/parcela útil	41.00	162.00	121.00	90.20	30.69	34.03
3	Covar 3 No. plantas/parcela útil	32.00	125.00	93.00	68.60	24.04	35.04
4	Covar 4 No. mazorcas/parcela útil	21.00	100.00	79.00	49.30	18.10	36.71
5	Altura 1 cm	28.10	56.50	28.40	40.54	5.71	14.09
6	Hojas completas 1	7.10	10.30	3.20	9.19	0.74	8.05
7	Hojas incompletas 1	4.40	6.40	2.00	5.62	0.48	8.51
8	Altura 2 cm	67.5	136.60	69.1	102.00	15.40	15.07
9	Hojas completas 2	10.20	14.70	4.50	13.14	0.88	6.72
10	Hojas incompletas 2	6.80	10.40	3.60	8.55	0.82	9.58
11	Altura 3 cm	160.5	242.0	82.00	206.00	15.0	7.10
12	hojas completas 3	11.00	14.00	3.00	12.77	0.75	5.86
13	Hojas secas 3	1.20	4.50	3.30	2.21	0.70	31.70
14	Hojas abajo mazorca 3	5.30	7.60	2.30	6.64	0.54	8.09
15	Hojas arriba mazorca 3	4.00	5.40	1.40	4.79	0.30	6.29
16	Número mazorca 3	1.00	1.90	0.90	1.33	0.23	17.18
17	Area foliar 3 cm ²	2500.80	6631.90	4131.10	4932.92	837.86	16.99
18	Paja 3 kg	2.70	8.20	5.50	5.83	1.32	22.62
19	Rendimiento biológico 3 kg	5.50	17.38	11.88	11.36	2.99	26.28
20	Peso mazorca 4 kg	1.90	9.85	7.95	5.50	1.84	33.38
21	Peso olote 4 kg	0.50	2.00	1.50	1.15	0.36	31.35
22	Peso grano 4 kg	1.30	8.08	6.78	4.36	1.57	35.96

Cuadro 24. Medias sin ajustar de todas las variables probadas en el experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	N	P	Altura 1	Hojas completas 2	Hojas incompletas 2	Altura 2	Hojas completas 2	Hojas incompletas 2	Altura 3	Hojas completas 3	Hojas secas 3
1	00	30	41.20	9.08	5.67	1.14	13.18	8.75	2.10	12.28	2.67
2	40	00	37.40	9.10	5.25	0.96	12.93	7.70	2.02	12.33	2.05
3	40	30	48.83	9.70	5.85	1.13	13.75	9.28	2.18	13.10	2.48
4	40	60	37.95	8.70	5.45	0.90	12.05	8.17	2.02	12.80	1.85
5	80	30	39.42	9.18	5.70	1.00	13.25	8.60	2.00	12.98	2.38
6	80	60	42.10	9.48	5.78	0.99	12.90	8.25	2.12	12.93	2.05
7	80	90	39.28	9.20	5.53	1.00	13.68	8.30	1.94	13.68	1.63
8	120	60	38.55	9.20	5.65	1.02	13.65	9.13	2.08	13.03	1.85
9	00	00	40.63	9.30	5.83	1.04	12.39	8.88	2.02	11.50	3.30
10	120	90	40.03	9.00	5.45	1.05	13.63	8.40	2.09	13.08	1.80

Cuadro 24. Continuación

Tratamiento	N	P	Hoja abajo mazorca 3	Hoja arriba mazorca 3	Número mazorca 3	Area foliar 3	Paja 3	Rto. biológico 3	Peso mazorca 4	Peso olote 4	Peso grano 4
1	00	30	6.25	4.85	1.18	4980.85	5.13	10.16	5.04	1.16	3.88
2	40	00	6.68	4.47	1.15	4262.02	5.26	09.72	4.45	0.83	3.63
3	40	30	6.78	4.88	1.27	5587.58	6.18	12.59	6.38	1.46	4.91
4	40	60	6.68	4.72	1.40	4084.70	5.97	11.81	5.84	1.28	4.56
5	80	30	6.98	4.57	1.38	4796.38	5.44	10.61	5.07	1.16	3.94
6	80	60	6.57	4.88	1.48	4696.20	6.33	12.54	6.22	1.05	5.17
7	80	90	6.88	5.08	1.67	5453.15	5.66	10.33	4.66	1.01	3.65
8	120	60	6.88	4.85	1.30	4923.49	6.74	13.01	6.27	1.13	5.15
9	00	00	5.83	4.88	1.08	5273.92	5.55	10.48	4.80	1.11	3.69
10	120	90	6.88	4.70	0.42	5270.88	6.06	12.36	6.30	1.26	5.04

Cuadro 25. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 1 apoyadas en la covariable 1 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grado de libertad	Altura 1		Hojas completas 1		Hojas incompletas 1	
		C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p
Covariable 1	1	8.39	.497 NS	0.601	.226 NS	1.069	.014 *
Bloques	3	141.16	.001 **	2.564	.002 **	.788	.006 **
Trata.	9	43.22	.037 *	0.315	.613 NS	.200	.278 NS
Error	26	17.72		0.390		.153	
\bar{Y}	-	40.54		9.19		5.62	
C.V.	-	10.38%		6.79%		6.97%	
R ²	-	63.80%		52.52%		55.45	

NS = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 26. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 2 apoyadas en la covariable 2 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grado de libertad	Altura 2		Hojas completas 2		Hojas incompletas 2	
		C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p
Covariable 2	1	.000	.907 NS	0.043	.792 NS	.140	.652 NS
Bloques	3	.123	.000 **	0.734	.332 NS	.155	.874 NS
Trata.	9	.021	.225 NS	1.327	.061 NS	.871	.285 NS
Error	26	.04		0.615		.671	
\bar{Y}	-	1.02		13.14		8.550	
C.V.	-	11.58%		5.97%		6.58%	
R ²	-	59.72%		47.35%		33.33%	

NS = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 27. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 3 apoyadas en la covariable 3 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grado de libertad	Altura 3		Hojas completas 3		Hojas secas 3		Hojas abajo mazorca 3	
		C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p
Covariable 3	1	.015	.313 NS	.002	.941 NS	3.454	.001 **	.579	.115 NS
Bloques	3	.092	.002 **	.474	.208 NS	.072	.821 NS	.184	.480 NS
Tratamiento	9	.021	.213 NS	1.425	.001 **	1.138	.001 **	.511	.043 *
Error	26	.014		.292		.237		.217	
\bar{Y}	-	2.06		12.77		2.21		6.64	
C.V.	-	5.75%		4.23		22.08%		7.02%	
R ²	-	56.00%		65.27%		67.70%		49.85%	

NS = No significativo
 ** = Altamente significativo
 * = Significativo

Cuadro 28. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 3 apoyadas en la covariable 3 (número de plantas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grado de libertad	Hojas arriba mazorca 3		Número de mazorca 3		Area foliar 3		Paja 3		Rco. biológico 3	
		C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p
Covariable 3	1	.130	.191 NS	.070	.142 NS	177.177	.984 NS	17.174	.000 **	96.978	.000 **
Bloques	3	.153	.123 NS	.015	.690 NS	2583152.675	.002 **	6.060	.003 **	35.130	.000 **
Trata.	9	.120	.149 NS	.126	.002 **	957501.692	.043 *	.618	.767 NS	2.993	.767 NS
Error	26	.072		.030		407284.925		.992		4.086	
\bar{Y}	-	4.79		1.333		4932.915		5.831		11.362	
C.V.	-	5.60%		12.99%		12.94%		17.08%		17.87%	
R ²	-	47.01%		61.43%		61.32%		62.0%		69.4%	

NS = No significativo
 ** = Altamente significativo
 * = Significativo

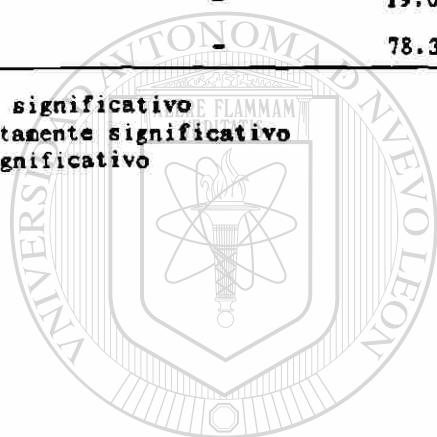
Cuadro 29. Resumen del análisis de covarianza para las variables estudiadas en el muestreo 4 apoyadas en la covariable 4 (número de mazorcas por parcela útil). Experimento fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Fuente de variación	Grado de libertad	Peso de mazorca 4		Peso de olote 4		Peso de grano 4	
		C.M.	p	C.M.	p	C.M.	p
Covariable 4	1	46.475	.000 **	1.047	.002 **	33.514	.000 **
Bloques	3	9.064	.000 **	.170	.132 NS	6.827	.000 **
Trata.	9	1.293	.348 NS	.112	.260 NS	.892	.374 NS
Error	26	1.095		.083		.786	
\bar{Y}	-	5.503		1.145		4.361	
C.V.	-	19.02%		25.16%		20.32%	
R ²	-	78.36%		56.99%		78.68%	

NS = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cuadro 30. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 1 número de plantas por parcela útil primer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error, para la variable altura 1. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas		Error estándar	Pr > t	Medias ajustadas de mayor a menor	
N P						
T1= 00-30	41.152		2.105	.0001	T3	48.955
T2= 40-00	37.188		2.127	.0001	T6	42.326
T3= 40-30	48.955		2.113	.0001	T1	41.152
T4= 40-60	38.072		2.112	.0001	T9	40.680
T5= 80-30	39.331		2.109	.0001	T10	40.066
T6= 80-60	42.326		2.130	.0001	T5	39.331
T7= 80-90	38.928		2.164	.0001	T7	38.928
T8= 120-60	38.672		2.112	.0001	T8	38.672
T9= 00-00	40.680		2.106	.0001	T4	38.072
T10= 120-90	40.066		2.105	.0001	T2	37.188

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.718 NS	0.346 NS	0.006 **	0.509 NS	0.807 NS	0.456 NS	0.710 NS	0.643 NS	0.838 NS	
9	0.875 NS	0.255 NS	0.010 **	0.389 NS	0.655 NS	0.586 NS	0.568 NS	0.506 NS		
8	0.414 NS	0.626 NS	0.001 **	0.841 NS	0.827 NS	0.231 NS	0.933 NS			
7	0.466 NS	0.564 NS	0.002 **	0.781 NS	0.894 NS	0.281 NS				
6	0.699 NS	0.103 NS	0.035 *	0.165 NS	0.329 NS					
5	0.546 NS	0.478 NS	0.003 **	0.677 NS						
4	0.312 NS	0.771 NS	0.001 **							
3	0.014 *	0.0006 **								
2	0.196									
1										

N.S. = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 31. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas completas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas	Error estándar	Pr > T	Medias ajustadas de mayor a menor						
N P										
T1= 00-30	12.272	0.2716	.0001	T7 13.671						
T2= 40-00	12.323	0.2711	.0001	T3 13.100						
T3= 40-30	13.100	0.27035	.0001	T10 13.077						
T4= 40-60	12.804	0.275	.0001	T8 13.025						
T5= 80-30	12.972	0.272	.0001	T5 12.972						
T6= 80-60	12.927	0.2719	.0001	T6 12.927						
T7= 80-90	13.671	0.274	.0001	T4 12.804						
T8= 120-60	13.025	0.2703	.0001	T2 12.272						
T9= 00-00	11.500	0.2700	.0001	T1 12.272						
T10= 120-90	13.077	0.2715	.0001	T9 11.500						
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.047 *	0.061 NS	0.950 NS	0.482 NS	0.788 NS	0.698 NS	0.139 NS	0.894 NS	0.0003 **	
9	0.054 NS	0.041 *	0.0003 **	0.002 **	0.0007 **	0.001 **	0.0001 **	0.0005 **		
8	0.060 NS	0.078 NS	0.845 NS	0.569 NS	0.890 NS	0.798 NS	0.106 NS			
7	0.001 **	0.001 **	0.152 NS	0.037 *	0.078 NS	0.067 NS				
6	0.102 NS	0.129 NS	0.653 NS	0.750 NS	0.909 NS					
5	0.078 NS	0.101 NS	0.740 NS	0.673 NS						
4	0.186 NS	0.228 NS	0.446 NS							
3	0.040 NS	0.053 NS								
2	0.896 NS									
1										

N.S. = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 32. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas secas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas	Error estándar	Pr > T	Medias ajustadas de mayor a menor
T1= 00-30	2.776	0.2446	.0001	T9 3.291
T2= 40-00	2.131	0.2440	.0001	T1 2.776
T3= 40-30	2.432	0.243	.0001	T5 2.509
T4= 40-60	1.661	0.248	.0001	T3 2.432
T5= 80-30	2.509	0.245	.0001	T2 2.131
T6= 80-60	1.941	0.2448	.0001	T6 1.941
T7= 80-90	1.789	0.246	.0001	T8 1.811
T8= 120-60	1.811	0.2433	.0001	T7 1.789
T9= 00-00	3.291	0.2431	.0001	T10 1.704
T10= 120-90	1.704	0.2443	.0001	T4 1.661

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.004 **	0.229 NS	0.044 *	0.900 NS	0.029 *	0.497 NS	0.809 NS	0.759 NS	0.0001	
9	0.147 NS	0.002 **	0.019 *	0.0001 **	0.032 *	0.0006 **	0.0002 **	0.0002 **		
8	0.009 **	0.362 NS	0.082 NS	0.668 NS	0.054 NS	0.709 NS	0.951 NS			
7	0.008 **	0.330 NS	0.076 NS	0.720 NS	0.046 *	0.669 NS				
6	0.023 *	0.588 NS	0.165 NS	0.423 NS	0.116 NS					
5	0.445 NS	0.281 NS	0.826 NS	0.024 *						
4	0.003 **	0.192 NS	0.034 *							
3	0.329 NS	0.390 NS								
2	0.072 NS									
1										

N.S. = No significativo
 ** = Altamente significativo
 * = Significativo

Cuadro 33. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable hojas abajo de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas	Error estándar	Pr > T	Medias ajustadas de mayor a menor
T1= 00-30	6.291	0.2343	.0001	T5 7.030
T2= 40-00	6.708	0.2338	.0001	T7 6.942
T3= 40-30	6.757	0.2331	.0001	T8 6.859
T4= 40-60	6.597	0.237	.0001	T10 6.835
T5= 80-30	7.030	0.235	.0001	T3 6.757
T6= 80-60	6.530	0.2345	.0001	T2 6.708
T7= 80-90	6.942	0.236	.0001	T4 6.597
T8= 120-60	6.859	0.2331	.0001	T6 6.530
T9= 00-00	5.821	0.232	.0001	T1 6.291
T10= 120-90	6.835	0.2341	.0001	T9 5.821

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.114 NS	0.704 NS	0.814 NS	0.477 NS	0.566 NS	0.362 NS	0.753 NS	0.944 NS	0.0049 **	
9	0.167 NS	0.012 *	0.008 **	0.027 *	0.001 **	0.041 *	0.002 **	0.0041 **		
8	0.098 NS	0.652 NS	0.760 NS	0.437 NS	0.611 NS	0.328 NS	0.804 NS			
7	0.059 NS	0.484 NS	0.584 NS	0.321 NS	0.792 NS	0.231 NS				
6	0.480 NS	0.597 NS	0.496 NS	0.840 NS	0.147 NS					
5	0.033 *	0.338 NS	0.420 NS	0.213 NS						
4	0.372 NS	0.744 NS	0.633 NS							
3	0.171 NS	0.882 NS								
2	0.217 NS									
1										

N.S. = No significativo
 ** = Altamente significativo
 * = Significativo

Cuadro 34. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable número de mazorcas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas	Error estándar	Pr > T	Medias ajustadas de mayor a menor
T1= N P 00-30	1.160	0.0876	.0001	T7 1.651
T2= 40-00	1.138	0.0874	.0001	T6 1.490
T3= 40-30	1.280	0.08724	.0001	T10 1.438
T4= 40-60	1.426	0.0889	.0001	T4 1.426
T5= 80-30	1.355	0.0880	.0001	T5 1.355
T6= 80-60	1.490	0.0877	.0001	T8 1.305
T7= 80-90	1.651	0.0885	.0001	T3 1.280
T8= 120-60	1.305	0.08722	.0001	T1 1.160
T9= 00-00	1.076	0.0871	.0001	T2 1.138
T10= 120-90	1.438	0.0876	.0001	T9 1.076

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.0346 *	0.023 *	0.212 NS	0.925 NS	0.514 NS	0.677 NS	0.102 NS	0.290 NS	0.006 **	
9	0.501 NS	0.618 NS	0.108 NS	0.009 **	0.032 *	0.002 **	0.0001 **	0.074 NS		
8	0.252 NS	0.188 NS	0.843 NS	0.337 NS	0.688 NS	0.146 *	0.010 *			
7	0.0005 **	0.0003 **	0.006 **	0.090 NS	0.023 *	0.212 NS				
6	0.013 *	0.008 **	0.101 NS	0.610 NS	0.292 NS					
5	0.125 NS	0.089 NS	0.552 NS	0.580 NS						
4	0.044 *	0.030 *	0.250 NS							
3	0.340 NS	0.260 NS								
2	0.858 NS									
1										

N.S. = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 35. Comparación de medias de tratamientos ajustados por covarianza (covariable 3 número de plantas por parcela útil al tercer muestreo) de las 45 combinaciones resultantes de dos, de acuerdo a su respectivo error estándar y su probabilidad de error para la variable área foliar 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Tratamiento	Medias ajustadas	Error estándar	Pr > T	Medias ajustadas de mayor a menor
N P				
T1= 00-30	4980.12	320.98	.0001	T3 5587.88
T2= 40-00	4261.44	320.31	.0001	T7 5451.97
T3= 40-30	5587.88	319.42	.0001	T9 5273.99
T4= 40-60	4086.05	325.61	.0001	T10 5271.56
T5= 80-30	4795.41	322.43	.0001	T1 4980.12
T6= 80-60	4696.98	321.27	.0001	T8 4923.75
T7= 80-90	5451.97	324.07	.0001	T5 4795.41
T8= 120-90	4923.75	319.37	.0001	T6 4696.98
T9= 00-00	5273.99	319.10	.0001	T2 4261.44
T10= 120-90	5271.56	320.77	.0001	T4 4086.05

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.528 NS	0.035 *	0.489 NS	0.014 *	0.308 NS	0.214 NS	0.698 NS	0.448 NS	0.995	
9	0.522 NS	0.034 *	0.493 NS	0.014 *	0.301 NS	0.213 NS	0.699 NS	0.444 NS		
8	0.902 NS	0.155 NS	0.153 NS	0.076 NS	0.780 NS	0.620 NS	0.258 NS			
7	0.305 NS	0.014 **	0.768 NS	0.007 **	0.157 NS	0.1135 NS				
6	0.540 NS	0.348 NS	0.059 NS	0.188 NS	0.831 NS					
5	0.685 NS	0.247 NS	0.093 NS	0.139 NS						
4	0.064 NS	0.706 NS	0.002 **							
3	0.192 NS	0.007 **								
2	0.123 NS									
1										

N.S. = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

Cuadro 36. Características físicas y químicas del suelo específico del área experimental. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado para riego y riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

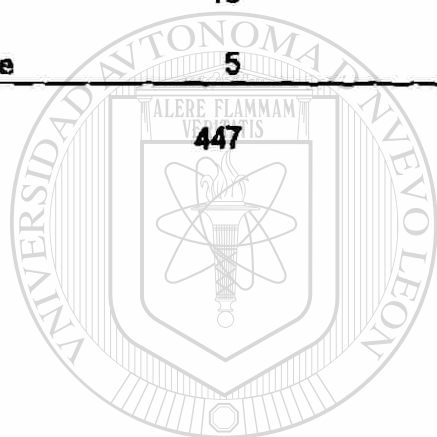
Determinación	Análisis	Clasificación agronómica
Color	Seco	Gris oscuro
Escala Munsell	Húmedo	Gris muy oscuro
Reacción (relación suelo-agua 1:2)	pH 7.4	Ligeramente alcalino
Textura (método del hidrómetro)	Arena 54.68% Limo 28.00% Arcilla 17.32%	Arcilloso
Materia Orgánica (método Walkley y Black)	3.10%	Rico
Nitrógeno total (método Kjeldahl)	0.155%	Mediano
Fósforo aprovechable (método Olsen)	122.7 ppm	Muy alto
Potasio aprovechable (método Peech y English)	462.9 kg/ha	Extremadamente rico
Sales solubles totales Puente Wheatstone	Conductividad eléctrica 1.0 mmhos/cm a 25° C	No salino
Contenido de carbonatos	0.5%	No calcáreo

Cuadro 37. Características de la calidad del agua utilizada para el riego. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego y riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Determinación	Análisis	Clasificación
Conductividad eléctrica		
Micromohos/cm (C.E. x 10 a 25°C)	750.0	Salinidad media
pH	7.1	Muy ligeramente alcalina
Calcio Ca	6.0 me/l	
Magnesio Mg	1.2 me/l	
Sodio Na	1.2 me/l	
Potasio K	- me/l	Suma de cationes 7.5 me/l
Carbonatos CO ₃	0.0 me/l	
Bicarbonatos HCO ₃	0.6 me/L	
Cloruros Cl	0.75 me/L	Buena
Sulfatos SO ₄	6.10 me/l	
Nitratos NO ₃	- me/l	Suma de aniones 7.5 me/l
Relación de absorción de sodio RAS	0.15 me/l	S ₁ = baja en Sodio
Carbonato de sodio residual C.S.R.	0.0 me/l	Buena
Porcentaje de Sodio probable P.S.P.	20 me/l	Muy buena
Salinidad potencial S.P.	3.8 me/l	Condicionada
Salinidad eléctrica S.E.	1.5 me/l	Buena
Azufre	- p.p.m.	
Clasificación general	C ₂ S ₁	Agua de salinidad media baja en sodio

Cuadro 38. Resumen sobre la precipitación y evaporación mensual correspondiente al ciclo de cultivo de acuerdo al reporte meteorológico de la SARH estación (Vista Hermosa). Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego y riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Mes	Precipitación mm	Evaporación mm	T° Promedio	
			Media °C	Máxima °C
Julio	60	166.76	25.2	34.5°C
Agosto	104	191.73	25.9	34.5°C
Septiembre	267	134.03	22.8	33.5°C
Octubre	16	089.90	21.7	33.5°C
Noviembre	5	90.48		
TOTAL	447	582.42	23.9	34.0



UANL

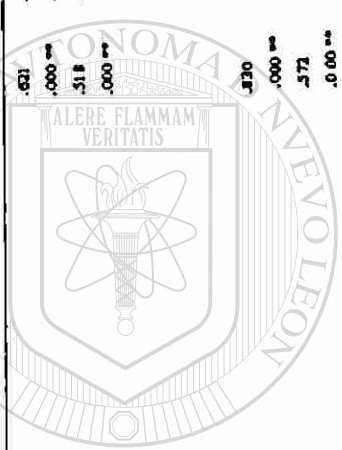
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Cuadro 40. Correlaciones con grado de asociación mayor o igual a 50% y con significancia o alta significancia para las diferentes variables probadas experimentalmente. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares, N.L.

Variable	AJ	HCI	HR	A2	HCI	H2	A3	HAM3	RES	NUE3	PA3	RE3	PM4	PO4	C1	C2	C3	C4
C4															.843	.866	.815	1.00
C3														.000 **	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **
C2														.524	.827	.846	1.00	
C1														.000 **	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **
PO4														.000 **	.970	1.00		
PM4														.000 **	.000 **	.000 **		
RE3														.000 **	.000 **	.000 **		
PA3														.000 **	.000 **	.000 **		
NUE3														.000 **	.000 **	.000 **		
RE3														.000 **	.000 **	.000 **		
HAM3														.000 **	.000 **	.000 **		
AJ3														.000 **	.000 **	.000 **		
HCI3														.000 **	.000 **	.000 **		
A3														.000 **	.000 **	.000 **		
H2														.000 **	.000 **	.000 **		
HCI2														.000 **	.000 **	.000 **		
A2														.000 **	.000 **	.000 **		
H1														.000 **	.000 **	.000 **		
HCI1														.000 **	.000 **	.000 **		
A1														.000 **	.000 **	.000 **		

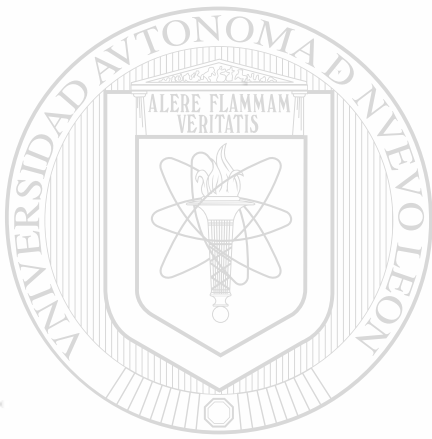


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



A P E N D I C E

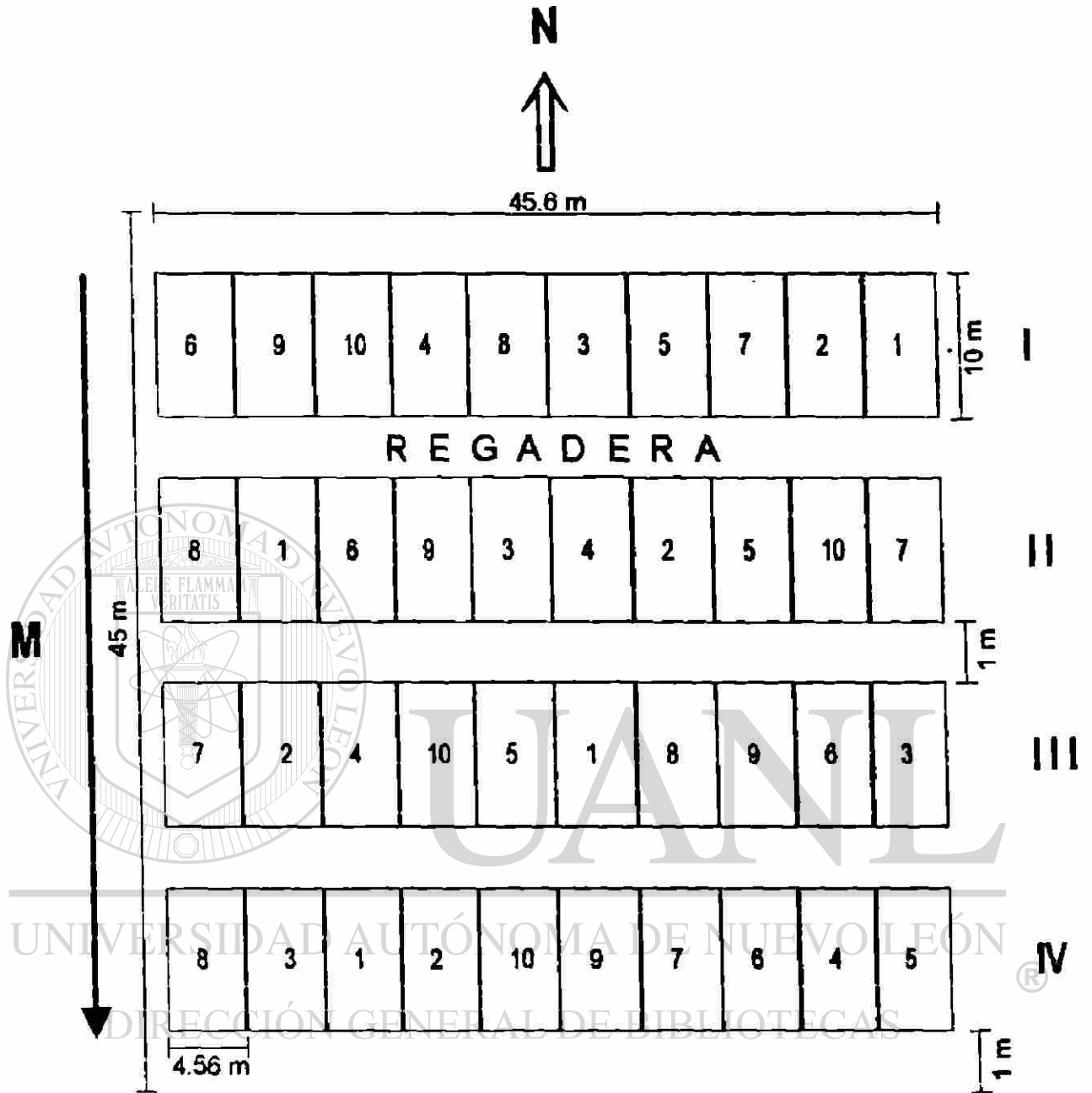


UANL
FIGURAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





Bloque =	456 m ²
Bloques =	1824 m ²
Andadores laterales =	90 m ²
Regaderas =	228 m ²
Area experimental =	2142 m ²
Parcela experimental =	45.6 m ²
Parcela útil =	24.32 m ²

Figura 1. Croquis dimensiones y distribución de tratamientos. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

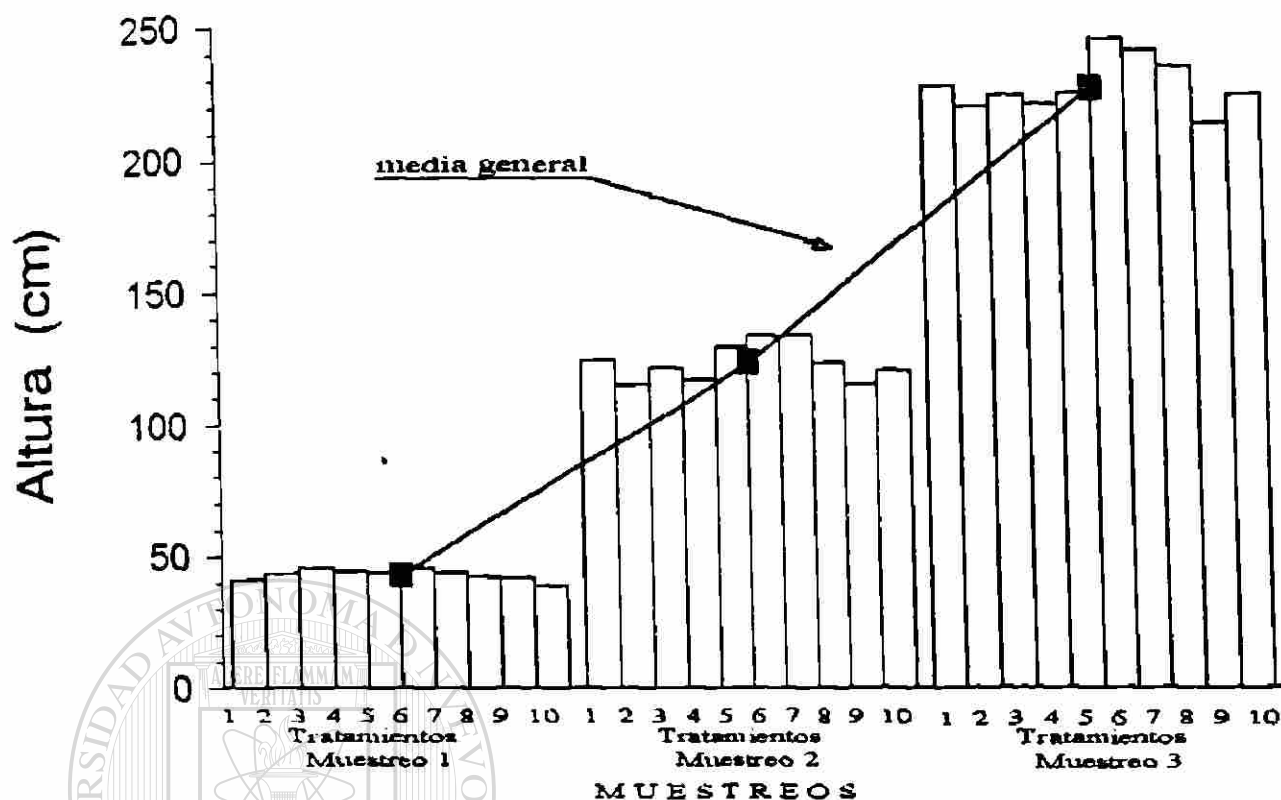


Figura 2. Medias por tratamiento para las variables altura uno, dos y tres correspondientes a los tres muestreos, con respecto a su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N. L.

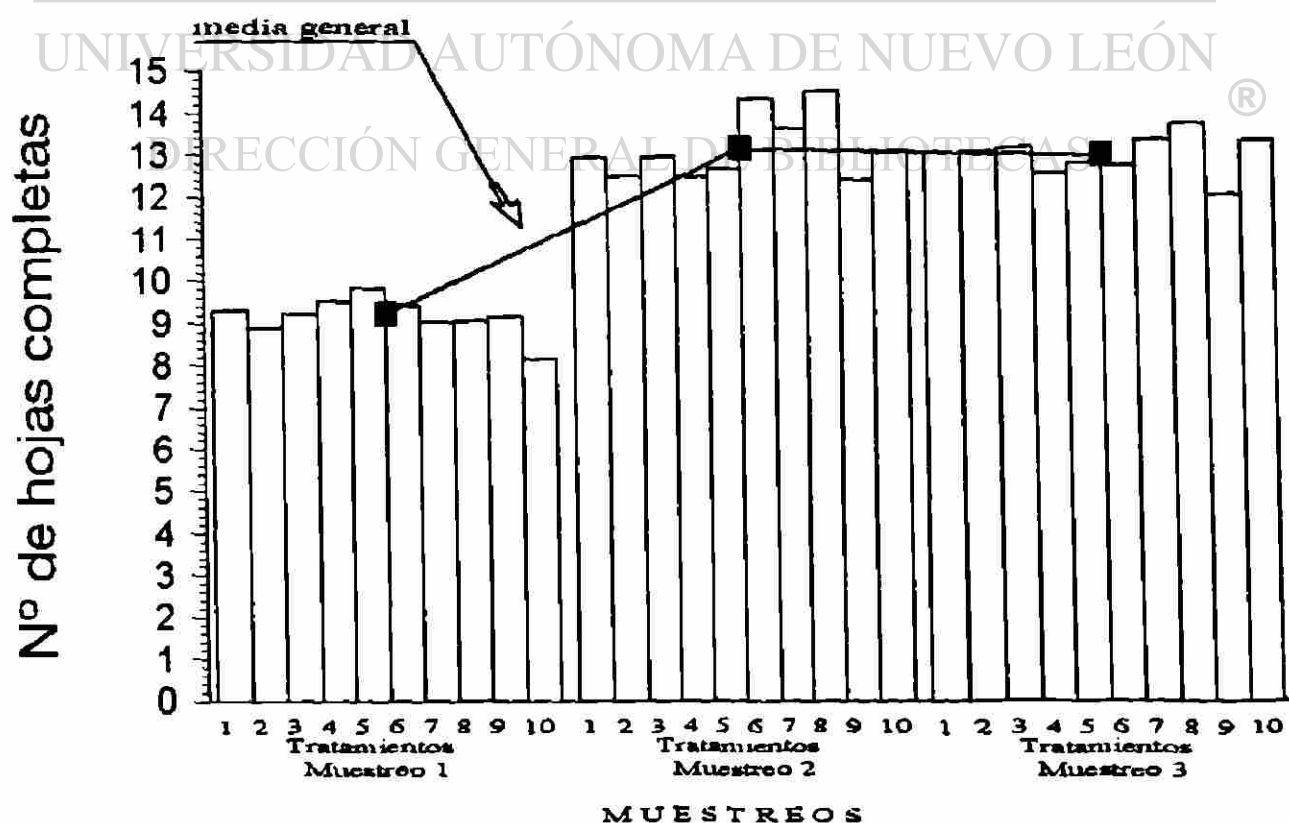


Figura 3. Medias por tratamiento para las variables número de hojas completas uno, dos y tres correspondientes a los tres muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N. L.

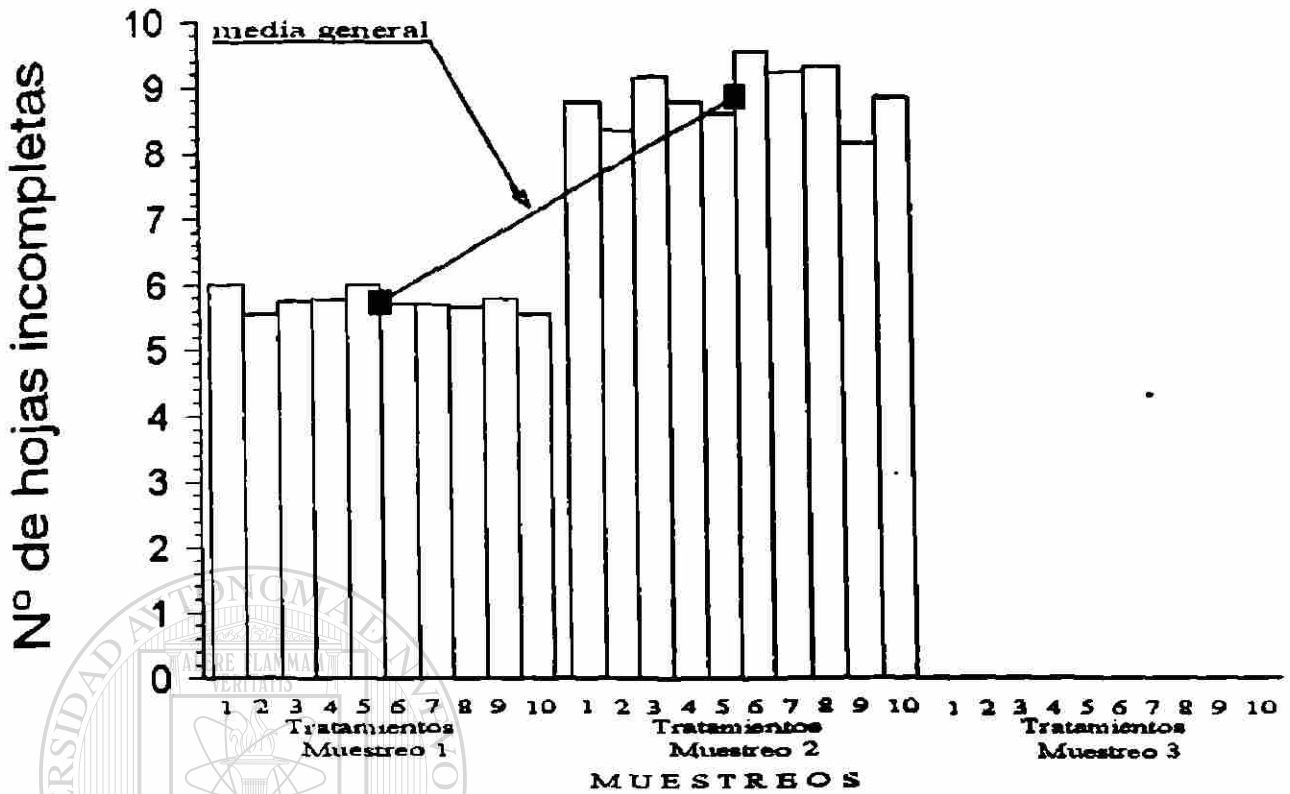


Figura 4. Medias por tratamiento para las variables hojas incompletas uno y dos correspondientes a los dos muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N. L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

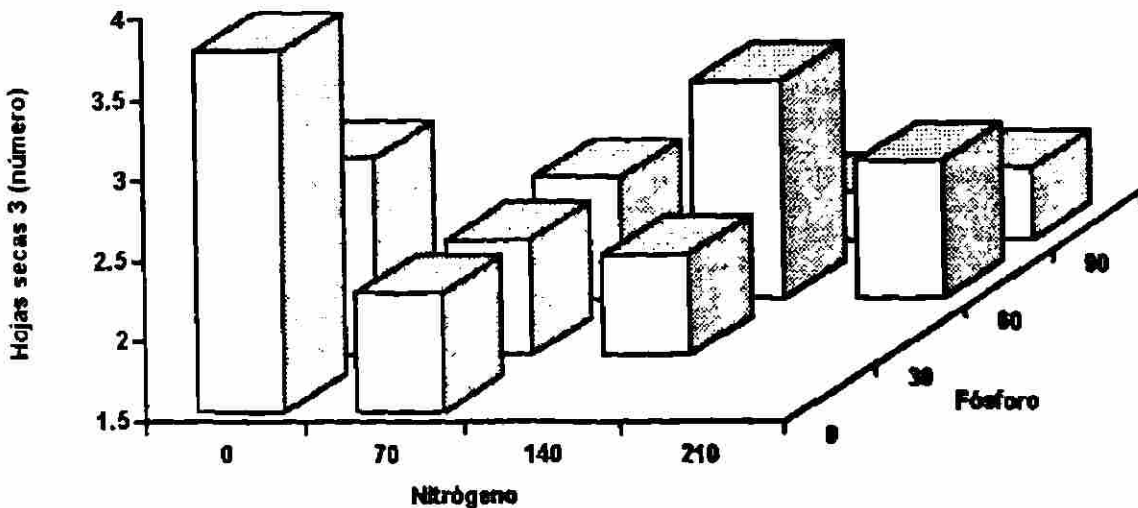


Figura 5. Medias de tratamientos para la variable hojas secas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

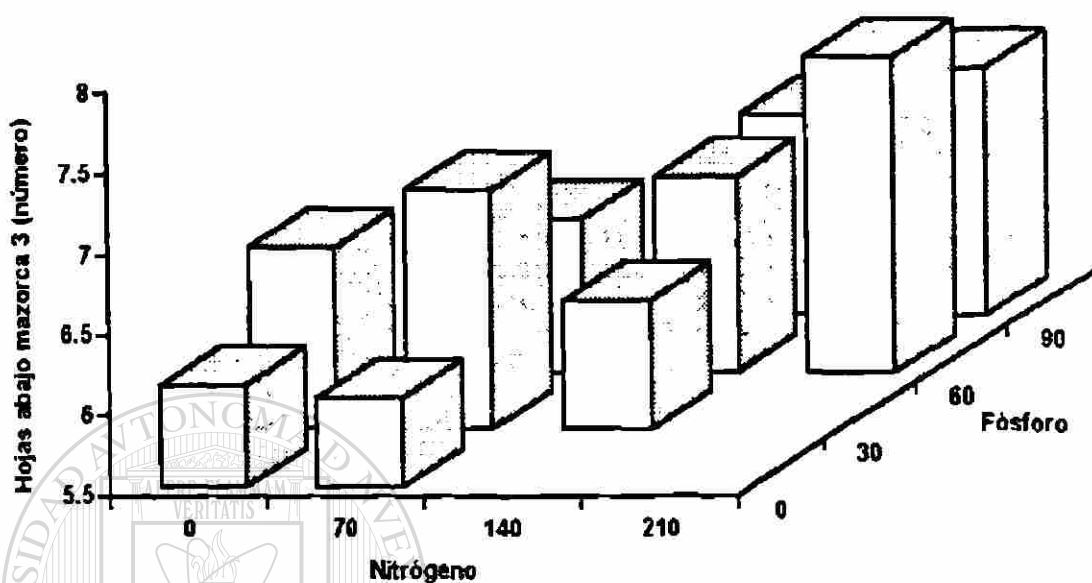


Figura 6. Medias de tratamientos para la variable hojas abajo de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

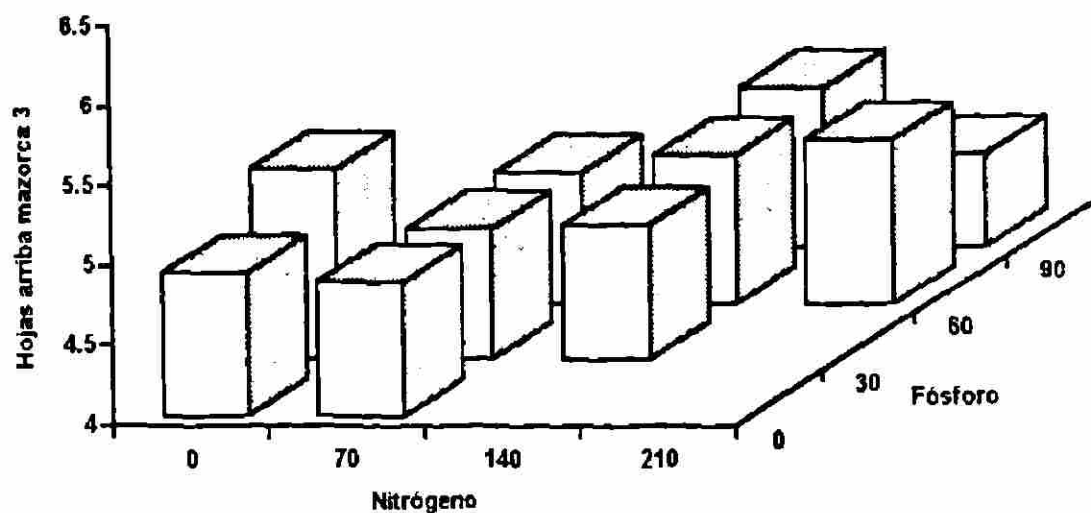


Figura 7. Medias de tratamientos para la variable hojas arriba de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

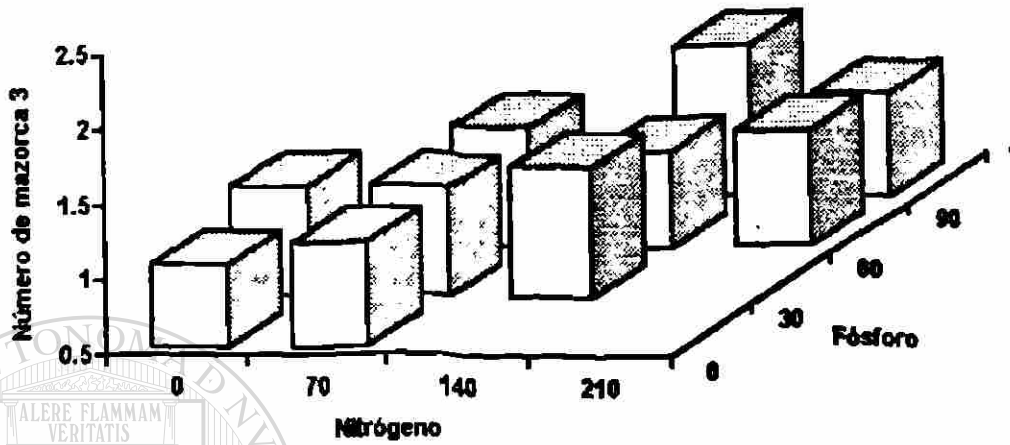


Figura 8 Medias de tratamientos para la variable número de mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

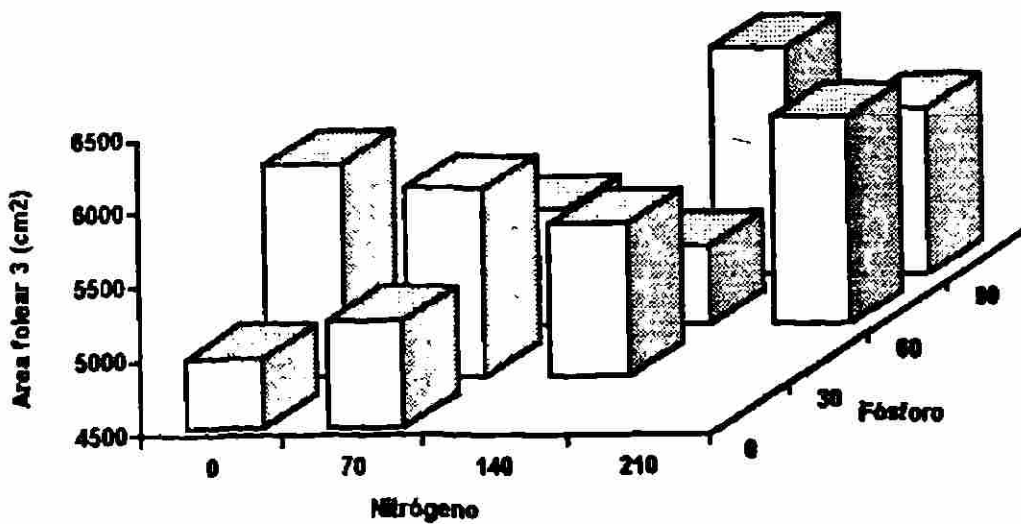


Figura 9. Medias de tratamientos para la variable area foliar 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

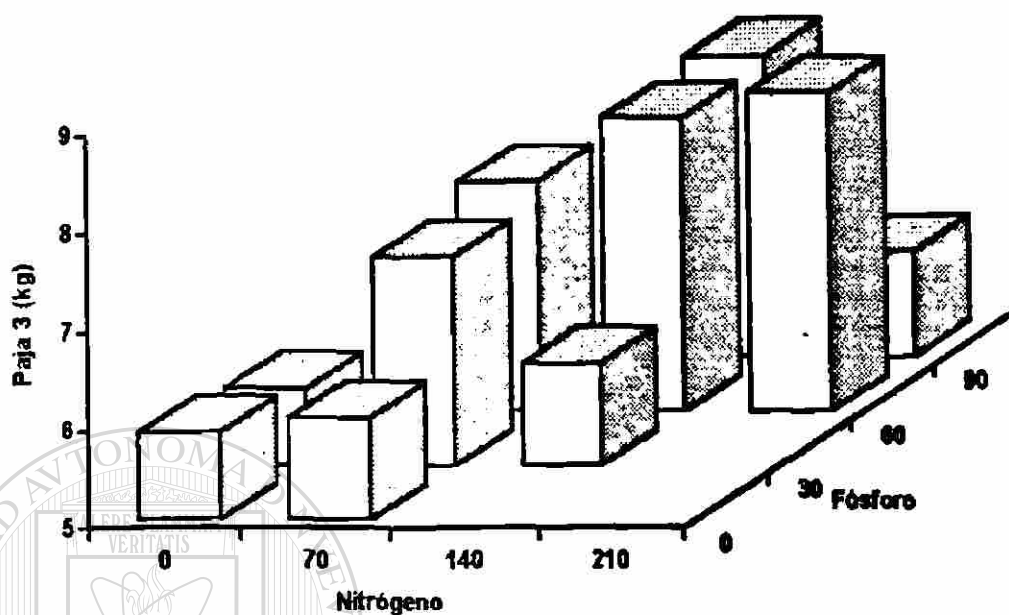


Figura 10. Medias de tratamientos para la variable paja 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

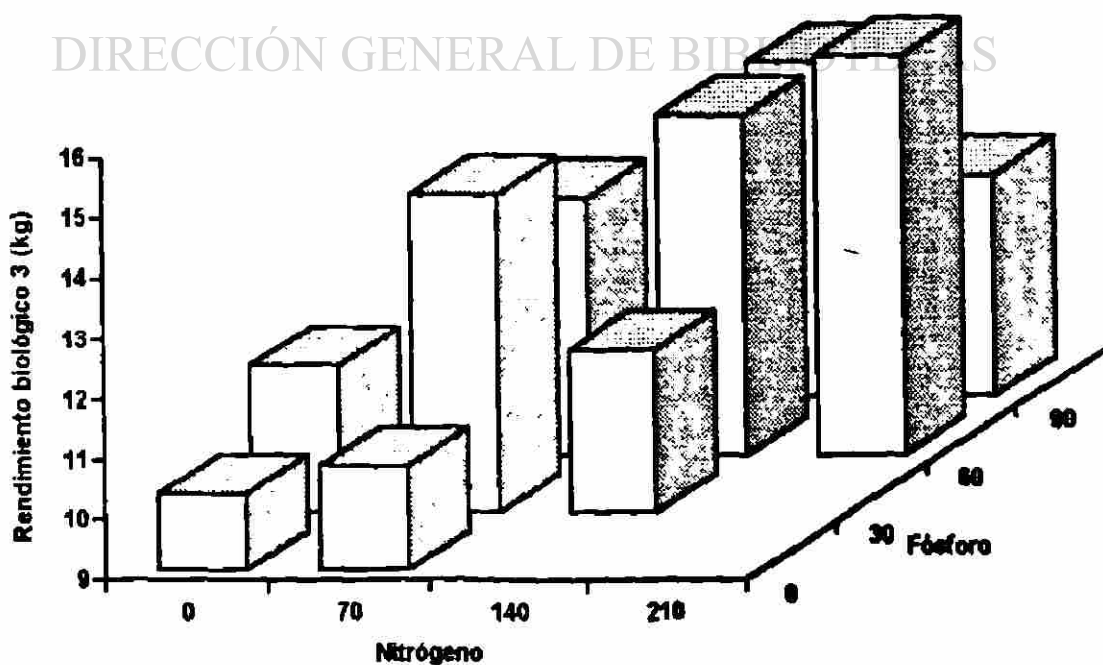


Figura 11. Medias de tratamientos para la variable rendimiento biológico 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

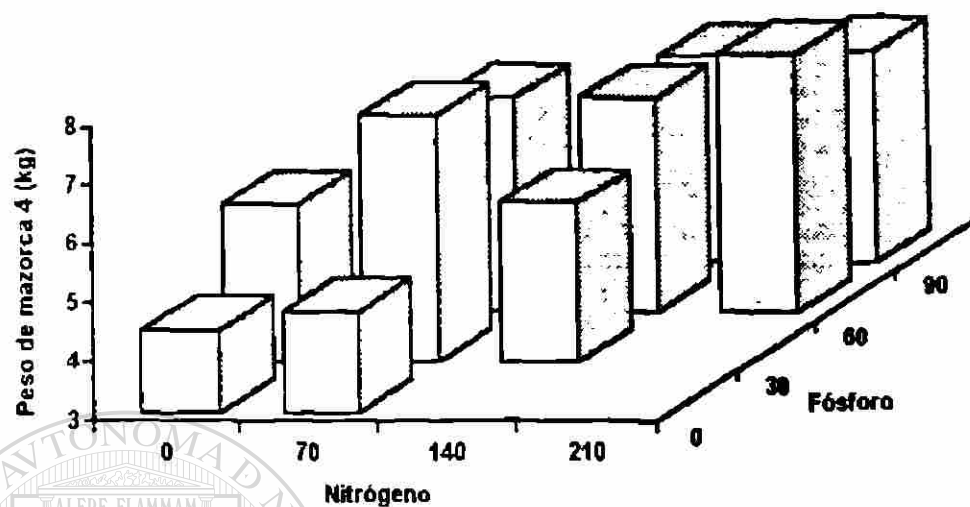


Figura 12. Medias de tratamientos para la variable peso de mazorca 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

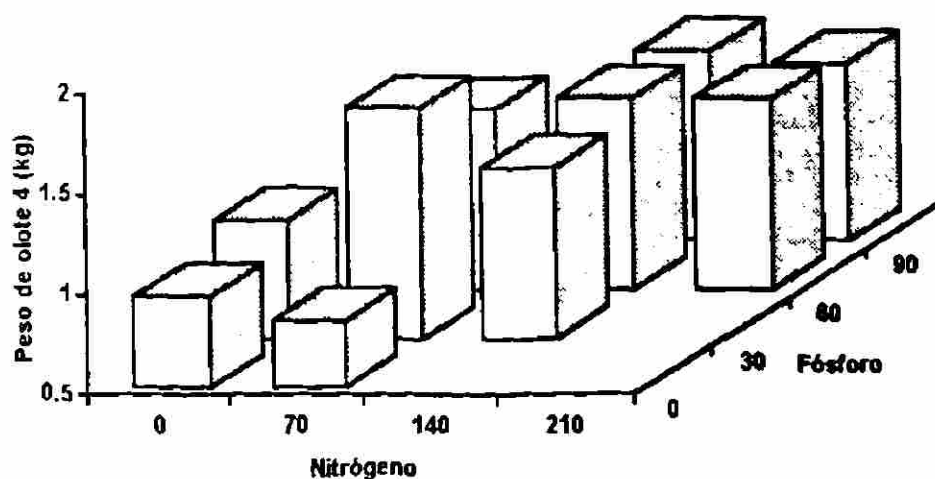


Figura 13. Medias de tratamientos para la variable peso de olote 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

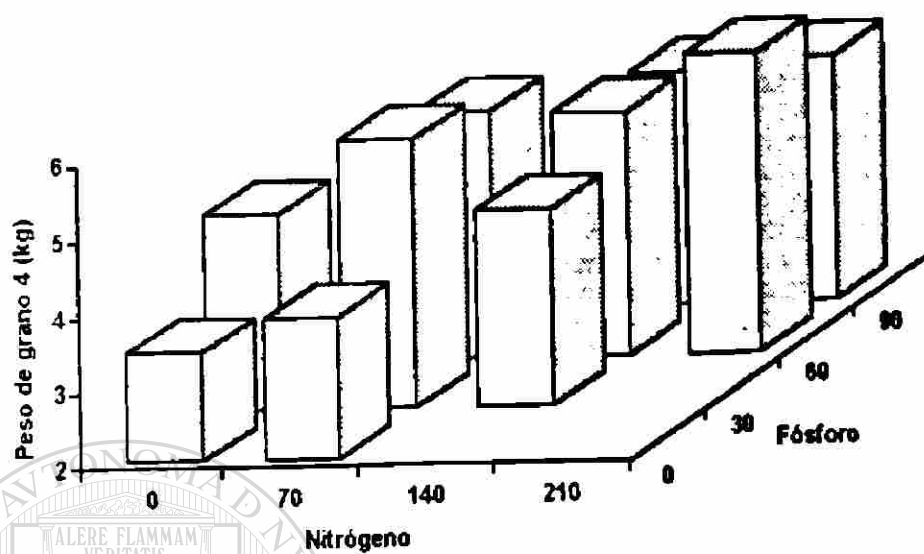


Figura 14. Medias de tratamientos para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

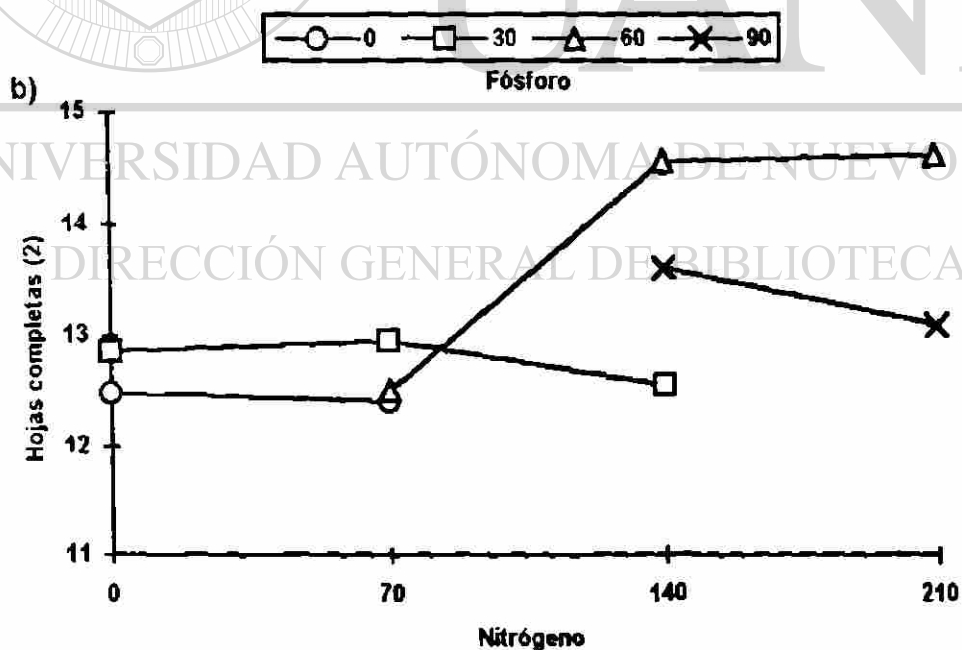
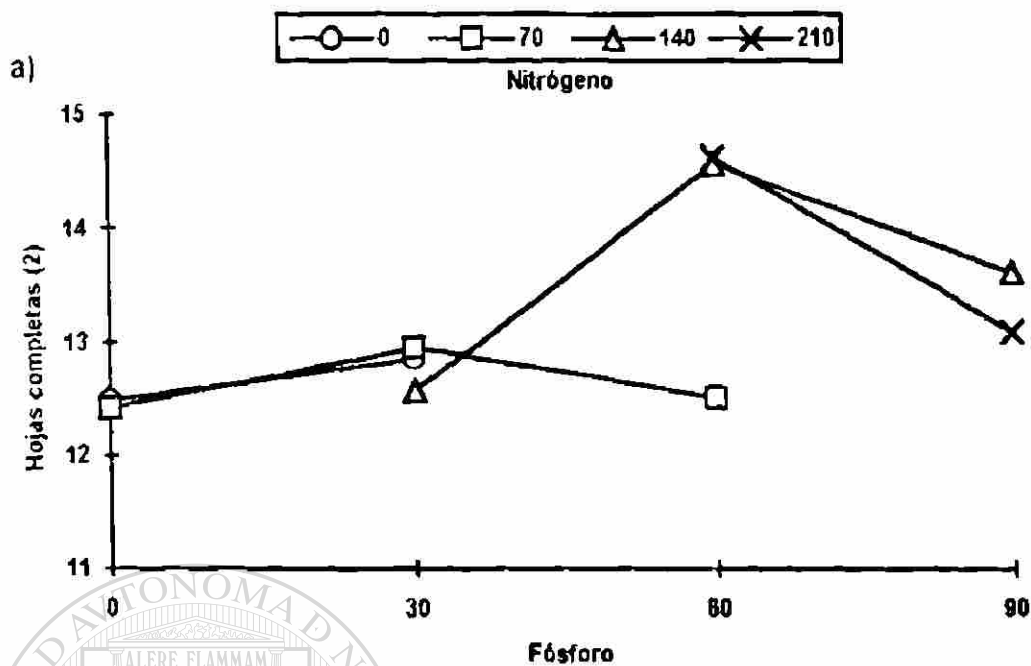


Figura 15 Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas completas 2. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

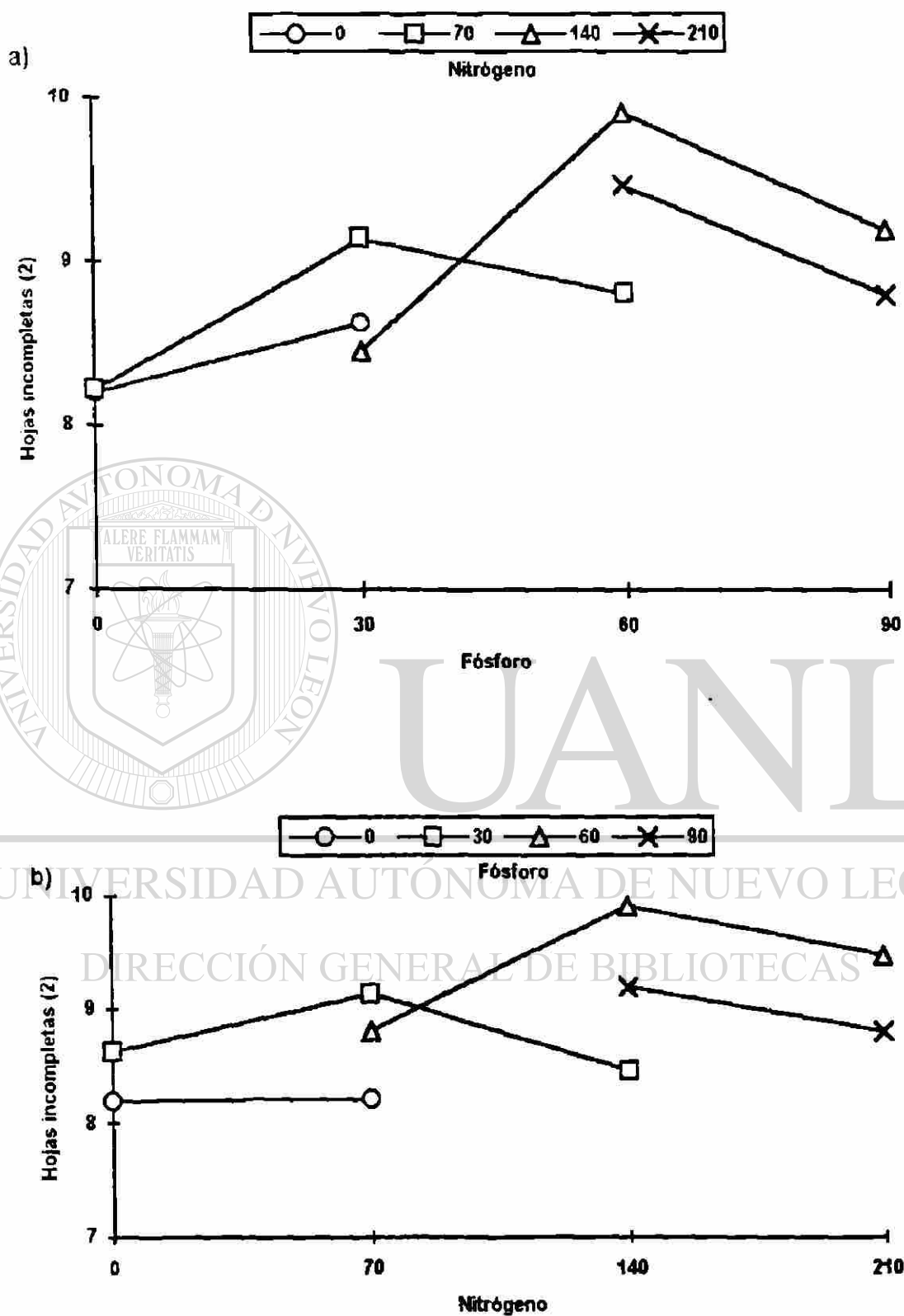


Figura 16. Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas incompletas 2. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

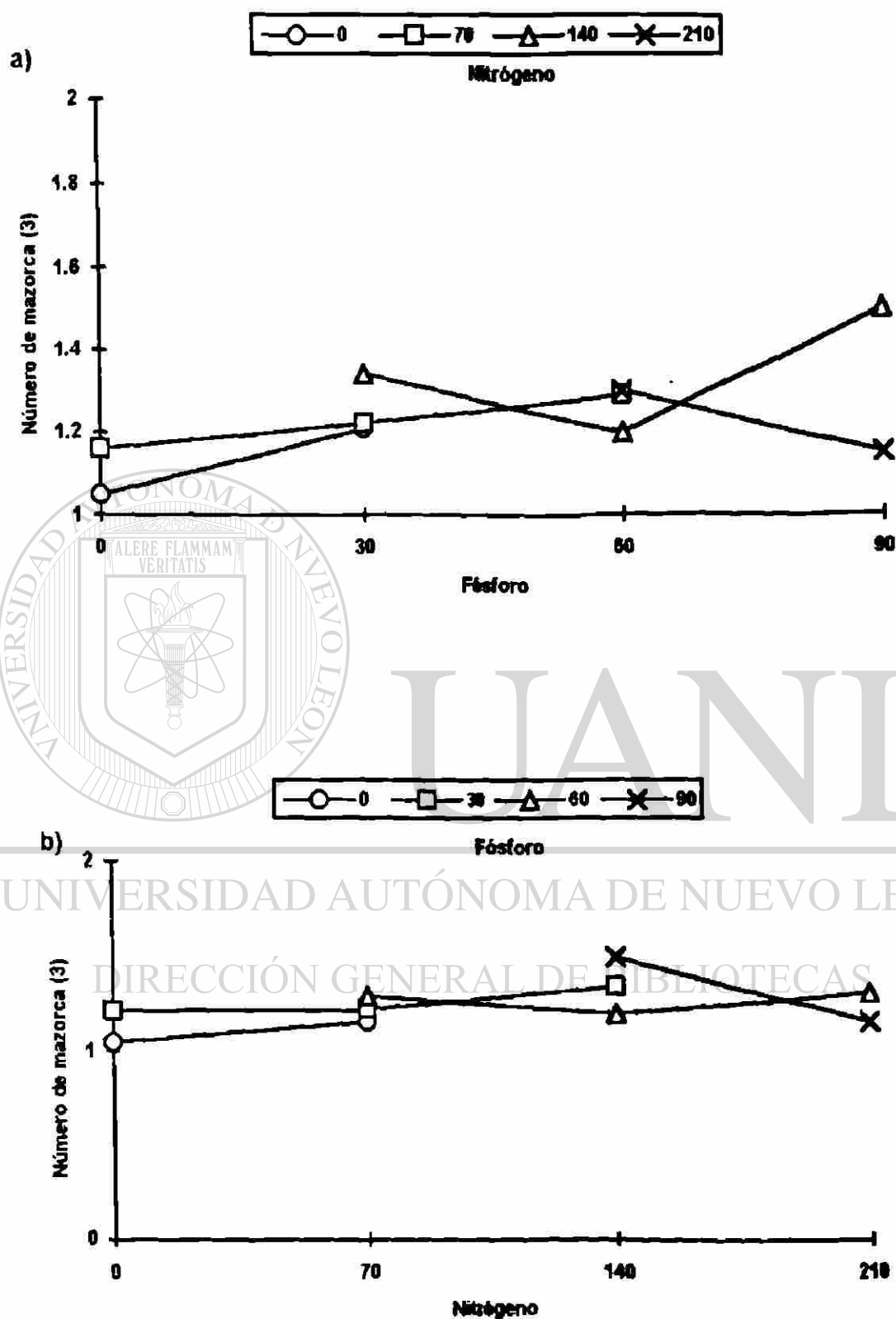


Figura 17. Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable número de mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

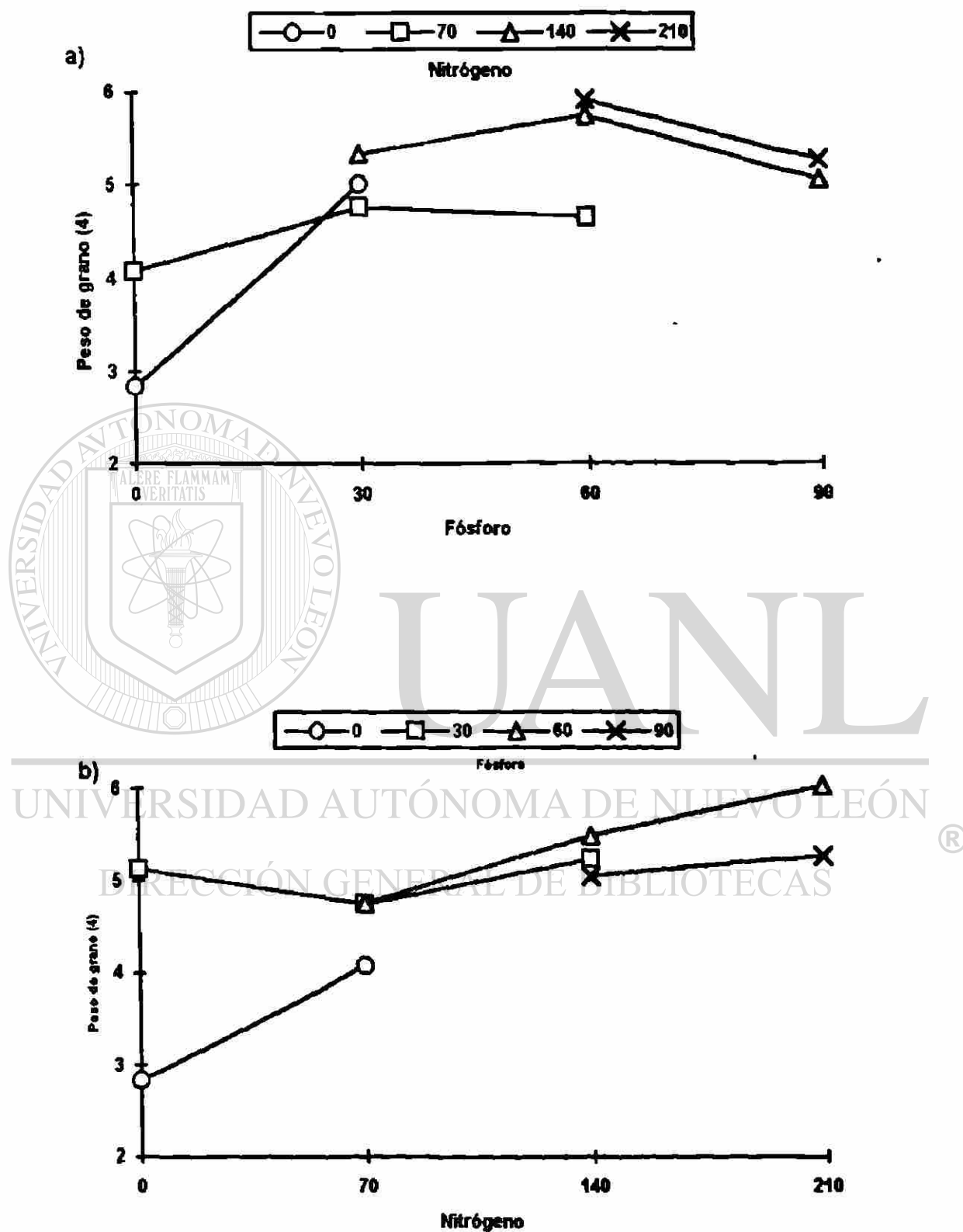


Figura 18. Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfónica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

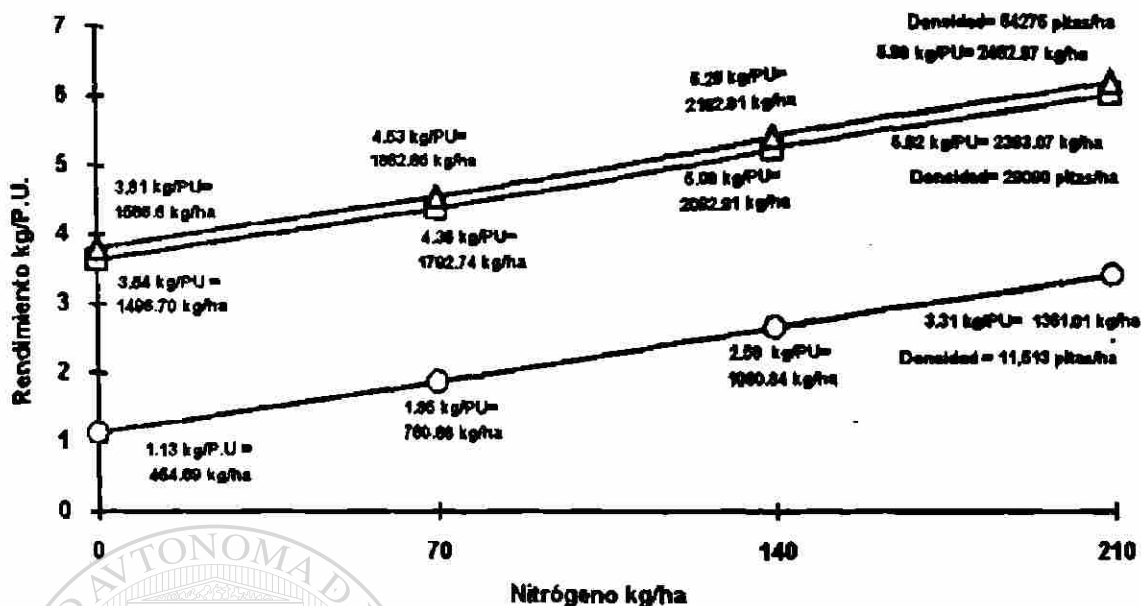


Figura 19. Expresión del rendimiento en función del nitrógeno ignorando el efecto del fósforo lineal y cuadrático a diferentes densidades (mínimo, media y máxima) para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

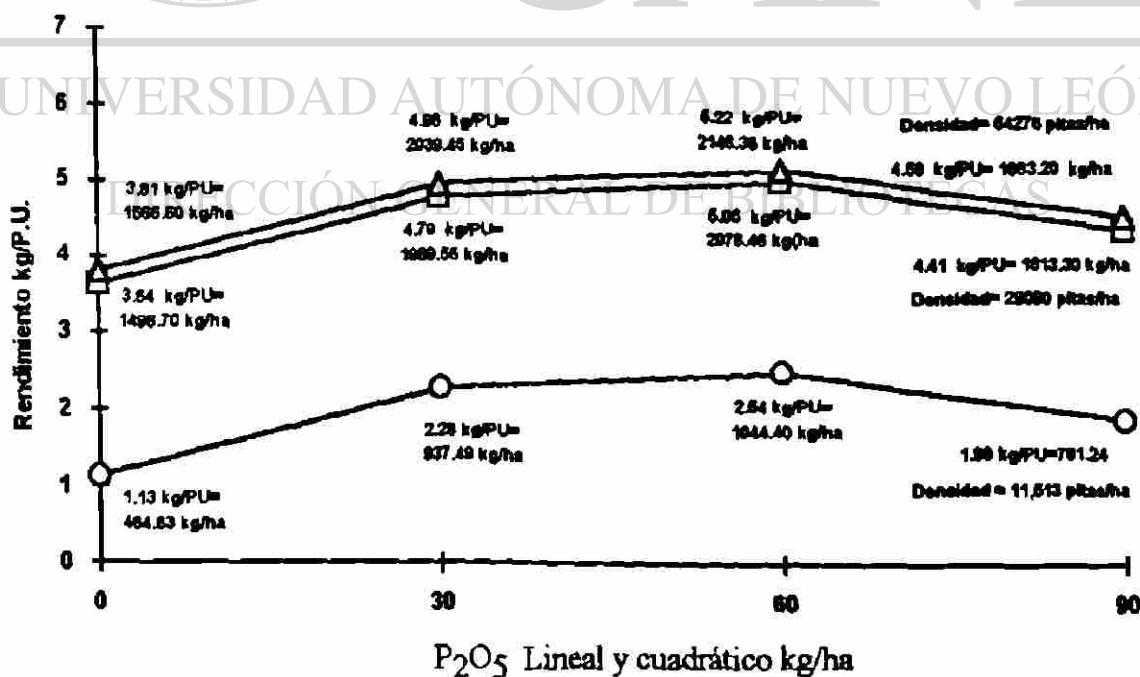


Figura 20. Expresión del rendimiento en función del fósforo lineal y cuadrático ignorando nitrógeno a diferentes densidades (mínimo, media y máxima) para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

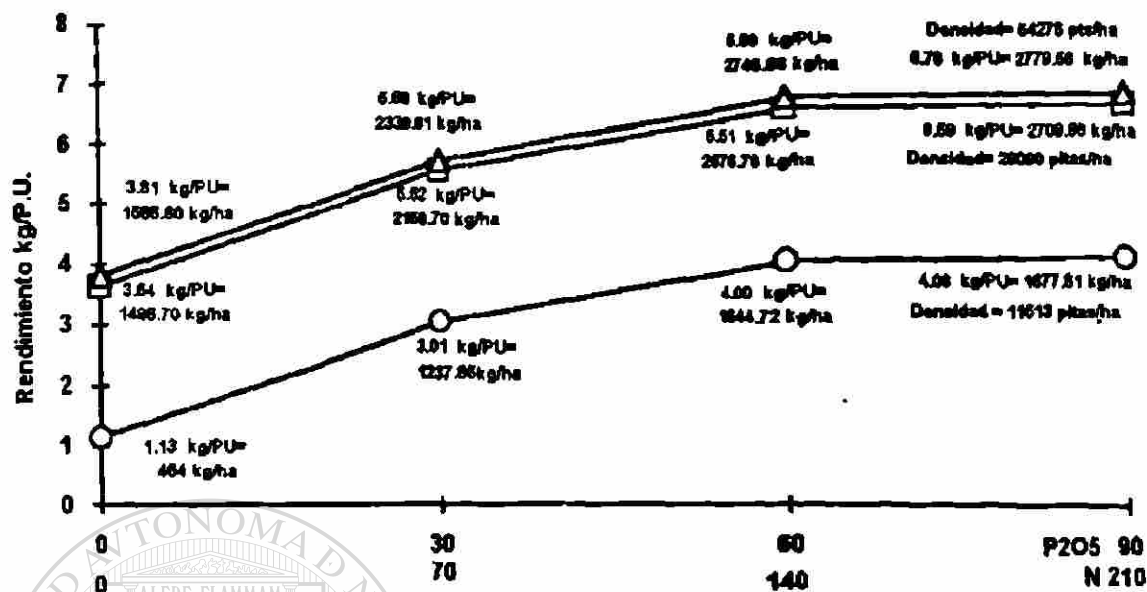


Figura 21. Expresión del rendimiento en función del nitrógeno, fósforo lineal y cuadrático a diferentes densidades (mínima, media y máxima) para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

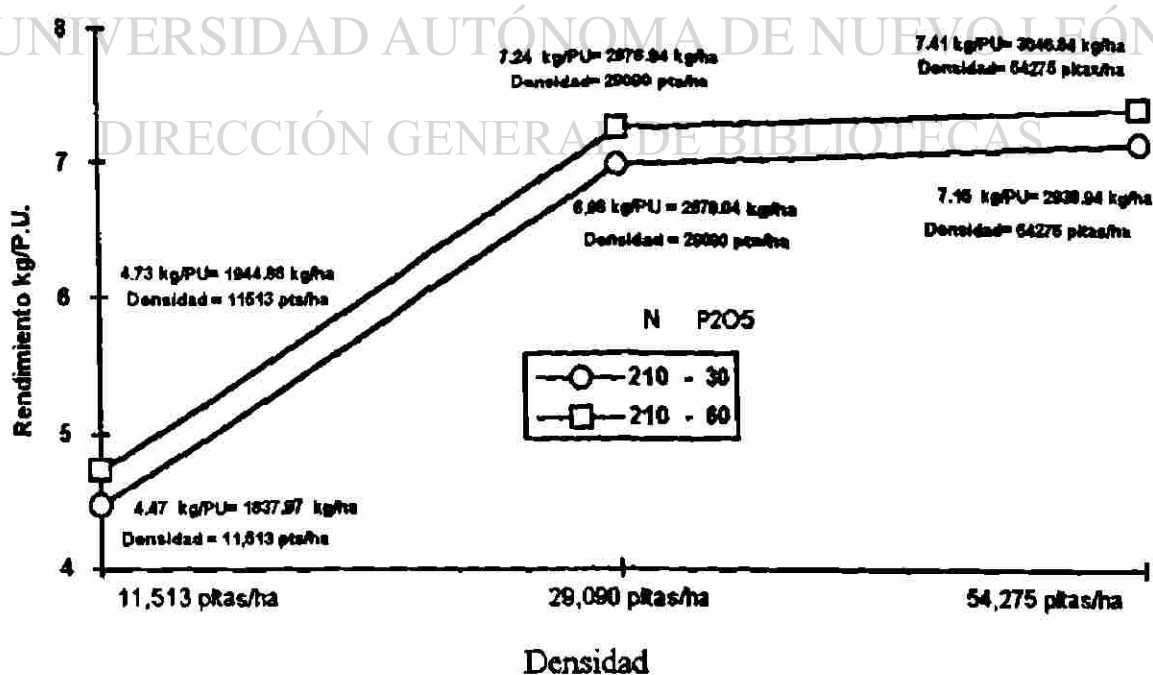


Figura 22. Expresión del rendimiento en función del nivel alto de N (210 kg N/ha) y fósforo lineal y cuadrático a dos niveles (30 y 60 kg P₂O₅/ha) a diferentes densidades (mínimo, media y máxima) para la variable peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

1566.6	1862.65	2162.81	2462.97	2039.45	2146.36	1883.20	2339.61	2746.68	2939.94	3046.84	2779.58
1496.7	1792.74	2092.91	2393.07	1969.55	2076.46	1813.30	2158.70	2676.78	2870.04	2976.94	2709.68
464.6	760.68	1060.81	1361.01	937.49	1044.40	781.24	1237.65	1644.72	1837.97	1944.88	1677.61

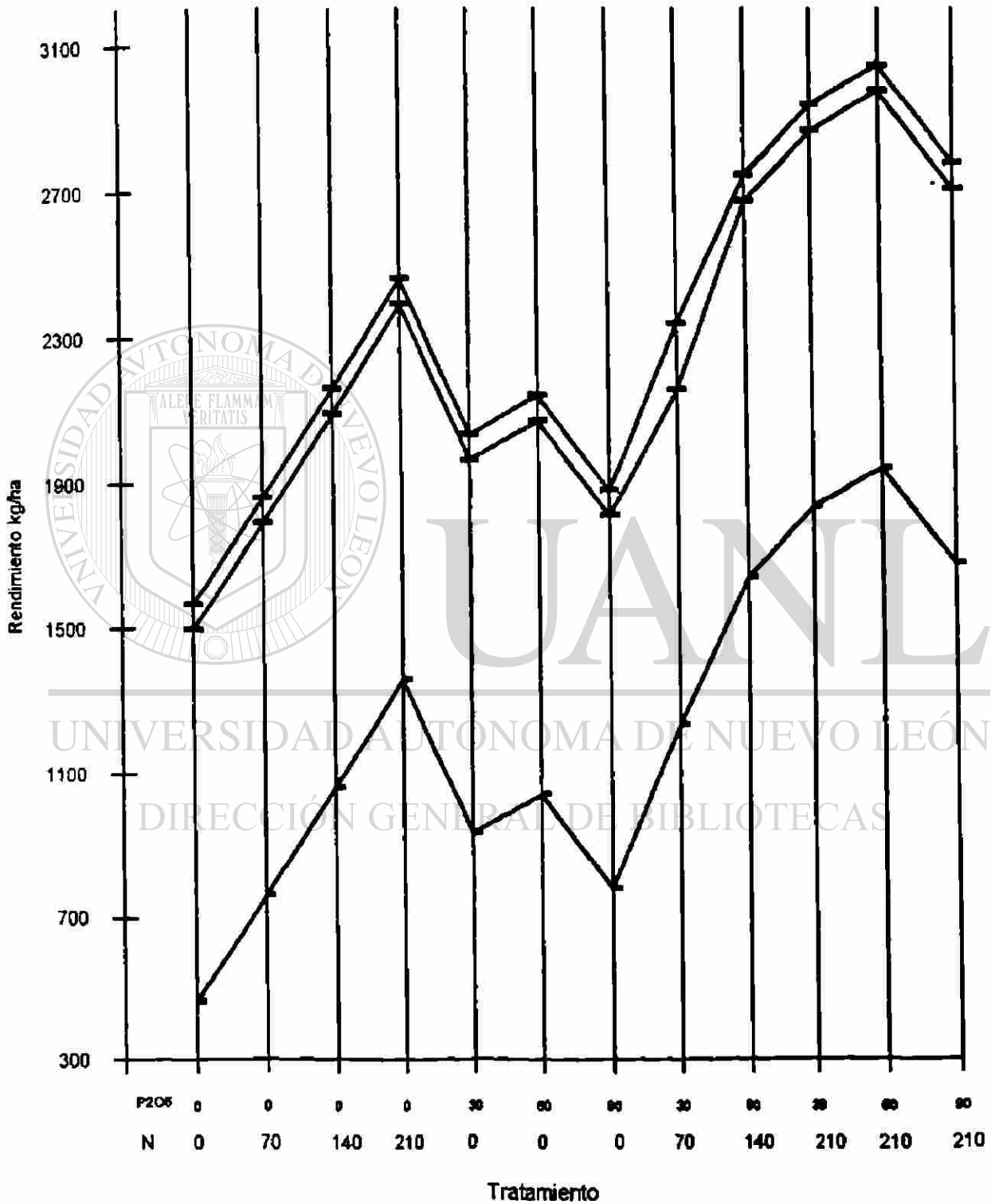


Figura 23. Expresión del rendimiento en función de no fertilización, y de niveles de nitrógeno, niveles de fósforo individualmente y de combinaciones de ellos para la variable peso de grano 4 apoyados en el modelo completo de regresión. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

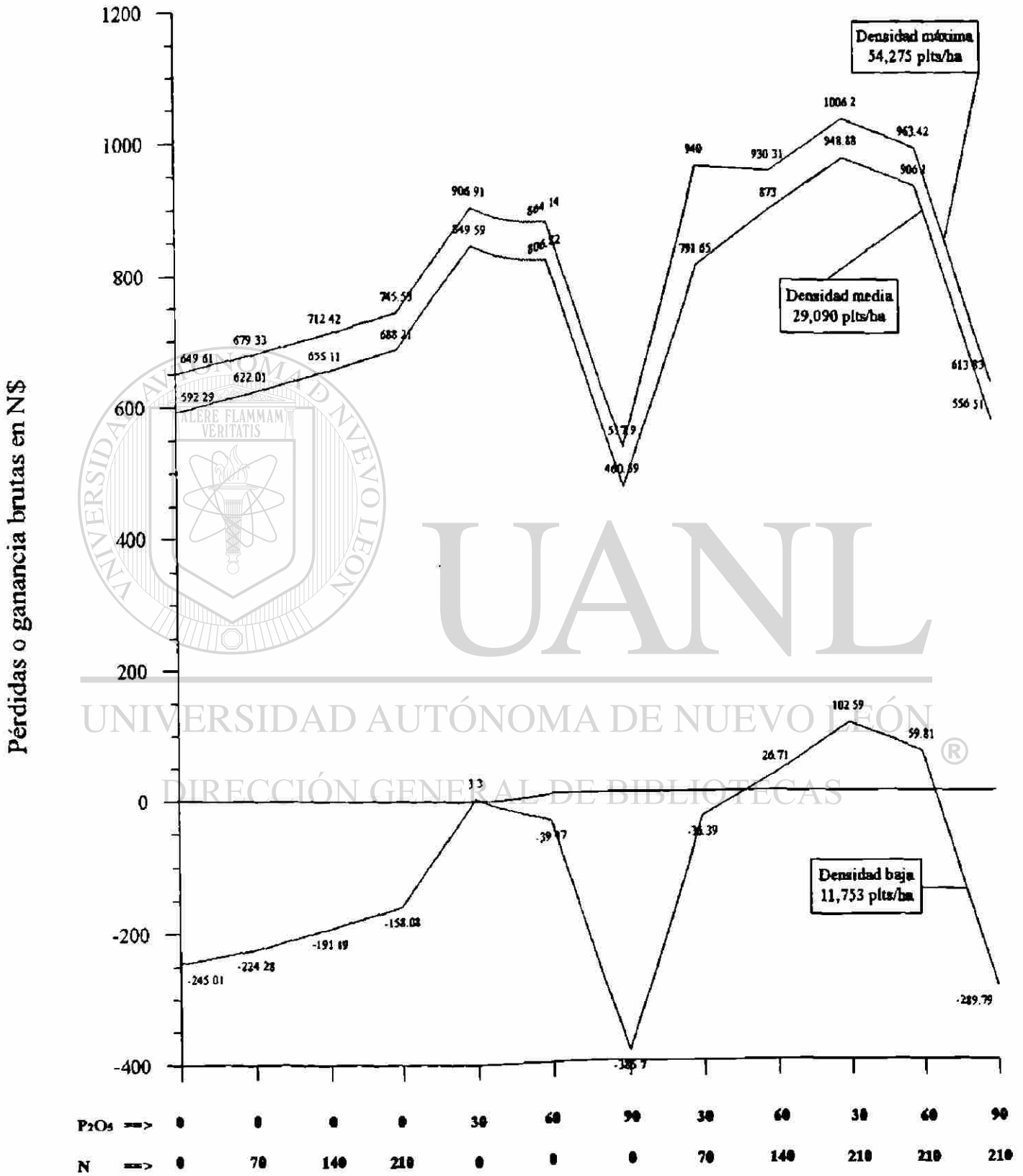
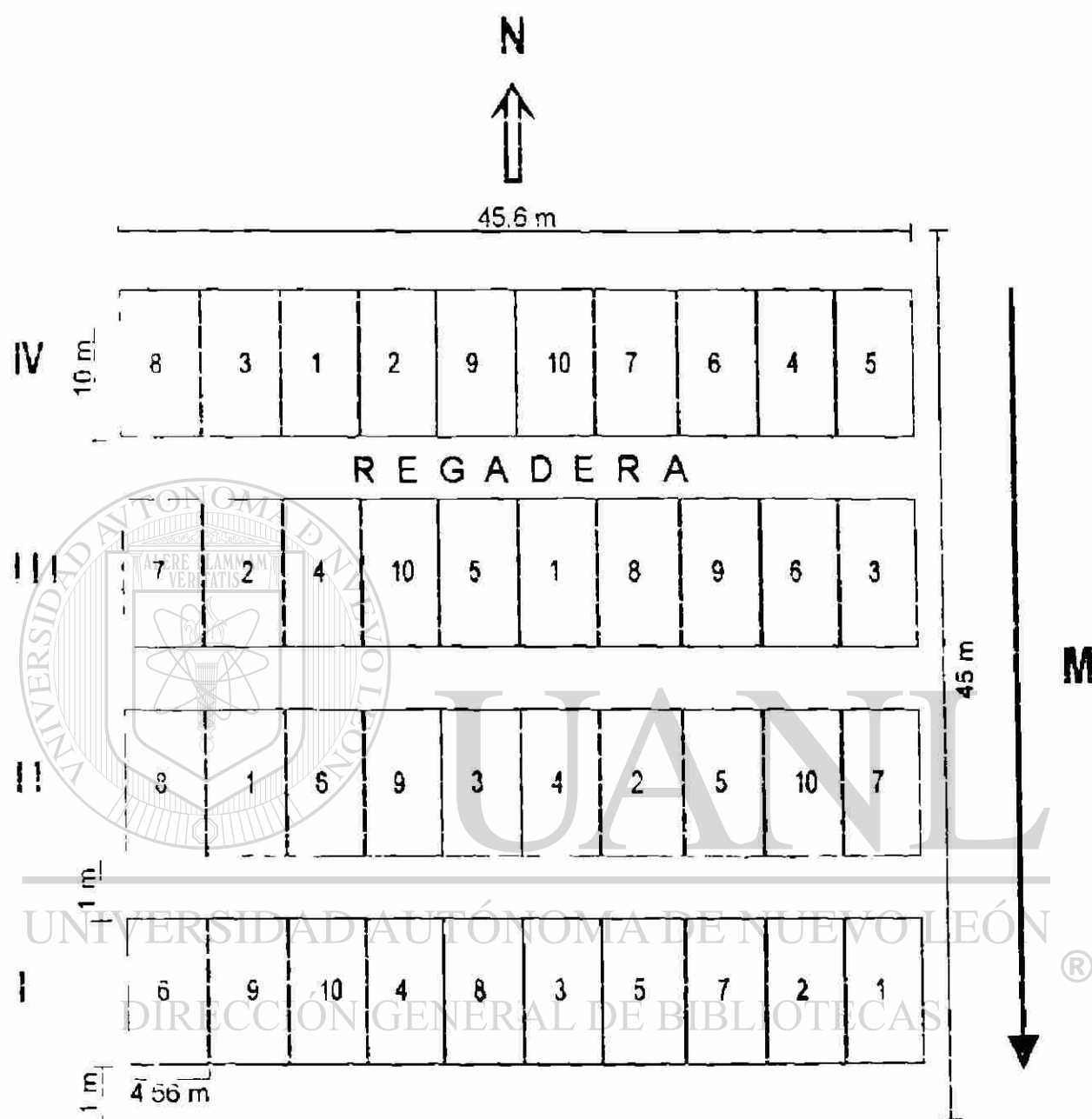


Figura 24. Expresión de las pérdidas o ganancias brutas en pesos por hectárea para maíz, considerando no fertilización o niveles individuales de N o de P₂O₅ así como combinaciones de los mismos, en base al rendimiento obtenido de acuerdo al modelo completo de regresión. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.



Bloque -	456 m ²
Bloques -	1824 m ²
Andadores laterales =	90 m
Regaderas =	228 m ²
Area experimental =	2142 m ²
Parcela experimental =	45.6 m ²
Parcela util =	24.32 m ²

Figura 25. Croquis dimensiones y distribución de tratamientos. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

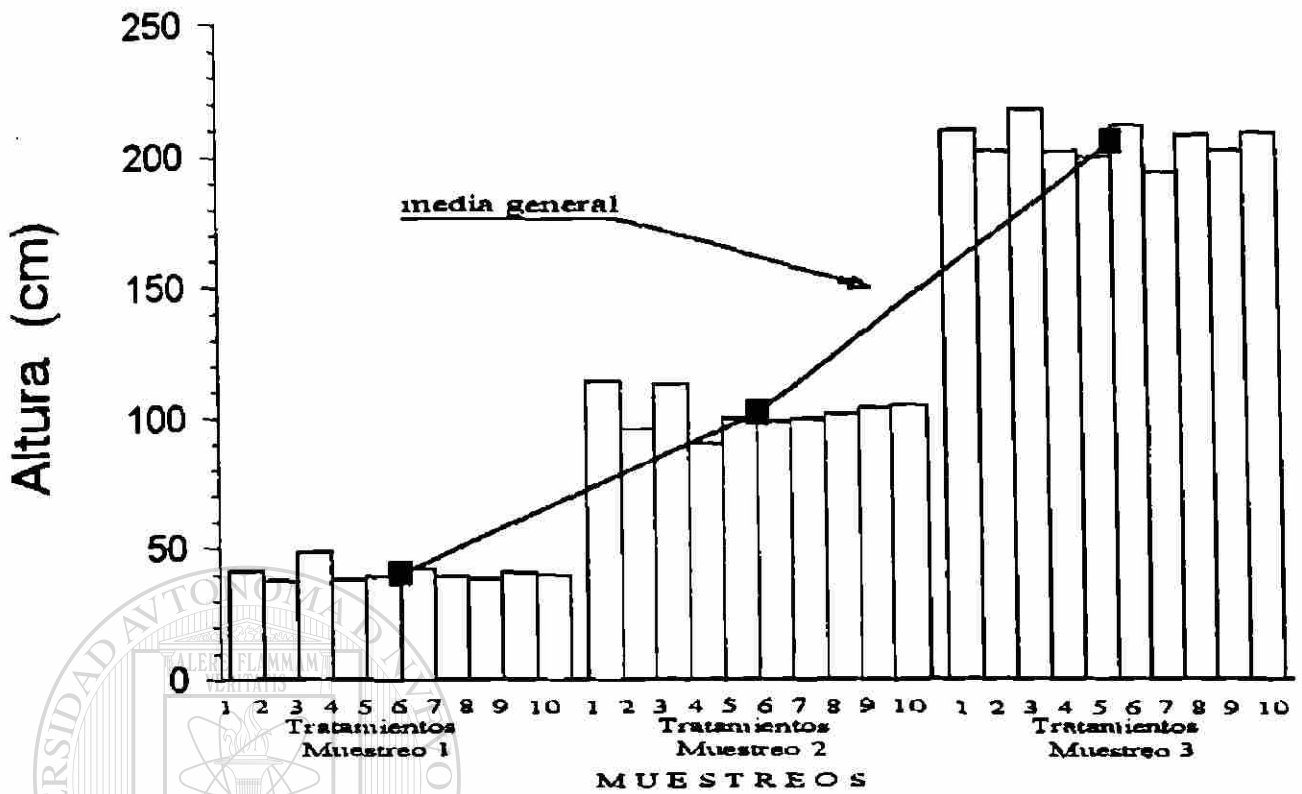


Figura 26. Medias por tratamiento para las variables altura uno, dos y tres correspondientes a los tres muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N. L.

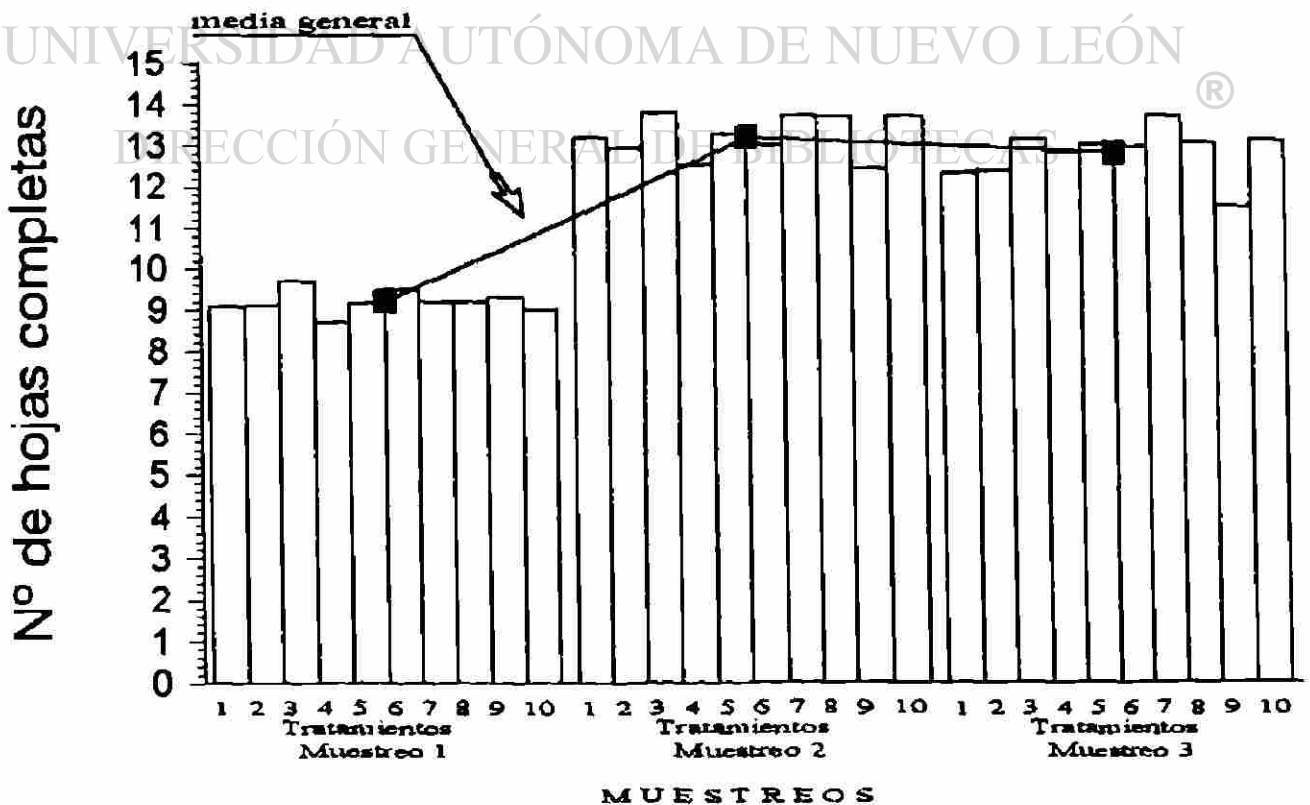


Figura 27. Medias por tratamiento para las variables numero de hojas completas altura uno, dos y tres correspondientes a los tres muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N. L.

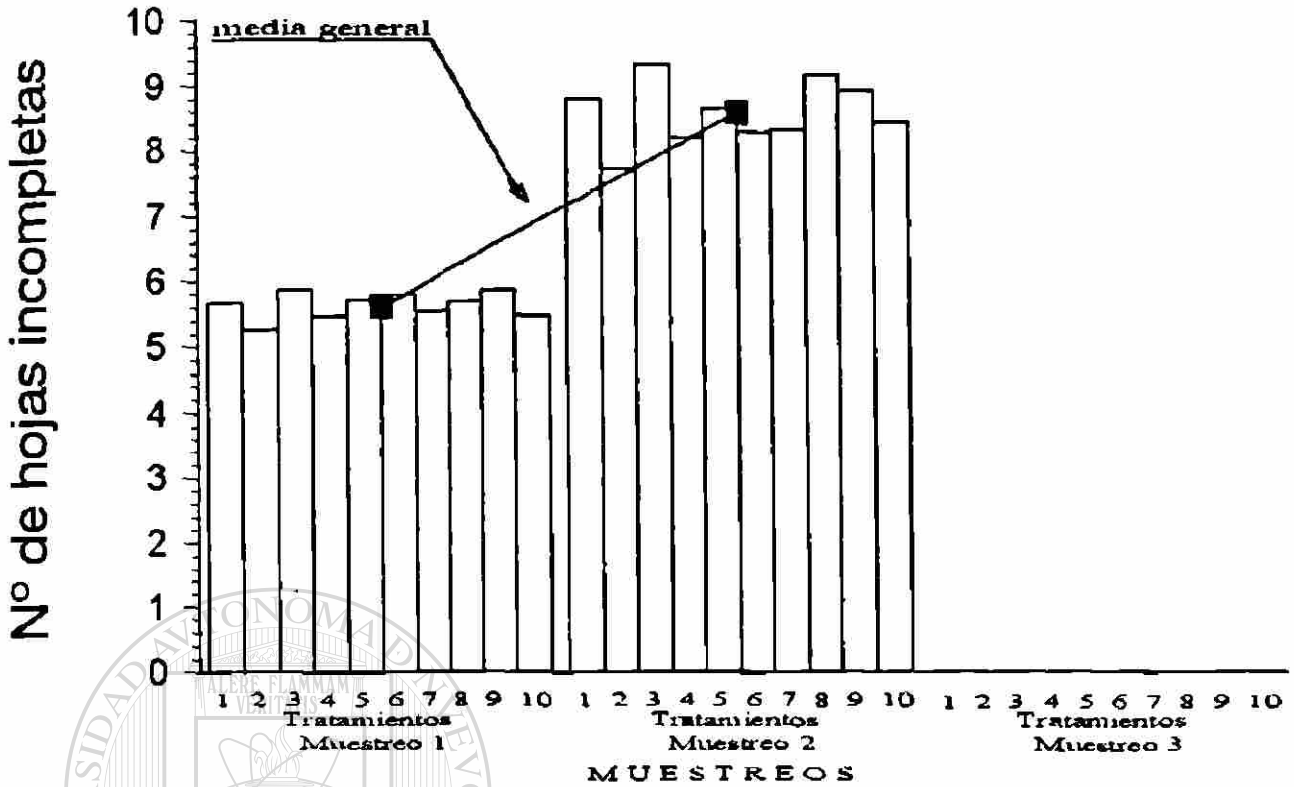


Figura 28. Medias por tratamiento para las variables hojas incompletas uno y dos correspondientes a los dos muestreos, con respecto su media general. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfónica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano-1984. Ejido San Rafael, Linares, N. L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

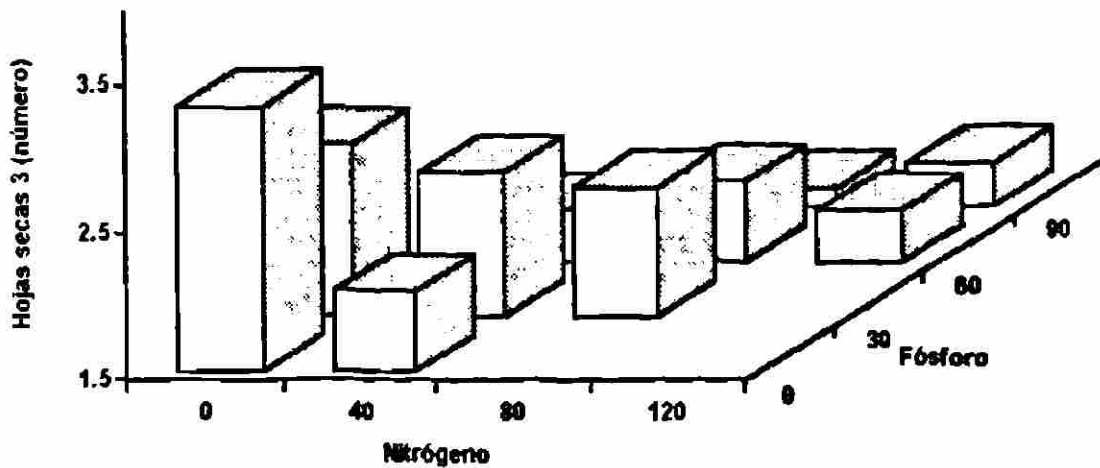


Figura 29. Medias de tratamientos para la variable hojas secas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfónica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

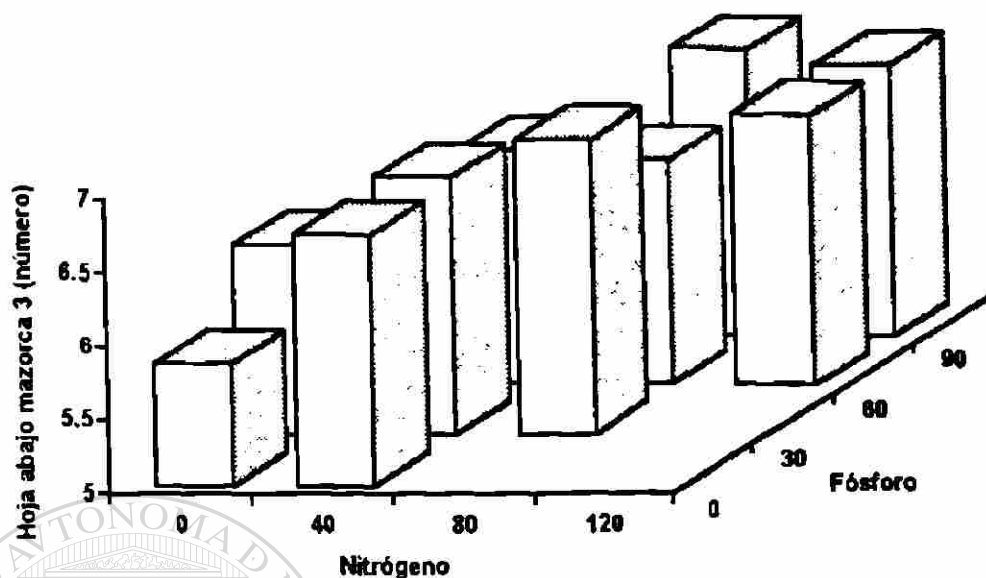


Figura 30. Medias de tratamientos para la variable número de hojas abajo de la mazorca 3 Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

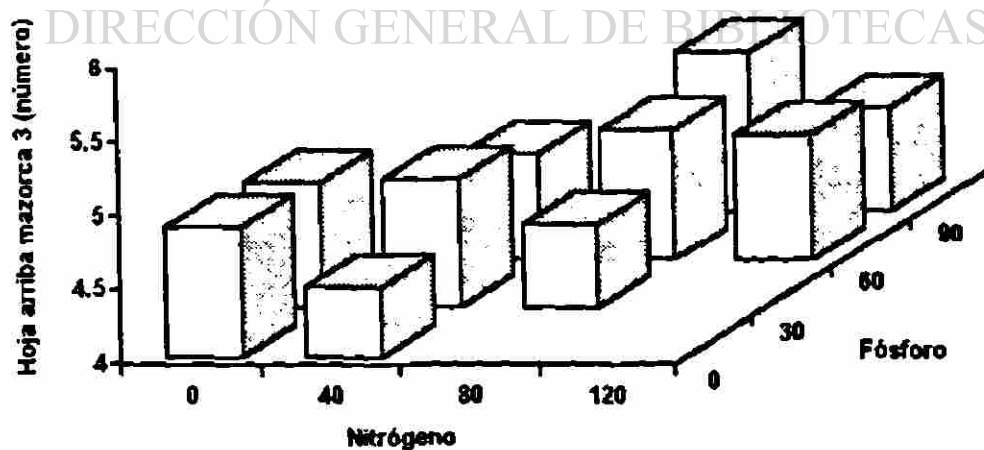


Figura 31. Medias de tratamientos para la variable hojas arriba de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

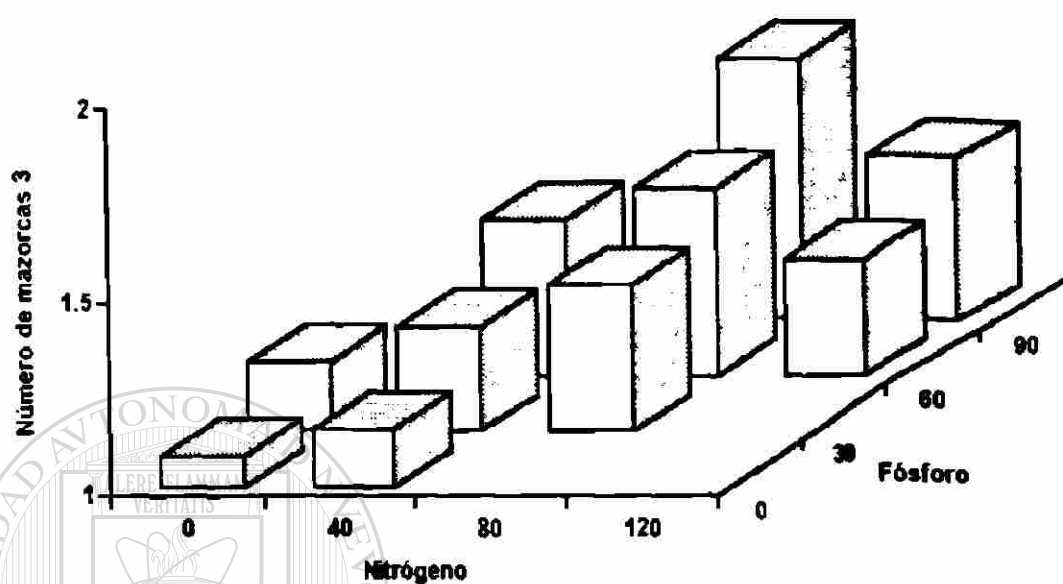


Figura 32. Medias de tratamientos para la variable número de mazorcas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

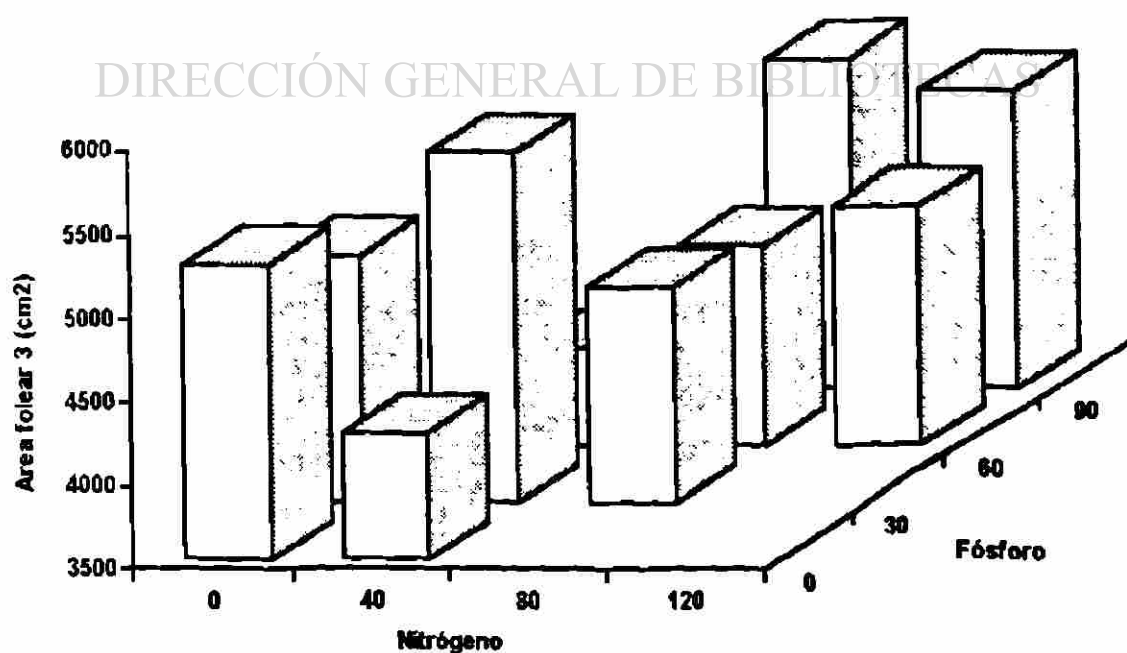


Figura 33. Medias de tratamientos para la variable área foliar 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

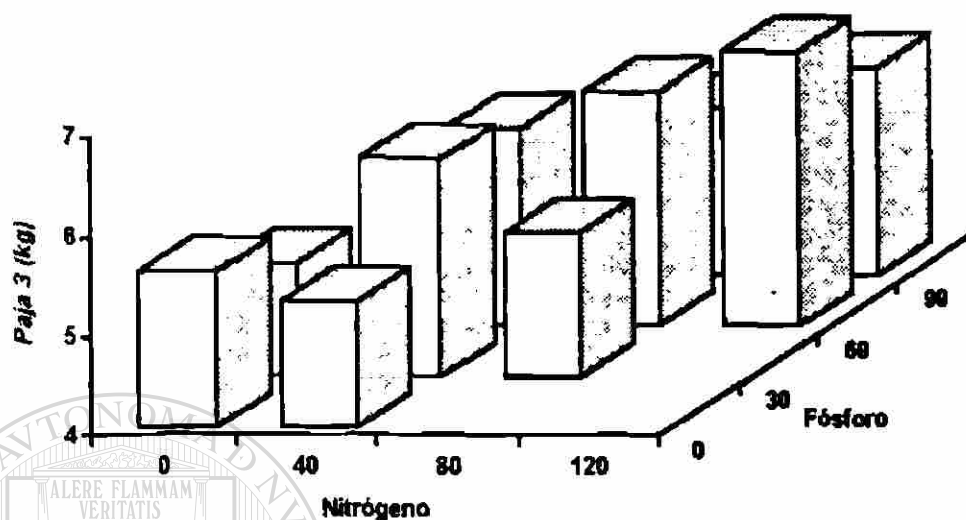


Figura 34. Medias de tratamientos para la variable paja 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

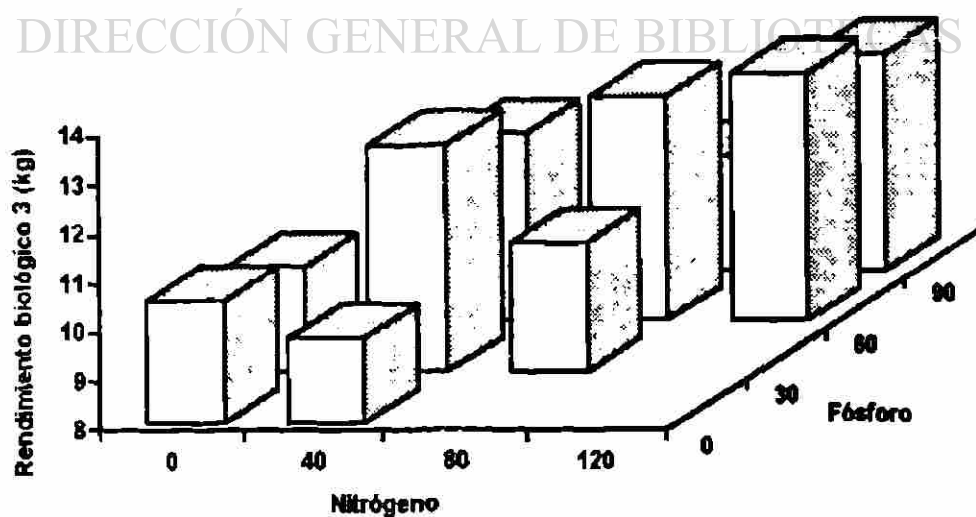


Figura 35. Medias de tratamientos para la variable rendimiento biológico 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

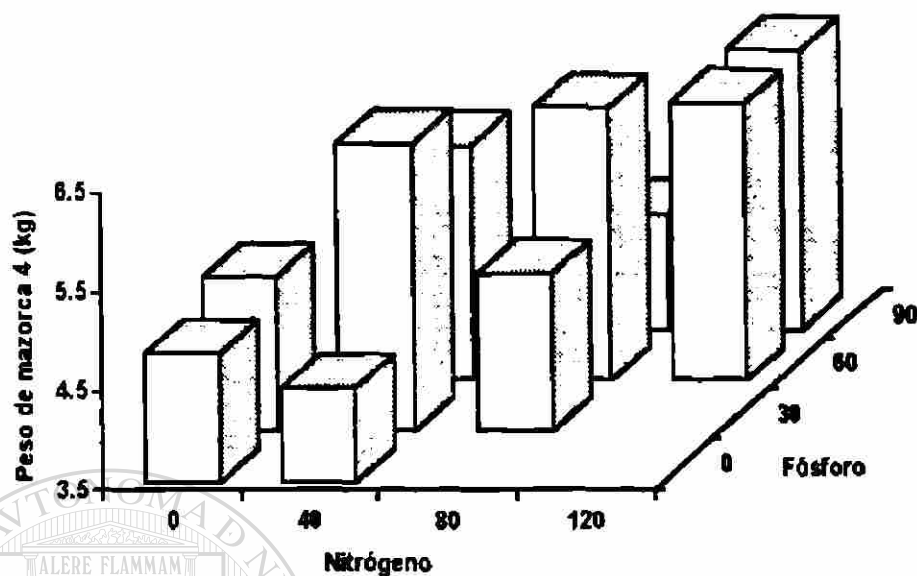


Figura 36. Medias de tratamientos para la variable peso de mazorca 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

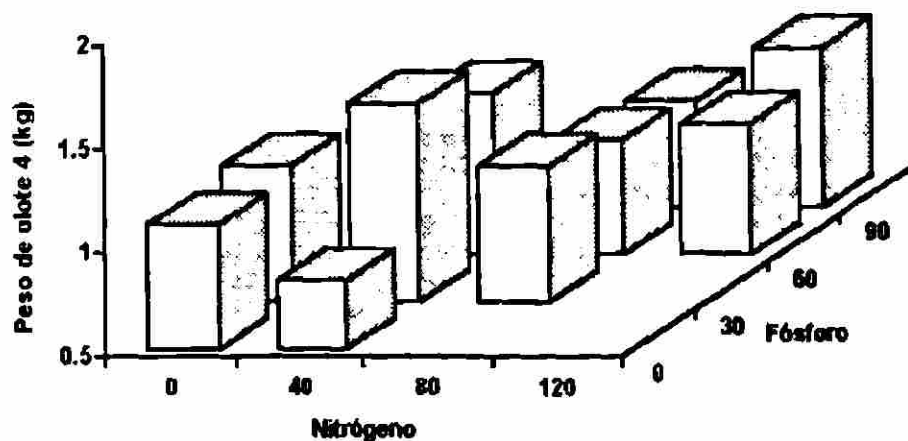


Figura 37. Medias de tratamientos para las variables peso de olote 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

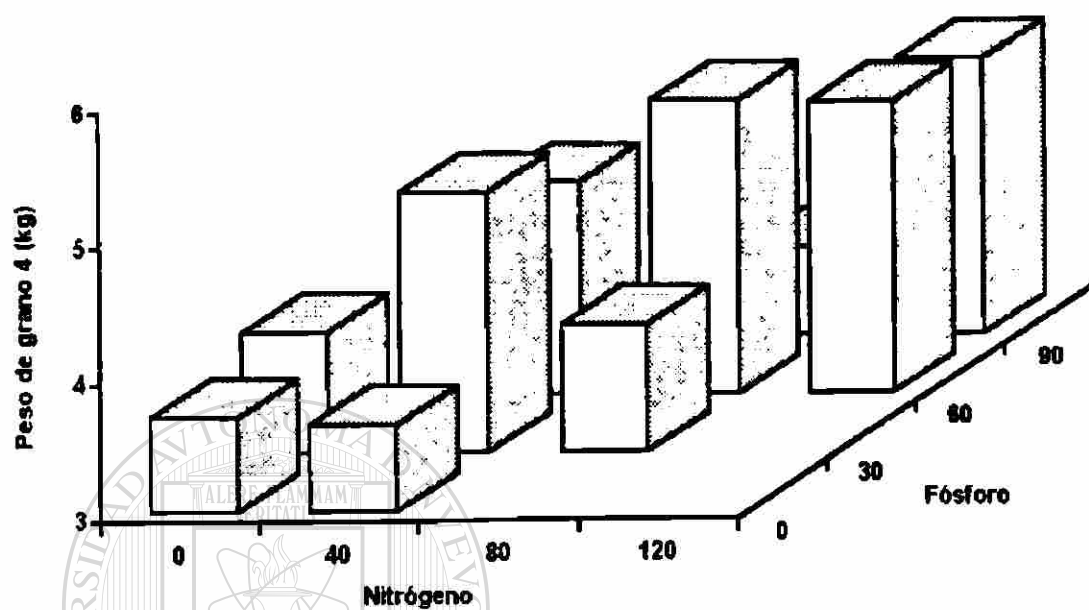


Figura 38. Medias de tratamientos para las variables peso de grano 4. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N. L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figura 39. Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable Altura 1 (cm) Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.

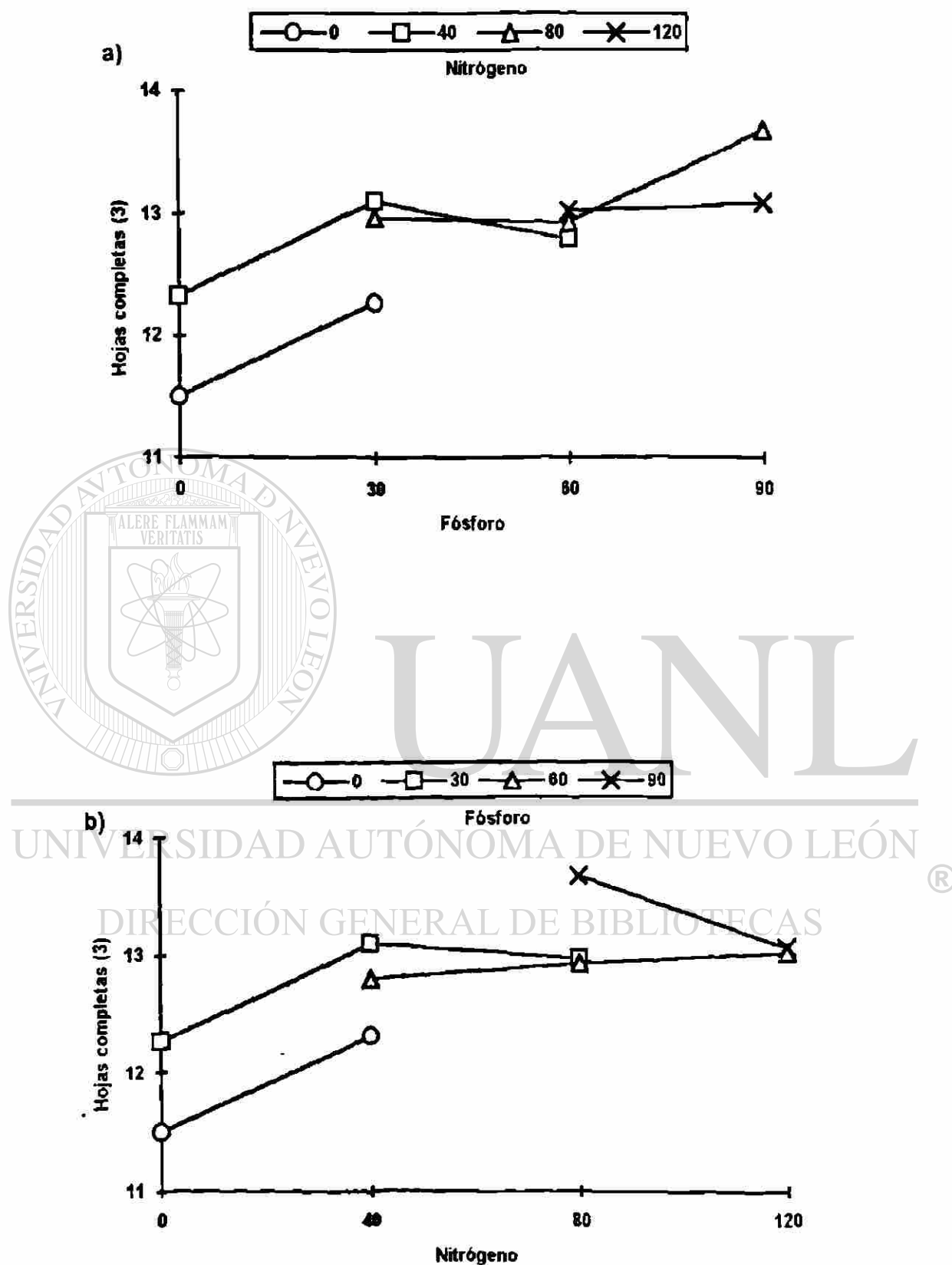


Figura 40. Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas completas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.

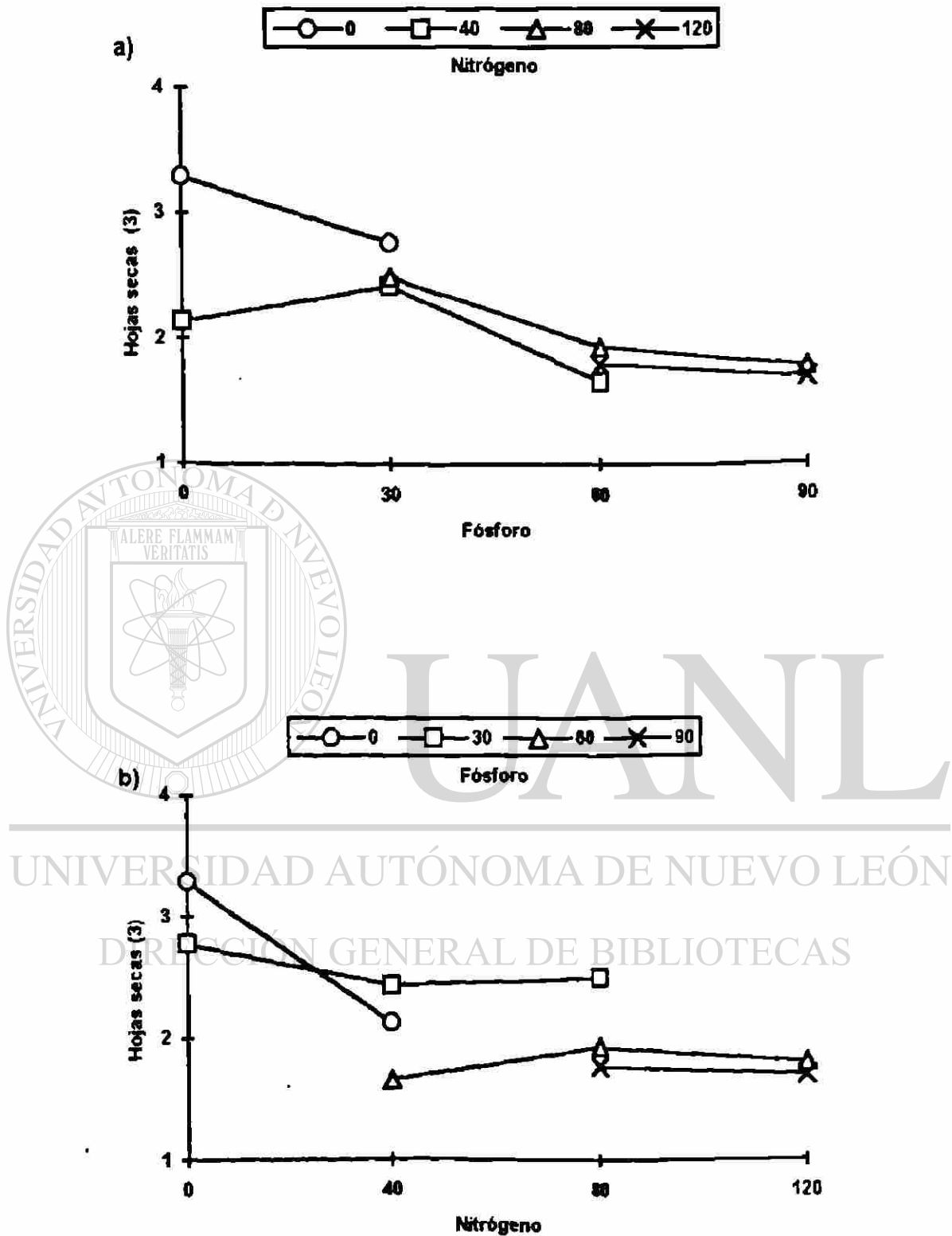


Figura 41. Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas secas 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.

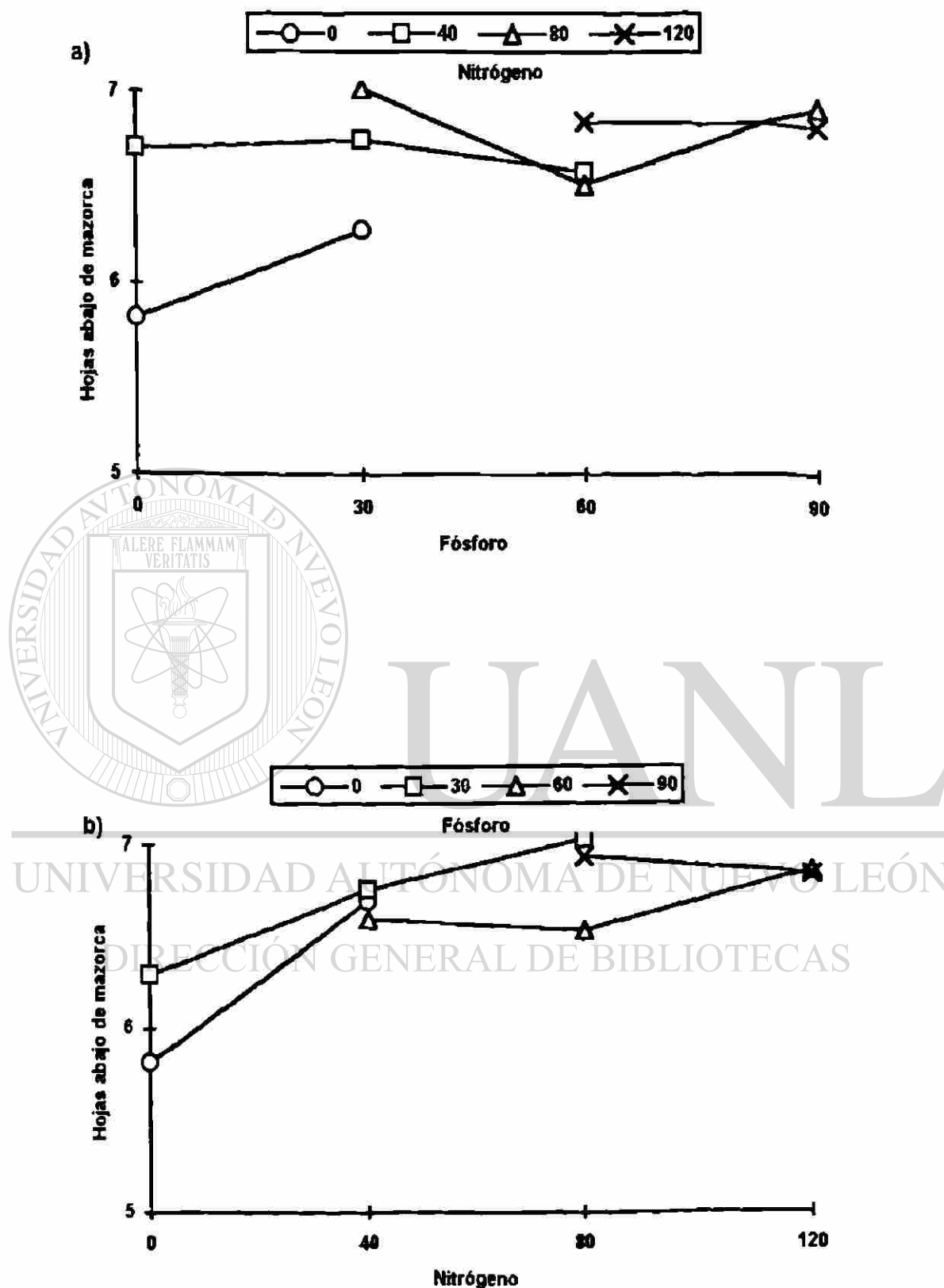


Figura 42. Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable hojas abajo de la mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.

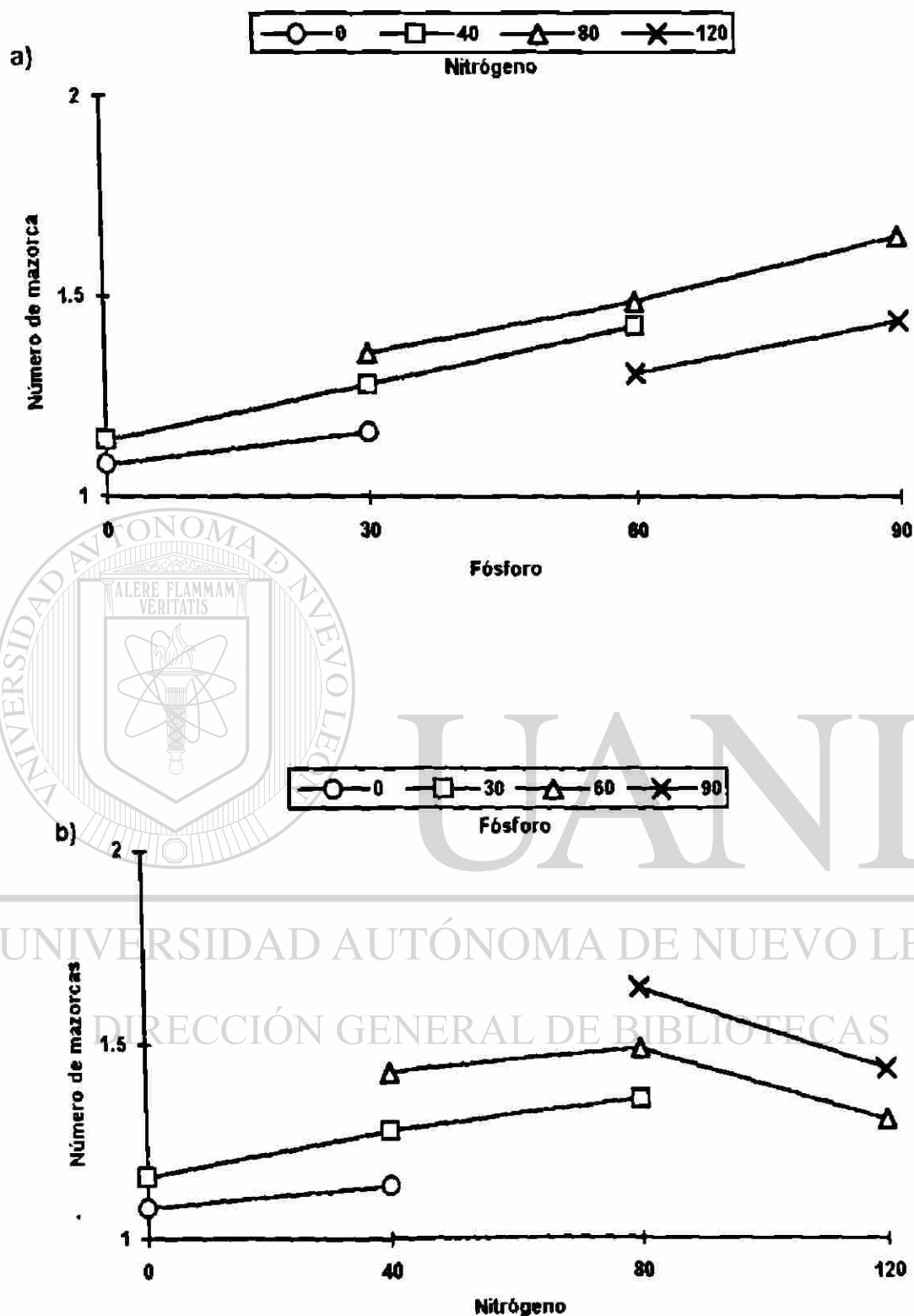


Figura 43. Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable número de mazorca 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.

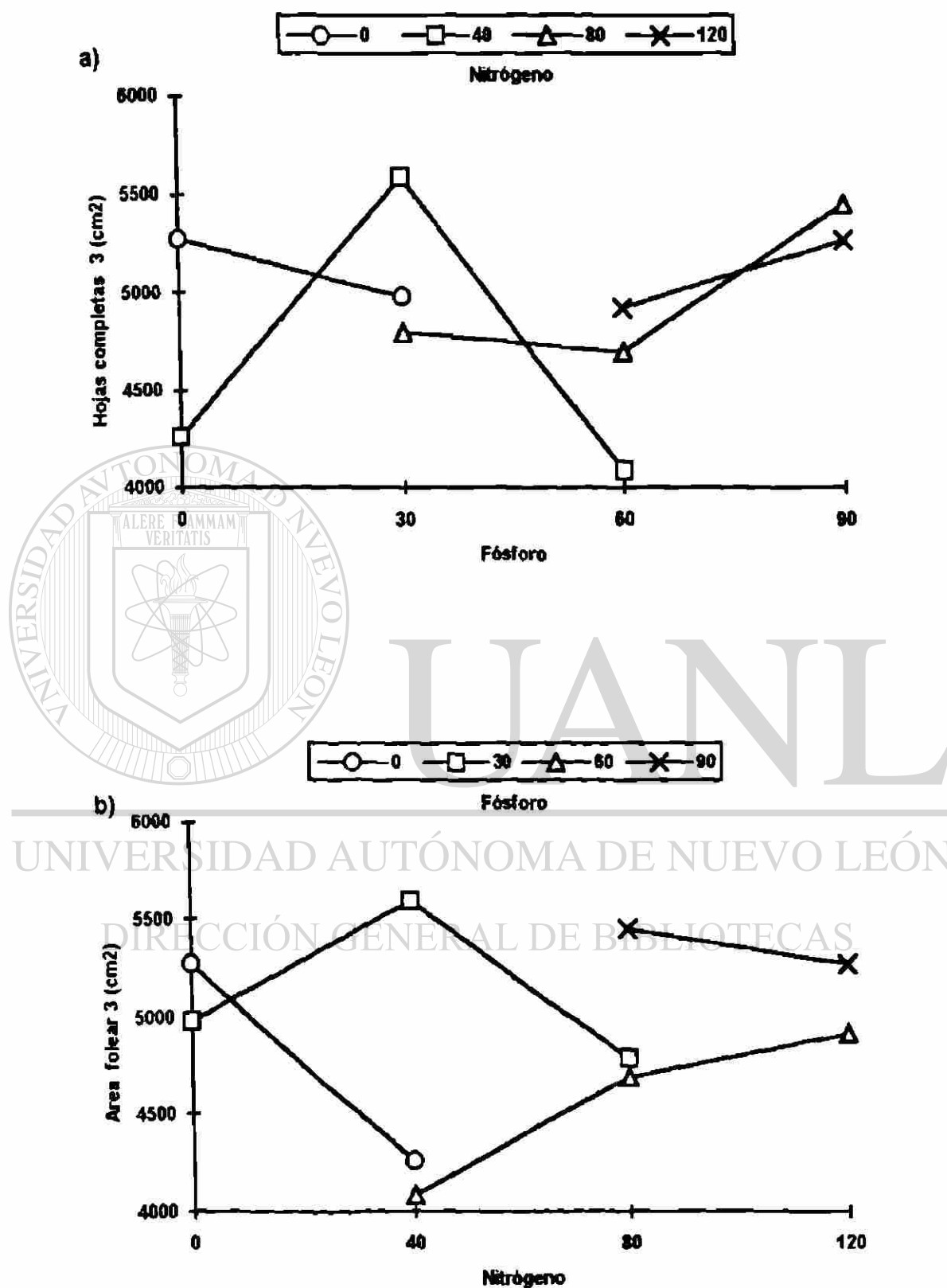


Figura 44. Comportamiento de las medias ajustadas de tratamientos por covarianza a) para niveles de nitrógeno fijos a diferentes niveles de fósforo y b) para niveles de fósforo fijos a diferentes niveles de nitrógeno para la variable area foliar 3. Experimento de fertilización nitrogenada y fosfórica de maíz criollo variedad blanco olote colorado en riego limitado. Verano 1984, Ejido San Rafael, Linares N.L.

