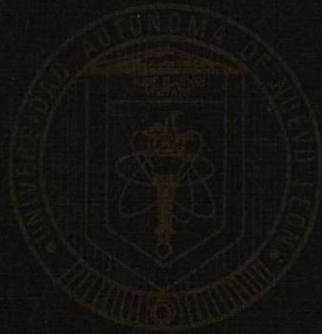


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA



IMPORTANCIA DEL AREA FOLIAR EN LA
PRODUCCION DE GRANO DE MAIZ

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JUAN ANGEL OULJANO CARRANZA

ROBERTO BOJAS MARTINEZ

040.633
FA 7
1984
C.5

T

SB191

.M2

Q5

C.1



1080063453

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



AUDITORIA
U. A. N. L.

IMPORTANCIA DEL AREA FOLIAR EN LA
PRODUCCION DE GRANO DE MAIZ

Comité Supervisor
Presidente
Secretario
Vocal

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Ing. Juan Alpeguer
PRESENTAN

JUAN ANGEL QUIJANO CARRANZA

ROBERTO ROJAS MARTINEZ

Marín, N.L.

Mayo de 1984.

5644

Esta tesis fué realizada en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo del CIA-FAUANL (Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León), ha sido aprobada por el Comité Supervisor como requisito parcial para optar por el grado de:

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Marín, N.L.

Mayo de 1984

Comité Supervisor:

Presidente:



Ing. M.C. Francisco Zavala García

Secretario:



Ing. M.C. Armando González Almaguer

Vocal:



Ing. M.C. César Rivera Figueroa

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo del CIA-FAUANL, por el apoyo y las facilidades brindadas para la realización del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Francisco Zavala García, por la dirección y consejos dados para la realización de la presente investigación.

A los Ings. M.C. Armando González Almaguer y César Rivera Figueroa por la revisión y sugerencias para la presentación de este trabajo.

Al Dr. Everardo Villarreal F. por el tiempo permitido para la revisión del presente escrito, así como por las sugerencias hechas para el análisis de los experimentos.

Al Dr. Fernando Galván C. por sus valiosos consejos para la interpretación de los resultados.

A la Srta. Dora Elva Guerrero Díaz por su valiosa colaboración en el mecanografiado de esta tesis.

A las Sritas. Irma Meza Salinas y Dulce María Moreno Meléndez por su ayuda en las correcciones mecanográficas.

D E D I C A T O R I A

A nuestros padres

A nuestros hermanos

A nuestros compañeros y amigos

A la memoria de Gustavo

CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE CUADROS DE APENDICE	xiii
INDICE DE FIGURAS DE APENDICE	xviii
RESUMEN	xxi
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 El rendimiento y sus componentes	4
2.2 Los procesos fisiológicos en las etapas de crecimiento y su contribución al rendimiento	10
2.3 Fotosíntesis laminal y no laminal	12
2.4 Importancia del Area foliar sobre el rendimiento de grano	16
2.5 Comentarios a la revisión de literatura	25
3. MATERIALES Y METODOS	29
3.1 Experimento 1	29
3.1.1. Materiales	31
3.1.2. Metodología	31
3.2 Experimento 2	39
3.2.1. Materiales	39
3.2.2. Metodología	39

	PAGINA
4. RESULTADOS	45
4.1 Experimento 1	48
4.2 Experimento 2	70
5. DISCUSION	90
5.1 Experimento 1	90
5.2 Experimento 2	98
6. CONCLUSIONES	106
7. LITERATURA REVISADA	108
8. APENDICE	116

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Algunas características del ambiente presente durante el ciclo de primavera-verano de 1982. Defoliación de maíz. Marín, N. L., 1982.	30
2	Lista de tratamientos del experimento I. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	33
3	Modelo del análisis de varianza para un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas con a - genotipos, b densidades y c tratamientos de defoliación en n bloques. Defoliación en maíz. Marín, N. L., 1982.	37
4	Lista de tratamientos del experimento II. Defoliación tardía en maíz. Marín N. L., 1982	41
5	Lista cronológica de las labores realizadas para el establecimiento y conducción de los experimentos. Defoliación en maíz. Marín, N. L., 1982	44

CUADRO

PAGINA

6	Modelo del análisis de varianza para un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con densidades; y b tratamientos de defoliación en n bloques. Defoliación del maíz. Marín, N. L., 1982.	47
7	Resultados del análisis de varianza con rendimiento por planta (kg/planta) Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	49
8	Promedios de rendimiento de mazorca por planta (Kg/planta). Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	50
9	Porcentaje de rendimiento de los tratamientos de defoliación con respecto al testigo. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	51
10	Resultados de la comparación de tratamientos a través de contrastes. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	54
11	Análisis de correlación entre etapas de defoliación y rendimiento medio para las diferentes distancias entre plantas.	

CUADRO

PAGINA

	Defoliación temprana en maíza. - - Marín, N. L., 1982.	58
12	Resultados del análisis de varianza con rendimiento por hectárea (kg/ha) Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982	60
13	Promedios de rendimiento de mazorca por hectárea` (kg/ha). Defoliación - temprana en maíz. Marín, N. L., 1982	63
14	Resultados de la comparación de trata <u>m</u> mientos a través de contrastes. Defo- liación temprana en maíz. Marín, N. L. 1982.	66
15	Ecuaciones de regresión para etapas de defoliación y rendimiento. Defolia-- ción temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	67
16	Total de ingresos brutos (pesos/ha) obtenidos para rendimiento de grano y materia verde extraída. Defoliación - temprana en maíz. Marín, N. L., 1982	71
17	Resultados del análisis de varianza con rendimiento por planta (kg/planta). De- foliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	73

CUADRO		PAGINA
18	Promedios de rendimiento de mazorca por planta (kg/planta). Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982	74
19	Porcentajes de rendimiento de los tratamientos de defoliación con respecto al testigo. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	76
20	Resultados de la comparación de tratamientos a través de contrastes. -- Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	80
21	Resultados del análisis de varianza con rendimientos por hectárea (kg/ha). Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	82
22	Promedios de rendimiento de mazorca por hectárea (kg/ha). Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	83
23	Resultados de la comparación de tratamientos a través de contrastes. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L. 1982.	84
24	Promedios de rendimiento de grano por hectárea (kg/ha). Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	87

CUADRO

PAGINA

25 Total de ingresos brutos (pesos/ha)
obtenidos para rendimiento de grano
y materia verde extraída. Defolia--
ción tardía en maíz. Marín, N. L.,
1982.

89

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos del maíz a través de tres distancias entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	55
2	Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos al maíz. Promedio de tres distanciamientos entre plantas. Defoliación temprana en --maíz. Marín, N. L., 1982	56
3	Comparación de las rectas de regresión que establecen una relación funcional entre el rendimiento de mazorca por planta y las etapas de defoliación a las distancias de 10, 25 y 50 cm entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	61
4	Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los	

FIGURA

PAGINA

- rendimientos relativos del maíz a través de tres densidades de población. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982. 64
- 5 Comparación de las rectas de regresión que establecen una relación -- funcional entre el rendimiento de - mazorca por hectárea y las etapas de defoliación a tres densidades de población. Defoliación temprana en -- maíz. Marín, N. L., 1982. 68
- 6 Efectos de la remoción de diferentes estratos de hojas sobre los rendi-- mientos relativos del maíz. Promedio de tres distanciamientos entre plantas. Defoliación tardía en maíz. - - Marín, N. L., 1982 77
- 7 Efectos de la remoción de diferentes estratos de hojas sobre los rendimientos relativos del maíz, a través de tres distancias entre plantas. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., - 1982. 78

FIGURA

- 8 Efectos de la remoción de diferentes estratos de hojas sobre los rendimientos relativos del maíz, a través de tres densidades de población. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., -- 1982.

85

INDICE DE CUADROS DE APENDICE

CUADRO		PAGINA
1	Promedios de rendimiento de mazorca por planta (kg/planta). Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., -- 1982.	117
2	Comparación de tratamientos de defoliación a través de contrastes. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	118
3	Cálculo de los coeficientes de correlación, entre las etapas de defoliación y el rendimiento en función de los promedios de rendimiento por -- planta (kg/planta) por parcela. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L.	119
4	Cálculo de los coeficientes de correlación entre etapas de defoliación y rendimiento sin considerar espaciamientos entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	120
5	Análisis de regresión entre etapas de defoliación y rendimiento a la distan <u>an</u>	

CUADRO

PAGINA

	cia de 10 cm entre plantas. Defolia <u>ci</u> ón temprana en maíz. Marín, N. L. 1982.	121
6	Resultado del análisis de varianza, para la regresión lineal simple. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	122
7	Análisis de regresión entre etapas de defoliación y rendimiento a la distan <u>ci</u> a de 25 cm entre plantas. Defolia--ción temprana en maíz. Marín, N. L. 1982.	123
8	Análisis de regresión entre etapas de defoliación y rendimiento a la dis <u>ta</u> ncia de 50 cm entre plantas. Defo--liación temprana en maíz. Marín, N. L. 1982.	124
9	Promedios de rendimiento de mazorca por hectárea (kg/ha). Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	125
10	Comparación de densidades de población a través de contrastes. Defoliación tem <u>pr</u> ana en maíz. Marín, N. L., 1982.	126

CUADRO		PAGINA
11	Comparación de tratamientos de defoliación a través de contrastes. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	127
12	Promedios de rendimiento de grano - por hectárea (kg/ha). Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	128
13	Promedios de rendimiento de materia verde extraída por hectárea (kg/ha). Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982	129
14	Ingresos brutos (pesos/ha) obtenidos con los tratamientos de defoliación para rendimiento de grano. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L. 1982.	130
15	Ingresos brutos (pesos/ha) obtenidos con los tratamientos de defoliación para la materia verde extraída. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	131
16	Promedio de rendimiento de mazorca por planta (kg/Planta). Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	132

CUADRO

PAGINA

17	Comparación de tratamientos de defoliación a través de contrastes. Defoliación tardía en maíz. Marín, - N. L., 1982.	133
18	Comparación de distanciamiento entre plantas a través de contrastes. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L. 1982.	134
19.	Promedios de rendimiento de mazorca por hectárea (kg/ha). Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	135
20	Comparación de tratamientos de defoliación a través de contrastes. Defoliación tardía en maíz. Marín, N.L., 1982.	136
21	Comparación de distanciamientos entre plantas a través de contrastes. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	137
22	Promedios de rendimiento de materia verde extraída por hectárea (kg/ha). Defoliación tardía en maíz. Marín, - N. L., 1982.	138

CUADRO

PAGINA

23	Ingresos brutos (pesos/ha), obtenidos con los tratamientos de defoliación - para rendimiento de grano. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	139
24	Ingresos brutos (pesos/ha) obtenidos - con los tratamientos de defoliación - para la materia verde extraída. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	140
25	Desarrollo de ecuaciones múltiples para determinar la contribución de los estratos superior, medio e inferior al llenado de grano. Defoliación tardía en maíz. Marín, N.L., 1982.	141
26	Contribuciones promedio al rendimiento de mazorca expresadas como un porcentaje (%) en relación al testigo. Defoliación tardía en maíz. Marín, N.L., 1982.	142

INDICE FIGURAS APENDICE

FIGURA		PAGINA
1	Efectos de la defoliación en diferentes etapas de crecimiento sobre los rendimientos relativos de plantas -- de maíz espaciadas a 10 cms. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	143
2	Efectos de la defoliación etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos de plantas de maíz espaciadas a 25 cms. Defoliación temprana - en maíz. Marín, N. L., 1982 .	144
3	Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos de plantas de maíz espaciadas a 50 cms. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	145
4	Recta de regresión que establece una relación funcional entre el rendimiento de mazorca por planta y las etapas de defoliación a la distancia de 10 cm entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	146

FIGURA		PAGINA
5	Recta de regresión que establece una relación funcional entre el rendimiento de mazorca por planta y las etapas de defoliación a la distancia de 25 cm entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	147
6	Recta de regresión que establece una relación funcional entre el rendimiento de mazorca por planta y las etapas de defoliación a la distancia de 50 cm entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.	148
7	Efectos de la remoción de diferentes estratos de hojas sobre los rendimientos relativos de plantas de maíz espaciadas a 10 cm. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	149
8	Efectos de la remoción de diferentes estratos de hoja sobre los rendimientos relativos de plantas de maíz espaciadas a 25 cm. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.	150
9	Efectos de la remoción de diferentes	

FIGURA

PAGINA

estratos de hojas sobre los rendimientos relativos de plantas de --
maíz espaciadas a 50 cm. Defolia--
ción tardía en maíz. Marín, N. L.
1982.

151

RESUMEN

Partiendo del hecho de que el origen de la materia seca del grano se encuentra en las hojas, un buen número de fisiólogos de plantas han desarrollado trabajos sobre defoliación en maíz. La mayor parte de estos trabajos informan sobre reducciones en el rendimiento. Sin embargo, estudios recientes han revelado que la defoliación en etapas tempranas de crecimiento de la planta puede inducir aumentos significativos en el rendimiento de grano. Otros estudios informan también que las hojas de la planta de maíz contribuyen diferencialmente a la producción de grano de acuerdo con su ubicación a lo largo del tallo. Conforme a lo anterior, ésta investigación se efectuó con el fin de generar información básica que pudiera ser de utilidad en programas de mejoramiento del maíz, mediante la consecución de los siguientes objetivos:

- 1.- Establecer el efecto de la defoliación en etapas tempranas del crecimiento, sobre el rendimiento de grano de dos genotipos de maíz.
- 2.- Observar la contribución de los estratos superior, medio e inferior (de hojas) al llenado de grano de dos genotipos de maíz.

- 3.- Determinar el efecto de la densidad de población sobre la respuesta de los genotipos a la defoliación y sobre la contribución de los estratos al llenado de grano.
- 4.- Considerar la ganancia obtenida del forraje verde extraído en la defoliación y contrastarla con las pérdidas debido a disminuciones en el rendimiento.

Para tal efecto se establecieron dos experimentos en la localidad de Marín, N. L., durante el ciclo de Primavera-Verano de 1982. Uno de ellos en el cual se defoliaron totalmente plantas de maíz en las etapas de 1, 3, 5, 7 y 9 hojas y el otro, en el cual se dividió a la planta de maíz en tres estratos de hojas defoliándose cada uno de ellos y sus posibles combinaciones al momento de que el 50% de la población se encontraba jiloteando. En ambos experimentos, se evaluaron además dos genotipos y tres densidades de población (21 708 p/ha; 43 308 p/ha y 108 108 p/ha).

Para la defoliación temprana, se encontró que ésta reduce el rendimiento de grano del maíz, siendo mayores las reducciones entre más tarde en el ciclo de la planta se efectúe dicha práctica. Asimismo, se pudo determinar que las reducciones en el rendimiento de grano debidas a la defoliación aumentan con la densidad de población.

En cuanto a los estratos de hojas estudiados, se pudo determinar que los estratos superior y medio contribuyen con la mayor parte de los fotosintatos para la producción de grano, resultando la contribución del estrato inferior muy limitada debido al fuerte sombreado que ejercen sobre éste las hojas de la parte media y superior de la planta.

1.- INTRODUCCION

En México, como en gran parte del mundo, el maíz destaca por ser el alimento básico más importante desde el punto de vista económico y social. Se ha calculado en nuestro País, que ésta especie cubre alrededor de 51% del área total bajo cultivo; ocupando en la producción mundial por especies cultivadas el tercer lugar, con una superficie total de 105'142,000 hectáreas y un rendimiento total de 214'760,000 toneladas de maíz en grano (Robles, 1979). La gran relevancia de esta especie cultivada, radica principalmente en la producción de grano para consumo humano. De ahí que el aumento en el rendimiento de grano sea el objetivo principal en el mejoramiento de este cultivo.

Dado que el origen de la materia seca del grano se encuentra en las hojas y que éstas constituyen los órganos de mayor importancia fotosintética en la planta; durante los últimos años se ha ido despertando una creciente inquietud en los fisiólogos de plantas, por estudiar más a fondo las relaciones área foliar-rendimiento de grano y en general por la aportación de la fisiología vegetal a los trabajos de mejoramiento genético.

De este modo se han realizado un considerable número de estudios sobre defoliación en maíz y por una gran variedad de

razones; simulación de los daños ocasionados por el granizo y cuantificación de sus efectos sobre el rendimiento, identificación y análisis de ciertas etapas de crecimiento, sincronización de la floración en maíces con diferentes madurez, etc. -- La mayor parte de estos informes describen reducciones en el rendimiento de grano. Sin embargo, investigaciones recientes han revelado que la defoliación en etapas muy tempranas del -- crecimiento de la planta puede inducir incrementos significativos en el rendimiento de grano. También se ha logrado establecer mediante trabajos de defoliación que las hojas del maíz contribuyen diferencialmente a la producción de grano de acuerdo con su ubicación a lo largo del tallo.

Con base en lo anteriormente citado esta investigación se propone generar información básica, que puede ser de utilidad en futuros programas de mejoramiento del maíz, mediante la -- consecución de los siguientes objetivos:

- 1.- Establecer el efecto de la defoliación en etapas tempranas del crecimiento, sobre el rendimiento de grano de -- dos genotipos de maíz.
- 2.- Observar la contribución de los estratos superior, medio e inferior (de hojas) al llenado de grano de dos genotipos de maíz.
- 3.- Determinar el efecto de la densidad de población sobre -

la respuesta de los genotipos a la defoliación y sobre la contribución de los estratos al llenado de grano.

- 4.- Considerar la ganancia obtenida del forraje verde extraído en la defoliación y contrastarla con las pérdidas posibles debido a disminuciones en el rendimiento.

De acuerdo con los objetivos planteados, las hipótesis a probar serán:

- a) Por lo menos en una de las etapas de crecimiento estudiadas, la defoliación induce incrementos en la producción de grano de maíz.
- b) Hay diferencias en la contribución de los estratos a la producción de grano de maíz.
- c) La respuesta del maíz a la defoliación y la contribución de los estratos son afectadas por el genotipo y la densidad.

2. - REVISION DE LITERATURA

1.- El rendimiento y sus componentes.

El rendimiento de la planta es la expresión final de todos los factores que interactúan durante el ciclo vital de la misma (Rojas, 1979).

Heslop-Harrison (1969), menciona que el rendimiento en una planta está relacionado tanto a la asimilación y captación total de nutrientes, realizada durante una temporada de crecimiento, como a la forma en que el material adquirido es repartido entre las estructuras de almacenamiento cosechables y el resto de la planta.

Thorne (1966), estima que el rendimiento económico (grano) de un cultivo, consiste en una fracción particular de la producción total de materia seca o rendimiento biológico, generalmente acompañado de cierta cantidad de humedad.

Donald y Hamblin (1976), concuerdan con lo anterior y además consideran que la eficiencia en la producción de grano de los cereales, puede ser expresada a través del Índice de Cosecha (IC), al cual definen como el cociente de rendimiento económico y rendimiento biológico.

Básicamente hay dos teorías que intentan explicar el rendimiento:

a) El rendimiento es un carácter único que está determinado por una gran cantidad de genes de efecto menor.

Robles (1979), por ejemplo, afirma que el rendimiento es un carácter cuantitativo que involucra una gran cantidad de genes.

b) El rendimiento está controlado por los procesos fisiológicos los cuales están determinados por genes, no eliminando la posibilidad de que existan también genes para rendimiento.

Esta última teoría, aunque reciente, ha sido ya adoptada por un buen número de autores:

Wallace et al (1972), consideran que no existen los genes que determinen el rendimiento per se.

Ozbun et al. (1974), estiman que el rendimiento está determinado por una serie de factores genético-fisiológicos.

Grafius (1960), considera que el rendimiento en el maíz - podría ser solo una "construcción mental", ya que éste --

puede ser expresado como el producto de varios caracteres componentes y por lo tanto, no existir como entidad genética; de ahí la probabilidad afirma, de que no haya en el cromosoma un lugar específico para genes determinantes -- del rendimiento, sino para genes determinantes de los caracteres que lo componen.

El rendimiento puede considerarse como la expresión fenotípica de interés antropocéntrico y es el resultado final de procesos fisiológicos que se reflejan en la morfología de las plantas (Kohashi, 1970).

Según Ozburn (citado por Borrego, 1981), virtualmente todos los genes de la planta influyen en el rendimiento económico mediante una gran cantidad de efectos genético-fisiológicos.

Poehlman (1976), considera que el rendimiento es el objetivo más complejo con que trabaja el mejorador del maíz y que básicamente está determinado por la acción de numerosos genes, muchos de los cuales afectan a procesos vitales dentro de la planta, como la nutrición, la fotosíntesis, la transpiración, la translocación y el almacenamiento de los principios nutritivos.

Borrego (1981), afirma: El rendimiento ha sido considerado

do como un carácter controlado por genes cuantitativos, - es decir; influenciado por muchos genes de efectos pequeños e individuales y fenotípicamente considerado como un carácter único. Sin embargo, el rendimiento es un carácter complejo que depende de la interacción de varios componentes fisiológicos, en especial de aquellos que más lo limitan y que varían su expresión entre variedades. Esta idea puede tener relación con las afirmaciones de algunos investigadores que consideran que los genes para rendimiento no existen por sí, sino que el control genético del rendimiento, es indirecto, a través del control genético de los componentes fisiológicos, quienes interactúan para dar lugar al rendimiento económico.

Al expresar el rendimiento en términos de sus componentes, algunos autores contemplan únicamente el aspecto morfológico de éstos:

Leng (1954), estima que el rendimiento total de grano por planta en el maíz, es el producto de los siguientes componentes principales: Número de Mazorcas por planta; peso de grano por mazorca; número de hileras por mazorca; número de granos por hilera; peso de grano, y número de granos por mazorca. De estos seis componentes afirma, cuatro - - (número de mazorcas por planta, peso de grano, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera) son entidades morfológicas relativamente distintas, las cua-

les no pueden ser ya subdivididas fácilmente, y por lo tanto pueden ser considerados como los componentes primarios del rendimiento de grano. El peso de grano por mazorca y el número de granos por mazorca, los considera Leng, componentes más complejos o secundarios, puesto que son el producto de dos o más componentes primarios.

Del mismo modo, Grafius (1960), considera que el rendimiento en el maíz puede ser expresado como el producto de los siguientes componentes: número de mazorcas por planta, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y peso de grano.

Aldrich y Leng (1974), estiman que el rendimiento del maíz tal como le interesa al productor, es el peso del grano seco producido por hectárea, que corresponde al peso de grano de cada planta, multiplicado por el número de plantas en la hectárea.

En años recientes, ha surgido una nueva disciplina dentro de la agronomía, la cual contempla el estudio integral de la fisiología vegetal con el mejoramiento genético. En algunas partes de México, esta nueva disciplina ha sido llamada Fisiotécnica o Fitoproducción. Los investigadores simpatizantes con esta especialidad involucran en sus análisis del rendimiento además del aspecto morfológico,

el aspecto fisiológico de los componentes del mismo.

Así, Tanaka y Yamaguchi (1972), establecen que el número de granos por unidad de área sembrada, es decir: la demanda fisiológica de fotosintetizados, es el factor clave -- que controla la velocidad de llenado de grano y el rendimiento.

Ishizuka (1977), considera que el peso de las cosechas es la suma algebraica de los asimilados producidos por la fotosíntesis y las pérdidas por respiración. Por lo tanto afirma, $\text{rendimiento} = \text{fotosíntesis} - \text{respiración}$.

Rojas (1979), menciona: Los genetistas usan a menudo el término "genes de rendimiento", que por supuesto es una manera de hablar, pues el rendimiento no es un carácter unitario, sino la respuesta del genotipo al medio ambiente en su totalidad. Lo más cercano al concepto escueto de "gen de rendimiento", sería el de "capacidad fotosintética de la planta". Pero aún este concepto no expresa un carácter unitario, sino básicamente, la resultante de varias causas. Según este autor el crecimiento puede expresarse de la siguiente forma:

- 1) Crecimiento (aumento en peso) = fotosíntesis - respiración. Pues, en efecto, todo aumento en peso procede de un modo u otro, de la fotosíntesis, que es la

conversión primaria de energía. Si consideramos la respiración como una constante y consideramos que el rendimiento está, en una planta en condiciones normales, en función directa del crecimiento y de como se distribuye el producto asimilado, se tiene:

2) Rendimiento = fotosíntesis neta. Ahora bien, la cantidad de fotosintetizados en una planta depende de dos características: la cantidad de tejido clorofílico y la asimilación neta, es decir; la tasa de fotosíntesis por unidad de área, así que se tendría:

3) Rendimiento = área foliar x asimilación neta.

2. Los procesos fisiológicos en las etapas de desarrollo y su contribución al rendimiento.

En todos los cereales en los que ha sido estudiada la fisiología del rendimiento, se ha encontrado que la mayor parte, del total de la materia seca en el grano es producida por la asimilación después de antésis. Esto ha sido encontrado en el arroz por Engi (1962) y en el maíz por Van Eijnaten (1963), Mueller (1964) y Allison (1964a). En estas especies, el rendimiento depende del tamaño, duración y actividad fotosintética de las partes de la planta (vainas y láminas de hojas, pedúnculos y las mismas --

espigas y mazorcas), las cuales están verdes después de -
antésis. (Bunting y Drennan, 1966).

Thorne (1966), coincide con lo anterior al afirmar que la mayor parte de los carbohidratos acumulados en el grano - de cultivos como trigo y cebada provienen de la fotosíntesis realizada después de que emerge la espiga y que la mayor parte de los carbohidratos que no se pierden por respiración durante este período, son movidos hacia el grano y solo una pequeña parte permanece en otras partes de la planta.

Takeda y Murata, Yin et al. y Engi (citados por Thorne, -- 1966) consideran que la mayor parte de los carbohidratos almacenados en el grano de arroz, son producidos por la - fotosíntesis realizada después de que ha emergido la espiga, pero que más de un tercio puede provenir de la con--tribución realizada por los carbohidratos almacenados en el tallo.

En el maíz más del 90% del peso de los granos, se deriva de los fotosintetizados producidos durante el llenado de grano y que son translocados directamente a ellos, por lo cual, la producción de materia seca después de la emisión de los estigmas, es la más importante para la producción de grano (Tanaka y Yamaguchi, 1972).

3.- Fotosíntesis laminal y no laminal.

Se ha visto como la mayor parte de los autores concuerdan en que el rendimiento depende de los procesos fisiológicos, principalmente de la fotosíntesis. Ahora bien, dado que este proceso es desarrollado por diferentes partes de la planta, es necesario, para entender mejor el rendimiento, dejar bien establecido el grado de contribución de cada uno de estos órganos a la fotosíntesis total que realiza la planta.

Literalmente, fotosíntesis significa "síntesis con ayuda de la luz". Esto cubre varios procesos en la química orgánica e inorgánica. Sin embargo, el término es usualmente aplicado a una reacción solamente -la síntesis de materia orgánica por las plantas en la luz- un proceso también llamado "asimilación del carbón". Este es el proceso básico de la vida (Rabinowitch y Govindjee, 1969).

Rojas (1979), considera que la fotosíntesis es la conversión primaria de energía. Mediante este proceso, afirma, la planta sintetiza sus alimentos utilizando la luz como fuente energética.

Más simplemente, la fotosíntesis es definida por Trebst y Avron (1977) como la asimilación del CO_2 en la luz para

formar carbohidratos y oxígeno.

El CO_2 es la fuente del carbono para el alimento primario de la planta, a partir del cual se sintetizan los demás compuestos. El intercambio de O_2 y CO_2 con el ambiente es realizado por la planta a través de los estomas. La luz, por su parte, es esencial para la planta desde dos puntos de vista:

- a) Para que la planta sintetice clorofila y;
- b) Porque es la energía primaria que la clorofila transformará en energía química.

La luz, que como se sabe es una de las muchas formas de energía radiante, consiste en pequeñísimas partículas llamadas fotones, que viajan con un movimiento ondulatorio. En la planta, la estructura encargada de captar estos fotones es el cloroplasto, el cual es un corpúsculo a manera de disco, compuesto de un cuerpo protéico llamado estroma. El cloroplasto está rodeado por una membrana y posee formaciones donde se encuentra la clorofila, distribuidas en el estroma. Tales formaciones, llamadas grana, tienen una arquitectura muy fina, en la cual la clorofila y otros pigmentos quedan asociados a lipoproteínas y en estrecha relación con moléculas de proteína, enzimas y aceptores-transportadores. Esta arquitectura es la que capacita a la clorofila para utilizar la energía lumínica

(Rojas, 1979).

Loomis y Williams (1977), estiman que los patrones de distribución de la clorofila, a cada nivel de organización de la comunidad, revelan aspectos que pueden estar relacionados con la intercepción de luz y con la actividad fotosintética y por lo tanto con la producción. En las plantas superiores, afirma, la clorofila se distribuye esencialmente en las láminas de la hoja, cuyas dimensiones laterales, además determinan grandemente la intercepción de luz.

Watson (1952), considera que la fotosíntesis ocurre principalmente en las hojas, sin embargo afirma, éste no es un proceso que se restrinja enteramente a la lámina de la hoja ya que también ocurre en otras partes verdes de la planta, en los tallos y pecíolos, y en las espigas y las vainas de las hojas de los cereales.

Friend (1966) concuerda con Watson al considerar que la lámina de la hoja en los cereales, es la responsable de la mayor parte de la fotosíntesis. Sin embargo, este autor es tajante al afirmar que la contribución de la vaina de la hoja viene siendo relativamente poco importante durante el estado vegetativo.

Así mismo, Tanaka y Yamaguchi (1972) concluyen de sus estudios con maíz, que la fotosíntesis depende en mayor parte de la lámina de la hoja y en muy pequeña proporción de la vaina foliar y del tallo.

Ahora bien, la intercepción de luz por los tejidos no laminales, es un aspecto adicional de la morfología del dosel vegetal.

Duncan et al. (citados por Loomis y Williams, 1977), encontraron que alrededor de un 9% de la luz solar, puede ser interceptada por las espigas de un cultivo de maíz a densidades comerciales (50 000 p/ha), y un 18% puede ser interceptado al doble de esa densidad.

En plantas herbáceas, el tallo (y en pastos, las vainas que lo envuelven), los pecíolos y partes florales, pueden contener cantidades apreciables de clorofila, así como -- estructuras interceptoras de luz y por lo tanto representan productividad. (Loomis y Williams, 1977).

Williams et al. (1965), mencionan que el uso del área foliar (tejido laminal), como término de referencia puede parecer un tanto arbitrario, ya que como se asentó en párrafos anteriores, otros órganos de la planta participan frecuentemente en la fotosíntesis. Sin embargo afirman,

es conveniente el uso del área foliar, ya que ésta viene siendo generalmente el principal órgano fotosintético de la planta.

4.- Importancia del área foliar sobre el rendimiento de grano.

Rojas (1979), considera que la cantidad de fotosintetizados en una planta, depende de dos características: la cantidad de tejido clorofílico (área foliar) y la asimilación neta (tasa de fotosíntesis por unidad de área). Con respecto a la primera de éstas, Langer (1966), menciona: El área foliar total por planta, depende del número de hojas vivas presentes en cualquier tiempo y del tamaño de cada hoja. En cuanto a la Tasa de Asimilación Neta (TAN), ésta es definida como la ganancia neta de materia seca de una comunidad de plantas relativa a su área foliar, en una unidad de tiempo (Watson, 1952 y Williams et al, 1965).

En las páginas anteriores ha quedado establecido que el origen de la materia seca del grano en los cereales, se encuentra en las hojas. Partiendo de este hecho y con el propósito de incrementar la producción, numerosos nombres de ciencia se han avocado a estudiar a fondo las relaciones existentes entre el área foliar y el rendimiento de grano.

Li y Liu (1935), destacaron la importancia de las tres -
hojas superiores en el sorgo para el llenado de grano.

Loomis (citado por Hoyt y Brandfield, 1977), reportó que
la cuarta parte inferior del área foliar produjo tanta
cantidad de grano como la cuarta parte superior de la --
misma en plantas de maíz, después de iniciación del desa-
rrollo del grano, cuando ambas áreas se sometieron a la
misma intensidad de luz.

Hoyt y Bradford (1962), estudiaron la relación entre la
materia seca producida y el área foliar del maíz. Ellos
encontraron que la tasa de asimilación neta (TAN) del
maíz, era lineal al índice del área foliar (IAF) cuando -
éste era menor de 2.7 pero que a valores altos del IAF, -
la TAN declinó rápidamente y mostró tendencia a nivelarse.
También encontraron que las hojas superiores producían -
mucho más materia seca por metro cuadrado de superficie -
foliar, desde la iniciación del grano hasta madurez, que
las hojas inferiores; y que la materia seca producida por
metro cuadrado de área foliar, con un IAF de 3.3. en las
hojas superiores, medias e inferiores era de la relación
4:2.2:1. Con base en lo anterior, los autores concluyen
que la baja cantidad de materia seca producida en las ho-
jas inferiores, fue debida al sombreado producido por el do-
sel de las hojas superiores y ésta reducida producción en

las hojas inferiores, causó la reducción en la TAN a un IAF alto.

Wright y Lemon (1965), demostraron la importancia de -- las hojas superiores en la fijación de dióxido de carbono, así mismo, reportaron que la fijación de CO₂ por las hojas inferiores, se incrementó durante períodos de alta penetración de luz.

Eik y Hanway (1966), estudiaron las relaciones entre el área foliar y el rendimiento de grano de maíz y no encontraron que existiese una mejor relación entre las porciones superiores del área foliar de la planta y el rendimiento final del grano, que la que hay entre el resto de las áreas foliares y el rendimiento de grano.

Allison y Watson (1966), destacaron la importancia de -- las cuatro hojas intermedias (dos arriba y dos abajo de la mazorca) en el maíz. Ellos estimaron en 40%; 35-50% y 5-25% respectivamente, la contribución de las cinco -- láminas superiores, las cuatro intermedias y las seis -- inferiores a la producción de materia seca después de -- la floración, además encontraron que la eficiencia de la hoja (materia seca producida por unidad de área) se redujo grandemente desde la punta hacia la base del tallo.

Por su parte Pendleton y Hammond (1969), defoliaron plantas de maíz para determinar el Potencial Fotosintético Relativo (PFR) de varios niveles del dosel vegetal y el rendimiento final del grano. Estos autores encontraron que el PFR era aproximadamente el doble de alto en las hojas del tercio superior del dosel, que en las hojas del tercio medio y cinco veces más alto que en las hojas del tercio inferior. Con poblaciones extremadamente bajas (4 942 p/ha) encontraron que las áreas del dosel medio fueron más importantes, mientras que a poblaciones intermedias o altas, las áreas del dosel superior fueron las principales contribuyentes al rendimiento de grano.

Daynard et al. (1969), trabajando con varios maíces híbridos, lograron establecer que el tallo contribuye con una cierta cantidad de carbohidratos al rendimiento de grano, al determinar que en la última mitad del período de llenado de grano, el peso seco del tallo se reducía significativamente. Esto lo atribuyeron, a una removilización hacia la mazorca de carbohidratos solubles almacenados temporalmente en el tallo.

Este mismo fenómeno ha sido observado por Allison y Watson (1966) y Tanaka y Yamaguchi (1972), sin embargo, estos autores consideran que ese tipo de retranslocalización no contribuye significativamente al rendimiento de

grano.

Trabajando con sorgo, Fisher y Wilson (1970), estudiaron el origen de la materia seca del grano y pudieron determinar que el 93% de la producción grano, es debida tanto a la panoja como a las cuatro hojas superiores y que el resto de la planta aporta el 7%. Así mismo, identificaron a la hoja número cuatro como la de mayor contribución y a la hoja bandera como la más eficiente por unidad de área.

Tanaka y Yamaguchi (1972), encontraron que la eliminación de las hojas por encima de la mazorca ocasiona un notable abatimiento en la producción de grano de maíz, mientras que la remoción de las situadas por debajo de ésta, ocasiona solamente un ligero abatimiento del rendimiento de grano. Basados en estos resultados y en sus experimentos con CO_2 , concluyeron que en el maíz, los granos se forman de los productos de la fotosíntesis que se realiza en las hojas situadas por encima de la mazorca, durante el período de llenado de grano y que la contribución de las hojas inferiores es limitada. En apoyo a lo anterior, los autores citan a Palmer, el cual encontró que los productos fotosintéticos de las hojas situadas arriba de la mazorca, se translocan eficientemente a los granos y que la translocación de los fotosintatos provenientes de las situadas

por debajo de la mazorca hacia los granos, disminuye progresivamente hacia la base de la planta.

Un fenómeno similar al anterior, ha sido observado en el arroz por Tanaka (1961) en donde las tres hojas superiores envían sus fotosintatos a los granos en la panícula y las inferiores los envían al tallo o a las raíces. - Una diferencia importante, consiste en que el flujo principal de productos de la fotosíntesis hacia los granos, es hacia abajo en el maíz y hacia arriba en el arroz - - (Tanaka y Yamaguchi, 1972).

La eliminación parcial de las hojas superiores en el maíz, aumenta la velocidad de producción de materia seca por unidad de área foliar de las hojas remanentes. Puesto que los granos en desarrollo demandan productos fotosintéticos de las hojas, una defoliación parcial aumenta la demanda a las hojas restantes y aumenta la eficiencia fotosintética de éstas. Estos fenómenos pueden explicarse en términos de fuente y de demanda fisiológica para los productos de la fotosíntesis, en donde las hojas constituyen la fuente y los granos la demanda fisiológica (Tanaka y Yamaguchi 1972).

Egharevba et al. (1976) y Remison (1978), han defoliado también plantas de maíz pero no han encontrado diferencias -

significativas de remover todas las hojas por encima o todas las hojas por debajo de la mazorca, sobre el rendimiento de grano.

Todos estos trabajos sobre defoliación, realizados después de antésis, han sido de importancia para determinar la contribución de las hojas al rendimiento de grano y a la producción de materia seca, según su posición a lo largo del tallo, puesto que ya se demostró que los productos de fotosíntesis de las hojas, producidos durante el llenado de grano, representan los componentes principales de éste (Tanaka y Yamaguchi, 1972). Sin embargo, un considerable número de investigadores, han estudiado las relaciones entre el rendimiento de grano y la defoliación completa del maíz, antes de la emergencia del punto de crecimiento sobre la superficie del suelo. Los trabajos sobre defoliación a este estado de crecimiento, han sido de interés para determinar el efecto de la pérdida de hojas debido a daño mecánico o a daño por insectos o por el granizo o para estudiar la posibilidad de alterar las fechas de floración de algunos maíces. Los efectos de esta práctica sobre el rendimiento de grano, han variado con el genotipo, método de defoliación y con la clasificación de madurez del híbrido (Johnson, 1978).

Eldredge (citado por Crookston y Hicks, 1977), informó sobre aumentos ligeros en el rendimiento que siguieron a la defoliación parcial del maíz en la etapa de 4 hojas (etapa de crecimiento cuando la lígula de la cuarta hoja es visible).

Green (1949), quemó las hojas de varias líneas de maíz y encontró que cuando éstas tenían cinco cm de altura, el quemado ocasionó incrementos de 8.3% en el rendimiento.

Por su parte Dungan y Gausman (1951), recortaron plantas de maíz con el objeto de retardar su desarrollo y encontraron que las pérdidas en el rendimiento de grano, eran menores entre más temprano en el ciclo de la planta, se efectuaran los cortes.

Hanway (1969), sometió 3 híbridos de maíz de diferente madurez (precoz, intermedio y tardío) a dos diferentes grados de defoliación (50% y 100%), los cuales fueron efectuados a 3 diferentes estados de desarrollo: El estado 2.5 (cuando la lígula de la décima hoja es visible), El estado 4.0 (cuando la punta de la espiga ha emergido) y El Estado 6.0 (doce días antes de la emergencia de los jilotes). En todos los casos obtuvo reducciones en el rendimiento de grano. La mayor reducción ocurrió al estado 4 y la menor al estado 2.5; tanto para grados de de-

foliación como para grados de madurez. Al parecer, estima el autor, la reducción en el rendimiento fué menor en el estado 6.0 que en el estado 4.0 debido a que en esa etapa, se habían acumulado ya algunos carbohidratos en el tallo, los cuales fueron posteriormente translocados al grano.

Cloninger et al. (1974) tijeretearon 28 híbridos de maíz en las etapas de 4, 6 y 8 hojas. Cinco de los híbridos respondieron con un aumento en el rendimiento de grano después del tijereteo en la etapa de 4 hojas y uno de esos cinco, también aumentó cuando se tijereteó en la etapa de 6 hojas.

De la misma forma, Hicks et al. (1977); obtuvieron en promedio un 48% de incremento en la producción de grano de un híbrido de maíz de 90 días de Madurez Relativa (MR) al defoliarlo completamente en la etapa de 5 hojas. En cambio, la aplicación del mismo tratamiento en un híbrido de 115 días de MR causó en promedio un 7% de reducción en el rendimiento. Los autores consideran que el aumento en el rendimiento del híbrido de 90 días de MR puede deberse a que la defoliación en el estado de 5 hojas retarda el desarrollo vegetativo al momento de la iniciación floral, lo cual incrementa el número de sitios para el desarrollo de granos.

Crookston y Hicks (1977), también obtuvieron aumentos significativos en el rendimiento de grano de maíz al defoliar híbridos precoces en el estado de 5 hojas y proponen una explicación fisiológica para este evento. Al parecer, la inhibición del desarrollo vegetativo al momento de la diferenciación reproductiva puede permitir el desarrollo de un mayor número de granos iniciales. El resultado final sería entonces, el llenado de mazorcas más grandes por -- hojas completamente extendidas que no fueron afectadas -- por la defoliación temprana. En apoyo a lo anterior, los autores citan a Eastin y Sullivan (1974), quienes descubrieron de sus estudios con maíz, que retardando el crecimiento vegetativo durante el período desde la iniciación floral hasta la polinización (Período de formación de órganos florales; Castillo, 1980), se favorece el desarrollo de un elevado número de semillas en muchos cereales.

Finalmente Johnson (1978), reportó reducciones de un 10% a un 13% que siguieron a la defoliación del maíz en la etapa de 5 hojas sin importar la clasificación de madurez del híbrido.

5.- Comentarios a la revisión de literatura.

Hay dos aspectos dentro de la literatura revisada que merecen ser comentados, lo referente a la Defoliación Postante

sis y a la Defoliación Preántesis del maíz. (Defoliación Temprana).

Ya se ha aclarado que el principal objetivo de los estudios sobre defoliación después de antesis, ha sido el de determinar la contribución de las hojas al rendimiento de grano de acuerdo con su posición a lo largo del tallo.

Algunos de los autores dedicados a este tipo de investigación han concluido que en el maíz prácticamente todas las hojas pueden contribuir significativamente a la producción de grano. La diferencia estriba según estos autores en que el estrato superior de hojas de la planta recibe una mayor cantidad de luz que los estratos medio e inferior, los cuales son en gran medida sombreados por las hojas superiores provocando con esto que su actividad fotosintética se vea mermada considerablemente y por consiguiente su contribución con carbohidratos al llenado de grano. - - - (Loomis, 1935; Hoyt y Bradfield, 1962; Wright y Lemon, 1965; Eik y Hanway, 1966; Pendleton et al., 1968; Egharevba et al., 1976 y Remison, 1978).

Otros autores, en cambio, han consignado que además del efecto de sombreado de las hojas superiores sobre las inferiores existe otro factor que determina grandemente las diferencias en contribución de las hojas y es la eficien-

cia de cada hoja para traslocar sus carbohidratos al grano. Estos autores indican que las hojas colocadas en la parte superior del tallo son los más eficientes y por lo tanto contribuyen más al peso del grano. (Allison y Watson, 1966; Pendleton y Hammond, 1969; Palmer, 1979 y -- Tanaka y Yamaguchi, 1972).

Las diferencias en los resultados obtenidos por estos dos grupos de autores, parece que están influenciadas principalmente por diferencias en los genotipos, densidades y ambiente que ellos han evaluado. Por tal razón en el presente estudio se han incluido dos genotipos de maíz de -- características contrastantes para tratar de determinar si hay o no interacción entre la defoliación y el genotipo. Además de someterlo a diferencias en la densidad de población.

Con respecto a la Defoliación Preántesis o Defoliación Temprana, hay también cierta polémica. Por un lado algunos autores han obtenido aumentos en el rendimiento al defoliar plantas de maíz en las etapas de 4, 5 y 6 hojas (Eldredge, 1935; Cloninger et al., 1974; Hicks, 1977 y Crookston y Hicks, 1977). Mientras que otros autores por el contrario han encontrado que la defoliación en etapas similares a las anteriores reduce significativamente el rendimiento de grano (Dungan y Gausman, 1951; Hanway, 1969 y

Johnson, 1978).

En este caso, las diferencias pueden deberse como afirma Johnson (1978), a los diferentes genotipos, métodos de defoliación y clasificaciones de madurez de los híbridos involucrados en estos estudios.

3. - MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se condujo durante el ciclo de primavera de 1982, en el Campo Experimental de Marín, N. L., propiedad de la Facultad de Agronomía de la UANL, dentro del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo (PMMFyS) del CIA-FAUANL

El campo se localiza en el km 17 de la Carretera Zauzua-Marín y sus coordenadas geográficas son 25°53' latitud N y 100°03' longitud W, la elevación sobre el nivel del mar es de 367.3m. La temperatura media anual es de 22°C y la precipitación promedio anual es ligeramente superior a 500 mm. Los subtipos climáticos dominantes son BSo y BS1 que corresponden a los climas secos o esteparios y el suelo es Hc y Rc calcárico (Montes, 1982). Las características del ambiente durante el período de prueba se presentan en el cuadro 1.

Para efectos de una mayor precisión en el logro de los objetivos planteados, el presente estudio se dividió en dos experimentos.

1. Experimento 1

"Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento temprano, sobre el rendimiento de grano de dos genotipos de maíz establecidos a tres densidades de población".

Cuadro 1.- Algunas características del ambiente presente durante el ciclo de primavera-verano de 1982. Defoliación en maíz. Marín, N. L. 1982

Características del Ambiente	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temperatura Media Máxima (°C)	30.2	31.5	36.3	37.9	38.2
Temperatura Media Mínima (°C)	18.6	21.2	22.4	23.6	23.2
Temperatura Media Mensual (°C)	21.6	26.4	29.4	30.8	30.7
Humedad Relativa Promedio Diario (%)	76	73	66	63	66
Precipitación Total (mm)	3.2	6.6	15.8	9.60	1

1.1 Materiales

Material Genético

Con el objeto de tener poblaciones lo más homogéneas posibles, se optó por trabajar con híbridos comerciales que presentaran adaptación a la zona del experimento, éstos fueron el H-412 de Pronase * y el RX-125W de Asgrow, ambos recomendados para la región por la SARH**. El H-412 es un híbrido de cruza doble, de ciclo intermedio, que presenta de 100 a 105 días a madurez y de 57 a 64 días a la floración. Su porte aproximado es de 2.5 a 3 m y posee un elevado porcentaje de cuateo. El RX-125W, es un híbrido de cruza triple, de ciclo intermedio a tardío con madurez entre los 120 y 130 días y floración entre los 70 y 80 días. Posee mazorcas grandes y bien cubiertas y es reportado como maíz de alto rendimiento.

Material no Genético.

Entre otros materiales de almacén, se utilizaron los siguientes: tijeras, bolsas glacine, hilos para la siembra, balanza, estacas, azadones, navajas, libro de campo, etc.

* PRONASE: Productora Nacional de Semillas

** SARH: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

1.2. . Metodología

Tratamientos Experimentales.

En este experimento, se probaron tres factores a saber:

Factor A; Genotipos, con dos niveles:

a1 = RX - 125W

a2 = H - 412

Factor B; Espaciamientos entre plantas, con tres niveles:

b1 = 10 cm

b2 = 25 cm

b3 = 50 cm

Factor C; Etapas de crecimiento en las cuales se efectuó

la defoliación, con seis niveles:

c1 = Etapa de 1 hoja

c2 = Etapa de 3 hojas

c3 = Etapa de 5 hojas

c4 = Etapa de 7 hojas

c5 = Etapa de 9 hojas

c6 = Testigo (sin defoliar)

El cuadro 2, presenta el total de los tratamientos probados en el presente experimento, resultado de todas las combinaciones posibles entre niveles de los factores.

Cuadro 2.- Lista de tratamientos del experimento I. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Número de Tratamiento	Clave Combinación de Factores	Genotipo	Distancia entre Plantas	Tiempo de Defoliación
1	a1 b1 c1	Rx-125W	10 cm	Estado de 1 hoja
2	a1 b1 c2	Rx-125W	10 cm	Estado de 3 hojas
3	a1 b1 c3	Rx-125W	10 cm	Estado de 5 hojas
4	a1 b1 c4	Rx-125W	10 cm	Estado de 7 hojas
5	a1 b1 c5	Rx-125W	10 cm	Estado de 9 hojas
6	a1 b1 c6	Rx-125W	10 cm	Testigo
7	a1 b2 c1	Rx-125W	25 cm	Estado de 1 hoja
8	a1 b2 c2	Rx-125W	25 cm	Estado de 3 hojas
9	a1 b2 c3	Rx-125W	25 cm	Estado de 5 hojas
10	a1 b2 c4	Rx-125W	25 cm	Estado de 7 hojas
11	a1 b2 c5	Rx-125W	25 cm	Estado de 9 hojas
12	a1 b2 c6	Rx-125W	25 cm	Testigo
13	a1 b3 c1	Rx-125W	50 cm	Estado de 1 hoja
14	a1 b3 c2	Rx-125W	50 cm	Estado de 3 hojas
15	a1 b3 c3	Rx-125W	50 cm	Estado de 5 hojas
16	a1 b3 c4	Rx-125W	50 cm	Estado de 7 hojas
17	a1 b3 c5	Rx-125W	50 cm	Estado de 9 hojas
18	a1 b3 c6	Rx-125W	50 cm	Testigo
19	a2 b1 c1	H-412	10 cm	Estado de 1 hoja
20	a2 b1 c2	H-412	10 cm	Estado de 3 hojas
21	a2 b1 c3	H-412	10 cm	Estado de 5 hojas
22	a2 b1 c4	H-412	10 cm	Estado de 7 hojas
23	a2 b1 c5	H-412	10 cm	Estado de 9 hojas
24	a2 b1 c6	H-412	10 cm	Testigo
25	a2 b2 c1	H-412	25 cm	Estado de 1 hoja
26	a2 b2 c2	H-412	25 cm	Estado de 3 hojas
27	a2 b2 c3	H-412	25 cm	Estado de 5 hojas
28	a2 b2 c4	H-412	25 cm	Estado de 7 hojas
29	a2 b2 c5	H-412	25 cm	Estado de 9 hojas
30	a2 b2 c6	H-412	25 cm	Testigo
31	a2 b3 c1	H-412	50 cm	Estado de 1 hoja
32	a2 b3 c2	H-412	50 cm	Estado de 3 hojas
33	a2 b3 c3	H-412	50 cm	Estado de 5 hojas
34	a2 b3 c4	H-412	50 cm	Estado de 7 hojas
35	a2 b3 c5	H-412	50 cm	Estado de 9 hojas
36	a2 b3 c6	H-412	50 cm	Testigo

Identificación de las Etapas de crecimiento.

La etapa de 1 hoja, se definió como la etapa de crecimiento en la cual, la primera hoja (descartando la hoja cotiledonal) se encuentra completamente desarrollada y cuenta ya con su lígula (Crookston y Hicks, 1977). En la misma forma, las etapas de 3, 5, 7 y 9 hojas se definieron como aquellas cuando la 3^a, 5^a, 7^a y 9^a hojas respectivamente, se han desarrollado por completo.

Metodología para la defoliación.

En general, los tratamientos de defoliación consistieron en la remoción total de las hojas. En las etapas 1, 3 y 5 hojas la defoliación se efectuó cortando el pseudotallo (verticilo de hojas) debajo de la lígula de la segunda hoja y retirando manualmente la primera y la cotiledonal, esto coincide con la metodología utilizada por Crookston y Hicks (1977), excepto en que ellos consideraron a la hoja cotiledonal como la número 1.

Dado que en un muestreo previo, realizado en plantas que aún no alcanzaban el estado de 7 hojas, se demostró que el punto de crecimiento había ya rebasado el nivel de corte practicado en las etapas anteriores, fué necesario utilizar una diferente técnica de defoliación para las -

etapas de 7 y 9 hojas, con el fin de no afectar irremisiblemente su crecimiento. En dichas etapas, se procedió retirando manualmente solo las hojas ya diferenciadas y recortando con tijeras el crecimiento de hojas nuevas en el cogollo.

Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas, asignándose los genotipos a las parcelas grandes, las densidades a las parcelas medianas y los tratamientos de defoliación a las parcelas chicas. La parcela experimental constó de cuatro surcos de siete metros de largo, espaciados a 92 cm. Como parcela útil se consideraron los dos surcos centrales de cinco metros de largo.

Modelo Estadístico: $Y_{ijkl} = M + A_i + R_j + E_{ij} + B_k + \text{Int}(AB)_{ik} + E_{ijk} + C_l + \text{Int}(AC)_{il} + \text{Int}(BC)_{kl} + \text{Int}(ABC)_{ikl} + E_{ijkl}$

Donde:

Y_{ijkl} Es la observación del genotipo i , a la densidad k , con el tratamiento de defoliación l en la repetición j .

M Es la media verdadera general

- A_i Es el efecto verdadero del i -ésimo genotipo.
 R_j Es el efecto verdadero del j -ésimo bloque.
 E_{ij} Es el error experimental de la ij -ésima observación
 B_k Es el efecto verdadero de la k -ésima densidad
 $Int(AB)_{ik}$ Es el efecto de la interacción genotipo por densidad.
 E_{ijk} Es el error experimental de la ijk -ésima observación
 C_l Es el efecto verdadero del l -ésimo tratamiento de defoliación.
 $Int(AC)_{il}$ Es el efecto de la interacción genotipo por tratamiento de defoliación.
 $Int(BC)_{kl}$ Es el efecto de la interacción densidad por tratamiento de defoliación.
 $Int(ABC)_{ikl}$ Es el efecto de la triple interacción, genotipo por densidad por tratamiento de defoliación.
 E_{ijkl} Es el error experimental asociado a la $ijkl$ -ésima observación.

En el cuadro 3, se presenta el modelo del análisis de varianza para un bloque al azar con arreglo en parcelas subdivididas.

Cuadro 3 .- Modelo del análisis de varianza para un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas con a genotipos, b densidades y c tratamientos de defoliación en n bloques. Defoliación en maíz. - Marín, N. L., 1982.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Bloques (R)	n-1	$\frac{X^2_{.j..}}{abc} - FC$	$\frac{R}{n-1}$	$\frac{S^2_R}{S^2_{Ea}}$
Variedades (A)	a-1	$\frac{X^2_{i...}}{bcn} - FC$	$\frac{A}{a-1}$	$\frac{S^2_A}{S^2_{Ea}}$
Error "a"	(a-1)(b-1)	SC(pg) - SC(bloques) - SC(A)	$\frac{Ea}{(a-1)(b-1)}$	
Densidades (B)	b-1	$\frac{X^2_{..k.}}{acn} - FC$	$\frac{B}{b-1}$	$\frac{S^2_B}{S^2_{Eb}}$
Interacción (AB)	(a-1)(b-1)	$\frac{X^2_{..k.}}{acn} - FC - SC(A) + SC(B)$	$\frac{AB}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{S^2_{AB}}{S^2_{Eb}}$
Error "b"	a(a-1)(b-1)	SC(pm) - SC(pg) - SC(B) - SC(AB)	$\frac{Eb}{a(b-1)(n-1)}$	
Etapas (C)	c-1	$\frac{X^2_{...1}}{abn} - FC$	$\frac{C}{c-1}$	$\frac{S^2_C}{E_c}$
Interacción (AC)	(a-1)(c-1)	$\frac{X^2_{...1}}{bn} - FC - SC(A) + SC(C)$	$\frac{AC}{(a-1)(c-1)}$	$\frac{S^2_{BC}}{E_c}$
Interacción (BC)	(b-1)(c-1)	$\frac{X^2_{..k1}}{an} - FC - SC(B) + SC(C)$	$\frac{BC}{(b-1)(c-1)}$	$\frac{S^2_{BC}}{E_c}$
Interacción (ABC)	(a-1)(b-1)(c-1)	$\frac{X^2_{i.k1}}{n} - FC - SC(A) + SC(E) + SC(C) + SC(AB) + SC(AC) + SC(BC)$	$\frac{ABC}{(a-1)(b-1)(c-1)}$	$\frac{S^2_{ABC}}{E_c}$
Error "c"	ab(c-1)(n-1)	SC(total) - SC(pm) - SC(C) - SC(AC) - SC(BC) - SC(ABC)	$\frac{E_c}{ab(c-1)(n-1)}$	
Total	abcn-1	$X^2_{ijkl} - FC$		

Para determinar si existe alguna relación lineal entre el rendimiento (variable dependiente) y los tratamientos de defoliación (variable independiente), se llevaron a cabo análisis de correlación y regresión lineal simple.

El estimador del coeficiente de correlación se calculó mediante:

$$r = \frac{\left[\sum_{i=1}^n Y_i X_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i \right) \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)}{n} \right]}{\sqrt{\left[\left(\sum_{i=1}^n Y_i^2 \right) - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2}{n} \right] \left[\left(\sum_{i=1}^n X_i^2 \right) - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n} \right]}}$$

En el caso de la regresión lineal, la ecuación de la recta que establece esta relación es:

$y = mx + b$, donde m y b son parámetros desconocidos llamados coeficientes de regresión. Establecida la relación mediante esta ecuación, las observaciones de la variable dependiente (Y) se pueden expresar mediante el siguiente modelo:

$$Y_i = b + mX_i + E_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

Y_i Es la i -ésima observación de la variable dependiente.

X_i Es la i -ésima observación de la variable independiente.

b Es la intersección de la línea de regresión y el eje Y .

m Es la pendiente de la línea de regresión.

E_i Es el error aleatorio de la i -ésima observación

2. Experimento 2

"Contribución de las hojas por estratos al llenado de grano en 2 genotipos de maíz establecidos a 3 densidades de población".

2.1. Materiales

Los materiales genético y no genético utilizados para la realización de éste experimento son exactamente los mismos que se utilizaron en el experimento 1.

2.2. Metodología

Tratamientos Experimentales.

En este experimento se probaron los siguientes tres factores:

Factor A; Genotipos, con dos niveles:

$a_1 = RX - 125W$

$a_2 = H = 412$

Factor B; Espaciamientos entre plantas con tres niveles:

b1 = 10 cm

b2 = 25 cm

b3 = 50 cm

Factor C; Estratos de hojas por defoliar con nueve niveles:

c1 = Estrato superior

c2 = Estrato medio

c3 = Estrato inferior

c4 = Superior más medio

c5 = Superior más inferior

c6 = Medio más inferior

c7 = Superior más medio más inferior

c8 = Estrato superior incluyendo tallo y espiga

c9 = Testigo (sin defoliar)

El cuadro 4, presenta el total de los tratamientos estudiados en el presente experimento, resultado de todas las combinaciones posibles entre los niveles de los factores.

Definición de los estratos

Para definir los tratamientos de defoliación del experi-

Cuadro 4.- Lista de tratamientos del experimento II. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.

Número de Tratamiento	Clave Combinación de Factores	Genotipo	Distancia entre Plantas	Estratos Defoliados
1	a1 b1 c1	Rx-125W	10 cm	Superior
2	a1 b1 c2	Rx-125W	10 cm	Medio
3	a1 b1 c3	Rx-125W	10 cm	Inferior
4	a1 b1 c4	Rx-125W	10 cm	Superior más Medio
5	a1 b1 c5	Rx-125W	10 cm	Superior más Inferior
6	a1 b1 c6	Rx-125W	10 cm	Medio más Inferior
7	a1 b1 c7	Rx-125W	10 cm	Defoliación Total
8	a1 b1 c8	Rx-125W	10 cm	Superior más Espiga
9	a1 b1 c9	Rx-125W	10 cm	Testigo
10	a1 b2 c1	Rx-125W	25 cm	Superior
11	a1 b2 c2	Rx-125W	25 cm	Medio
12	a1 b2 c3	Rx-125W	25 cm	Inferior
13	a1 b2 c4	Rx-125W	25 cm	Superior más Medio
14	a1 b2 c5	Rx-125W	25 cm	Superior más Inferior
15	a1 b2 c6	Rx-125W	25 cm	Medio más Inferior
16	a1 b2 c7	Rx-125W	25 cm	Defoliación Total
17	a1 b2 c8	Rx-125W	25 cm	Superior más Espiga
18	a1 b2 c9	Rx-125W	25 cm	Testigo
19	a1 b3 c1	Rx-125W	50 cm	Superior
20	a1 b3 c2	Rx-125W	50 cm	Medio
21	a1 b3 c3	Rx-125W	50 cm	Inferior
22	a1 b3 c4	Rx-125W	50 cm	Superior más Medio
23	a1 b3 c5	Rx-125W	50 cm	Superior más Inferior
24	a1 b3 c6	Rx-125W	50 cm	Medio más Inferior
25	a1 b3 c7	Rx-125W	50 cm	Defoliación Total
26	a1 b3 c8	Rx-125W	50 cm	Superior más Espiga
27	a1 b3 c9	Rx-125W	50 cm	Testigo
28	a2 b1 c1	H-412	10 cm	Superior
29	a2 b1 c2	H-412	10 cm	Medio
30	a2 b1 c3	H-412	10 cm	Inferior
31	a2 b1 c4	H-412	10 cm	Superior más Medio
32	a2 b1 c5	H-412	10 cm	Superior más Inferior
33	a2 b1 c6	H-412	10 cm	Medio más Inferior
34	a2 b1 c7	H-412	10 cm	Defoliación Total
35	a2 b1 c8	H-412	10 cm	Superior más Espiga
36	a2 b1 c9	H-412	10 cm	Testigo
37	a2 b2 c1	H-412	25 cm	Superior
38	a2 b2 c2	H-412	25 cm	Medio
39	a2 b2 c3	H-412	25 cm	Inferior
40	a2 b2 c4	H-412	25 cm	Superior más Medio
41	a2 b2 c5	H-412	25 cm	Superior más Inferior
42	a2 b2 c6	H-412	25 cm	Medio más Inferior
43	a2 b2 c7	H-412	25 cm	Defoliación Total
44	a2 b2 c8	H-412	25 cm	Superior más Espiga
45	a2 b2 c9	H-412	25 cm	Testigo
46	a2 b3 c1	H-412	50 cm	Superior
47	a2 b3 c2	H-412	50 cm	Medio
48	a2 b3 c3	H-412	50 cm	Inferior
49	a2 b3 c4	H-412	50 cm	Superior más Medio
50	a2 b3 c5	H-412	50 cm	Superior más Inferior
51	a2 b3 c6	H-412	50 cm	Medio más Inferior
52	a2 b3 c7	H-412	50 cm	Defoliación Total
53	a2 b3 c8	H-412	50 cm	Superior más Espiga
54	a2 b3 c9	H-412	50 cm	Testigo

mento, las plantas se dividieron en tres tercios arbitrariamente:

1. Estrato Medio
2. Estrato Superior
3. Estrato Inferior

El estrato medio incluye la hoja de la mazorca, la hoja inmediata superior y la hoja inmediata inferior. Las hojas colocadas por encima de este estrato constituyen el estrato superior y las colocadas por debajo conforman el estrato inferior.

Metodología para la defoliación.

En todos los casos, la defoliación consistió en la remoción de las hojas del estrato correspondiente, separándolas del tallo a partir de la lígula, al momento en que el 50% de la población se encontraba jiloteando.

Diseño Experimental.

Se utilizó el mismo diseño que en el experimento 1 es decir, un bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas, asignando los genotipos a las parcelas grandes, las densidades a las parcelas medianas y los tratamientos de defoliación a las parcelas chicas. La parcela experimental constó de cuatro surcos de siete metros de largo, espaciados a 92 cm. Como parcela útil se consideraron los dos surcos centrales de cinco metros de largo.

El modelo estadístico mediante el cual se explican las observaciones obtenidas con este diseño es igual al utilizado en el experimento 1.

En ambos experimentos se cuantificó la producción de mazorca (Kg/planta y Kg/ha) para evaluar el efecto de los tratamientos de defoliación sobre el rendimiento en cada una de las densidades ensayadas. Además se determinó el peso de grano (Kg/ha) y la cantidad (Kg/ha) de materia verde extraída en cada tratamiento de defoliación para realizar el análisis económico.

Cuadro 5.- Lista cronológica de las labores realizadas para el establecimiento y conducción de los experimentos. Defoliación en maíz. Marín, - - N. L., 1982.

LABORES	EXPERIMENTO 1			EXPERIMENTO 2		
	REP I	REP II	REP III	REP I	REP II	REP III
Riego Presiembra	12 Marzo	12 Marzo	11 Marzo	11 Marzo	11 Marzo	12 Marzo
Siembra	22 Marzo	19 Marzo	17-18 Marzo	16 Marzo	17 Marzo	20 Abril
Descostrado	7 Abril	7 Abril	31 Marzo	29 Marzo	29 Marzo	7 Abril
Defoliación Etapa de 1 hoja	12 Abril	12 Abril	12 Abril	-	-	-
Deshierbe manual	14 Abril	15 Abril	20 Abril	13 Abril	14 Abril	14 Abril
1er. Riego	21 Abril	16 Abril	21 Abril	16 Abril	16 Abril	16 Abril
Defoliación Etapa de 3 hojas	17 Abril	17 Abril	17 Abril	-	-	-
Defoliación Etapa de 5 hojas	26 Abril	26 Abril	26 Abril	-	-	-
Deshierbe manual	7 Mayo	7 Mayo	12-13 Mayo	4 Mayo	5 Mayo	6 Mayo
Aclareo	8 Mayo	8 Mayo	9 Mayo	11 Mayo	10 Mayo	10 Mayo
Escarda	13 Mayo	13 Mayo	13 Mayo	19 Mayo	19 Mayo	19 Mayo
Defoliación Etapa de 7 hojas	14 Mayo	14 Mayo	14 Mayo	-	-	-
Aplicación de sevín	17 Mayo	17 Mayo	17 Mayo	17 Mayo	17 Mayo	17 Mayo
Defoliación Etapa de 9 hojas	27 Mayo	27 Mayo	27 Mayo	-	-	-
Defoliación por Estratos	-	-	-	9 Junio	11 Junio	10 Junio
2º Riego	12 Junio	11 Junio	11 Junio	12 Junio	12 Junio	11 Junio
Cosecha	5 Julio	7 Julio	7 Julio	6 Julio	8 Julio	6 Julio

4.- RESULTADOS

Con el propósito de lograr una mayor claridad, la presentación de éste capítulo se hará por experimentos. Antes cabe hacer algunas aclaraciones importantes, ya que en el transcurso de esta investigación se presentaron una serie de imponderables que alteraron en cierta medida el desarrollo normal de la misma.

Se tenía contemplado, como se asentó en el capítulo de materiales y métodos, trabajar con dos genotipos: el H-412 y el RX-125W. Este último, al parecer debido a que la semilla se encontraba en mal estado, presentó una nacencia casi nula por lo cual hubo necesidad de eliminarlo, procediéndose a cambiar el diseño de los experimentos, de tal manera que éste involucra a un solo genotipo. Al eliminarse el factor genotipos, el número de tratamientos se redujo a la mitad. De este modo ambos experimentos se manejaron como un bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas, correspondiendo la parcela grande al factor densidades (A), y la parcela chica a los tratamientos de defoliación (B). Así, las observaciones obtenidas con este nuevo diseño, se explican mediante el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = M + A_i + R_j + E_{ij} + B_k + Int(AB)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} Es la observación de la densidad i , con el tratamiento de defoliación k en la repetición j .

M Es la media verdadera general.

A_i Es el efecto verdadero de la i -ésimo densidad.

R_j Es el efecto verdadero del j -ésimo bloque.

E_{ij} Es el error experimental de la i jésima observación

B_k Es el efecto verdadero del k -ésimo tratamiento de defoliación.

$Int(AB)_{ik}$ Es el efecto de la interacción densidad X tratamiento de defoliación.

E_{ijk} Es el error experimental asociado a la ikj -ésima observación.

El Cuadro 6, muestra el modelo del análisis de varianza para un bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas.

Más tarde, cuando ya la totalidad de los tratamientos de defoliación habían sido realizados en ambos experimentos, se presentó una invasión accidental de ganado vacuno, que devoró por completo dos repeticiones, una de cada experimento, obligando con esto a elaborar el análisis con solo dos repeticiones en ambos trabajos. Esto, lógicamente, disminuye los grados de libertad del error experimental y por ende, la precisión de los experimentos, por lo que para la consideración de los resultados deberá tomarse en cuenta.

Cuadro 6.- Modelo del análisis de varianza para un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con a densidades, y b tratamientos de defoliación en n bloques. Defoliación en mafz. Marín, N. L., 1982.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Bloques (R)	n-1	$\chi^2 \frac{j.}{ab} - FC$	$\frac{R}{n-1}$	$\frac{S^2 R}{S^2 Ea}$
Densidades (A)	a-1	$\chi^2 \frac{i..}{bn} - FC$	$\frac{A}{(a-1)}$	$\frac{S^2 A}{S^2 Ea}$
Error "a"	(a-1)(n-1)	SC(pg)-SC(R)-SC(A)	$\frac{Ea}{(a-1)(n-1)}$	
Parcela Grande	an-1	$\chi^2 \frac{ij.}{b} - FC$	$\frac{Pg}{an-1}$	
Etapas (B)	b-1	$\chi^2 \frac{..k}{an} - FC$	$\frac{B}{(b-1)}$	$\frac{S^2 AB}{S^2 Eb}$
Interacción (AB)	(a-1)(b-1)	$\chi^2 \frac{i.k. - FC}{n} - SC(A)+SC(B)$	$\frac{AB}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{S^2 AB}{S^2 EB}$
Error "b"	a(b-1)(n-1)	SC total - SC(Pg) - SC(B) - SC(AB)	$\frac{Eb}{A(b-1)(n-1)}$	
Total	abn-1	$\chi^2 ijk - FC$		

Debido a que algunas parcelas hubo también pérdidas de plantas, se optó por trabajar en ambos experimentos con promedios de -- rendimiento por planta, utilizando para el cálculo de éstos el número de plantas existentes en cada parcela. Además con motivo de facilitar el análisis, se consideraron para éste los pesos de mazorca, ya que los muestreos realizados en todas las - parcelas, demostraron que el porcentaje de olote era uniforme en todas las plantas (aproximadamente un 20%).

1. Experimento 1 (Defoliación temprana)

En este experimento, se defoliaron completamente plantas de -- maíz en las etapas 1, 3, 5, 7, y 9 hojas. Las plantas estuvieron espaciadas a 10, 25 y 50 cm.

En el Cuadro 1 A, se presentan los datos de rendimiento expresados en kg de mazorca por planta para el total de los trata-- mientos evaluados. El análisis de varianza realizado para éstos (Cuadro 7), muestra diferencias altamente significativas - al efectuar la defoliación en diferentes etapas del crecimiento de la planta, a un nivel de confianza del 1%. En cambio, - no se detecta diferencia entre densidades, ni interacción en-- tre factores que sean significantes. El coeficiente de varia-- ción fué de 19.5%.

El Cuadro 8, contiene los rendimientos medios (promedio de dos

Cuadro 7.- Resultados del análisis de varianza con rendimiento por planta (Kg/planta).
Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F tabulada	
					0.05	0.01
Densidad (A)	2	0.00029956	0.00014978	0.16 N.S.	19	99
Bloques (R)	1	0.00542678	0.00542678	5.87 N.S.	18.51	98.50
Error "a"	2	0.00184686	0.00092343			
Etapas (B)	5	0.02864823	0.005729646	32.04 **	2.90	4.56
Interacción (AB)	10	0.00062311	0.000062311	0.35 N.S.	2.54	3.80
Error "b"	15	0.00268236	0.000178824			
Total	35	0.0395269				

C.V. = 19.5%

repeticiones), resultantes de los seis tratamientos de defoliación efectuados a través de los tres distanciamientos entre -- plantas. En este Cuadro, se observa que las plantas espacia-- das a 50 cm tuvieron un rendimiento ligeramente superior a las que lo estuvieron a 25 cm y a su vez éstas, superaron también ligeramente a las plantas espaciadas a 10 cm, aunque éstas diferencias no fueron significativas; las producciones promedio fueron de 0.0723, 0.0680 y 0.0653 kg/planta respectivamente. En general, para las tres densidades, se aprecia que la producción de las plantas no defoliadas (testigo), es notablemente superior a las de las plantas defoliadas en cualquier etapa de crecimiento.

Al expresar los rendimientos medios de las plantas defoliadas como un porcentaje en relación al testigo (Cuadro 9), se tiene que para los tres espaciamientos ensayados (10, 25 y 50 cm) en promedio, las plantas defoliadas en la etapa de 3 hojas, alcanzaron el mayor porcentaje de rendimiento (69%), seguidas de las que lo fueron en la etapa de 1 hoja (62%). Promediando sobre las tres densidades, la defoliación en la etapa de 7 hojas -- (42%) superó a la defoliación en la etapa de 5 hojas (41%), -- en tanto que al efectuar la defoliación en la etapa de 9 ho-- jas, arrojó el menor porcentaje (28%). Las Figuras 1 A, 2 A, y 3 A presentan los datos del Cuadro 9, para plantas espacia-- das a 10, 25 y 50 cm, respectivamente. En los tres casos, se puede apreciar que el porcentaje de rendimiento, disminuye --

Cuadro 8.- Promedios de rendimiento de mazorca por planta (Kg/planta).
Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de Crecimiento en la cual se aplicó la defoliación	Distancia entre plantas			\bar{X}_i
	10 cm	25 cm	50 cm	
Etapa de 1 hoja	0.0735	0.0750	0.0740	0.0742
Etapa de 3 hojas	0.0805	0.0800	0.0890	0.0832
Etapa de 5 hojas	0.0485	0.0510	0.0490	0.0495
Etapa de 7 hojas	0.0395	0.0590	0.0530	0.0505
Etapa de 9 hojas	0.0295	0.0285	0.0440	0.0340
Testigo	0.1205	0.1145	0.1250	0.1200
\bar{X}_j	0.0653	0.0680	0.0723	0.0685

Cuadro 9.- Porcentaje de rendimiento de los tratamientos de defoliación con respecto al testigo. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la cual se aplicó la defoliación	Distancia entre plantas			Promedio General
	10 cm	25 cm	50 cm	
Testigo	100 %	100 %	100 %	100 %
Etapa de 1 hoja	61 %	65.5%	59 %	62 %
Etapa de 3 hojas	67 %	70 %	71 %	69 %
Etapa de 5 hojas	40 %	44.5%	39 %	41 %
Etapa de 7 hojas	33 %	51.5%	42.5%	42 %
Etapa de 9 hojas	24.5%	25 %	35 %	28 %

fuertemente desde el nivel 0 de defoliación (testigo), hacia el nivel 1 (etapa de 1 hoja) y aumenta ligeramente del nivel 1, al nivel 2 (etapa de 3 hojas) volviendo a reducirse sensiblemente en el nivel 3 (etapa de 5 hojas). En las plantas espaciadas a 10 cm, el porcentaje se reduce del nivel 3 al nivel 4 (etapa de 7 hojas), mientras que a 25 y 50 cm, se incrementa ligeramente, esto puede apreciarse en forma más clara en la Figura 1, en la cual también se observa que el nivel 5 de defoliación (etapa de 9 hojas), registró el menor porcentaje de rendimiento para los tres espaciamientos. La Figura 2 presenta el porcentaje de rendimiento de los 6 tratamientos de defoliación, para el promedio de las tres densidades.

En el Cuadro 2 A se presentan los contrastes realizados entre los totales de las diferentes etapas de crecimiento en que se efectuó la defoliación. De acuerdo con estos datos, el testigo fué superior al tratamiento de defoliación más rendidor y por lo tanto al resto de los tratamientos a un nivel de confianza del 1%. En las etapas de 1 y 3 hojas, la defoliación resultó ser estadísticamente igual, lo mismo que para las etapas de 5 y 7 hojas. Al comparar entre estos dos grupos, las etapas de 1 y 3 hojas resultaron superiores a las de 5 y 7 hojas al 1% de probabilidad. En las etapas de 5 y 9 hojas, la defoliación arrojó producciones iguales estadísticamente. Conforme a lo anterior, los tratamientos pueden agruparse como en el Cuadro 10.

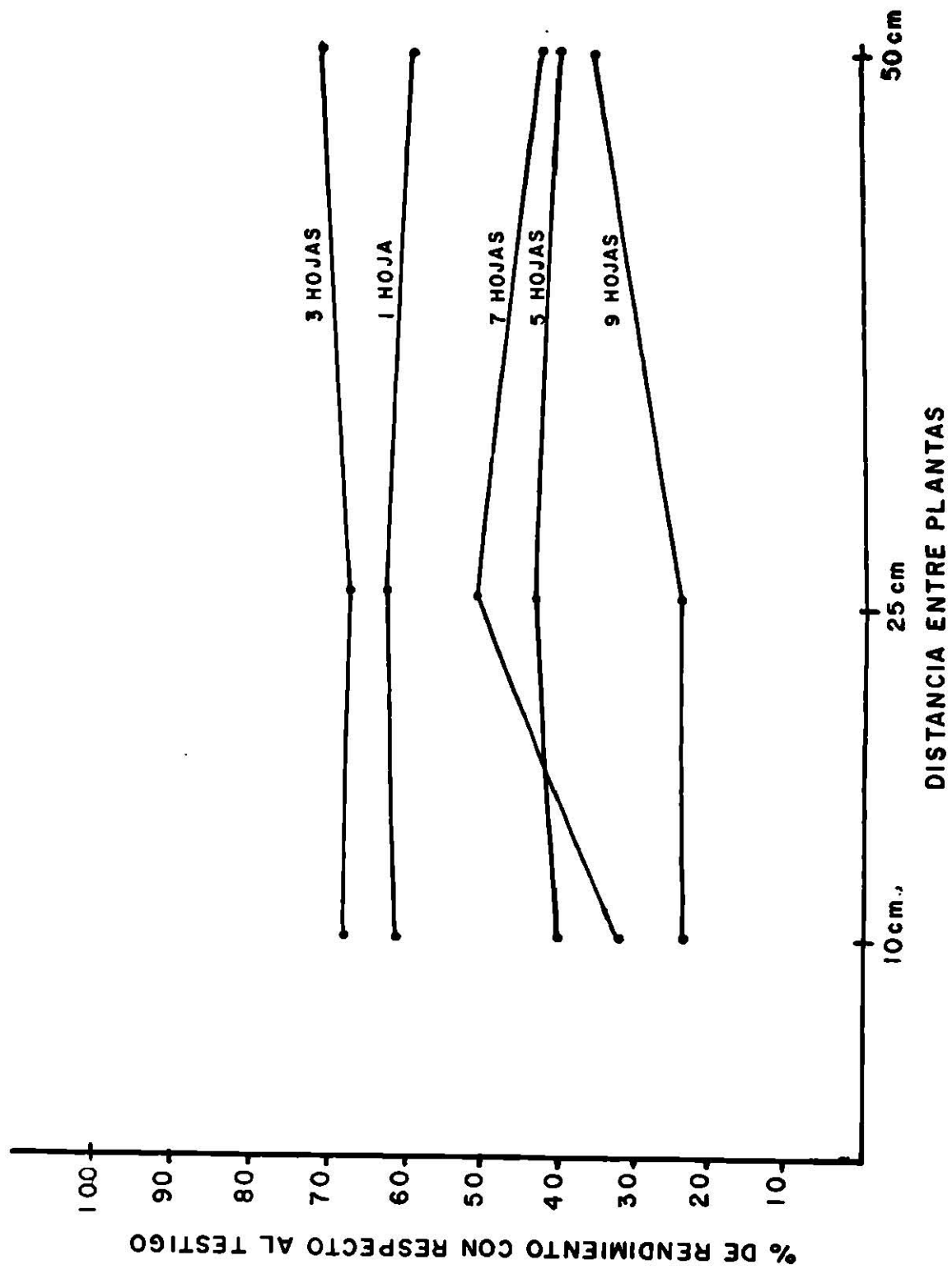
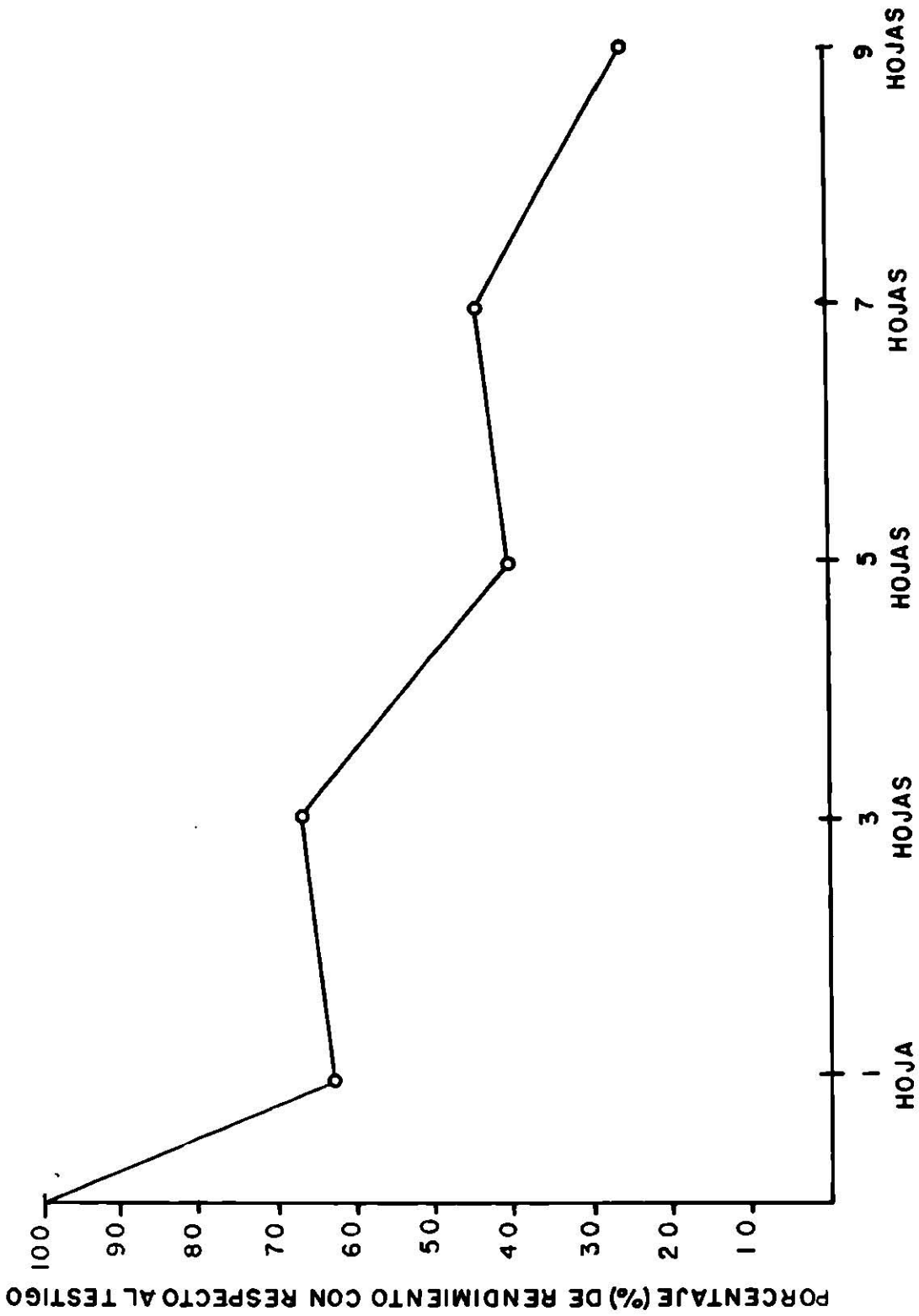


FIGURA 1.- Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos del maíz a través de tres distancias entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L., 1982.



ETAPA DE CRECIMIENTO EN LA CUAL SE EFECTUO LA DEFOLIACION

FIGURA 2.- Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos del maíz. Promedio de tres distanciamientos entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L., 1982.

Cuadro 10.- Resultados de la comparación de tratamientos a través de contrastes.
Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Totales de rendimiento en kg por planta	
Testigo (b6)	0.720	a
Etapa de 3 hojas (b2)	0.499	b
Etapa de 1 hoja (b1)	0.445	b
Etapa de 7 hojas (b4)	0.303	c
Etapa de 5 hojas (b3)	0.297	c d
Etapa de 9 hojas (b5)	0.204	d

En el Cuadro 11, se muestran los coeficientes de correlación encontrados entre los tratamientos de defoliación y el rendimiento medio en plantas espaciadas de 10, 25 y 50 cm. En los tres casos, se presentó una correlación negativa, significativa al .05 de probabilidad (-0.9167, -0.8448 y -0.9019 respectivamente). Al estudiar dentro de cada espaciamiento la relación entre el rendimiento por planta y los tratamientos de defoliación, se encontró una correlación negativa altamente significativa al .01 de probabilidad en las espaciadas a 10 y 25 cm, con coeficientes de -0.8753 y -0.7655 respectivamente mientras que a 50 cm, la correlación es solamente significativa al .05 de probabilidad, con un coeficiente (r) de -0.6718 (Cuadro 3 A). El Cuadro 4 A nos muestra altas correlaciones negativas entre los tratamientos de defoliación y el rendimiento medio y entre los tratamientos de defoliación y el rendimiento por planta a través de los 3 espaciamientos, a un nivel de confianza del 1%.

En el Cuadro 5 A, se presenta la pendiente de la recta $m = -0.008775$ y la ordenada al origen $b = 0.101897$; las cuáles determinan la regresión lineal del rendimiento con la defoliación de las plantas espaciadas a 10 cm. En el Cuadro 6 A, el análisis de varianza muestra significancia para la regresión, lo cual indica que hay una relación funcional significativa entre el rendimiento y la defoliación a un nivel de confianza del 5%. La Figura 4 A, muestra la recta calculada de acuerdo

Cuadro 11.- Análisis de correlación entre etapas de defoliación y rendimiento medio para las diferentes distancias entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación

X

Distancia entre plantas

	10 cm	25 cm	50 cm
	Y1	Y2	Y3

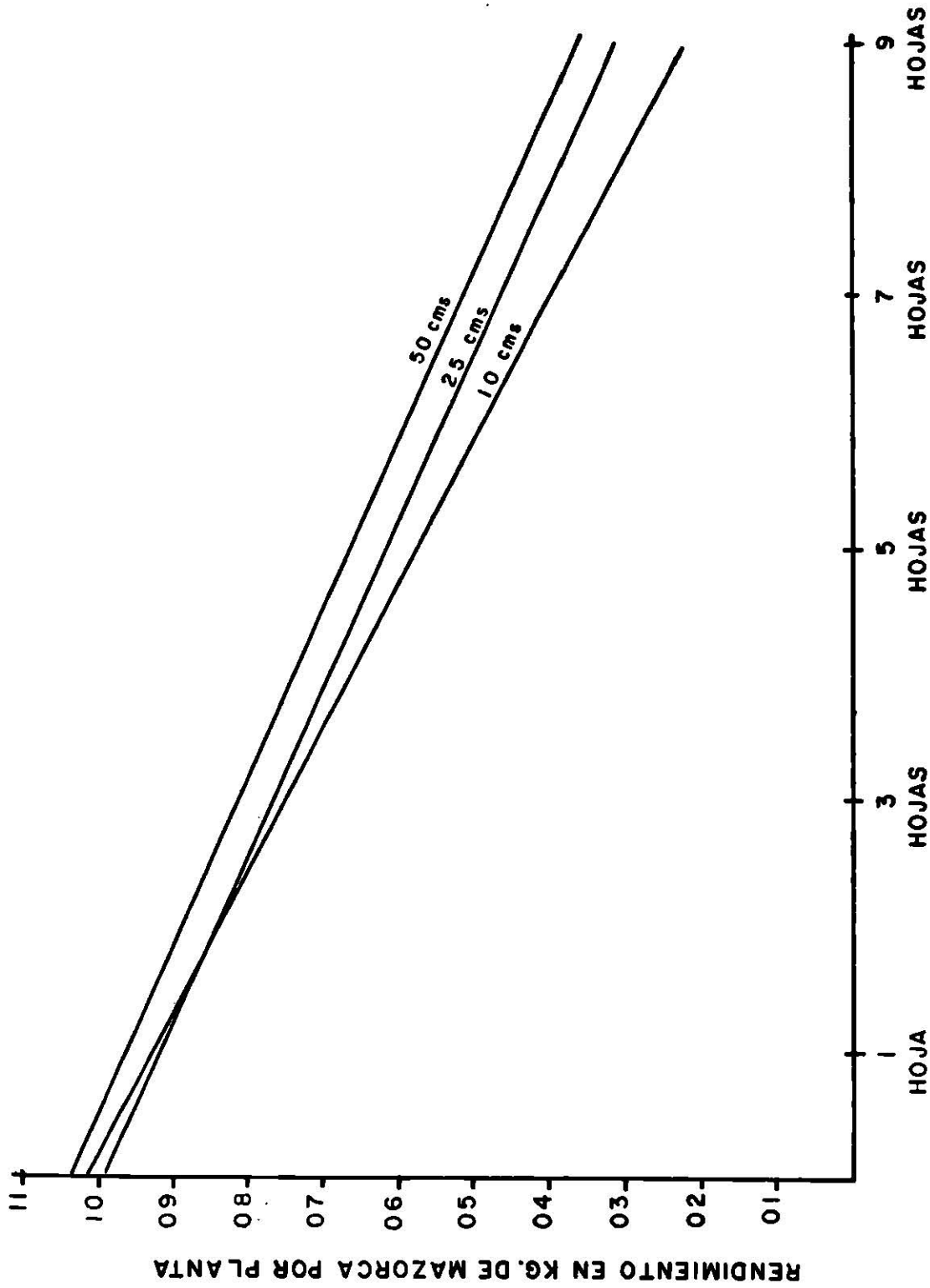
0 (Testigo)	0.1205	0.1145	0.1205
1 hoja	0.0735	0.0750	0.0740
3 hojas	0.0805	0.0800	0.0890
5 hojas	0.0485	0.0510	0.0490
7 hojas	0.0395	0.0590	0.0530
9 hojas	0.0295	0.0285	0.0440
Coefficiente de correlación	- 0.9167 *	- 0.8448 *	- 0.9019 *

con los coeficientes de regresión.

Para las plantas espaciadas a 25 cm, el Cuadro 7 A presenta los coeficientes de regresión ($m = -0.00756986$ y $b = 0.0995411$) a partir de los cuáles se construyó la recta ilustrada en la Figura 5 A, la cual establece la regresión del rendimiento con la defoliación, significativa al 5% de probabilidad (Cuadro 6 A).

Para las plantas espaciadas a 50 cm, el Cuadro 8 A presenta los coeficientes de regresión, $m = -0.0074849$ y $b = -0.1035205$; el Cuadro 6A muestra el análisis de varianza con una regresión -- significativa al 5% de probabilidad y en la Figura 6 A se observa la recta de regresión calculada a partir de los coeficientes. En la Figura 3 se muestran las rectas de regresión para las -- densidades, observándose que la mayor pendiente se registra en las plantas espaciadas a 10 cm y la menor en las espaciadas a 50 cm.

En el Cuadro 9 A, presenta el rendimiento en kg de mazorca por hectárea, para el total de los tratamientos evaluados. Nuevamente, el análisis de varianza (Cuadro 12), muestra diferencias altamente significativas al efectuar la defoliación en diferentes etapas del crecimiento de la planta, a un nivel de confianza del 1%. En lo que respecta al factor densidades y a la interacción entre factores, esta vez el análisis si detecta una significancia al 1% de probabilidad. El coeficiente de varia-



ETAPA DE CRECIMIENTO EN LA CUAL SE EFECTUO LA DEFOLIACION

FIGURA 3.- Comparación de las rectas de regresión que establecen una relación funcional entre el rendimiento de mazorca por planta y las etapas de defoliación a las distancias de 10, 25 y 50 cm. entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L., 1982.

Cuadro 12.- Resultados del análisis de varianza con rendimiento por hectárea (kg/ha).
Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F cal	F tabulada 0.05 0.01
Densidad (A)	2	196 080 344.79	98 040 172.35	670.87 **	19 99
Bloques (R)	1	7 333 002.21	7 333 002.21	50.18	18.51 98.50
Error "a"	2	292 277.89	146 138.95		
Etapas (B)	5	101 222 936.51	20 244 587.30	22.09 **	2.90 4.56
Interacción (AB)	10	49 760 036.70	4 976 003.67	5.43 **	2.54 3.80
Error "b"	15	13 741 215.30	916 081.02		
Total	35	368 429 813.30			

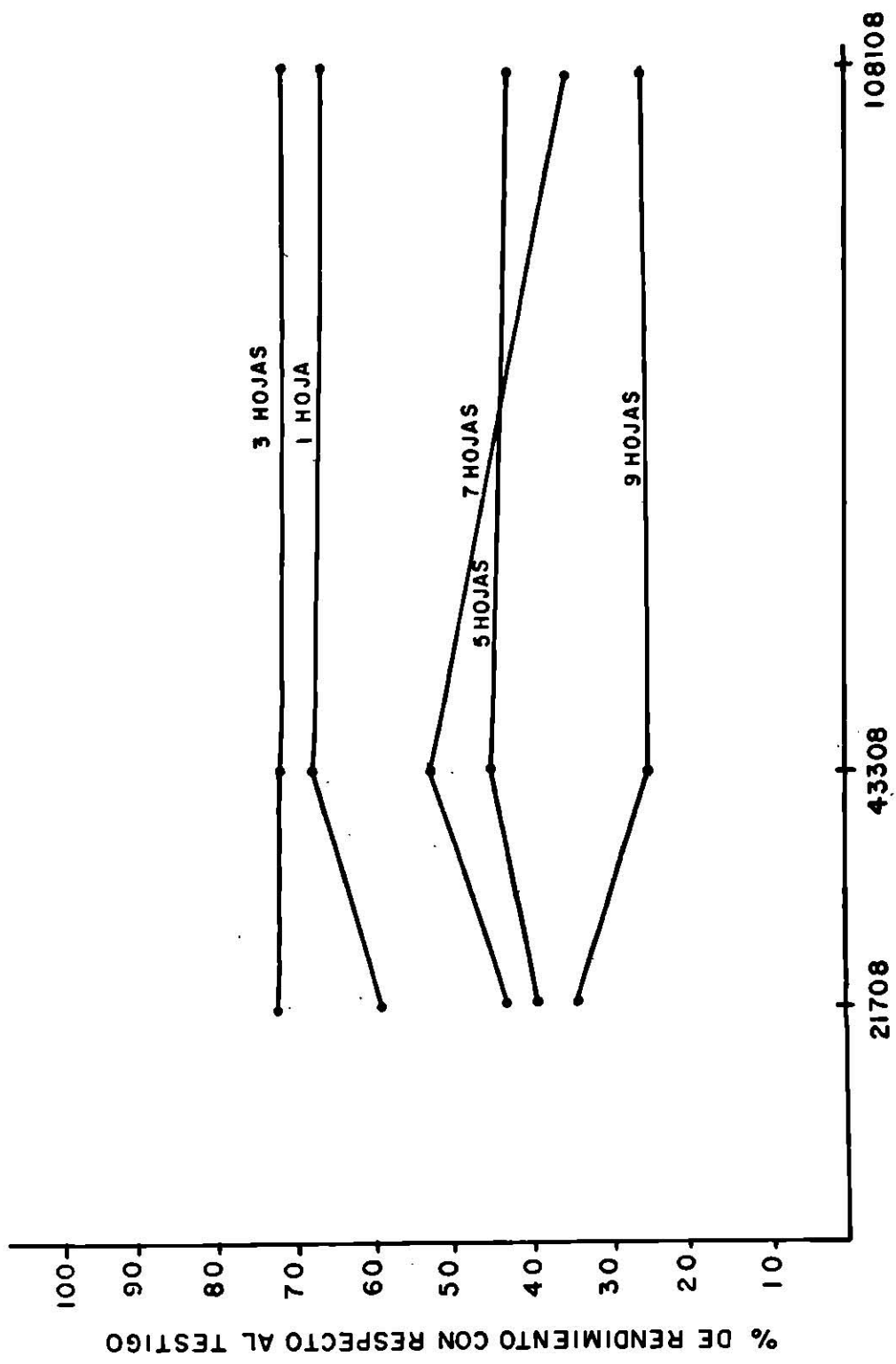
C.V. = 24.56%

ción fué de 24.56%.

En la Figura 4, se muestra el comportamiento de los seis tratamientos de defoliación a través de las tres densidades evaluadas.

En el Cuadro 13, se presentan los rendimientos medios/ha (promedio de dos repeticiones), resultado de los seis tratamientos de defoliación realizados a través de los tres espaciamientos entre plantas. Como puede apreciarse, las plantas espaciadas a 10 cm, tuvieron un rendimiento muy superior al de las espaciadas a 25 y 50 cm, las producciones promedio fueron de - - - 7 063.06 kg/ha, 2 944.95 kg/ha y 1 570.21 kg/ha respectivamente. Los contrastes realizados entre los totales de las densidades (Cuadro 10 A), indican que la densidad de 108 108 p/ha (plantas a 10 cm), fué superior a la de 43 308 p/ha (plantas a 25 cm) y ésta a su vez, superó también a la de 21 708 p/ha (plantas de 50 cm), con un nivel de confianza del 1% en ambos casos.

Continuando con el Cuadro 13, se vuelve a apreciar que la producción de las plantas no defoliadas, es marcadamente superior a la de las plantas defoliadas en cualquier etapa de crecimiento. Se puede observar además, que de las plantas defoliadas aquellas que lo fueron en la etapa de 3 hojas alcanzaron la mayor producción (4 699.78 kg/ha), seguidas de las que fueron defoliadas en la etapa de 1 hoja (4 266.81 kg/ha). En promedio



PLANTAS POR HECTAREA

FIGURA 4.- Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos del maíz a través de tres densidades de población. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L., 1982.

Cuadro 13.- Promedios de rendimiento de mazorca por hectárea (kg/ha). Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Plantas por hectárea			Xi
	108 108	43 308	21 708	
Etapa de 1 hoja	7 945.94	3 248.10	1 606.39	4 266.81
Etapa de 3 hojas	8 702.70	3 464.64	1 932.02	4 699.78
Etapa de 5 hojas	5 243.24	2 208.71	1 062.69	2 838.55
Etapa de 7 hojas	4 270.27	2 555.17	1 150.53	2 658.66
Etapa de 9 hojas	3 189.19	1 234.28	955.15	1 792.87
Testigo	13 027.02	4 958.77	2 713.50	6 899.76
Xj	7 063.06	2 944.95	1 570.21	3 859.40

de las tres densidades, la defoliación de la etapa de 5 hojas (2 838.55 kg/ha), superó a la defoliación en la etapa de 7 hojas (2 658.66 kg/ha), mientras que el efectuar la defoliación en la etapa de 9 hojas (1 792.87 kg/ha), arrojó la menor producción para cualquiera de los espaciamientos.

En el Cuadro 11 A, se presentan los contrastes realizados entre los totales de las diferentes etapas de crecimiento en -- que se efectuó la defoliación. De acuerdo con estos datos, - el testigo fué superior a todos los tratamientos de defolia-- ción a un nivel de confianza del 1%. En las etapas de 1 y 3 hojas, la defoliación resultó ser estadísticamente igual, lo mismo que para las etapas de 5, 7 y 9 hojas. Al comparar -- entre estos dos grupos, las etapas de 1 y 3 hojas, resultaron superiores a las de 5, 7 y 9 hojas al 1% de probabilidad.

Conforme a lo anterior, los tratamientos pueden agruparse según el Cuadro 14.

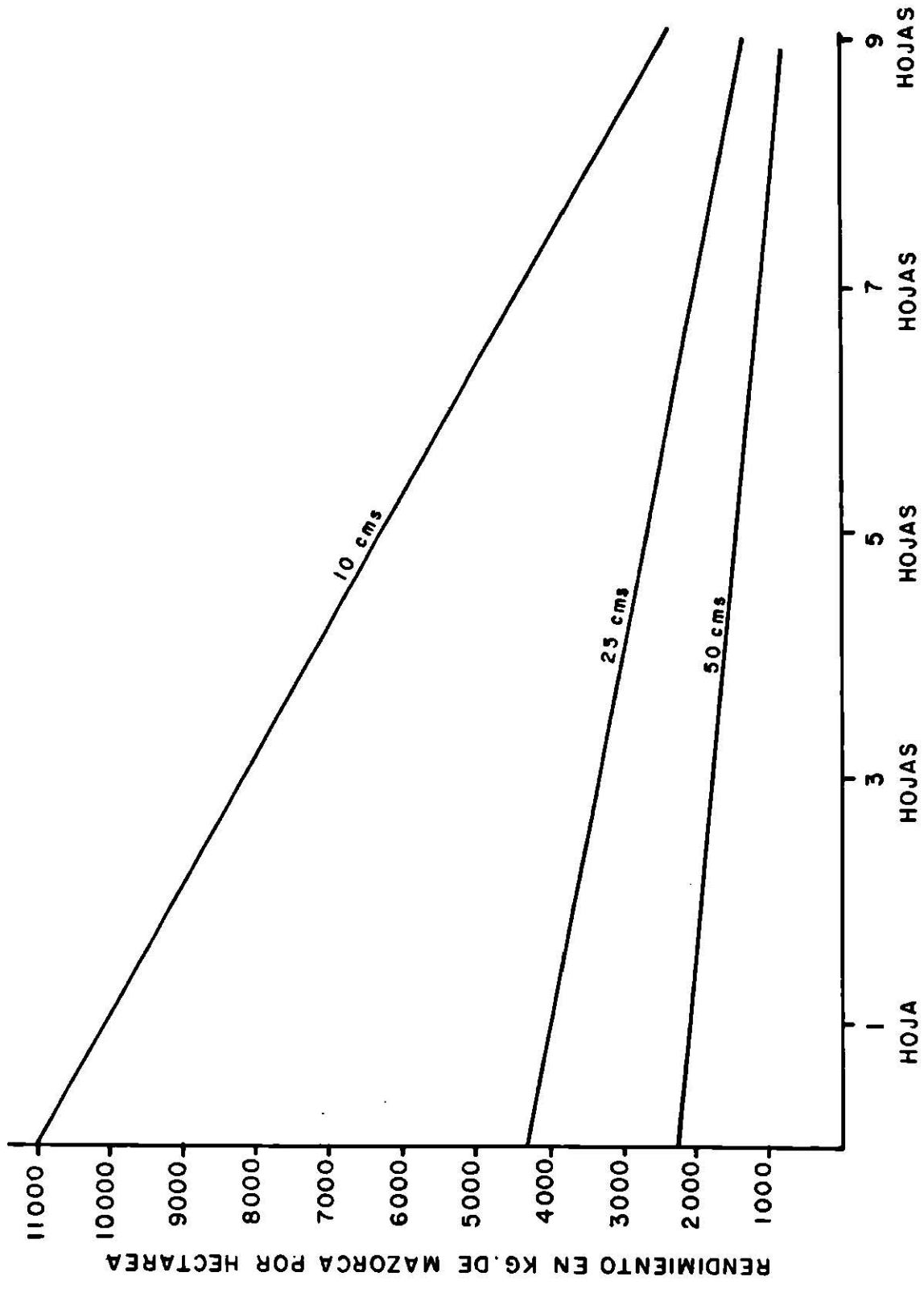
En el Cuadro 15, se muestra los coeficientes de regresión que establecen una relación lineal entre el rendimiento y la defoliación a tres densidades (108 108 p/ha, 43 308 p/ha y 21 708 p/ha). La Figura 5 concentra las rectas de regresión de cada densidad apreciándose que a la densidad más alta la pendiente de la recta es mayor (-948.6477), mientras que a la densidad más baja se registra la menor pendiente (-162.48). La - -

Cuadro 14.- Resultados de la comparación de tratamientos a través de contrastes.
 Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Totales de rendimiento en Kg por hectárea	
Testigo (b6)	41 398.56	a
Etapa de 3 hojas (b2)	28 198.70	b
Etapa de 1 hoja (b1)	25 600.86	b
Etapa de 5 hojas (b3)	17 031.28	c
Etapa de 7 hojas (b4)	15 951.92	c
Etapa de 9 hojas (b5)	10 757.23	c

Cuadro 15.- Ecuaciones de regresión para etapas de defoliación y rendimiento.
 Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

	Plantas por hectárea	
Coefficientes de Regresión	108 108 (10 cm)	43 308 (25 cm)
Ordenada al origen (b)	11 015.88	4 310.93
Pendiente de la recta (m)	-948.64	-327.83
Cuadrado medio de regresión	506.43**	150.97**
Ecuación de regresión (y)	(11 015.88 - 948.64 x)	(4 310.93 - 327.83 x)
		(2 247.22 - 162.48 x)



ETAPA DE CRECIMIENTO EN LA CUAL SE EFECTUO LA DEFOLIACION

FIGURA 5.- Comparación de las rectas de regresión que establecen una relación funcional entre el rendimiento de mazorca por hectárea y las etapas de defoliación a tres densidades de población. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L., 1982.

pendiente de 43 408 p/ha, es de -327.38.

El Cuadro 12 A, contiene los rendimientos medios de grano expresados en kg/ha de los seis tratamientos de defoliación a cada densidad, los cuales fueron calculados restando un 20% de oloote al rendimiento de mazorca, según lo estimado en campo - - - (19.8%).

Los pesos medios de materia verde extraña por hectárea en cada tratamiento de defoliación y dentro de cada densidad, son presentados en el Cuadro 13 A. En este Cuadro se puede distinguir que en la etapa de 9 hojas se alcanzó el mayor rendimiento de materia verde para cualquier espaciamiento (13 790.66 kg/ha en promedio) y en general que la cantidad de materia verde es mayor conforme se avanza en la etapa de crecimiento del cultivo.

En el Cuadro 14 A, se presenta el beneficio medio obtenido (pesos/ha) de la venta del grano de maíz de acuerdo al precio de garantía vigente (19.20/kg). En todas las densidades, el testigo resultó ser el tratamiento más remunerado, seguido de la defoliación en la etapa de 3 hojas. El tratamiento menos remunerado en todos los casos resultó ser la defoliación en la etapa de 9 hojas. Cabe aclarar que estos datos suponen la totalidad de plantas para cada densidad en la hectárea.

En la misma forma el Cuadro 15 A muestra el beneficio medio (pe-
sos/ha) obtenido de la venta del forraje verde extraído en la
defoliación, calculando en base a un precio aproximado de - -
\$2.00 kg¹. Esta vez el tratamiento más remunerado, lo fué el
de la defoliación en la etapa de 9 hojas, al cual le siguieron
en orden descendente los tratamientos de defoliación en las e-
tapas de 7, 5, 3 y 1 hojas para todas las densidades.

El beneficio total obtenido de acumular las ganancias por gra-
no y materia verde se encuentra en el Cuadro 16, en él se pue-
de apreciar que finalmente las plantas no defoliadas (testigo)
fueron las más productivas económicamente hablando (\$105 980.16/
ha en promedio), seguidas en orden descendente por la defolia-
ción en las etapas de 3 hojas (\$74 492.48/ha), 1 hoja - - - -
(\$66 764.96/ha), 7 hojas (\$57 976.62/ha), 9 hojas (\$55 976.62/
ha) y 5 hojas (\$51 441.92/ha). Al igual que en los cuadros --
anteriores los datos suponen la totalidad de plantas por hec-
tárea de cada densidad.

2. Experimento 2 (Defoliación por estratos)

En este experimento se dividió a la planta de maíz en tres es-
tratos de hojas, ensayándose los siguientes tratamientos de de

- 1) Comunicación personal con el Jefe de Proyecto Agropecuario
de la SARH. Delegación Monterrey.

Cuadro 16.- Total de ingresos brutos (pesos/ha) obtenidos para rendimiento de grano y materia verde extraída. Defoliación temprana en maíz. Marfn, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Plantas por hectárea		Promedio \bar{X}_i	
	108 108	43 308		21 708
Etapa de 1 hoja	\$ 123 978.42	\$ 51 169.27	\$ 25 147.71	\$ 66 764.96
Etapa de 3 hojas	\$ 137 701.57	\$ 55 113.73	\$ 30 662.55	\$ 74 492.48
Etapa de 5 hojas	\$ 96 562.05	\$ 38 977.93	\$ 18 769.80	\$ 51 441.92
Etapa de 7 hojas	\$ 94 535.03	\$ 54 425.02	\$ 24 914.72	\$ 57 976.62
Etapa de 9 hojas	\$ 99 011.24	\$ 40 645.80	\$ 25 529.00	\$ 55 119.69
Testigo	\$ 200 094.91	\$ 76 166.59	\$ 41 679.36	\$105 980.16
\bar{X}_j	\$ 310 503.45	\$ 45 287.53	\$ 28 519.85	\$ 70 499.10

foliación para determinar su contribución al rendimiento de -- grano. Remoción de los estratos superior, medio, inferior, superior más medio, superior más inferior, medio más inferior, - superior más medio más inferior y superior más tallo y espiga. Las plantas estuvieron espaciadas a 10, 25 y 50 cm.

En el Cuadro 16 A, se presentan los datos de rendimiento expresados en kg de mazorca por planta para el total de los tratamientos evaluados. El análisis de varianza realizados para éstos (Cuadro 17), muestra diferencias altamente significativas al efectuar la defoliación de los diferentes estratos, a un nivel de confianza del 1%. Se detecta significancia entre densidades y en la interacción de las densidades y tratamientos de defoliación a un nivel de confianza del 5%. El coeficiente de variación fué de 7.8%.

El Cuadro 18, contiene los rendimientos medios (promedio de dos repeticiones), resultantes de los nueve tratamientos de defoliación efectuados a través de los tres distanciamientos entre -- plantas. En este cuadro se observa que las plantas espaciadas a 50 cm tuvieron un rendimiento promedio ligeramente superior al de las espaciadas a 25 cm y éstas en cambio, superaron ampliamente a las espaciadas a 10 cm; las producciones promedio fueron de 0.058, 0.057 y 0.038 kg/planta respectivamente.

Al expresar los rendimientos medios de las plantas defoliadas

Cuadro 17.- Resultados del análisis de varianza con rendimiento por planta (kg/planta).
Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	F tabulada	
					.05	.01
Densidad (A)	2	.0043178147	.0021589073	61.58 *	19	99
Bloques (R)	1	.0012326666	.0012326666	35.16 *		
Error (a)	2	.0000701112	.0000350556			
Trat. Def. (B)	8	.0533982592	.0066747824	414.77 **	2.36	3.36
Interacción (AB)	16	.002978852	.0001861782	11.56 *	2.11	2.8
Error (b)	24	.0003862222	.0000160925			
Total	53	.0623839259				

C.V. = 7.8%

Cuadro 18.- Promedios de rendimiento de mazorca por planta (kg/planta). Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.

Estratos	Distancia entre plantas			Xi
	10 cms	25 cms	50 cms	
Defoliados				
Superior	.031	.049	.05	.043
Medio	.035	.0615	.064	.054
Inferior	.067	.105	.1095	.094
Sup. + Med.	.0185	.0225	.020	.020
Sup. + Inf.	.023	.0315	.0275	.027
Med. + Inf.	.0255	.0285	.030	.028
Total	.015	.0195	.0135	.016
Sup. + Espiga	.048	.073	.077	.066
Testigo	.082	.12	.129	.11
\bar{X}_j	.038	.057	.058	

como un porcentaje en relación al testigo (Cuadro 19), se observa que para los tres espaciamientos ensayados (10, 25 y 50 cm) las plantas a las que se les eliminó el estrato inferior alcanzaron el mayor porcentaje de rendimiento (85%), seguidas por las plantas que fueron defoliadas del estrato superior con la espiga (60%), siguiendo en orden descendente las que fueron defoliadas de los estratos medio (48%), superior (39%), medio más inferior (26%), superior más inferior (25%), superior más medio (19%) y la defoliación total (15%). Las Figuras 7 A, 8 A y 9 A presentan los datos del cuadro 19 para plantas espaciadas a 10, 25 y 50 cm respectivamente. La Figura 6, presenta el porcentaje de rendimiento de los nueve tratamientos de defoliación para el promedio de las tres densidades.

La Figura 7, muestra el comportamiento promedio (% de rendimiento en relación al testigo) de los nueve tratamientos de defoliación a través de los tres espaciamientos entre plantas. En ella se observa que al eliminar un solo estrato de hojas, el porcentaje de rendimiento aumenta al pasar de un espaciamiento entre plantas de 10 cm a uno de 25 cm y se reduce al pasar del de 25 cm al de 50 cm. Por el contrario al eliminar dos o tres estratos el porcentaje se reduce al pasar de la distancia de 10 a la de 25 cm entre plantas y sigue decreciendo de 25 a 50 cm.

En el Cuadro 17 A, se presentan los contrastes realizados en-

Cuadro 19.- Porcentajes de rendimiento de los tratamientos de defoliación con respecto -
al testigo. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.

Estratos Defoliados	Distancia entre plantas			\bar{X}
	10 cm	25 cm	50 cm	
Superior	38	41	39	39
Medio	43	51	50	48
Inferior	82	88	85	85
Sup. + Med.	23	19	16	19
Sup. + Inf.	28	26	21	25
Med. + Inf.	31	24	23	26
Total	18	16	10	15
Sup. + Espiga	59	61	60	60
Testigo	100	100	100	100

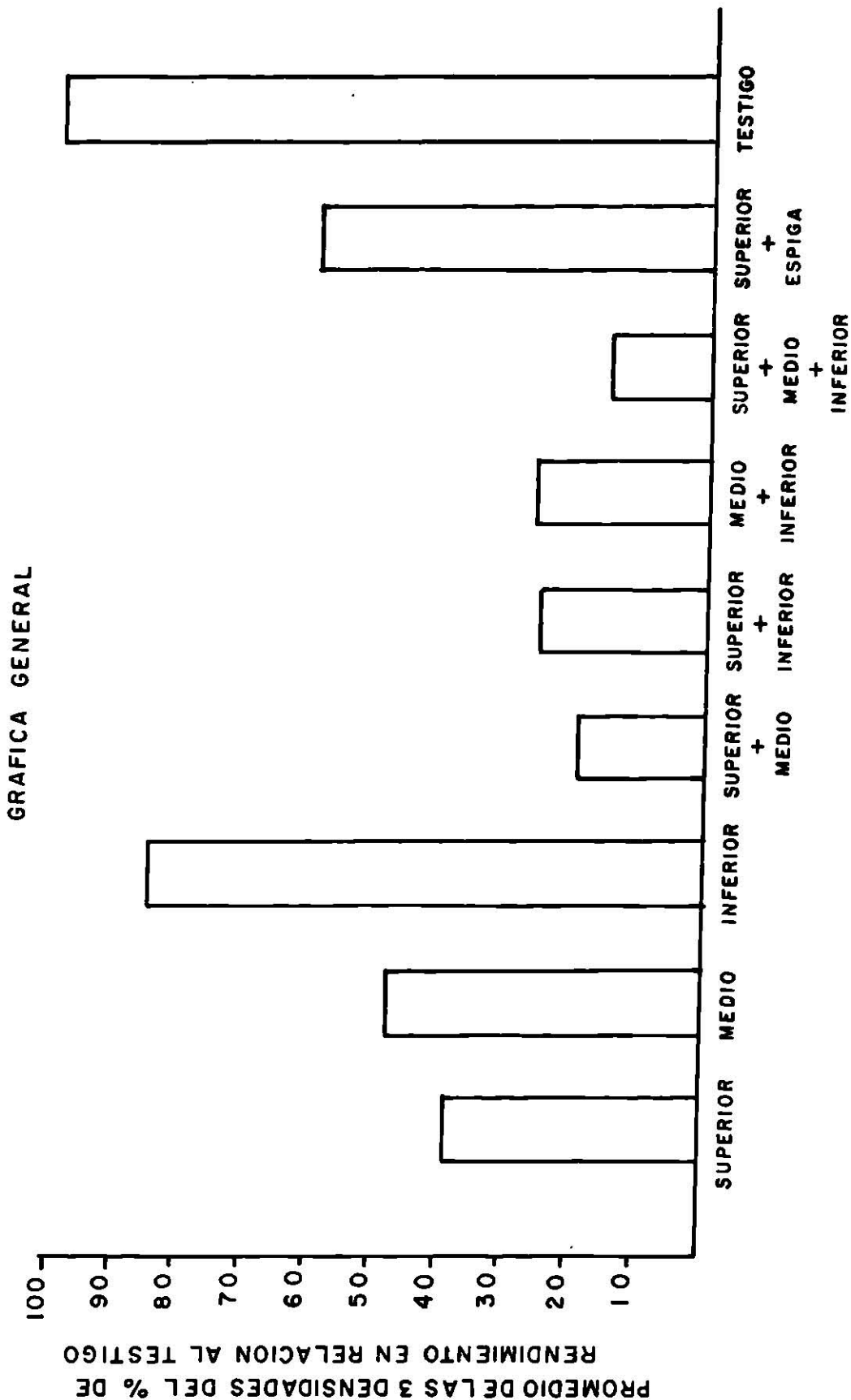


FIGURA 6.- Efectos de la remoción de diferentes estratos de hojas sobre los rendimientos relativos del maíz. Promedio de tres distanciamientos entre plantas. Defoliación tardía en maíz. Jarín, N.I., 1982.

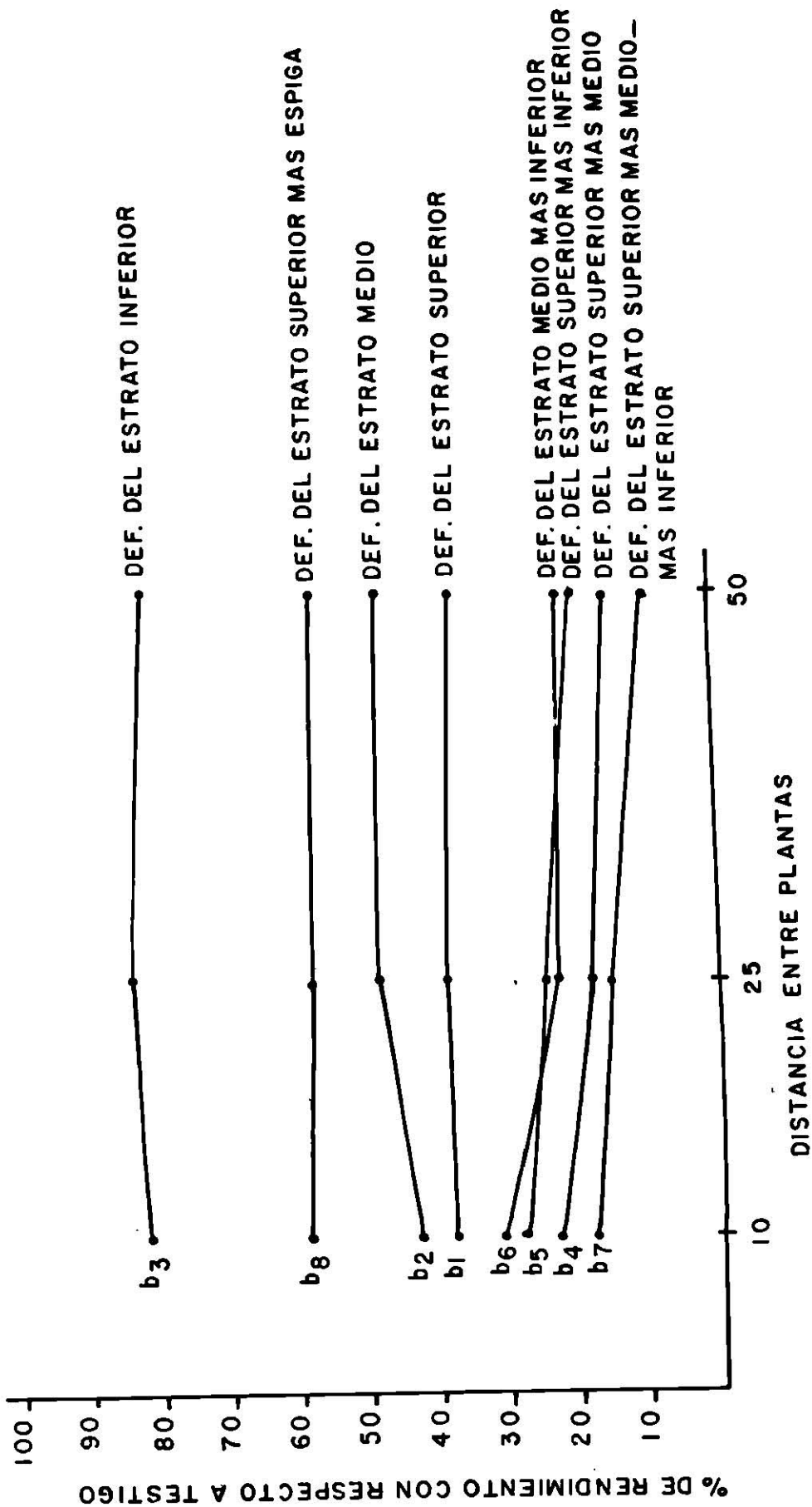


FIGURA 7.- Efectos de la remoción de diferentes estratos de hojas sobre los rendimientos relativos del maíz, a través de tres distancias entre plantas. Defoliación tardía en maíz. Marín, N.L., 1982.

tre los totales de los diferentes tratamientos de defoliación. De acuerdo con éstos datos el testigo fué superior a todos los tratamientos de defoliación a un nivel de confianza del 1%. - Los tratamientos de defoliación que resultaron diferentes con una probabilidad del 1%, son en orden descendente: eliminación de los estratos inferior, superior más espiga medio y superior. Esto se estimó en forma indirecta, considerando que si un tratamiento supera al mayor de otro grupo de tratamientos, dicho tratamiento es superior a todo el grupo. Los tratamientos de defoliar los estratos medio más inferior y superior más inferior resultaron iguales estadísticamente, lo mismo que los de defoliar superior más inferior y superior más medio, los cuáles resultaron inferiores estadísticamente al tratamiento de defoliar los estratos medio más inferior, a un nivel de confianza del 5%. Finalmente el tratamiento de defoliar los estratos superior más medio resultó igual estadísticamente al tratamiento de defoliación total. Conforme a lo anterior los tratamientos se pueden agrupar como en el Cuadro 20.

En el Cuadro 18 A, se presentan los contrastes realizados entre los totales de los diferentes espaciamientos entre plantas. En este cuadro se observa que las producciones de los espaciamientos de 25 y 50 cm son iguales estadísticamente y que ambos superan al de 10 cm con una probabilidad del 1%.

Cuadro 20.- Resultados de la comparación de tratamientos a través de contrastes.
 Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982

Estratos Defoliados	Totales de		Clave
	Rendimiento en Kg de mazorca por planta		
Testigo	.662	a	
Inferior	.563	b	
Superior más Espiga	.396	c	
Medio	.321	d	
Superior	.260	e	
Medio más Inferior	.168	f	
Superior más Inferior	.164	f g	
Superior más medio	.122	g h	
Total	.096	h	

En el Cuadro 19 A, se presentan los datos de rendimiento, expresados en kg de mazorca por hectárea para el total de los tratamientos evaluados. El análisis de varianza realizado con éstos (Cuadro 21), muestra diferencias altamente significativas al efectuar la defoliación de los diferentes estratos a un nivel de confianza del 1%, detectándose una diferencia significativa al 5% de probabilidad entre densidades, mientras que para la interacción entre factores hay una alta significancia al 1% de probabilidad. El coeficiente de variación fué de 7.17%.

El Cuadro 22, contiene los rendimientos medios por hectárea -- (promedio de dos repeticiones) resultantes de los nueve tratamientos de defoliación efectuados a través de las tres densidades. En este cuadro se observa que la densidad de 108 108 p/ha, tuvo un rendimiento superior al de la densidad de 43 308 p/ha y a su vez ésta superó también a la densidad de 21 708 p/ha las producciones promedio fueron de 4 144.17, 2 456.54 y 1, 259.61 kg/ha respectivamente. La Figura 8, presenta el porcentaje de rendimiento con respecto al testigo de los nueve tratamientos de defoliación a través de las tres densidades.

En el Cuadro 20 A, se presentan los contrastes realizados entre los totales de los diferentes tratamientos de defoliación. Según se puede ver en este cuadro y en el Cuadro 23, la relación en este caso es exactamente igual a la encontrada con los totales de rendimiento por planta.

Cuadro 21.- Resultados del análisis de varianza con rendimiento por hectárea (kg/ha).
Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.

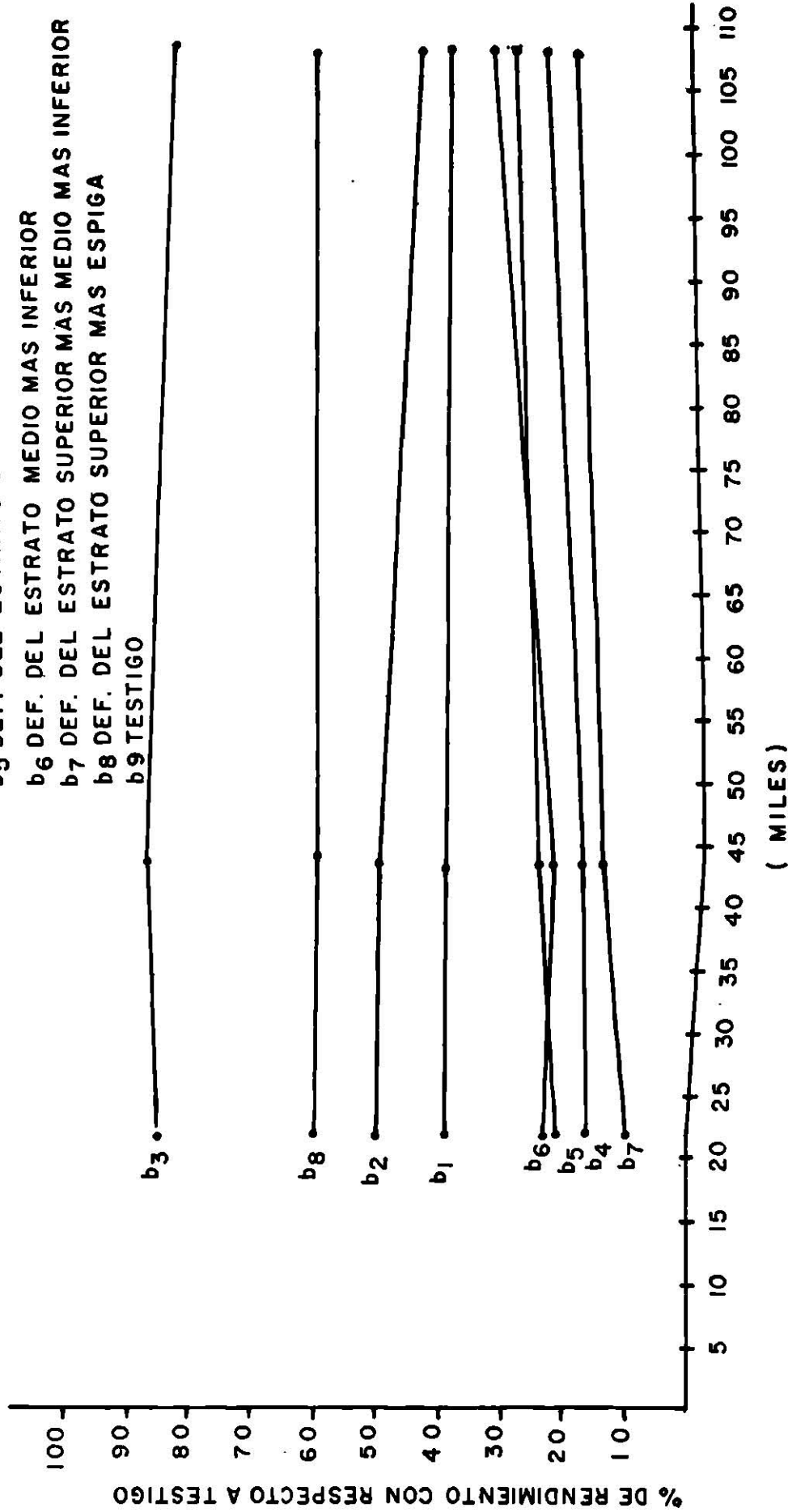
Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F tabulada	
					.05	.01
Densidad (A)	2	75607610	37803805	69.73 *	19	99
Bloques (R)	1	3792410	3792410	6.99 N.S.		
Error (a)	2	1084360	542180			
Trat. Def. (B)	8	130171120	16271390	459.84 **	2.36	3.36
Interacción (AB)	16	21217230	1326076.9	37.48 **	2.11	2.89
Error (b)	24	849230	35385			
Total	53	232721960				

C.V. = 7.17 %

Cuadro 22.- Promedios de rendimiento de mazorca por hectárea (kg/ha). Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.

Estratos	Plantas por hectárea		
	108 108	43 308	21 708
Defoliados			
Superior	3351.37	2122.1	1089
Medio	3783.8	2663.45	1393.92
Inferior	7243.25	4547.34	2384.91
Sup. + Med.	2000.02	974.5	435.6
Sup. + Inf.	2486.51	1364.21	598.95
Med. + Inf.	2756.77	1234.3	653.4
Total	1621.7	844.51	294.05
Sup. + Espiga	5189.21	3161.5	1677.07
Testigo	8864.9	5196.96	2809.62
\bar{X}_j	4144.17	2456.54	1259.61
			\bar{X}_i
			2187.49
			2613.72
			4725.17
			1136.71
			1483.22
			1548.16
			920.09
			3342.59
			5623.83
			2620.11

- b1 DEF. DEL ESTRATO SUPERIOR
- b2 DEF. DEL ESTRATO MEDIO
- b3 DEF. DEL ESTRATO INFERIOR
- b4 DEF. DEL ESTRATO SUPERIOR MAS MEDIO
- b5 DEF. DEL ESTRATO SUPERIOR MAS INFERIOR
- b6 DEF. DEL ESTRATO MEDIO MAS INFERIOR
- b7 DEF. DEL ESTRATO SUPERIOR MAS MEDIO MAS INFERIOR
- b8 DEF. DEL ESTRATO SUPERIOR MAS ESPIGA
- b9 TESTIGO



PLANTAS POR HECTAREA

FIGURA 8.- Efectos de la remoción de diferentes estratos de hojas sobre los rendimientos relativos del maíz, a través de tres densidades de población. Defoliación tardía en maíz. Marín, N.L., 1982.

Cuadro 23.- Resultados de la comparación de tratamientos a través de contrastes.
Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.

Estratos Defoliados	Totales de		Clave
	Rendimiento en kg de mazorca por hectarea		
Testigo	33742.88	a	
Inferior	28351.1	b	
Superior más Espiga	20055.52	c	
Medio	15682.35	d	
Superior	13124.93	e	
Medio más Inferior	9288.91	f	
Superior más Inferior	8899.32	f g	
Superior más Medio	6820.13	g h	
Total	5520.41	h	

En el Cuadro 21 A, se presentan los contrastes realizados entre los totales de las diferentes densidades. De acuerdo con éstos, la densidad de 108 108 p/ha, es superior a la de 43 308 p/ha y esta a su vez supera a la de 21 708 p/ha, en ambos casos con un nivel de confianza del 1%.

En el Cuadro 24, se presentan las medias de rendimiento de grano en kg/ha de los nueve tratamientos de defoliación a cada densidad, los cuales fueron calculados estando un 20% de olote al rendimiento de mazorca, según lo estimado en campo (19.5%). Los pesos medios de materia verde extraída por hectárea en cada tratamiento de defoliación y dentro de cada densidad son -- presentados en el Cuadro 22 A. La mayor producción de materia verde se registró en el tratamiento de defoliación total - - (21 046.5 kg/ha) seguido por el tratamiento en que se eliminaron los estratos medio más inferior (10 900.98 kg/ha), el tratamiento que registró la menor producción de materia verde fué en el que se eliminó el estrato superior (3 319.23 kg/ha) para cualquiera de los espaciamientos.

En el Cuadro 23 A, se presenta el beneficio medio obtenido (pe sos por hectárea) de la venta de grano de maíz de acuerdo al precio de garantía vigente (\$19.20/kg). En todas las densidades, el testigo resultó ser el tratamiento más remunerado - - (86 381.98/ha). El tratamiento menos remunerado fué el defoliación total (14 132.53/ha). Los datos suponen la totalidad

Cuadro 24.- Promedios de rendimiento de grano por hectárea (kg/ha). Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982

Estratos	Plantas por hectárea			Xi
	108 108	43 308	21 708	
Superior	2681.1	1697.68	871.2	1749.99
Medio	3027.04	2130.76	1115.14	2090.98
Inferior	5794.6	3637.87	1907.93	3780.13
Sup. + Med.	1600.02	779.6	348.48	909.36
Sup. + Inf.	1989.21	1091.37	479.16	1186.58
Med. + Inf.	2205.42	987.44	522.72	1238.52
Total	1297.36	675.61	235.24	736.07
Sup. + Espiga	4151.37	2529.2	1341.66	2674.07
Testigo	7091.92	4157.57	2247.7	4499.06
Xi	3315.34	1695.23	1007.69	

de plantas para cada densidad en la hectárea.

Así mismo, el Cuadro 24 A muestra el beneficio medio obtenido de la venta del forraje verde extraído en la defoliación calculado en base a un precio aproximado de \$2.00/kg¹. Esta vez el tratamiento más remunerado lo fué el de defoliación total (42 093.00/ha). El tratamiento menos remunerado fué aquel en que se eliminó el estrato superior (6 638.47/ha).

El beneficio total obtenido de acumular las ganancias de grano y materia verde se encuentra en el Cuadro 25, en él se puede apreciar que el tratamiento más productivo económicamente hablando, fué el testigo (\$86 381.98/ha), seguido en orden descendente por los tratamientos de defoliar los estratos inferior (\$83 142.83/ha), superior más tallo y espiga (\$61 311.58/ha), defoliación total (\$56 225.53/ha), medio (\$47 666.04/ha), medio más inferior (\$45 581.64/ha), superior más inferior (\$41 630.02/ha), superior (\$40 238.31/ha) y superior más medio (\$31 212.9/ha). Sin embargo, considerando en particular a la densidad de 43 308 p/ha (25 cm), se puede observar que el testigo es superado en redituabilidad por el tratamiento de defoliación del estrato inferior. Al igual que en los cuadros anteriores los datos suponen la totalidad de plantas por hectárea de cada densidad.

1) Comunicación personal con el Jefe de Programa Agropecuario de la SARH. Delegación Monterrey.

Cuadro 25.- Total de ingresos brutos (pesos/ha) obtenidos para rendimiento de grano y materia verde extraída. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982

Estratos	Plantas por hectárea		
	108 108	43 308	21 708
Defoliados			Xi
Superior	61855.4	38398.74	20460.8
Medio	69146.19	48099.71	25752.21
Inferior	126175.22	81107.22	42146.06
Sup. + Med.	51693.27	27960.72	13984.7
Sup. + Inf.	67300.91	39923.17	17665.99
Med. + Inf.	79100.7	38534.07	19110.16
Total	91936.27	52122.11	24618.21
Sup. + Espiga	97435.99	57222.24	29276.5
Testigo	136164.86	79825.31	43155.76
Xj	86756.53	51465.92	26241.15.

5.- DISCUSION

1. Experimento 1 (Defoliación temprana)

En general. La defoliación del maíz redujo en promedio de un 31% a un 72% el rendimiento de mazorca con respecto a las plantas no defoliadas en cualquiera de los espaciamientos evaluados y siendo mayor la reducción entre más avanzado sea el ciclo de la planta. Al respecto, Johnson (1978), reportó que la defoliación temprana del maíz reducía el tejido fotosintético disponible para la producción de carbohidratos (área foliar -- por planta), reflejándose esto en un tamaño pequeño de la mazorca y por lo tanto en bajos rendimientos.

Los resultados indican también que hay una enorme diferencia - entre considerar para el análisis los rendimientos por planta y considerar los rendimientos por hectárea (principalmente por el hecho de haber manejado diferentes densidades). Teniendo - en cuenta lo anterior, en el presente capítulo se pretende con jugar los resultados obtenidos con los análisis de rendimiento por planta y rendimiento por hectárea a fin de lograr una ex- plicación más completa de la respuesta de las plantas a los di- ferentes tratamientos efectuados. Es importante destacar, co- mo ya se aclaró en el capítulo de Resultados, que los rendimien- tos por hectárea pueden parecer algo elevados (con respecto a

lo que se esperaría en la realidad), debido a que han sido cal
culados a partir de los rendimientos por planta, suponiendo el
número total de plantas por hectárea correspondientes a cada -
densidad.

El análisis de rendimiento por planta, no detectó diferencias
significativas entre densidades (espaciamentos), aunque se --
observa la tendencia de que a mayor espaciamento entre plan-
tas hay mayor rendimiento. En cambio con el análisis de ren-
dimiento por hectárea, si se detectaron diferencias significaca
tivas, solo que ésta vez, la relación es a la inversa, a mayor
densidad (menor distancia entre plantas) hay un mayor rendimiento.
Estos resultados no deben interpretarse considerando únicame
nte el efecto de la densidad. La defoliación en este caso e
liminó casi totalmente la competencia aérea entre las plantas
(competencia por luz, O_2 , CO_2) en una etapa del cultivo en la
que ésta puede determinar en gran medida el posterior rendimiento
del maíz, pues ya se sabe que en dicha especie, los primeros
45 días del ciclo son los más críticos en cuanto a competencia.
De este modo , aunque las plantas se encontraran colocadas a -
una distancia específica, el efecto de la densidad correspondiente
(sobre todo el de la más alta) fué amortiguado por la pérdi-
da del tejido foliar ocurrida al realizarse los tratamientos de
defoliación, de ahí que no se encuentran diferencias entre den-
sidades al analizar los rendimientos por planta. Estas observata

ciones pueden ser reforzadas con los resultados del experimento 2, en él cual no se realizaron defoliaciones durante el ciclo vegetativo temprano y cuyo análisis de rendimiento por planta reveló diferencias significativas entre las densidades, encontrándose que al aumentar la densidad el rendimiento por planta se reduce. Laird (1955), afirma que en el maíz, con una densidad mayor que la óptima por lo general se producen mazorcas de tamaño medio más pequeño y el rendimiento disminuye y con una densidad de población más baja, por lo general se producen mazorcas de tamaño medio mayor pero el rendimiento también se ve disminuído al desaprovecharse espacios que podrían ser ocupados por un mayor número de plantas.

En general, para todas las densidades se encontró una correlación negativa entre la etapa de crecimiento en que se efectuó la defoliación y el rendimiento, esto quiere decir que entre más tarde en el ciclo de la planta se efectúe la defoliación, menor es el rendimiento. Esta relación se intensifica con densidades elevadas de acuerdo con el cuadro 13, en el cual se observa que los coeficientes de correlación son más altos conforme se aumenta la densidad de población. Por otra parte, con base en los coeficientes de regresión se puede establecer también para todas las densidades, que el rendimiento del maíz decrece linealmente conforme más tarde en el ciclo del cultivo se realice la defoliación. Nuevamente, la significancia estadística de la regresión y la pendiente de la recta, - - -

aumentan con la densidad de población. Lo anterior tiene relación con las afirmaciones de Tanaka y Yamaguchi (1972) y - - Johnson (1978) de que entre más tarde en el ciclo de la planta se efectúe la defoliación mayor será el tejido fotosintético perdido y lógicamente menor la producción de grano. De acuerdo con los resultados descritos del presente experimento, se puede afirmar que las reducciones en el rendimiento debidas a la defoliación se incrementan con la densidad de población, es decir; con altas densidades se obtienen altas reducciones relativas y con - bajas densidades hay poca reducción relativa del rendimiento.

Sin embargo, Hanway(1969) informó que la defoliación temprana reducía el rendimiento de grano de maíz y que la densidad de - población no afectaba significativamente esta relación. Estas diferencias respecto a lo encontrado por Hanway, pueden deberse principalmente a la poca variación entre niveles de densidad ensayada por este autor (30,000 p/ha, 44,000 p/ha, y - - - 59,000 p/ha aproximadamente) contrastando con la gran variación entre niveles del presente estudio (21 708 p/ha, 43 308 p/ha y 108 108 p/ha).

Continuando con las diferencias de analizar los rendimientos - por planta y los rendimientos por hectárea, se tiene que el análisis de rendimiento por hectárea si detectó una interacción significativa entre los tratamientos de defoliación y las densidades, la cual puede considerarse como el resultado de haber

cambiado la metodología de defoliación en las etapas de 7 y 9 hojas. En la Figura 10, se observa que mientras la mayor parte de los tratamientos de defoliación tienden a aumentar su rendimiento, al pasar de una densidad de 21 708 p/ha a una de 43 308 p/ha, el tratamiento de defoliación en la etapa de 9 hojas lo reduce drásticamente. Por otra parte, el tratamiento de defoliación en la etapa 7 hojas que a 21 708 p/ha y 43 308 p/ha mantiene un rendimiento notoriamente superior al de la etapa de 5 hojas, al pasar a la densidad de 108 108 p/ha reduce de tal forma su rendimiento que es superada por el tratamiento de 5 hojas. Esto se puede apreciar en forma clara en el cuadro 9, en donde hasta el tratamiento de defoliación en la etapa de 5 hojas se presentan resultados similares para las tres densidades, pero al llegar a las etapas de 7 y 9 hojas ocurren las desviaciones mencionadas. En ambos casos, tanto para la reducción del rendimiento en el tratamiento de 9 hojas a una densidad de 43 308 p/ha, como en la del tratamiento de 7 hojas a una de 108 108 p/ha, la explicación debe residir en la gravedad del corte efectuado sobre el crecimiento de hojas nuevas en el cogollo, ya que las hojas afectadas por este corte corresponden a las situadas en las partes media y superior del tallo en una planta normal y por lo tanto a las que hacen la principal aportación a la producción del grano (Tanaka y Yamaguchi, 1972). De este modo, si en estos tratamientos el corte resultó más severo que en los demás, esto debió reflejarse, como de hecho sucedió en un mayor aba-

timiento del rendimiento del grano.

Finalmente, al analizar los rendimientos por hectárea, los tratamientos de defoliación conservan casi la misma relación, de acuerdo con los contrastes, que al analizar los rendimientos por planta, excepto porque en este caso los tratamientos de defoliación en las etapas de 5, 7 y 9 hojas resultaron iguales estadísticamente. Esto se debe a que la desviación que determina el - que los tratamientos de 7 y 9 hojas sean declarados diferentes con los rendimientos por planta, ocurre en el espaciamiento de 25 cm y al multiplicar dentro de cada espaciamiento los datos de rendimiento por planta por el número correspondiente de - - plantas por hectárea en cada caso, la mayor cantidad de plantas en el espaciamiento de 10 cm (108 108 p/ha) minimizó dicha desviación y los tratamientos (7 y 9 hojas) fueron declarados iguales al realizar los contrastes con los rendimientos por hectárea.

Crookston y Hicks (1977), informaron sobre aumentos en el rendimiento de grano en maíces de 90 días de Madurez Relativa, - cuando éstos se defoliaron en la etapa de 5 hojas. En el presente estudio, en ninguna de las etapas de crecimiento en que se efectuó la defoliación, se logró siquiera alcanzar los rendimientos del testigo y aunque si hubo una respuesta diferencial en los tratamientos de defoliación, pues en todos los casos la defoliación en la etapa de 3 hojas superó en rendimiento

to a la etapa de 1 hoja; las diferencias no fueron significativas y por lo tanto no se cuenta con las evidencias que permitan afirmar que la defoliación aumenta el rendimiento de grano de maíz. Sin embargo, parece ser que la etapa de crecimiento en que ésta se efectúa es demasiado importante, pues en los experimentos de Crookston y Hicks, los cortes ocurrieron en o cerca de la iniciación reproductiva, por lo que puede esperarse respuestas positivas del rendimiento al hacer la defoliación cuando las estructuras reproductivas están siendo iniciadas, especialmente cuando se empieza a diferenciar la mazorca. Una pérdida súbita de tejido vegetativo de una planta que está en el proceso de desarrollo vegetativo y reproductivo debe inducir un cambio drástico en las relaciones de fuente y demanda de fotosintatos. Los autores introducen la hipótesis de que la defoliación resulta de algún modo en una estimulación oportuna del crecimiento del embrión de la mazorca, además de que retarda el desarrollo vegetativo, lo cual hace posible el desarrollo de un número mayor de granos iniciales. El resultado final sería entonces, el llenado de mazorcas más grandes por hojas completamente extendidas que no fueron afectadas por la defoliación temprana (Crookston y Hicks, 1977).

En el caso del presente experimento, además de haber trabajado con un híbrido más tardío, no se tenía determinado el tiempo aproximado en que ocurre la diferenciación reproductiva en tal genotipo y por lo tanto, se carece de información para aceptar

o rechazar la hipótesis de Crookston y Hicks. Sin embargo, quedan muchos interrogantes y al parecer pueden tomarse dos caminos - para su resolución. Uno de ellos sería el de trabajar con niveles menos espaciados de tratamientos de defoliación, sobre todo entre las etapas de 3 y 6 hojas, de manera que se asegure, en lo posible, la inclusión de la etapa (si es que la hay) en la cual la defoliación aumenta el rendimiento de grano. El otro sería tratar de medir lo más exacto posible, tal vez mediante el conteo de horas luz y horas calor el tiempo que demoran uno o varios genotipos de maíz en llegar a la etapa de diferenciación reproductiva, una vez hecho esto, la defoliación deberá efectuarse justo en dicha etapa para comprobar la hipótesis antes mencionada. Desde luego que en ambos estudios sería conveniente incluir genotipos de diferente madurez así como asegurarse de tener repeticiones ya sea en el espacio o en el tiempo.

El análisis económico de los tratamientos de defoliación consistió en realidad en considerar únicamente los ingresos obtenidos con la materia verde extraída en cada uno de ellos y contrastarlos con los ingresos resultantes del rendimiento de grano correspondiente. No se tomaron en cuenta para su realización los costos variables que representa el efectuar los tratamientos de defoliación, ni su factibilidad. No obstante lo anterior, el análisis mostró que el utilizar las hojas extraídas como forraje verde y considerar las ganancias totales (grano más materia

verde en pesos por hectárea) no afecta las relaciones ya encontradas con los rendimientos de mazorca y por lo tanto se puede afirmar que en ninguno de los casos, las ganancias obtenidas con la materia verde extraída en la defoliación compensan a las pérdidas en el rendimiento de grano que resultan al realizar esta práctica.

2. Experimento 2 (Defoliación Tardía)

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que en el maíz, los granos son formados por los carbohidratos -- producidos por las hojas situadas en la parte media y superior de la planta principalmente. Palmer (1969) reportó que los productos fotosintéticos de las hojas situadas arriba de la mazorca se translocan eficientemente a los granos y que la translocación de los fotosintatos provenientes de las situadas por debajo de la mazorca hacia los granos, disminuye progresivamente hacia la base de la planta. Esto realmente ocurre en una planta de maíz en condiciones normales. Por lo tanto resulta hasta cierto punto lógico esperar que al remover una cierta porción del área foliar de la planta, ésta pierda exactamente la cantidad de rendimiento con que contribuye dicha porción de área foliar. Sin embargo, en el presente experimento, al realizarse los tratamientos de defoliación se encontró que existen interacciones entre las hojas de una misma planta y por esta razón resulta difícil

hablar de la contribución exacta que hace cada hoja o cada estrato de hojas al rendimiento de grano.

En el Cuadro 19, los porcentajes de rendimiento de cada tratamiento de defoliación, corresponden realmente a la contribución realizada por los estratos de hojas remanentes en la planta. De acuerdo con lo anterior, en el Cuadro 25 A, se presentan una serie de ecuaciones múltiples desarrolladas para estimar en forma más precisa la contribución de cada uno de los estratos al llenado de grano. Estas ecuaciones fueron desarrolladas a partir de los tratamientos de defoliación en los cuales se retiró únicamente un estrato de hojas, ya que en los tratamientos en los que se removieron dos estratos, el rendimiento obtenido corresponde exactamente a la contribución realizada por el estrato de hojas que conservó la planta. Los resultados de estas operaciones aparecen en el Cuadro 26 A. En este cuadro se presentan a manera de comparación las contribuciones calculadas para cada estrato y las obtenidas en forma directa (observadas) en cada uno de los espaciamientos ensayados. Antes de pasar a la interpretación de los resultados del Cuadro 26 A, conviene aclarar las diferencias que existen entre las contribuciones calculadas y las contribuciones observadas de los estratos. La contribución observada de un estrato, corresponde al porcentaje de rendimiento que la planta obtiene cuando solo dicho estrato permanece en ella, mientras que la contribución cal-

culada de un estrato corresponde al porcentaje de rendimiento que aporta dicho estrato cuando permanece en la planta junto a otro estrato de hojas. Considerando que ambos métodos de calcular la contribución de los estratos, son igualmente válidos y que las diferencias encontradas entre ellos, corresponden a los factores ya mencionados de mayor o menor competencia o interacción entre los estratos de hojas de una misma planta, se puede afirmar según los datos del cuadro 26 A, que la contribución de los estratos superior y medio disminuye cuando dichos estratos se encuentran solos en la planta.

Parece ser que la principal causa de éstas disminuciones es algo que se podría denominar como "desestímulo de competencia", ya que las reducciones en la contribución de éstos -- estratos aumentan con los espaciamientos entre plantas. De este modo la mayor competencia que existe con espaciamientos reducidos compensó en algo a la falta de competencia dentro de la misma planta. Este mismo efecto de falta de competencia resultó en cambio favorable para el estrato inferior, - lo cual comprueba que el sombreado de las hojas inferiores por las superiores es el principal factor que determina la escasa contribución del estrato inferior al rendimiento de grano. Otro factor que es importante tener en cuenta lo es el de interacción entre las hojas de la planta de maíz, el cual tal vez no tuvo un efecto aislado en este caso sobre la contribución de los estratos. Probablemente al hablar de la -

falta de competencia se este hablando en realidad de la falta de interacción que hubo entre los estratos, en éste caso la menor competencia, solo acentuó el efecto producido por la falta de interacción. Si todo lo anterior es cierto se puede pensar que en una planta de maíz en forma natural existen interacciones entre sus hojas que permiten a los estratos superior y medio aportar la mayor parte de los fotosintatos para el llenado de grano resultando inhibida la función de las hojas inferiores debido al fuerte sombreo producido sobre ellas.

Hoyt y Bradfield (1962), encontraron que en el maíz, las hojas superiores producían mucha más materia seca por metro cuadrado de superficie foliar, desde la iniciación del grano hasta madurez, que las hojas inferiores y que la baja cantidad de materia seca producida en estas últimas era debida al sombreo producido por el dosel de las hojas superiores. Esto ha sido demostrado también por Loomis (1935); Wright y Lemon (1965) Eik y Hanway (1966); Pendleton et al. (1968); Egharevba et al. (1976 y Remision (1978).

El hecho de haber obtenido mayores rendimientos al defoliar el estrato superior incluyendo tallo y espiga que al eliminar solo las hojas de este estrato (superior) puede deberse a que la espiga y la mazorca generalmente compiten por aprovechar los nutrientes de la planta (Hunter et al., 1969). De este

modo al eliminar la espiga junto al estrato superior se elimina también la demanda de fotosintetizados que ésta ejerce hacia las hojas con lo cual aumenta la disponibilidad de fotosintatos para la formación de granos en la mazorca. Podría pensarse que la remoción del segmento superior del tallo debería reflejarse en reducciones mayores del rendimiento, puesto que se considera que el tallo contribuye con cierta cantidad de carbohidratos al peso final del grano (Daynard, et al., 1969). Sin embargo, ha sido demostrado que el tallo no hace realmente una contribución significativa al rendimiento de grano (Allison y Watson, 1966 y Tanaka y Yamaguchi, 1972).

En cuanto a las densidades los resultados demuestran que con altas densidades el rendimiento por planta se reduce debido principalmente a la mayor competencia por luz, nutrientes, humedad, etc. No obstante al considerar los rendimientos por hectárea el balance es favorable para las densidades altas. Aunque los resultados del presente experimento pueden parecer un poco exagerados, debido a que los rendimientos por hectárea han sido calculados a partir de los rendimientos por planta suponiendo que no hay fallas de plantas en la hectárea, algunos autores han señalado la conveniencia de reducir los espaciamientos entre plantas en el maíz. En general, la mayoría de los investigadores de maíz consideran que las densidades óptimas de siembra para la República Mexicana varían de - -

30,000 a 80,000 plantas/hectárea, dependiendo esto de varios factores que pueden ser fertilidad del suelo, condiciones ecológicas de cada región y las variedades de maíz a utilizar, siendo mayores las densidades a medida que los suelos son más fértiles (Mier, 1963). En cuanto al factor humedad que pudiera considerarse limitante con una densidad elevada, Aldrich y Leng (1974), mencionan que éste no guarda una relación directamente proporcional con la densidad de plantas. Cuando la densidad es elevada se proyecta más sombra sobre el suelo y de esta manera se pierde menor humedad por evaporación. Además, en dichos cultivos las hojas inferiores del maíz y las intermedias se encuentran protegidas del sol por las superiores, circunstancia que también tiende a igualar los requerimientos de humedad para las densidades altas, medianas y bajas (Aldrich y Leng, 1974). Lo anterior puede explicar el porqué en el presente experimento no hubo un abatimiento del rendimiento a altas densidades. Parece ser que el efecto de sombreo sobre la superficie del suelo fué bastante significativo con altas densidades y las plantas dispusieron de una mayor cantidad de humedad en el suelo al reducirse la evaporación, la cuál compensó a las pérdidas de rendimiento debidas a una mayor competencia entre plantas.

Nuevamente, la interacción encontrada entre las densidades y los tratamientos de defoliación es debida a la naturaleza de éstos últimos, ya que se ensayaron tratamientos tan variados,

como quitar uno, dos o tres estratos de hojas. Principalmente la interacción es producto de las diferentes respuestas de la planta cuando perdió uno y cuando perdió dos o más estratos, y es significativa tanto en los rendimientos por planta como por hectárea. Considerando los rendimientos relativos (Porcentaje de rendimiento con respecto al testigo), en las figuras 7 y 8 se aprecia que no hay diferencia entre remover 1 o más estratos de hojas cuando se aumenta la densidad de 21 708 p/ha a 43 308 p/ha, ya que en ambos casos, las plantas responden con un aumento en su rendimiento relativo. Sin embargo, al aumentar la densidad de 43 308 p/ha a 108 108 p/ha el quitar un estrato provoca disminuciones en el rendimiento relativo y el quitar 2 o más estratos por el contrario lo aumenta. El hecho de que el rendimiento relativo de todos los tratamientos de defoliación se incremente al aumentar la densidad de 21 708 p/ha, a 43 308 p/ha puede estar determinando principalmente por un efecto de competencia. Tanaka y Yamaguchi (1972), encontraron que la eliminación parcial de las hojas superiores en el maíz aumenta la velocidad de producción de materia seca por unidad de área foliar de las hojas remanentes. Puesto que los granos en desarrollo demandan productos fotosintéticos de las hojas restantes y aumenta la eficiencia fotosintética de éstas. En el caso del presente experimento, este efecto parece haber sido acentuado por el aumento de la competencia entre plantas que representa el utilizar una densidad mayor. Este mismo efec-

to se presentó al elevar la densidad a 108 108 p/ha, pero solo con las plantas a las que se eliminaron 2 o más estratos. En las plantas a las que se les retiró un solo estrato, debido a que conservaron una mayor cantidad de área foliar el efecto de competencia a 108 108 p/ha, resultó excesivo por lo cual se abatieron los rendimientos relativos.

De acuerdo con el análisis económico, se puede afirmar que las ganancias obtenidas con la materia verde extraída en la defoliación no compensan las pérdidas en el rendimiento de grano. Aunque a la densidad de 43 308 p/ha se encontró que el tratamiento de defoliación del estrato inferior superó en ganancias (pesos/ha) al testigo gracias a su gran producción de materia verde. No obstante estos resultados deben tomarse con la debida reserva ya que los cálculos de materia verde por hectárea, se hicieron a partir de los rendimientos por planta y considerando el número total de plantas en la hectárea. Además los datos de ganancias (Pesos /ha) se estiman sin considerar el costo por hectárea que representa el cosechar la materia verde de los estratos correspondientes. Tomando en cuenta lo anterior se puede afirmar que en general las pérdidas en el rendimiento de grano a la defoliación no son compensadas por la materia verde que se pudiera extraer al realizar esta práctica.

6.- CONCLUSIONES

- 1.- La defoliación temprana reduce de un 31% a un 72% el rendimiento de grano del maíz H-412 de acuerdo con la etapa de crecimiento en que ésta se efectúa.
- 2.- Las reducciones en el rendimiento del maíz H-412 son mayores conforme más tarde en el ciclo vegetativo del cultivo se efectúa la defoliación.
- 3.- Las reducciones en el rendimiento del maíz H-412 debidas a la defoliación temprana aumentan con la densidad de población.
- 4.- En el maíz H-412 la mayor parte de los carbohidratos - acumulados en el grano provienen de las 5 hojas superiores y las 3 intermedias.
- 5.- Las 6 hojas inferiores del maíz H-412 hacen una contribución muy limitada al rendimiento de grano debido al - sombreado producido sobre ellas por el dosel de las hojas superiores e intermedias.
- 6.- La contribución de las hojas del maíz H-412 al rendimiento de grano aumenta con la densidad de población hasta un cierto límite, más allá del cual la excesiva competen

cia reduce dicha contribución.

- 7.- La ganancia obtenida con la materia verde extraída al realizar los tratamientos de defoliación, no compensa a las pérdidas en el rendimiento que resulten al efectuar dicha práctica.

7.- LITERATURA REVISADA

- 1.- Aldrich, S.R. y Leng, E.R. 1974. Producción moderna del maíz. Trad. de la 1a. ed. en inglés por Oscar Martínez Terreiro y Patricia Leguisamón. Buenos Aires. Ed. Hemisferio Sur.
- 2.- Arny, D.C. and Upper, C.D. 1973. Example of the effects of -- early season frost damage on yield of corn. Crop Sci. -- 13: 760-761.
- 3.- Allison, J.C.S. and Watson, D.J. 1966. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. Ann. Bot. 30: 365-381.
- 4.- Borrego, E.F. 1981. Apuntes del curso de fisiotecnia, nivel licenciatura. 1a. parte. Saltillo, Coah., U.A.A.A.N.
- 5.- Boyer, J.S. 1970. Differing sensitivity of photosynthesis to low leaf water potential in corn and soybeans. Plant Phy siol. 46: 236-239.
- 6.- Bunting, A.H. and Drennan, D.S.H. 1966. Some aspects of the - morphology and physiology of cereals in the vegetative -- phase. In Milthorpe, F.L. and Ivins. J.D., eds. The growth of cereals and grasses. London, Butterworths. p. 20-38.
- 7.- Castillo G., E. 1980. El rendimiento de grano en sorgo (Sor--ghum bicolor (L). Moench), su relación con los períodos - de desarrollo y otros caracteres. Efectos de aptitud com binatoria. Tesis M.C. Centro de genética, Colegio de Post graduados. Chapingo, Méx.
- 8.- Cloninger, F.D., Zuber, M.S. and Horrocks, R.D. 1974. Sincro nization of flowering in corn (Zea mays L.) Agron. J. 54: 145-148.
- 9.- Crookston, R.K. and Hicks, D.R. 1977. Early defoliation affects corn grain yields. Crop Sci. 18: 485-489.

- 10.- Daynard, T.B., Tanner, J.W. and Hume, D.J. 1969. Contribution of stalk soluble carbohydrates to grain yield in corn. Crop Sci. 9: 831-834.
- 11.- Donald, C.M. and Hamblin, J. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Adv. in Agron. 28: 361-405.
- 12.- Duncan, G.H., Williamson, W.A. and Loomis, R.S. 1967. Tassels and the productivity of maize. Crop Sci. 8(6): 670-674.
- 13.- Duncan, W.G. 1958. The relationship between corn population and yield. Agron. J. 50(2): 82-84.
- 14.- Duncan, W.G. 1969. Cultural manipulation for higher yields. In Eastin, J.D. et al eds. Physiological aspects of crop yield. Wisconsin. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. p. 327-341.
- 15.- Duncan, W.G. 1971. Leaf angles, leaf area and canopy photosynthesis. Crop Sci. 11: 482-485.
- 16.- Duncan, W.G. 1972. Plant spacing, density, orientation and light relationships as related to different corn genotypes. Proc. 27th. Corn Res., Conf. Amer. Seed Trade Assoc. p. 159-167.
- 17.- Duncan, W.G., Haffield, A.L. and Regland, J.L. 1965. The growth and yield of corn. II Daily growth of corn kernels. Agron. J. 57: 221-223
- 18.- Duncan, W.G. and Hesketh, J.D. 1968. Net photosynthetic rates, relative leaf growth rates and leaf number of 22 races of maize grown at eight temperatures. Crop Sci. 8(6): 670-674.
- 19.- Dungan, G.H. 1942. Relative photosynthetic capacity of stalks, leaf sheaths and leaf blades in maize as measured by the contribution each makes to the development of grain. Trans. Illinois State Acad. Sci. p. 42-44.

- 20.- Dungan, G.H. and Gaussman, H.W. 1951. Clipping corn plants to delay their development. *Agron. J.* 43: 90-93.
- 21.- Eastin, J.A. 1969. Leaf position and leaf function in corn. *Proc. 27th. Corn Res., Conf. Amer. Seed Trade Assoc.* p. 81-89.
- 22.- Egharevba, P.N. and Horrocks, R.D. 1972. Dry matter accumulation in corn: The effect of differential defoliation treatments applied at various stages of development. *Amer. Soc. of Agron. Abs:* 44.
- 23.- Egharevba, P.N., Horrocks, R.D. and Zuber, M.S. 1976. Dry matter accumulation in maize in response to defoliation. *Agron. J.* 68: 40-43.
- 24.- Eik, K, and Hanway, J.J. 1966. Leaf area in relation to yield of corn grain. *Agron. J.* 58: 16-18,
34 sel
5 4
- 25.- Friend, D.J.C. 1966. The effects of light and temperature on the growth of cereals. In Milthorpe, F.L. and Ivins, J.D., eds. *The growth of cereals and grasses.* London, Butterworths. p. 181-199.
- 26.- Grafius, J.E. 1960. Does overdominance exist for yield in --- corn? *Agron. J.* 52: p. 361.
- 27.- Green, J.M. 1949. Effect of flaming on the growth of inbred --- lines of corn. *Agron. J.* 41: 144-146.
dt c o
est
- 28.- Ishizuka, Y. 1969. Engineering for higher yields. In Eastin, J.D., et al eds. *Physiological aspects of crop yield.* Wisconsin. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. p. 15-25.
- 29.- Hanway, J.J. 1969. Defoliation effects on different corn --- (*Zea mays* L.) hybrids as influenced by plant population and stage of development. *Agron. J.* 61: 534-538.

- 30.- Hanway, J.J. and Russell, W.A. 1969. Dry matter acumulation in corn (Zea mays L.) plants: Comparison among single-cross - hybrids. Agron. J. 61: p. 947.
- 31.- Heslop-Harrison, J. 1969. Development, differentiation and --- yield. In Eastin, J.D. et al eds. Physiological aspects of crop yield. Wisconsin. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. p. 291-324.
- 32.- Hicks, D.R. Nelson, W.W. and Ford, J.H. 1977. Defoliation --- effects on hybrids adapted to the northern corn belt. Agron. J. 69: 387-390.
- 33.- Hoyt, P. and Bradfield, R. 1962. Effect of varying leaf area - by partial defoliation and plant density on dry matter production in corn. Agron. J. 54: 145-148.
- 34.- Hunter, R.B., Daynard, T.B. and Hume, D.J. 1969. Effect of tassel removal on grain yield of corn (Zea mays L.) Crop. Sci. 19: 405-406.
- 35.- Hunter, R.B. 1980. Increased leaf area (source) and yield of - maize in short-season areas. Crop Sci. 20(5): p. 571.
- 36.- Johson, R.R. 1978. Growth and yield of maize as affected by -- early-season defoliation. Agron. J. 70(5): 995-998.
- 37.- Laird, R.J. et al. 1954. Fertilizantes prácticos para la pro-- ducción de maíz en la parte central de México. Oficina de estudios especiales. S.A.G. Folleto Técnico # 13. México.
- 38.- Langer, R.H.M. 1966. Mineral nutrition of grasses and cereals. In Milthorpe, F.L. and Ivins, J.D., eds. The growth of ce-- reals and grasses. London, Butterworths. p. 213-226.
- 39.- Leng, E.R. 1962. Component analysis in inheritance studies of grain yield in maize. Crop Sci. 13: 187-190.

- 40.- Leng, E.R. 1954. Effect of heterosis on the major components of grain yield in corn. *Agron. J.* 46: 502-506.
- 41.- Loomis, W.E. 1934-1935. The translocation of carbohydrates in maize. *Iowa State Col. J. Sci.* 9: 509-520.
- 42.- Loomis, R.S. and William, W.A. 1969. Productivity and the morphology of crop stands: Pattern with leaves. In Eastin, J. D. et al eds. *Physiological aspects of crop yield.* Wisconsin. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. p. 27-50.
- 43.- Little, M.T. and Jackson, H.F. 1981. *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura.* Trad. del inglés. México, Trillas.
- 44.- Mier V, J.I. 1963. Densidades de siembra y dosis de nitrógeno para tres variedades de maíz (*Zea mays* L.), en el campo experimental de Apodaca, N.L. Tesis de Ingeniero Agrónomo Monterrey, N.L., ITESM. Escuela de Agricultura y Ganadería.
- 45.- Milthorpe, F.L. and Dovidson, J.L. 1966. Physiological aspects of regrowth following defoliation. In Milthorpe, F.L. and Ivins, J.D., eds. *The growth of cereals and grasses.* London. Butterworths. p. 241-258.
- 46.- Moll, R.H. Kojima, K. and Robinson, H.F. 1962. Components of yield and over-dominance in corn. *Crop Sci.* 2: 78-79.
- 47.- Monteith, J.L. 1969. Light interception and radiative exchange in crop stands. In Eastin, J.D. et al eds. *Physiological aspects of crop yield.* Wisconsin. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. p. 89-113.
- 48.- Montes, C.F. 1982. "Antecedentes y objetivos del campo". Desplegable No. 1. Estación experimental agropecuaria. Marín, N.L. Facultad de Agronomía, U.A.N.L.
- 49.- Patil, V.A. and Goswami, P.B. 1979. Effect of defoliation on the oil content of sunflower seed. *Indian J. of Agric. Sci.* 49: 13-17.

- 50.- Pendleton, J.W. and Hammond, J.J. 1969. Relative photosynthetic potential for grain yield of various leaf canopy levels fo corn. Agron. J. 61: p. 911.
- 51.- Pendleton, J.W. et al. 1968. Field investigations of the relationships of leaf angle in corn (*Zea mays* L.) to grain yield and apparent photosynthesis. Agron. J. 60: 422-424
- 52.- Pucaric, A. 1971. Leaf area index and other components of --- growth and yield in various inbred lines, and single crosses as affected by population density. Eucarpia 5: 232-238.
- 53.- Poehlman, J.M. 1976. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. del inglés. México, Limusa. 453 p.
- 54.- Remison, S.U. 1978. Effect of defoliation during the early vegetative phase and at silking on growth of maize. Ann. Bot. 42(108): 1439-1446.
- 55.- Reyes, C.P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. 2ad. ed. México. Ed. Trillas.
- 56.- Robles S, R. 1978. Producción de granos y forrajes. 2ed. México, Limusa. 592 p.
- 57.- Russell, W.A. 1972. Effect of leaf angle on hybrid performance in maize. Crop Sci. 12(1): 90-92.
- 58.- Stickler, F.L. and Pauli, A.E. 1961. Effect of certain defoliation treatments on yield and components of yield. Agron. J. 53: 352-353.
- 59.- Tanaka, A. y Yamaguchi, J. 1972. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Trad. del inglés del Journal of the Faculty of Agriculture, Sapporo, Japón. Hokkaido University. Vol. 57.

- 60.- Thorne, G.N. 1966. Physiological aspects of grain yield in cereals. In Milthorpe, F.L. and Iwins, J.D., eds. The growth of cereals and grasses. London. Butterworths, p. 88-105.
- 61.- Tripathy, P.C., Eastin, J.A., and Schoder, E. 1972. A comparison of ¹⁴C- Labeled photosynthate export from two leaf positions in corn canopy. Crop Sci. 12(4): 495-497.
- 62.- Wallace, D.G., Ozbun, J.L. and Munger, H.M. 1972. Physiological genetics of crop yield. Adv. in Agron. 24: 97-146
- 63.- Waggoner, P.E. 1969. Environmental manipulation for higher yields. In Eastin, J.D. et al eds. Physiological aspects of crop yield. Wisconsin. American Society of Agronomy - Crop Science Society of America. p. 343-340.
- 64.- Watson, D.J. 1947. Leaf growth in relation to crop yield. In Milthorpe, F.L., ed. The growth of leaves. London, Butterworths. p. 178-191.
- 65.- Watson, D.J. 1972. The physiological basis of variation in yield. Adv. in Agron., IV: 101-145.
- 66.- Watson, J.H.H., Watson, D.J. and Williams, J.H. 1975. Effect of defoliation after flowering on changes in stem and grain mass of closely and widely spaced maize. Rhod. J. Agric. Res. 13: 145-147.
- 67.- Welton, F.A., Morris, W.H. and Hartzler, A.J. 1928. Distribution of moisture, dry matter and sugars in the maturing corn stem. Plant Physiol. 5: 555.
- 68.- Williams, W.A., Loomis, R.S. and Duncan, E.O. 1968. Canopy architecture of various population densities and the growth and grain yield of corn. Crop Sci. 8(3): 303-308
- 69.- Williams, W.A., Loomis, R.S. and Lepley, C.R. 1965. Vegetative growth of corn as affected by population density. 1. Productivity in relation to interception of solar radiation. Crop Sci. 5(3): 211-215.

- 70.- Williams, W.A., Loomis, R.S. and Lepley, C.R. 1965. Vegetative growth of corn as affected by population density. 2. Components of growth. Net assimilation rate and leaf area index. *Crop Sci.* 5: 215-219.
- 71.- Wilson, J.H. and Williams, J.H. 1975. Effect of partial defoliation during the vegetative phase on subsequent growth and grain yield of maize. *Ann. appl. Biol.* 81: 367-375.
- 72.- Winter, S.R. and Ohlogge, A.J. 1973. Leaf angle, leaf area, and corn yield. *Agron. J.* 65(3): 395-397.
- 73.- Wright, J.L. and Lemon, E.R. 1966. Photosynthesis under field conditions IX. Vertical distribution of photosynthesis within a corn crop. *Agron. J.* 58: 265-268.

8.- A P E N D I C E

Cuadro 1 A.- Promedios de rendimiento de mazorca por planta (kg/planta).
Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982

DISTANCIA ENTRE PLANTAS	ETAPA DE CRECIMIENTO EN LA CUAL SE APLICA LA DEFOLIACION	B L O Q U E S			
		I	II	-	Xi
10 cms	Etapa de 1 hoja	0.066	0.081		0.0735
	Etapa de 3 hojas	0.072	0.089		0.0805
	Etapa de 5 hojas	0.046	0.051		0.0485
	Etapa de 7 hojas	0.046	0.033		0.0395
	Etapa de 9 hojas	0.039	0.020		0.0295
	Testigo	0.104	0.137		0.1205
25 cms	Etapa de 1 hoja	0.062	0.088		0.0750
	Etapa de 3 hojas	0.057	0.103		0.1080
	Etapa de 5 hojas	0.046	0.056		0.0510
	Etapa de 7 hojas	0.048	0.070		0.0590
	Etapa de 9 hojas	0.031	0.026		0.0285
	Testigo	0.086	0.143		0.1145
50 cms	Etapa de 1 hoja	0.050	0.098		0.0740
	Etapa de 3 hojas	0.066	0.112		0.0890
	Etapa de 5 hojas	0.034	0.064		0.0490
	Etapa de 7 hojas	0.036	0.070		0.0530
	Etapa de 9 hojas	0.030	0.058		0.0440
	Testigo	0.094	0.156		0.1250

Cuadro 2 A.- Comparación de tratamientos de defoliación a través de contrastes.
Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

COMPARACIONES	Niveles de Defoliación						D	D ²	Divi sor
	1 hoja (0.445)	3 hojas (0.499)	5 hojas (0.297)	7 hojas (0.303)	9 hojas (0.204)	(0.720)			
b6 = b2	0	- 1	0	0	0	+ 1	0.221	0.048841	12
b2 = b1	- 1	+ 1	0	0	0	0	0.054	0.002916	12
b1 = b4	- 1	0	0	+ 1	0	0	0.142	0.020164	12
b4 = b3	0	0	- 1	+ 1	0	0	0.006	0.000032	12
b3 = b5	0	0	- 1	0	+ 1	0	0.093	0.008649	12
b4 = b5	0	0	0	+ 1	- 1	0	0.099	0.009801	12
b1b2 = b3b4	+ 1	+ 1	- 1	- 1	0	0	0.344	0.118336	24

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F05	F01
b2 vs b6	1	0.0040700833	0.0040700833	48.07 **	4.54	8.68
b1 vs b2	1	0.000243	0.000243	1.36 N.S	4.54	8.68
b1 vs b4	1	0.0016803333	0.0016803333	9.39 **	4.54	8.68
b3 vs b4	1	0.000003	0.000003	0.02 N.S	4.54	8.68
b3 vs b5	1	0.00072075	0.00072075	4.03 N.S	4.54	8.68
b4 vs b5	1	0.000817	0.000817	4.56 *	4.54	8.68
b1b2 vs b3b4	1	0.0049306666	0.0049306666	27.57 **	4.54	8.68
Error	15	0.00268236	0.000178824			

() Las cifras entre paréntesis representan totales de tratamientos (kg/planta)

Cuadro 3 A.- Cálculo de los coeficientes de correlación, entre las etapas de defoliación y el rendimiento en función de los promedios de rendimiento por planta (kg/planta) por parcela. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapas de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación X	Distancia entre plantas					
	10 cm		25 cm		50 cm	
	Y ₁	Y ₂	Y	Y	Y	Y
0	0.104	0.137	0.086	0.143	0.094	0.156
1	0.066	0.081	0.062	0.088	0.050	0.098
3	0.072	0.089	0.057	0.103	0.066	0.112
5	0.046	0.051	0.046	0.056	0.034	0.064
7	0.046	0.033	0.048	0.070	0.036	0.070
9	0.039	0.020	0.031	0.026	0.030	0.058
Coefficiente de correlación =	- 0.875306849 **	- 0.765549625 **	- 0.671810546 **			

Cuadro 4 A.- Cálculo de los coeficientes de correlación entre etapas de defoliación y rendimiento sin considerar espaciamientos entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Promedios de Rendimiento (kg/planta) por parcela	Promedios de Rendimiento (kg/planta) por tratamiento
X	Y ₁	Y
0	0.104	0.137
1	0.066	0.081
3	0.072	0.089
5	0.046	0.051
7	0.046	0.033
9	0.039	0.020
0	0.086	0.143
1	0.062	0.088
3	0.057	0.103
5	0.046	0.056
7	0.048	0.070
9	0.031	0.026
0	0.094	0.156
1	0.050	0.098
3	0.066	0.112
5	0.034	0.034
7	0.036	0.070
9	0.030	0.058
Coeficiente de correlación	= - 0.763317816 **	- 0.88250978 **

Y₁ = Repetición 1

Y₂ = Repetición 2

Ȳ = Promedio de tratamiento

Cuadro 5 A.- Análisis de regresión entre etapas de defoliación y rendimiento a la distancia de 10 cm entre plantas. Defoliación temprana en mafz.
Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la que se efectuó la defoliación	X	Rendimiento medio en kg de mazorca por planta	Y	Desviación de la media	x	y	Cuadrados x^2	y^2	Productos xy
	0	0.1205	0.1205	- 4.17	0.0552		0	0.01452	0
	1	0.0735	0.0735	- 3.17	0.0082		1	0.00540	0.0735
	3	0.0805	0.0805	- 1.17	0.0152		9	0.00648	0.2415
	5	0.0485	0.0485	0.83	-0.0168		25	0.00235	0.2425
	7	0.0395	0.0395	2.83	-0.0258		49	0.00156	0.2765
	9	0.0295	0.0295	4.83	-0.0358		81	0.00087	0.2655
Suma	25	0.3920	0.3920	0.02	0.02		165	0.03118	1.0995
Media	4.17	0.0653							

Coefficiente de regresión:	m = - 0.008775
Ordenada al origen:	b = 0.101897
Ecuación de regresión:	y = 0.101897 - 0.008775 x

Cuadro 6 A.- Resultados del análisis de varianza, para la regresión lineal simple. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Fuente de Variación	G.L.	Distancia entre Plantas			
		10 cm	25 cm	50 cm	
		C.M.	F	C.M.	
			F	C.M.	
Regresión	1	0.0046845702 *	21.17 *	0.0034859219 *	15.50* 0.0034081388 * 9.97*
Residual	4	0.0002211907		0.000224882	0.0003417986
Total	5				

Cuadro 7 A.- Análisis de regresión entre etapas de defoliación y rendimiento a la distancia de 25 cm entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L., 1982.

Etapa de crecimiento en la que se efectuó la defoliación	Rendimiento medio en kg de mazorca por planta	Desviación de la media	Cuadrados	Productos
X	Y	x	x ²	xy
0	0.1145	- 4.17	0	0
1	0.0750	- 3.17	1	0.0750
3	0.0800	- 1.17	9	0.2400
5	0.0510	0.83	25	0.2550
7	0.0	2.83	49	0.4130
9	0.0285	4.83	81	0.2565
Suma	25	0.4080	165	1.2395
Media	4.17	0.0680	0.03212945	0

Coefficiente de regresión:	m = - 0.00756986
Ordenada al origen:	b = 0.0995411
Ecuación de regresión:	y = 0.0995411 - 0.00756986 X

Cuadro 8 A.- Análisis de regresión entre etapas de defoliación y rendimiento a la distancia de 50 cm entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la que se efectuó la defoliación	Rendimiento medio en kg de mazorca por planta	Desviación de la media	Cuadrados	Productos
X	Y	x	x^2	xy
0	0.1250	- 4.17	0	0
1	0.0740	- 3.17	1	0.0740
3	0.0890	- 1.17	9	0.2670
5	0.0490	0.83	25	0.2450
7	0.0530	2.83	49	0.3710
9	0.0440	4.83	81	0.3960
Suma	0.4340	0.02	165	1.3530
Media	0.07234			

Coficiente de regresión: $m = - 0.0074849$

Ordenada al origen: $b = 0.10352055$

Ecuación de regresión: $y = 0.10352055 - 0.0074849 X$

Cuadro 9 A.- Promedios de rendimiento de mazorca por hectárea (kg/ha). Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Número de plantas por hectárea	Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Bloques		Xi
		I	II	
108 108 (10 cm)	Etapa de 1 hoja	7 135.13	8 756.75	7 945.94
	Etapa de 3 hojas	7 783.78	9 621.61	8 702.70
	Etapa de 5 hojas	4 972.97	5 513.51	5 243.24
	Etapa de 7 hojas	4 972.97	3 567.56	4 270.27
	Etapa de 9 hojas	4 216.21	2 162.16	3 189.19
	Testigo	11 243.23	14 810.80	13 027.02
43 308 (25 cm)	Etapa de 1 hoja	2 685.10	3 811.10	3 248.10
	Etapa de 3 hojas	2 468.56	4 460.72	3 464.64
	Etapa de 5 hojas	1 992.17	2 425.25	2 208.71
	Etapa de 7 hojas	2 078.78	3 031.56	2 555.17
	Etapa de 9 hojas	1 342.55	1 126.01	1 234.28
	Testigo	3 724.49	6 193.04	4 958.77
21 708 (50 cm)	Etapa de 1 hoja	1 085.40	2 127.39	1 606.39
	Etapa de 3 hojas	1 432.73	2 431.30	1 932.02
	Etapa de 5 hojas	738.07	1 389.31	1 063.69
	Etapa de 7 hojas	781.49	1 519.56	1 150.53
	Etapa de 9 hojas	651.24	1 259.06	955.15
	Testigo	2 040.55	3 386.45	2 713.50

Cuadro 10 A.- Comparación de densidades de población a través de contrastes. Defoliación temprana de maíz.
Marín, N. L., 1982

COMPARACIONES	Niveles de densidad			D	D ²	Divi sor	S.C.
	a1	a2	a3				
	(84 756.68)	(35 339.33)	(18 842.54)				
a1 vs a2	- 1	+ 1	0	49 417.35	2 442 074 481.02	6	407 012 413.5
a1 vs a3	- 1	0	+ 1	65 914.14	4 344 673 851.94	6	724 112 308.6
a2 vs a3	0	- 1	+ 1	16 496.79	272 144 080.30	6	45 357 346.7

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F05	F01
a1 vs a2	1	407 012 413.5	407 012 413.5	2 785.11	19	99
a1 vs a3	1	724 112 308.66	724 112 308.6	4 954.96	19	99
a2 vs a3	1	45 357 346.72	45 357 346.72	310.37	19	99
Error	2	292 277.89	146 138.95			

() Las cifras entre paréntesis representan totales de tratamiento (kg/ha).

Cuadro 11 A.- Comparación de tratamientos de defoliación a través de contrastes.
Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

COMPARACIONES	Niveles de Defoliación *						D	D ²	Divisor
	1 hoja	3 hojas	5 hojas	7 hojas	9 hojas	Testigo			
	25 600.86	28 198.70	17 031.28	15 951.92	10 757.23	41 398.56			
b1b2 vs b3b4	-1	-1	+1	+1	0	0	-20 816.36	433 320 843	24
b2 vs b6	0	-1	0	0	0	+1	13 199.86	174 236 304	12
b1 vs b2	-1	+1	0	0	0	0	2 597.84	6 748 772	12
b1 vs b3	-1	0	+1	0	0	0	- 8 569.58	73 437 701	12
b3 vs b4	0	0	-1	+1	0	0	1 079.36	1 165 018	12
b4 vs b5	0	0	0	-1	+1	0	- 5 194.69	26 984 804	12
b3 vs b5	0	0	-1	+1	0	0	- 6 274.05	39 363 703	12
Fuente de Variación	G.L.	S.C.		C.M.		F	F05	F01	
Tratamientos	5	101 222 936.51							
b1b2 vs b3b4	1	18 055 035.15		18 055 035.15		19.71	4.54	8.68	
b2 vs b6	1	14 519 692.00		14 519 692.00		15.84	4.54	8.68	
b2 vs b1	1	562 397.72		562 397.72		0.61	4.54	8.68	
b1 vs b3	1	6 119 808.45		6 119 808.45		6.68	4.54	8.68	
b3 vs b4	1	97 084.83		97 084.83		0.11	4.54	8.68	
b4 vs b5	1	2 248 733.68		2 248 733.68		2.45	4.54	8.68	
b3 vs b5	1	3 280 308.62		3 248 733.68		3.58	4.54	8.68	
Error	15	13 741 215.30		916 081.02					

Cuadro 12 A.- Promedios de Rendimiento de grano por hectárea (kg/ha). Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Plantas por hectárea		Xi	
	108 108	43 308		21 708
Etapa de 1 hoja	6 356.75	2 598.48	1 285.11	3 413.44
Etapa de 3 hojas	6 962.16	2 771.71	1 545.61	3 759.82
Etapa de 5 hojas	4 194.59	1 766.96	850.15	2 270.84
Etapa de 7 hojas	3 416.21	2 044.13	920.42	2 126.92
Etapa de 9 hojas	2 551.35	978.42	764.12	1 434.29
Testigo	10 421.61	3 967.01	2 170.8	5 519.8
\bar{X}_j	5 650.44	2 355.96	1 256.16	3 087.52

Cuadro 13 A.- Promedios de rendimiento de materia verde extraída por hectárea (kg/ha).
Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L.

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Plantas por hectárea		Promedio Xi	
	108 108	43 308		21 708
Etapa de 1 hoja	964.32	639.23	236.83	613.46
Etapa de 3 hojas	2 014.05	948.45	493.42	1 151.97
Etapa de 5 hojas	8 012.96	2 526.15	1 223.46	3 920.86
Etapa de 7 hojas	14 499.45	7 588.86	3 621.33	8 569.88
Etapa de 9 hojas	25 012.95	10 930.07	5 428.95	13 790.66
\bar{X}_j	10 100.75	4 526.55	2 200.79	5 609.36

Cuadro 14 A.- Ingresos brutos (pesos/ha) obtenidos con los tratamientos de defoliación para rendimiento de grano. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Plantas por hectárea			
	108 108	43 308		
		21 708	\bar{X}_i	
Etapa de 1 hoja	\$ 122 049.60	\$ 49 890.81	\$ 24 674.11	\$ 65 538.04
Etapa de 3 hojas	\$ 133 673.47	\$ 53 216.83	\$ 29 675.71	\$ 72 188.54
Etapa de 5 hojas	\$ 80 536.13	\$ 33 925.63	\$ 16 322.88	\$ 43 600.2
Etapa de 7 hojas	\$ 65 591.23	\$ 39 247.30	\$ 17 672.06	\$ 40 836.86
Etapa de 9 hojas	\$ 48 985.34	\$ 18 785.66	\$ 14 671.10	\$ 27 538.37
Testigo	\$ 200 094.91	\$ 76 166.59	\$ 41 679.36	\$105 980.16
\bar{X}_j	\$ 108 488.45	\$ 45 234.43	\$ 24 118.27	\$ 59 280.38

Cuadro 15 A.- Ingresos brutos (pesos/ha) obtenidos con los tratamientos de defoliación para la materia verde extraída. Defoliación temprana en maíz. Marín, N. L., 1982.

Etapa de crecimiento en la cual se efectuó la defoliación	Plantas por hectárea		Promedio	
	108 108	43 308		21 708
Etapa de 1 hoja	\$ 1 928.64	\$ 1 278.46	\$ 473.66	\$ 1 226.92
Etapa de 3 hojas	\$ 4 028.10	\$ 1 896.90	\$ 986.84	\$ 2 303.94
Etapa de 5 hojas	\$ 16 025.92	\$ 5 052.30	\$ 2 446.92	\$ 7 841.72
Etapa de 7 hojas	\$ 28 998.90	\$ 15 177.72	\$ 7 242.66	\$ 17 139.76
Etapa de 9 hojas	\$ 50 025.90	\$ 21 860.14	\$ 10 857.90	\$ 27 581.32
- Xi	\$ 20 201.50	\$ 9 053.10	\$ 4 401.58	\$ 11 218.72

Cuadro 16 A.- Promedio de rendimiento de mazorca por planta (kg/planta). D. C. 43. Selección tardía en maíz. Marín, N. L. 1982.

Distancia entre Plantas	Estratos Defoliados	Bloques			Xi
		I	II		
10 cm	Superior	.029	.033	.031	.031
	Medio	.031	.039	.035	.035
	Inferior	.060	.074	.067	.067
	Sup. + Med.	.016	.021	.0185	.0185
	Sup. + Inf.	.020	.026	.023	.023
	Med. + Inf.	.022	.029	.0255	.0255
	Total	.010	.020	.015	.015
	Sup. + Espiga	.044	.052	.048	.048
	Testigo	.077	.087	.082	.082
25 cm	Superior	.042	.056	.049	.049
	Medio	.051	.072	.0615	.0615
	Inferior	.098	.112	.105	.105
	Sup. + Med.	.020	.025	.0225	.0225
	Sup. + Inf.	.026	.037	.0315	.0315
	Med. + Inf.	.023	.034	.0285	.0285
	Total	.018	.021	.0195	.0195
	Sup. + Espiga	.067	.079	.073	.073
	Testigo	.108	.132	.12	.12
50 cm	Superior	.048	.052	.05	.05
	Medio	.060	.068	.064	.064
	Inferior	.105	.114	.1095	.1095
	Sup. + Med.	.020	.020	.020	.020
	Sup. + Inf.	.023	.032	.0275	.0275
	Med. + Inf.	.029	.031	.030	.030
	Total	.011	.016	.0135	.0135
	Sup. + Espiga	.071	.083	.077	.077
	Testigo	.118	.140	.129	.129

Niveles de defoliación

COMPARACIONES	Niveles de defoliación										D ²	Divi sor		
	Sup. (0.260)	Medio (0.321)	Inf. (0.563)	S + M (0.122)	S + I (0.164)	M + I (0.168)	D.TOT. (0.096)	S+ESP. (0.396)	TEST.	D			D	
b2 vs b9	0	0	+ 1	0	0	0	0	0	0	0	- 1	- 0.099	0.009801	18
b3 vs b8	0	0	+ 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.167	0.027889	18
b8 vs b2	0	- 1	0	0	0	0	0	0	0	0	+ 1	0.075	0.005625	18
b2 vs b1	- 1	+ 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.061	0.003721	18
b1 vs b6	+ 1	0	0	0	0	0	- 1	0	0	0	0	0.092	0.008464	18
b6 vs b5	0	0	0	0	- 1	0	+ 1	0	0	0	0	0.004	0.000016	18
b6 vs b4	0	0	0	- 1	0	0	+ 1	0	0	0	0	0.046	0.002116	18
b5 vs b4	0	0	0	- 1	0	0	+ 1	0	0	0	0	0.042	0.001764	18
b4 vs b7	0	0	0	0	0	+ 1	0	0	- 1	0	0	0.026	0.000676	18
b5 vs b7	0	0	0	0	0	0	+ 1	0	- 1	0	0	0.068	0.004624	18

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	F tabulada	
					.05	.01
b3 vs b9	1	.0005445	.0005445	33.82 **	7.82	4.24
b3 vs b8	1	.0015494	.0015494	96.23 **		
b8 vs b2	1	.0003125	.0003125	19.40 **		
b2 vs b1	1	.0002067	.0002067	12.84 **		
b1 vs b6	1	.0004702	.0004702	29.21 **		
b6 vs b5	1	.0000009	.0000009	.055 N.S.		
b6 vs b4	1	.0001176	.0001176	7.30 *		
b5 vs b4	1	.0000098	.0000098	6.09 *		
b4 vs b7	1	.0000376	.0000376	2.34 N.S.		
b5 vs b7	1	.0002569	.0002569	15.95 **		
Error	24	.0003862222	.0000160925			

() Las cifras entre paréntesis representan totales de tratamiento (kg/planta)

Cuadro 18 A.- Comparación de distanciamientos entre plantas a través de contrastes.
Defoliación tardía en maíz. Marfn, N. L., 1982.

COMPRACIONES	<u>Distancia ente Plantas</u>			D	D ²	Divisor
	10 cms	25 cms	50 cms			
	.690	1.021	1.041			
a3 vs a2	0	- 1	+ 1	0.02	0.0004	6
a3 vs a1	- 1	0	+ 1	0.351	0.123201	6
a2 vs a1	- 1	+ 1	0	0.331	0.109561	6
Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.		<u>F tabulada</u>
a3 vs a2	1	.0000667	.0000667	1.90 N.S.	18.51	.05
a3 vs a1	1	.0205335	.0205335	585 **	98.5	.01
a2 vs a1	1	.0182602	.0182602	520 **		
Error	2	.0000701112	.0000350556			

Cuadro 19 A.- Promedios de rendimiento de mazorca por hectárea (kg/ha).
Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982

Plantas por Hectárea	Estratos Defoliados	Bloques		Xi
		I	II	
108 108	Superior	3135.13	3567.6	3351.37
	Medio	3351.35	4216.21	3783.8
	Inferior	6486.5	8000	7213.25
	Sup. + Med.	1729.73	2270.3	2000.02
	Sup. + Inf.	2162.2	2810.81	2486.51
	Med. + Inf.	2378.4	3135.13	2756.77
	Total	1081.1	2162.2	1621.7
	Sup. + Espiga	4756.8	5621.61	5189.21
	Testigo	8324.32	9405.5	8864.9
	43 308	Superior	1818.94	2424.25
Medio		2208.71	3118.18	2663.45
Inferior		4244.18	4850.5	4547.34
Sup. + Med.		866.2	1082.7	974.5
Sup. + Inf.		1126.01	1602.4	1364.21
Med. + Inf.		996.1	1472.48	1234.3
Total		779.54	909.47	844.51
Sup. + Espiga		2901.64	3421.33	3161.5
Testigo		4677.26	5716.66	5196.96
21 708		Superior	1045.44	1132.56
	Medio	1306.8	1481.04	1393.92
	Inferior	2286.9	2482.92	2384.91
	Sup. + Med.	435.6	435.6	435.6
	Sup. + Inf.	500.94	696.96	598.95
	Med. + Inf.	631.62	675.18	653.4
	Total	239.6	348.5	294.05
	Sup. + Espiga	1546.4	1807.74	1677.07
	Testigo	2570.04	3049.2	2809.62

Cuadro 20 A.- Comparación de tratamientos de defoliación a través de contrastes. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.

COMPARACIONES	Niveles de Defoliación *									D	D ²	Divisor
	Superior	Medio	Inferior	Sup + M	Sup + I	M + Inf	D.Total	S + Esp.	Testigo			
b3 vs b9	0	0	+ 1	0	0	0	0	0	- 1	-5 391.78	29 071 292	18
b3 vs b8	0	0	+ 1	0	0	0	0	- 1	0	8 295.58	68 816 648	18
b8 vs b2	0	- 1	0	0	0	0	0	+ 1	0	4 373.17	19 124 616	18
b2 vs b1	- 1	+ 1	0	0	0	0	0	0	0	2 557.42	6 540 397.1	18
b1 vs b6	+ 1	0	0	0	0	- 1	0	0	0	3 836.02	14 715 049	18
b6 vs b5	0	0	0	0	- 1	+ 1	0	0	0	389.59	151 780.37	18
b6 vs b4	0	0	0	- 1	0	+ 1	0	0	0	2 468.78	6 094 874.7	18
b5 vs b4	0	0	0	- 1	+ 1	0	0	0	0	2 079.19	4 323 031.1	18
b4 vs b7	0	0	0	+ 1	0	0	- 1	0	0	1 299.72	1 689 272.1	18
b5 vs b7	0	0	0	0	+ 1	0	- 1	0	0	3 378.91	11 417 033	18

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	F Tabulada	
					.05	.01
b3 vs b9	1	1 615 071.8	1 615 071.8	45.64 **	7.82	4.24
b3 vs b8	1	3 823 147.1	3 823 147.1	108.04 **		
b8 vs b2	1	1 062 478.7	1 062 478.7	30.02 **		
b2 vs b1	1	363 355.39	363 355.39	10.26 **		
b1 vs b6	1	817 502.75	817 502.75	23.10 **		
b6 vs b5	1	8 432.24	8 432.24	0.24 N.S.		
b6 vs b4	1	338 604.15	338 604.15	9.57 **		
b5 vs b4	1	240 168.39	240 168.39	6.78 *		
b4 vs b7	1	93 848.45	93 848.45	2.65 N.S.		
b5 vs b7	1	634 279.6	634 279.6	17.92 **		
Error	24	849 230	35 385			

* Los datos de los niveles de defoliación representan totales de tratamiento (kg/ha)

Cuadro 21 A.- Comparación de distanciamientos entre plantas a través de contrastes. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.

COMPARACIONES	Plantas por hectárea		D	D ²	Divisor
	108 108	43308 21708			
	(79594.79)	(44217.55)	(22673.04)		
a3 vs a2	0	- 1	+ 1	- 21544.51	464165910 6
a3 vs a1	- 1	0	+ 1	- 51921.75	2695868100 6
a2 vs a1	- 1	+ 1	0	- 30377.24	922776710 6
Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	F tabulada
a3 vs a2	1	174714280	174714280	322.24 **	8.51 98.5
a3 vs a1	1	63663733	636663733	117.42 **	
a2 vs a1	1	449308930	449308930	828.7 **	
Error	2	1084360	542180		

() Las cifras entre paréntesis representan totales de tratamiento (kg/ha)

CUADRO 22 A.- Promedios de rendimiento de materia verde extraída por hectárea (kg/ha).
Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982

Estratos	Plantas por hectárea		\bar{X}_i
	108 108	43 308	
Defoliados	108 108	43 308	21 708
Superior	5189.18	2901.64	1866.88
Medio	5513.51	3594.56	2170.8
Inferior	7459.45	5630.04	2756.92
Sup. + Med.	10486.48	6496.2	3646.94
Sup. + Inf.	14054.04	9484.45	4233.06
Med. + Inf.	18378.36	9787.61	4536.97
Total	33513.48	19575.22	10050.80
Sup. + Espiga	8864.86	4330.8	1758.35
Testigo	-	-	-
\bar{X}_j	12932.42	7725.1	3877.59

Cuadro 23 A.- Ingresos brutos (pesos/ha), obtenidos con los tratamientos de defoliación para rendimiento de grano. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982.

Estratos	Plantas por hectárea			Xi
	108 108	43 308	21 708	
Defoliados				
Superior	51477.04	32595.46	16727.04	33599.85
Medio	58119.17	40910.59	21410.61	40146.79
Inferior	111256.32	69847.14	36632.22	72578.56
Sup. + Med.	30720.31	14968.32	6690.82	17459.82
Sup. + Inf.	38192.83	20954.27	9199.87	22782.32
Med. + Inf.	42343.98	18958.85	10036.22	23779.68
Total	24909.31	12971.67	4516.61	14132.53
Sup. + Espiga	79706.27	48560.64	25759.8	51342.24
Testigo	136164.86	79825.31	43155.76	86381.98
Xj	63654.45	37732.47	19347.66	

Cuadro 24 A. Ingresos brutos (pesos/ha) obtenidos con los tratamientos de defoliación para la materia verde extraída. Defoliación tardía en maíz, Marín, N. L., 1982.

Estratos	Plantas por hectárea		
	108 108	43 308	21 708
Defoliados			Xi
Superior	10378.36	5803.28	3733.76
Medio	11027.02	7189.12	4341.6
Inferior	14918.9	1260.08	5513.84
Sup. + Med.	20972.96	12992.4	7293.88
Sup. + Inf.	28108.08	18968.9	8466.12
Med. + Inf.	36756.72	19575.22	9073.94
Total	67026.96	39150.44	20101.6
Sup. + Espiga	17729.72	8661.6	3516.7
Testigo	-	-	-
Xj	191405.22	15450.13	7755.18

Cuadro 25 A. Desarrollo de ecuaciones múltiples para determinar la contribución de los estratos superior, medio e inferior al llenado de grano. Defoliación tardía en maíz. Marín, N.L., 1982.

Distancia
entre
Plantas

E c u a c i o n e s

10 cm

$$M + I^* = 38 \therefore M = 38 - I \therefore M = 38 - 43 + S \therefore M = 5 + 82 - M \therefore 2M = 77 \therefore M = 38.5$$

$$I + S^* = 43 \therefore I = 43 - S \therefore I = 43 - 82 + M \therefore I = 39 + 38.5 \therefore I = - 0.5$$

$$S + M^* = 82 \therefore S = 82 - M \therefore S = 82 - 38.5 \therefore S = 43.5$$

25 cm

$$M + I^* = 41 \therefore M = 41 - I \therefore M = 41 - 51 + S \therefore M = - 10 + 88 - M \therefore 2M = 78 \therefore M = 39$$

$$I + S^* = 51 \therefore I = 51 - S \therefore I = 51 - 88 + M \therefore I = 37 + 39 \therefore I = 2$$

$$S + M^* = 88 \therefore S = 88 - M \therefore S = 88 - 39 \therefore S = 49$$

50 cm

$$M + I^* = 39 \therefore M = 39 - I \therefore M = 39 - 50 + S \therefore M = - 11 + 85 - M \therefore 2M = 74 \therefore M = 37$$

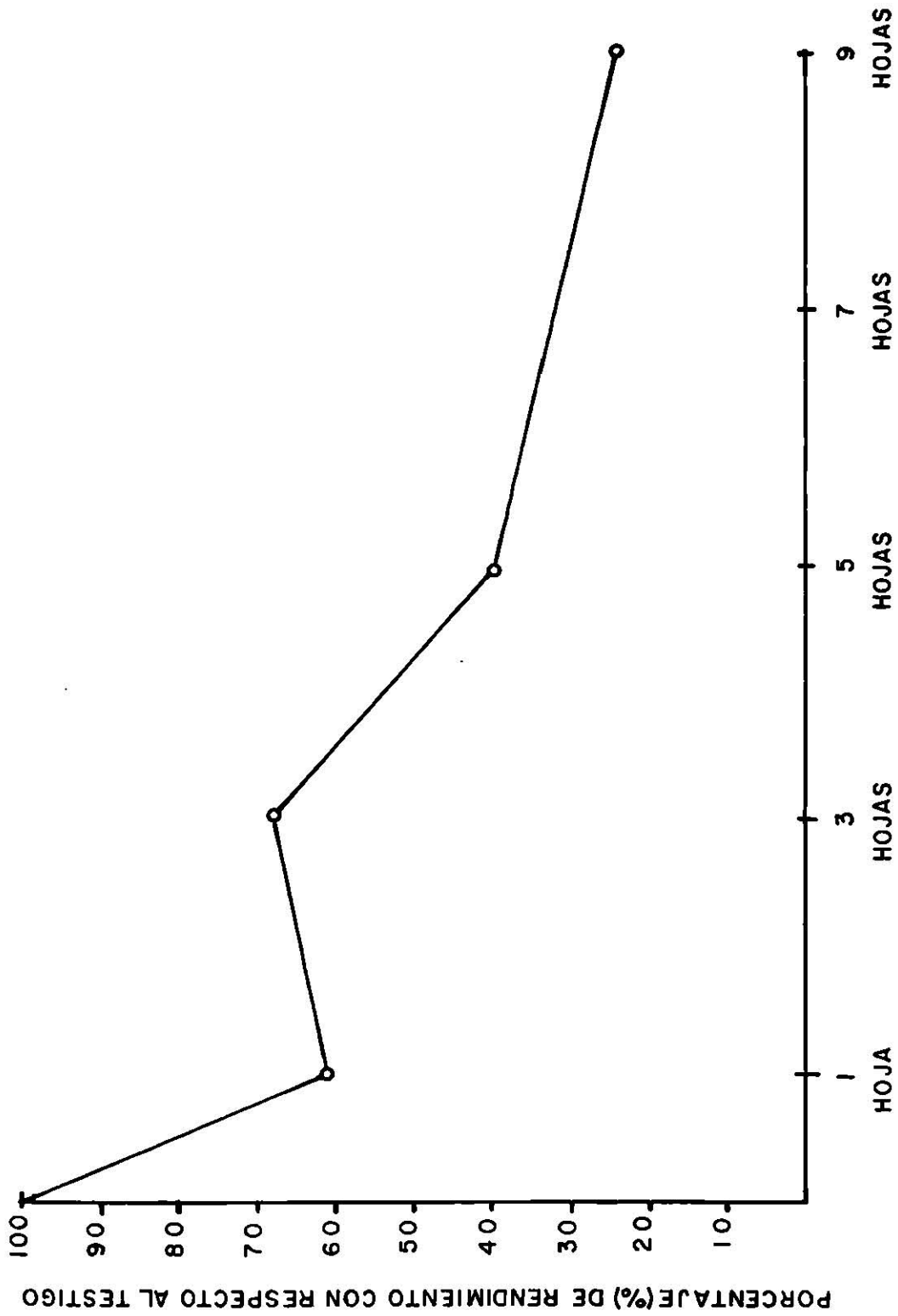
$$I + S^* = 50 \therefore I = 50 - S \therefore I = 50 - 85 + M \therefore I = - 35 + 37 \therefore I = 2$$

$$S + M^* = 85 \therefore S = 85 - M \therefore S = 85 - 37 \therefore S = 48$$

* Datos tomados del cuadro 19.

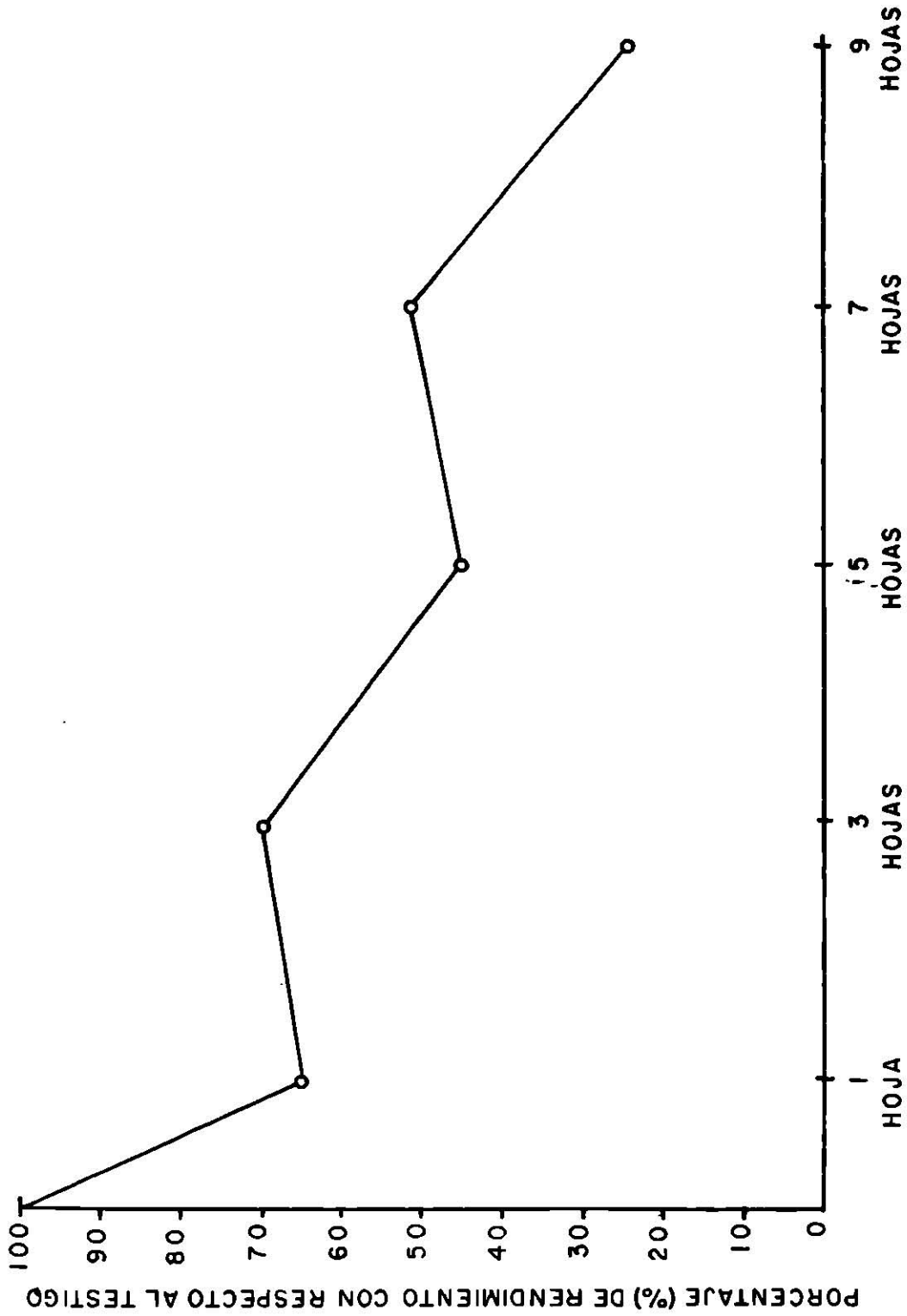
Quadro 26 A.- Contribuciones promedio al rendimiento de mazorca expresadas como un porcentaje (%) en relación al testigo. Defoliación tardía en maíz. Marín, N. L., 1982

Estrato de hojas	Distancia entre Plantas								
	10 cm	25 cm	50 cm	Calculada	Observada	Diferencia			
	Calculada	Observada	Diferencia	Calculada	Observada	Diferencia			
Superior	43.5	31	+ 13	49	24	+ 25	48	23	+ 25
Medio	38.5	28	+ 11	39	26	+ 13	37	21	+ 16
Inferior	0	23	- 23	2	19	- 17	2	16	- 14
Total	82	82	+ 1	90	69	+ 21	87	60	+ 27



ETAPA DE CRECIMIENTO EN LA CUAL SE EFECTUO LA DEFOLIACION

FIGURA 1A.- Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos de plantas de maíz espaciadas a 10 cms. Defoliación temprana en maíz. Marín N.L. 1982.



ETAPA DE CRECIMIENTO EN LA CUAL SE EFECTUO LA DEFOLIACION

FIGURA 2A.- Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos de plantas de maíz espaciadas a 25 cms. Defoliación temprana en maíz. Marín N.L., 1982.

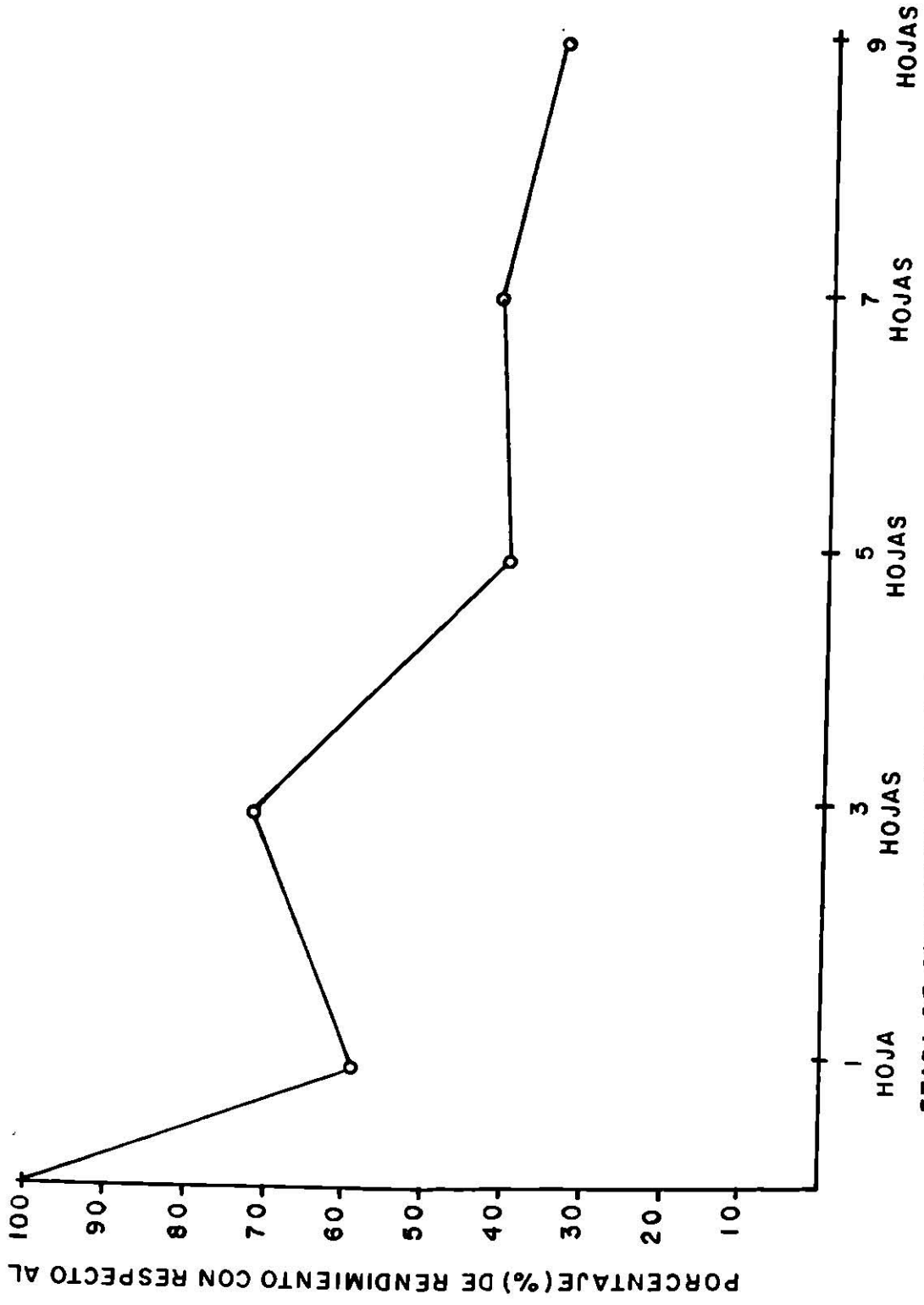
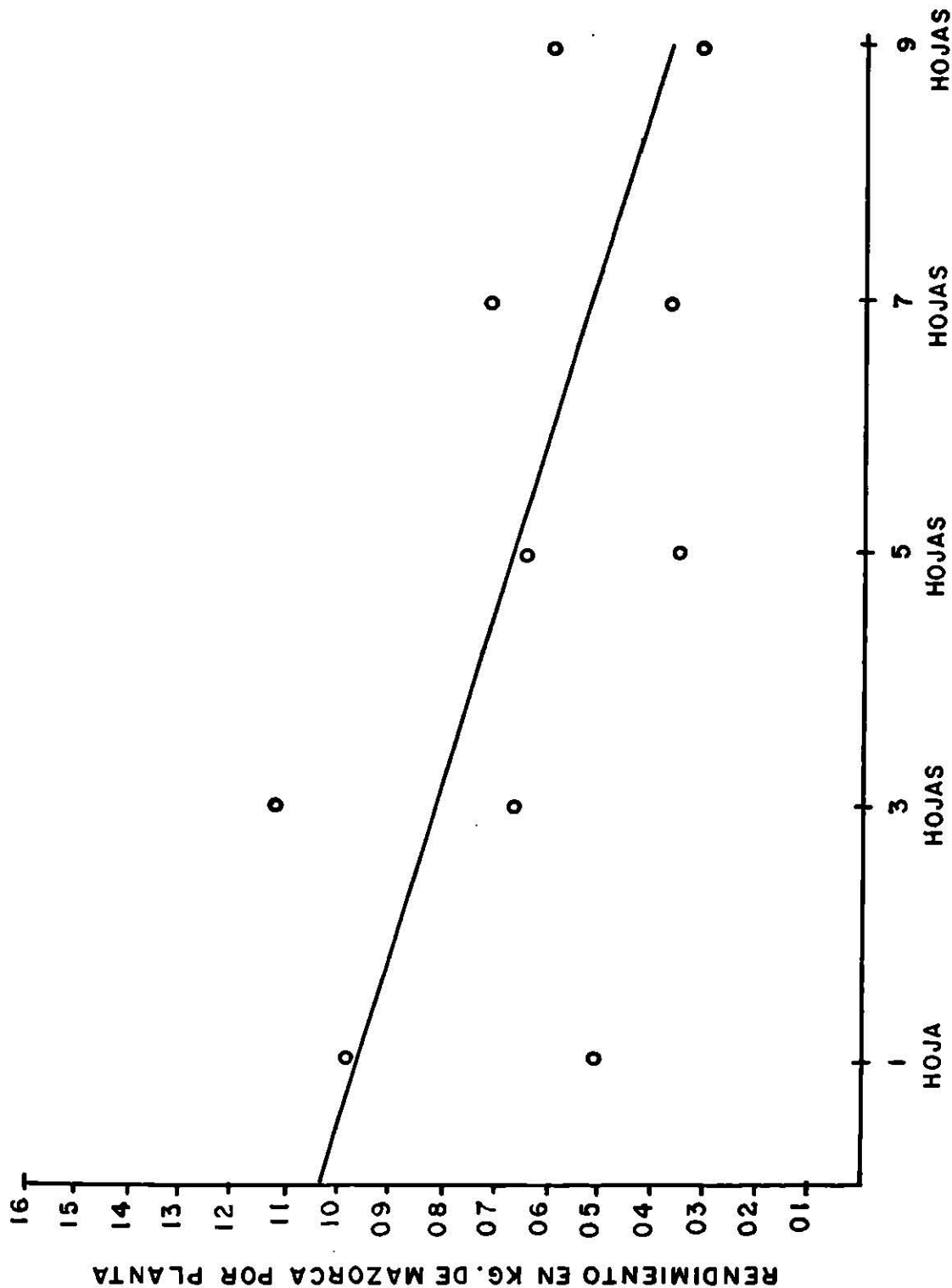
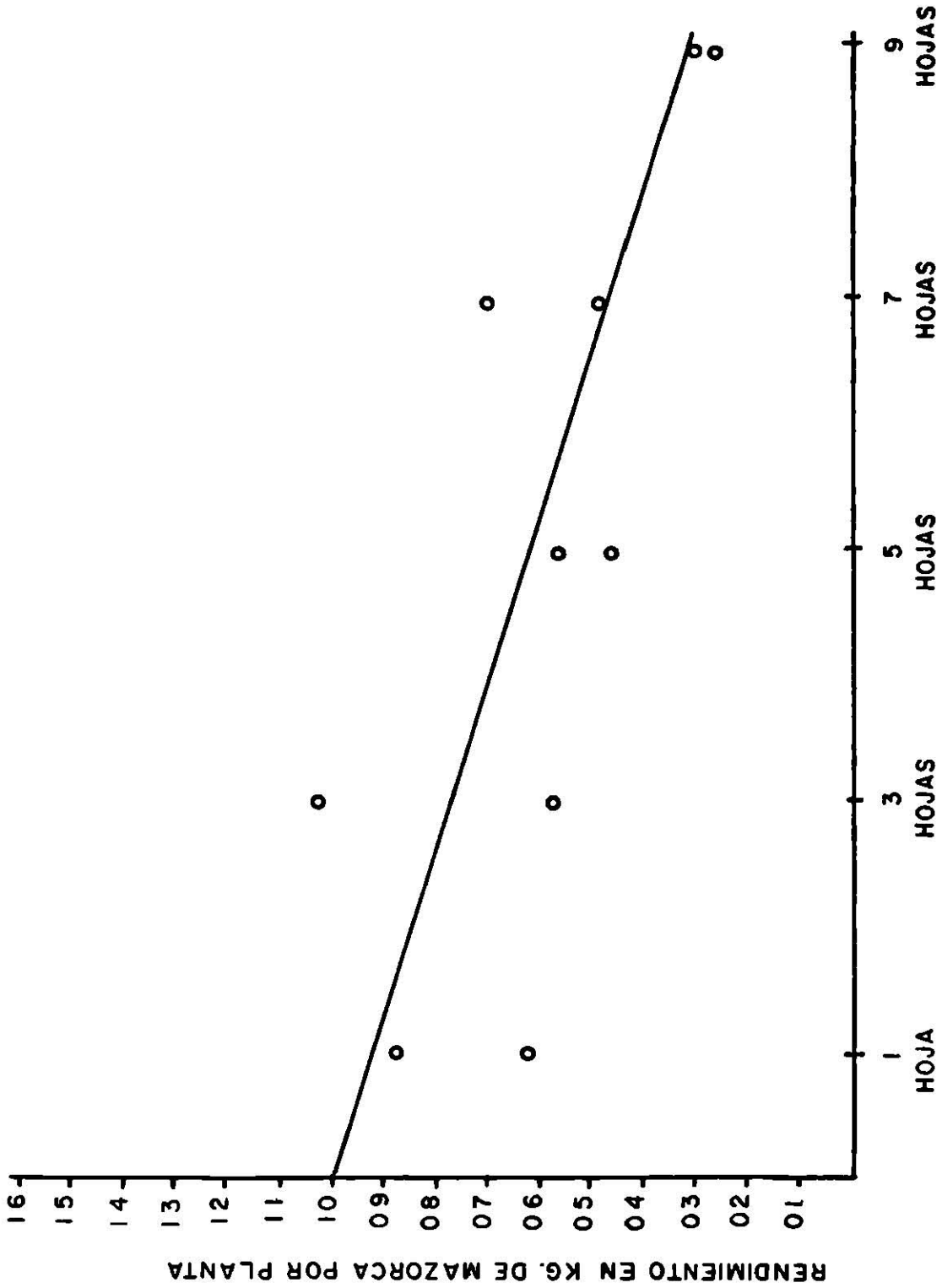


FIGURA 3A.- Efectos de la defoliación en diferentes etapas del crecimiento sobre los rendimientos relativos de plantas de maíz espaciadas a 50 cms. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L. 1982.



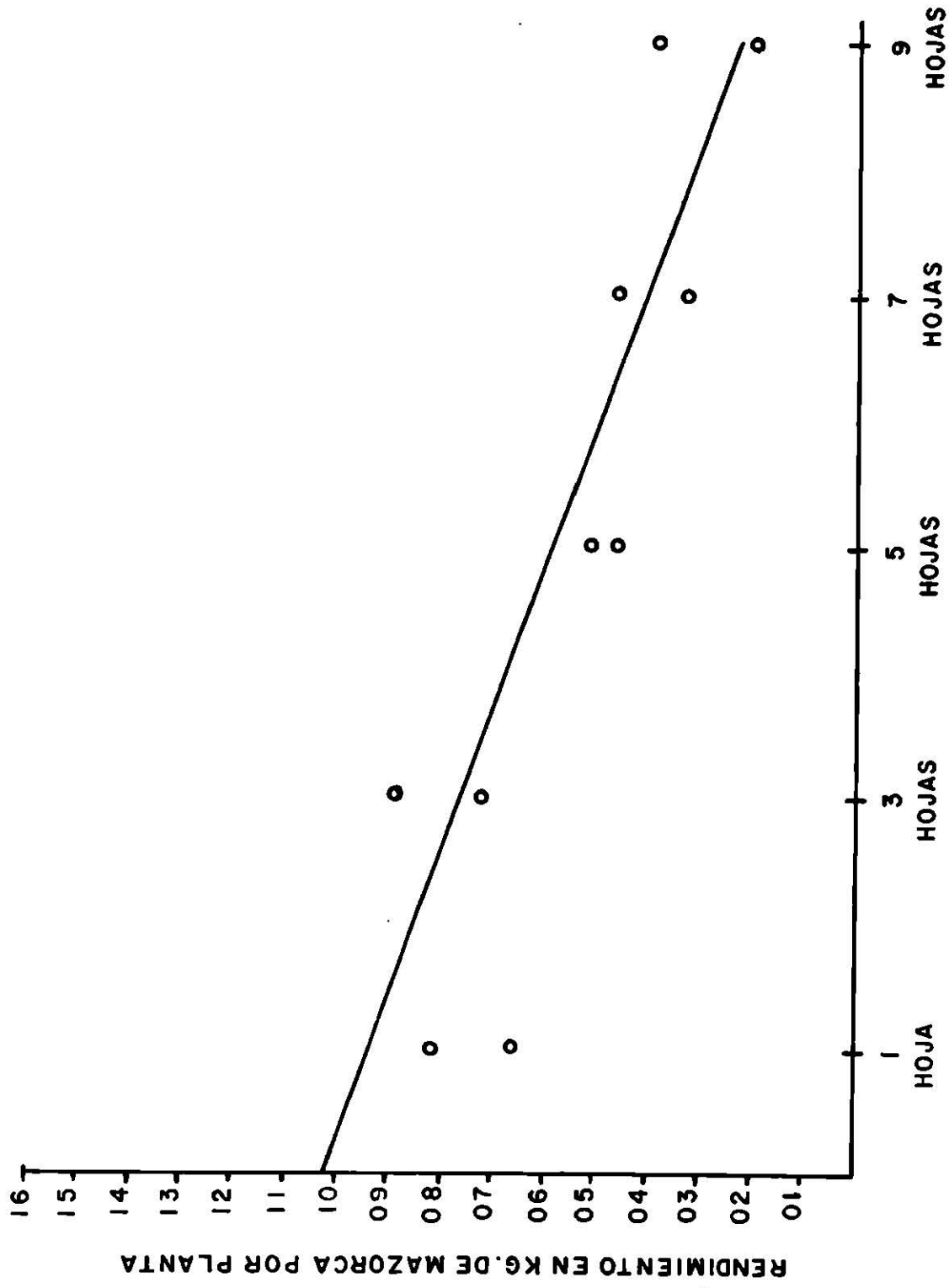
ETAPA DE CRECIMIENTO EN LA CUAL SE EFECTUO LA DEFOLIACION

FIGURA 4A.- Recta de regresión que establece una relación funcional entre el rendimiento de mazorca por planta y las etapas de defoliación a la distancia de 10 cm. entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L., 1982.



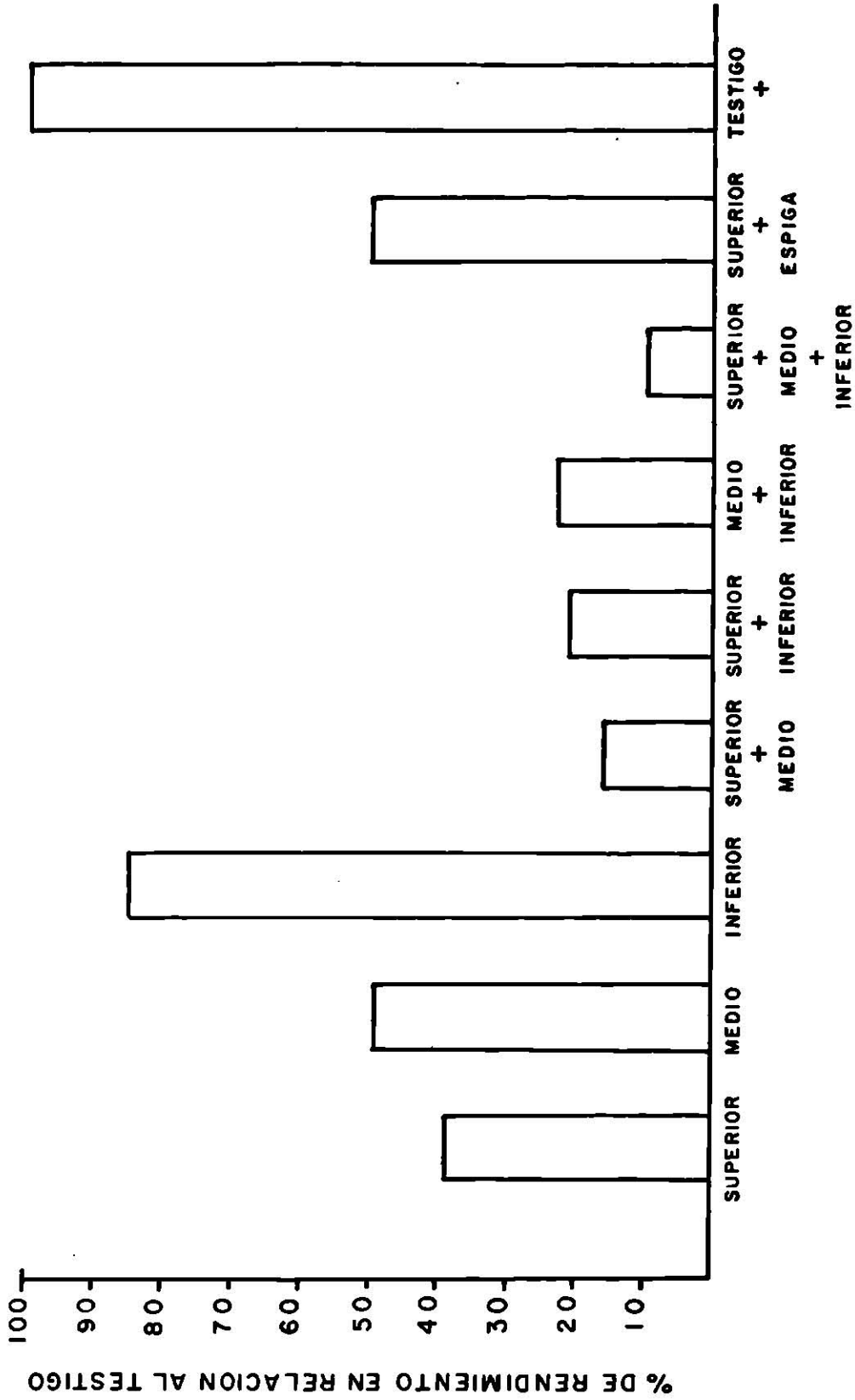
ETAPA DE CRECIMIENTO EN LA CUAL SE EFECTUO LA DEFOLIACION

FIGURA 5A.- Recta de regresión que establece una relación funcional entre el rendimiento de mazorca por planta y las etapas de defoliación a la distancia de 25 cm. entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L., 1982.



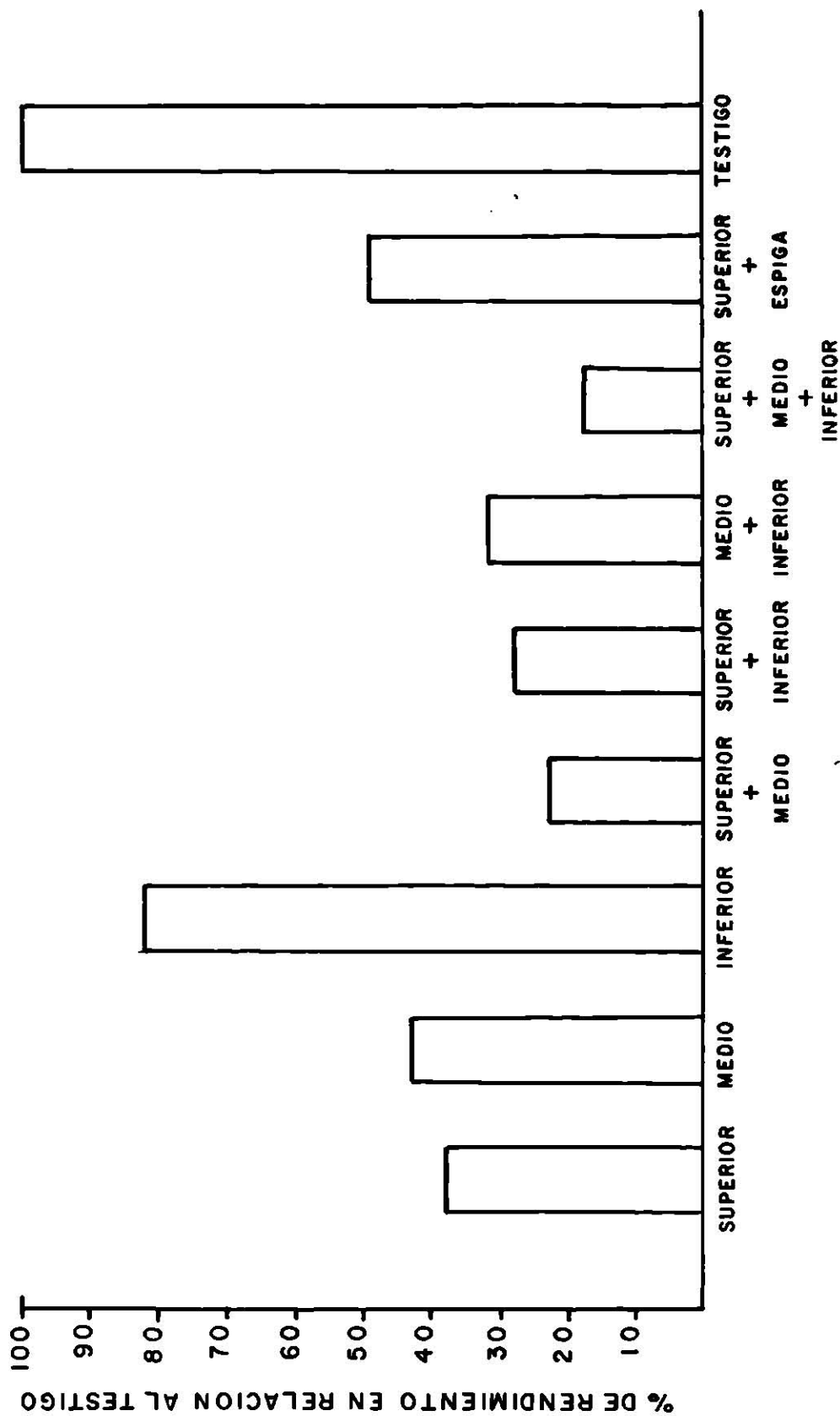
ETAPA DE CRECIMIENTO EN LA CUAL SE EFECTUO LA DEFOLIACION

FIGURA 6A.- Recta de regresión que establece una relación funcional entre el rendimiento de mazorca por planta y las etapas de defoliación a la distancia de 50 cm. entre plantas. Defoliación temprana en maíz. Marín, N.L., 1982.



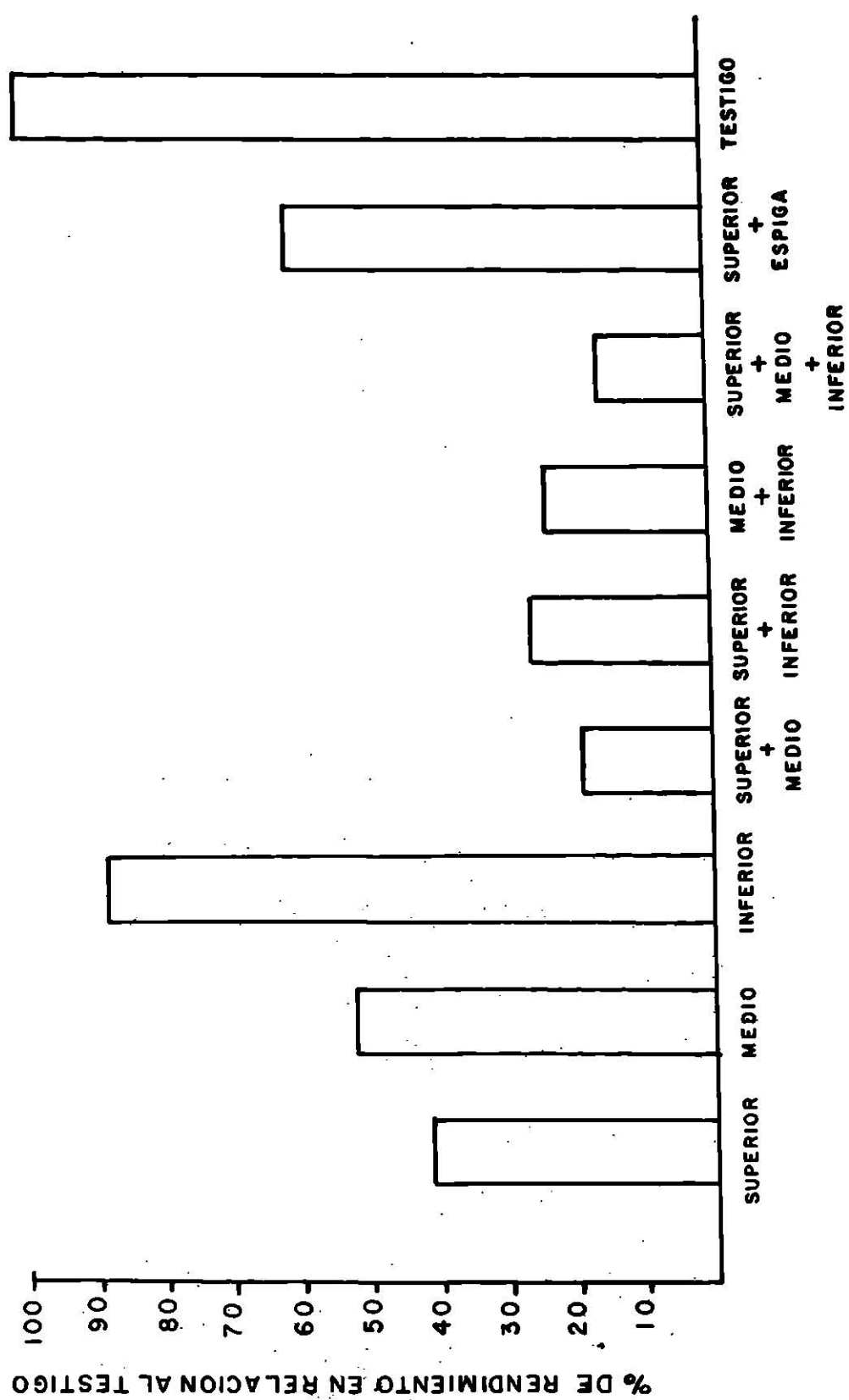
TRATS: DE DEFOLIACION

FIGURA 7A.- Efectos de la remoción de diferentes estratos de hojas sobre los rendimientos relativos de plantas de maíz espaciadas a 10 cm. Defoliación tardía en maíz. Marín, N.L., 1982.



TRATS DE DEFOLIACION

FIGURA 8A. - Efectos de la remosi3n de diferentes estratos de hoja- sobre los rendimientos relativos de plantas de maiz espaciadas a 25 cm. Defoliaci3n tardia en maiz. Mar3n, N.L.; 1982.



TRATS. DE DEFOLIACION

FIGURA 9A.- Efectos de la remosi3n de diferentes estratos de hojas sobre los rendimientos relativos de plantas de maiz espaciadas a 50 cm. Defoliaci3n tardia en maiz. Marfn, N.L., 1982.

