

2eje 35

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"



ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y COMPONENTES
DE RENDIMIENTO DE SIETE VARIETADES DE
MAÍZ BAJO EL EFECTO DE FERTILIZACIÓN
N, P, K Y DENSIDAD DE PLANTAS EN
CALIMAYA, EDO. DE MÉXICO.

TESIS DONADA POR
D.G.B. - UNAM

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N

JUAN MARTINEZ SOLIS

SALVADOR VEGA GRADILLA

DIRECTOR: MC. JOSE LUIS ARELLANO VAZQUEZ

J U R A D O

Presidente

Dr. Aquiles Carballo Carballo

Vocal

M.C. José Luis Arellano Vázquez.

Secretario

M.C. Ma. Mag. Ofelia Grajales Muñiz

Primer Suplente

M.C. Carlos Alberto Jiménez Gonzalez.

Segundo Suplente

Ing. Hilda Carina Gómez Villar.

AGRADECIMIENTOS.

Al M.C. Ing. José Luis Arellano Vazquez por la sugerencia del tema y su atinada dirección, así como por el apoyo desinteresado y amistad brindada.

Al Dr. Aquiles Carballo Carballo y al M.C. Ing. Carlos A. Jimenez González por sus aportaciones y sugerencias para la realización de este estudio.

A la M.C. Ofelia M. Grajales Muñiz y a la Ing. Hilda C. Gómez Villar por el apoyo brindado en la revisión de este trabajo.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y en especial al personal del Programa de Mejoramiento Genético de Maíz del CAEVAMEX por la ayuda y facilidades recibidas durante la realización del presente.

A la Universidad Nacional Autónoma de México que nos permitió adquirir los conocimientos necesarios para una buena formación profesional.

A todas aquellas personas que de alguna manera participaron en la elaboración de esta tesis.

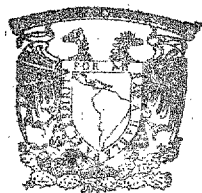
CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE FIGURAS Y CUADROS EN EL TEXTO.....	v
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	4
Objetivos	5
11. REVISION DE LITERATURA	7
2.1. Crecimiento y Desarrollo	7
2.2. Componentes de Rendimiento	8
2.3. Análisis de Crecimiento	9
2.4. Componentes del Análisis de Crecimiento	10
2.4.1. Tasa de Asimilación Neta (TAN)	11
2.4.2. Índice de Area Foliar (IAF)	12
2.4.3. Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC)	12
2.4.4. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)	13
2.5. Influencia de la Densidad de Población sobre lo Componentes de Rendimiento y Parámetros de Crecimiento.....	14
2.6. Influencia del Genotipo sobre los Componentes de Rendimiento y Parámetros de Crecimiento.....	19
2.7. Influencia de la Fertilización sobre los Componentes de Rendimiento y Parámetros de Crecimiento.....	22
111. MATERIALES Y METODOS	30
3.1. Generalidades	30
3.1.1. Localización del experimento	30
3.1.2. Suelos	30
3.1.3. Clima	32

3.2. Formulas de Producción -----	32
3.2.1. Variedades -----	32
3.2.2. Fertilización -----	33
3.2.3. Densidad de Población -----	33
3.3. Diseño Experimental -----	34
3.4. Establecimiento del experimento -----	34
3.5. Labores de cultivo -----	36
3.6. Control de maleza y plagas -----	36
3.7. Muestreos y Evaluación -----	37
3.8. Cosecha -----	39
3.9. Análisis estadístico y gráfico -----	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSION -----	44
4.1. Rendimiento y otras Características Agronómicas --	44
4.1.1. Análisis del Rendimiento y Características Agronómicas de seis genotipos bajo la Fórmula de Producción 100-60-30 (65) -----	48
4.1.2. Efecto de la Fórmula de Producción en el híbrido H-30 para Rendimiento y otras Características Agronómicas -----	50
4.1.3. Efecto de la Fórmula de Producción en la variedad V-105 para Rendimiento y otras Características Agronómicas -----	52
4.1.4. Efecto de la Fórmula de Producción en el híbrido H-137E para Rendimiento y otras Características Agronómicas -----	54
4.1.5. Análisis del Rendimiento y otras Características Agronómicas de los genotipos H-30, H-137E y V-105	

bajo diferentes niveles de Nitrógeno -----	57
4.1.6. Análisis del Rendimiento y otras Características	
Agronómicas de los genotipos H-30, H-137E y	
V-105 bajo diferentes niveles de Fósforo -----	59
4.1.7. Análisis del Rendimiento y otras Características	
Agronómicas de los genotipos H-30, H-137E y	
V-105 bajo diferentes niveles de Potasio -----	61
4.1.8. Análisis del Rendimiento y otras Características	
Agronómicas de los genotipos H-30, H-137E y	
V-105 bajo diferentes Densidades de Población -----	64
4.2. Componentes de Rendimiento -----	67
4.2.1. Efecto del Nitrógeno sobre los componentes de	
Rendimiento de los genotipos H-30, H-137E y V-105 --	67
4.2.2. Efecto del Fósforo sobre los Componente de	
Rendimiento de los genotipos H-30, H-137E y V-105 --	72
4.2.3. Efecto del Potasio sobre los Componentes	
de Rendimiento de los genotipos H-30,	
H-137E y V-105 -----	73
4.2.4. Efecto de la Densidad de Población sobre los	
Componentes de Rendimiento para los	
genotipos H-30, H-137E y V-105 -----	78
4.2.5. Componentes de Rendimiento de seis	
genotipos bajo la misma Fórmula de	
Producción 100-60-30 (65) -----	81
4.2.6. Resultados en base al método de Regresión Lineal	
Múltiple Stepwise -----	85
4.3 Análisis del Crecimiento -----	89

4.3.1. Índice de Area Foliar (IAF) -----	89
4.3.2. Tasa de Asimilación Neta (TAN) -----	95
4.3.3. Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) -----	101
4.3.4. Parámetros del Crecimiento de seis genotipos bajo la misma Fórmula de Producción 100-60-30 (65) -----	107
V. DISCUSION GENERAL -----	113
VI. CONCLUSIONES -----	118
VII. BIBLIOGRAFIA -----	121



BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS EN EL TEXTO.

	Pag.
Figura 1. Croquis de localización del experimento-----	31
Cuadro 1. Características agronómicas de los genotipos-----	34
2. Fórmulas de Producción Ensayadas. Calimaya, Méx. 1985.-----	35
3. Calendario de Muestreos para el Análisis del Crecimiento. Calimaya, Méx. 1985 -----	38
4. Cuadrados Medios, Significancia Estadística y Coeficientes de Variación para Rendimiento y otras Características Agronómicas. Calimaya, Méx. 1985 -----	46
5. Medias de Rendimiento y Características Agronómicas y su nivel de significancia de diferentes Fórmulas de Producción y genotipos de Maíz. Calimaya, Méx. 1985 -----	47
6. Comparación de Medias del Rendimiento y otras Características Agronómicas de seis genotipos bajo la Fórmula de Producción 100-60-30- (65) -----	49
7. Comparación de Medias del Rendimiento y otras Características Agronómicas del Híbrido H-30 bajo diferentes Fórmulas de Producción. Calimaya, Méx. 1985-----	52
8. Comparación de Medias del Rendimiento y otras Características Agronómicas de la Variedad V-105 bajo diferentes Fórmulas de Producción. Calimaya, Méx. 1985 -----	54
9. Comparación de Medias del Rendimiento y otras Características Agronómicas del Híbrido H-137E bajo diferentes Fórmulas de Producción. Calimaya, Méx. 1985 -----	57
10. Comparación de Medias del Rendimiento y otras Características Agronómicas de tres genotipos bajo	

Fórmulas de Producción con diferentes niveles de Nitrógeno. Calimaya, Mex. 1985 -----	60
11. Comparación de Medias del Rendimiento y otras Características Agronómicas de tres genotipos bajo Fórmulas de Producción con diferentes niveles de Fosforo. Calimaya, Méx. 1985 -----	62
12. Comparación de Medias del Rendimiento y otras Características Agronómicas de tres genotipos bajo Fórmulas de Producción con diferentes niveles de Potasio. Calimaya, Méx. 1985 -----	65
13. Comparación de Medias de Rendimiento y otras Características Agronómicas de tres genotipos bajo Fórmulas de Producción con diferentes densidades de Población. Calimaya, Méx. 1985 -----	67
14. Cuadrados Medios, Significancia Estadística y Coeficientes de Variación para los Componentes de Rendimiento. Calimaya, Méx. 1985 -----	70
15. Medias de Componentes de Rendimiento por planta y por área y Nivel de Significancia de diferentes Fórmulas de Producción y genotipos de Maíz. Calimaya, Méx. 1985 -----	71
Figura 2. Efecto de la dosis de Nitrógeno sobre los Componentes de Rendimiento de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	72
16. Comparación de Medias para Componentes de Rendimiento de tres genotipos bajo Fórmula de Producción con diferentes niveles de Nitrogeno. Calimaya, Méx. 1985 -----	73
Figura 3.- Efecto de la dosis de Fósforo sobre los Componentes de Rendimiento de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	76

Cuadro 17.- Comparación de Medias para Componentes de Rendimiento de tres genotipos bajo Fórmulas de Producción con diferentes niveles de Fósforo. Calimaya, Méx. 1985 -----	77
Figura 4.- Efecto de la dosis de Potasio sobre los Componentes de Rendimiento de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	78
Cuadro 18.- Comparación de Medias para Componentes de Rendimiento de tres genotipos bajo Fórmulas de Producción con diferentes niveles de Potasio. Calimaya, Méx. 1985 -----	79
Figura 5.- Efecto de la Densidad de Población sobre los Componentes de Rendimiento de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	81
Cuadro 19.- Comparación de Medias para Componentes de Rendimientos de tres genotipos bajo Fórmulas de Producción con diferentes Densidades de Población. Calimaya, Méx. 1985 --	82
Cuadro 20.- Comparación de Medias para Componentes de Rendimiento de seis genotipos bajo la Fórmula de Producción 100-60-30 (65). Calimaya, Méx. 1985 -----	83
Figura 6.- Componentes de Rendimiento de seis genotipos bajo la Fórmula de Producción 100-60-30 (65) -----	86
Cuadro 21.- Modelos de Regresión "Stepwise", máximo Coeficiente de Determinación R^2 por Fórmula de Producción y genotipos de Maíz. -----	87
Figura 7.- Efecto del Nitrógeno sobre el Índice de Area Foliar (IAF) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	92
Figura 8.- Efecto del Fósforo sobre el Índice de Area Foliar (IAF) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	93
Figura 9.- Efecto del Potasio sobre el Índice de Area Foliar (IAF)	

de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	94
Figura 10.- Efecto de la Densidad de Población sobre el Índice de Area Foliar (IAF) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	95
Figura 11.- Efecto del Nitrógeno sobre la Tasa de Asimilación Neta (TAN) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	98
Figura 12.- Efecto del Fósforo sobre la Tasa de Asimilación Neta (TAN) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	99
Figura 13.- Efecto del Potasio sobre la tasa de Asimilación Neta (TAN) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	101
Figura 14.- Efecto de la Densidad de Población sobre la Tasa de Asimilación Neta (TAN) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	103.
Figura 15.- Efecto del Nitrógeno sobre la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	105
Figura 16.- Efecto del Fósforo sobre la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	106
Figura 17.- Efecto del Potasio sobre la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) de los genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	108
Figura 18.- Efecto de la Densidad de Población sobre la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) de los Genotipos H-137E, H-30 y V-105 -----	109
Figura 19.- Peso Seco (PS), Índice de Area Foliar (IAF), Tasa de Asimilación Neta (TAN) de los genotipos H-30, H-137E, V-105, H-28, VS-22 y YECHE, bajo la misma Fórmula de Producción 100-60-30 (65) -----	112
Cuadro 22.- Valores de Peso Seco, Area Foliar y Parámetros de	

Crecimiento de seis genotipos de Maíz bajo diferentes

Fórmulas de Producción.----- 130

RESUMEN

Con la finalidad de determinar los componentes de rendimiento y los parámetros de crecimiento que permiten la mayor eficiencia de rendimiento de grano de maíz, así como el efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y densidad de siembra tienen sobre la expresión de dichos componentes y parámetros, se estableció un experimento en el Municipio de Calimaya en la región del valle de Toluca, en el Estado de México. El material genético que se utilizó incluye a las variedades mejoradas V-105 y Santiago Yeche, a la variedad sintética VS-22 y a los híbridos H-137E, H-28, H-30 y su progenitor cruza simple hembra. Se manejaron niveles de 80 a 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno, de fósforo de 30 a 120 kg ha⁻¹, de potasio de 10 a 120 y densidades de población de 50 mil a 75 mil plantas ha⁻¹. Con los niveles de fertilización, densidad de población y los genotipos antes mencionados, se generaron 32 tratamientos que se establecieron en un diseño bloques al azar con tres repeticiones, cuantificándose rendimiento de grano y sus componentes, así como los parámetros de crecimiento índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC).

Se realizaron análisis de varianza y prueba de rango múltiple de Duncan para el rendimiento y sus componentes; así mismo se hizo un análisis de regresión lineal múltiple Stepwise con dichos componentes y un análisis de los parámetros de crecimiento.

De los resultados más sobresalientes destacan los siguientes:

Bajo la misma fórmula de producción (100-60-30(65)), el híbrido H-28 presenta el más alto rendimiento (5.7 ton. ha⁻¹) como respuesta a sus buenas características agronómicas y componentes de rendimiento número de hileras por mazorca (NHMZ), número de granos por mazorca (NGMZ), peso de la mazorca (PMZ) y peso de grano de mazorca (PG). La mayor eficiencia de acumulación de materia seca de los genotipos VS-22 y H-

137E, se asoció con altos valores de índice de área foliar (IAF) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC). Los materiales "Yeche" y V-105 fueron los más susceptibles al acame lo que confirió una mayor frecuencia de plantas jorras, manifestándose con ello rendimientos de 3.9 y 3.4 ton. ha⁻¹ respectivamente.

Existe un efecto positivo con el nivel de 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno sobre el rendimiento de los genotipos H-137E y V-105, alcanzando hasta 6.9 y 4.6 ton ha⁻¹ como respuesta al incremento de los componentes peso de la mazorca (PMZ), peso de grano de la mazorca (PG), así como de los parámetros índice de área foliar (IAF) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC). En el híbrido H-30 el efecto de ésta dosis fué negativa pues incrementó 53 por ciento el acame, redujo la tasa de asimilación neta (TAN) y los componentes número de hileras por mazorca (NHMZ), número de granos por mazorca (NGMz), peso de la mazorca (PMZ) y peso de grano de la mazorca (PG).

Niveles de fósforo de 90 kg ha⁻¹ incrementaron a 6.1 y 5.4 ton ha⁻¹ los rendimientos de los híbridos H-137E y H-30 respectivamente, como respuesta del aumento de la tasa de asimilación neta (TAN) y los componentes número de granos por mazorca (NGMZ), peso de mazorca (PMZ) y peso de grano de la mazorca (PG).

El potasio no mostró efecto relevante en el rendimiento de grano y sus componentes, ni en los parámetros de crecimiento a niveles de 30 y 90 kg ha⁻¹. La mejor respuesta se obtuvo sin aplicar este elemento en donde se alcanzaron 6.9 ton. ha⁻¹ para H-137E, 4.9 para V-105 y 4.7 para H-30.

Se presentó un efecto positivo de 75 mil plantas ha⁻¹ en el rendimiento del híbrido H-137E como respuesta del incremento de sus componentes número de granos por mazorca (NGMZ), peso de la mazorca (PMZ), peso de grano de la mazorca (PG), peso de 100 granos (P100G) y los parámetros índice de área foliar (IAF) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC). Bajo la misma densidad, se redujeron los componentes longitud de

mazorca (LMZ) y diámetro de mazorca (DMZ) de los genotipos H-30 y V-105, se incrementó el acame de 10.9 a 13.3 porciento y el peso de grano se abatió hasta 3.3 y 3.0 ton. ha⁻¹ respectivamente.

En general los componentes que mayor relevancia mostraron en los más altos rendimientos, fueron el peso de la mazorca (PMZ), peso de grano de la mazorca (PG), peso de 100 granos (P100G), así como los parámetros índice de área foliar (IAF) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC).

I INTRODUCCION

Muchos estudios se han realizado en torno a la producción y rendimiento del cultivo del maíz, habitualmente enfocados a evaluar el comportamiento de las plantas bajo la influencia de diferentes prácticas de cultivo, de las cuales, la densidad de población y fertilización del suelo son las de manejo más frecuentes.

Generalmente la investigación sobre factores que determinan la producción, se ha orientado al conocimiento del efecto que dichos factores tienen sobre el rendimiento de grano y muy poco sobre el comportamiento de los componentes morfológicos y fisiológicos que también lo determinan.

Ocasionalmente estos estudios presentan ciertas limitaciones, ya que la evaluación de las prácticas de cultivo en base al rendimiento no siempre es el mejor criterio para elegir una fórmula de producción para una variedad, debido a que el rendimiento es un carácter complejo y su expresión depende de muchos procesos fisiológicos y componentes morfológicos, que el genotipo expresa en su interacción con el ambiente.

Las técnicas del análisis de crecimiento de plantas que se vienen utilizando en los últimos años, aportan una contribución substancial a la corriente de los conceptos de fisiología aplicada, los cuales permiten inferir sobre las estructuras y procesos que determinan el rendimiento de los cultivos, mediante el patrón de distribución de la materia seca que los genotipos presentan.

Específicamente, en el Estado de México diferentes instituciones de investigación han realizado estudios para determinar fórmulas de producción para el cultivo de maíz de las diferentes regiones, no obstante las fórmulas de producción que empíricamente han

definido los agricultores, lo cual ha ocasionado la existencia de varias fórmulas en cuanto a la disposición de nitrógeno, fósforo, potasio y densidad de siembra para cultivar maíz en una misma región.

Bajo estas circunstancias, resulta conveniente hacer una evaluación de las fórmulas de producción para el cultivo de maíz de una región específica; en base a parámetros que nos den información para lograr una mayor productividad.

Con el propósito de evaluar el comportamiento del cultivo de maíz bajo diferentes fórmulas de producción, en base a la metodología de análisis de crecimiento y de los componentes de rendimiento, se establecen los siguientes objetivos:

1. Conocer el comportamiento de los componentes de rendimiento y de los parámetros de crecimiento bajo la influencia de diferentes fórmulas de producción y su relación con el rendimiento de grano.
2. Considerando la fórmula que permite el mayor rendimiento, determinar los parámetros de crecimiento y componentes de rendimiento que permiten al maíz criollo y al híbrido dicha eficiencia.
3. De los factores de producción, determinar cual contribuye a la máxima expresión de la magnitud de los componentes de rendimiento y parámetros de crecimiento.

Las hipótesis consideradas para este experimento son:

1. Los genotipos estudiados presentarán diferencias en la magnitud de sus componentes de rendimiento y de los parámetros de crecimiento bajo la influencia de la misma fórmula de producción.

2. De las fórmulas de producción, la densidad de siembra es el principal factor que modifica la expresión de la magnitud de los componentes de rendimiento y de los parámetros de crecimiento.

II REVISION DE LITERATURA

2.1. Crecimiento y Desarrollo

La definición del concepto de crecimiento ha sido un tema muy controvertido dentro del campo de la biología, y es una de tantas definiciones la que apunta que "crecimiento es el aumento irreversible en tamaño, el cual va acompañado comúnmente pero no necesariamente de un aumento en el peso seco y en la magnitud del protoplasma, involucrando la división y alargamiento celular por lo cual teóricamente es cuantificable" Grajales, (1982). El mismo autor considera al desarrollo o diferenciación celular como un proceso gradual que toma tiempo para realizarse totalmente; va acompañado por un aumento de tamaño y peso e involucra la aparición de nuevas funciones y estructuras, caracterizándose por cambios en la velocidad de crecimiento tanto temporal como espacial que eventualmente disminuye o cesa cuando se alcanzan las dimensiones maduras.

Para fines prácticos en la investigación agrícola, el ciclo de las plantas se divide de acuerdo a su desarrollo en etapas en las cuales el efecto de los diferentes factores ambientales es más o menos marcado.

Tanaka y Yamaguchi (1977), dividen el ciclo del maíz en las cuatro fases siguientes: a) Fase vegetativa, en la que se llevan a cabo los siguientes eventos: brotan las hojas y posteriormente se desarrollan en posición acrópeta. La producción de materia seca es lenta. Esta fase termina al iniciarse, ya sea la diferenciación de los órganos reproductivos o la elongación de los entrenudos o bien ambas cosas. b) Fase vegetativa activa en la cual se desarrollan las hojas, el culmo y el primordio de los órganos reproductivos y culmina con la emisión de los estigmas. c) Fase inicial de llenado de grano: donde el peso de las hojas y del culmo siguen incrementándose a una velocidad menor; continúa un aumento

en el peso de las espatas y del raquis, incrementándose lentamente el peso del grano. Pudiendo considerarse como una fase transitoria entre la vegetativa y la de llenado de grano. d) Fase activa de llenado de grano; en la que se presenta un rápido incremento en el peso de los granos que va acompañado por un abatimiento ligero del peso de las hojas, culmo, espatas y raquis.

2.2 Componentes de Rendimiento

De acuerdo a las definiciones que existen de componentes de rendimiento, se puede considerar en forma general a estos como todos aquellos caracteres morfológicos y procesos fisiológicos de la planta que se pueden identificar y que regulan la producción final de grano.

Los componentes de rendimiento se dividen para su estudio en morfológicos y fisiológicos. Los morfológicos son aquellos que se relacionan con los órganos aéreos y subterráneos de la planta, mientras que los fisiológicos son aquellos procesos que determinan la producción primaria.

Dentro de los componentes morfológicos del maíz más estudiados se encuentran: altura de planta, peso de la planta (ya sea fresco o seco), número y tamaño de las hojas, rendimiento de grano por planta, área foliar por planta, peso y dimensiones de la mazorca así como el número de hileras y de granos, (Leng, 1954).

Para Evans (1976), los principales componentes fisiológicos son: tasa de crecimiento del cultivo (TCC), utilización de la luz, intercambio neto de CO₂ y como subcomponentes movilización y distribución de fotosintatos, respiración oscura, fotorespiración y actividad enzimática.

Suresh y Kanna (1975) consideran los siguientes componentes fisiológicos: a) Producción de materia seca, de la cual los subcomponentes son el área foliar y tasa de fotosíntesis neta o tasa de asimilación neta (TAN); b) Tasa de fotosíntesis, cuyos subcomponentes son el intercambio gaseoso que está relacionado con la frecuencia de estomas y la tasa de difusión, la carboxilación, la fosforilación y la fotorespiración; c) El crecimiento de la raíz y la absorción de nutrientes por unidad de peso.

Los componentes de rendimiento pueden ser modificados genéticamente o alterando las condiciones ambientales en donde se desarrolla el cultivo, así mismo ambas cosas pueden conjuntarse favorablemente para obtener las mejores dimensiones de los componentes morfológicos y la mayor eficiencia de los componentes fisiológicos.

2.3. Análisis de Crecimiento

El análisis de crecimiento de un cultivo se utiliza para cuantificar los efectos simultáneos de los factores ambientales que influyen en la eficiencia de la utilización de la luz y por lo tanto en la producción de materia seca (Charles-Edwards 1982).

Existen dos enfoques en el análisis de crecimiento, el clásico y el funcional; en el primero no se ocupan curvas ajustadas por regresión para calcular los parámetros de crecimiento, aunque pueden ajustarse estadísticamente los datos de peso seco y área foliar; mientras que el segundo emplea curvas de regresión. Así mismo, se señala que los dos enfoques no son mutuamente excluyentes pues si el tiempo y el espacio no representan problema, los muestreos pueden ser de tamaño grande y frecuente, sin

embargo como esto no es lo más común se requiere en el esquema seguido se haga un uso más eficiente de los recursos disponibles (Hunt, citado por Ramírez, 1985).

De lo anterior se desprende que en la mayoría de los casos el investigador deberá decidir cual enfoque tomar y esta decisión influirá en el diseño y la ejecución del experimento.

Evans, citado por Ramírez (1985), señala algunas dificultades que son causa de variabilidad en los análisis de crecimiento como son: diferencias en la constitución genética de la población, diferencias en el ambiente de muestreo a muestreo, diferencias en estructura y función que existe en el cuerpo de la planta entre muestreos y por último la imposibilidad de realizar una serie de observaciones de una característica particular en una misma planta durante todo el ciclo sin destruirla, lo que ocasiona que los problemas de variabilidad se agraven.

2.4. Parámetros de Análisis de Crecimiento

Dado que en las plantas, la productividad primaria depende inicialmente de la fotosíntesis y ésta del medio por la cual la energía solar es transformada a energía química, entonces la producción estará determinada por la fracción de luz interceptada y la superficie de intercepción (Loomis et al., 1968). Por lo anterior las variables que se requieren para realizar un análisis de crecimiento son el peso seco o materia seca producida en un intervalo de tiempo y el área fotosintética de los limbos de las hojas (Wallace et al., 1972).

El empleo del área foliar de los limbos como término de referencia es poco arbitrario, ya que a pesar de que en otros órganos se realizan fotosíntesis, es en las hojas donde se llevan a cabo la mayor actividad fotosintética (Williams et al., 1965).

Así mismo la utilización de la biomasa aérea como el peso seco de referencia de la planta, es conveniente por la dificultad que representa la extracción completa de la planta en el campo sin que se destruya la raíz, sobre todo en las etapas finales de la misma (Watson, 1952).

Considerando las variables anteriores se pueden estimar los siguientes parámetros de crecimiento:

Tasa de Asimilación Neta (TAN)

Se define como el incremento en peso seco total por unidad de área foliar por unidad de tiempo, la cual es un parámetro de medición de la actividad del área foliar fotosintética de la planta. Evans (1972), señala que en trabajos publicados por Gregory en 1926, éste incorpora el término de TAN siendo un sinónimo del término "Tasa de unidad foliar" dado por Briggs *et. al.*, en 1917, cuando estudiaba el incremento de materia seca por unidad de área foliar a través del ciclo del maíz.

Existen varias ecuaciones para calcular la TAN, siendo la fórmula propuesta por Briggs *et al.*, citado por Evans (1972), la más utilizada para los trabajos de análisis de crecimiento y tiene la siguiente expresión:

$$TAN = (PS_2 - PS_1 / AF_2 - AF_1) (\text{Log}_e AF_2 - \text{Log}_e AF_1 / t_2 - t_1)$$

En donde PS_1 es el peso seco presente en el tiempo inicial t_1 ; PS_2 es el peso seco presente en el tiempo final t_2 ; $\text{Log}_e AF_1$ es el logaritmo natural del área foliar AF_1 presente en t_1 y $\text{Log}_e AF_2$ es el logaritmo natural del área foliar AF_2 presente en t_2 .

Esta ecuación ha sido muy utilizada en los trabajos clásicos de análisis de crecimiento, sin embargo algunos investigadores han analizado su comportamiento matemático más a fondo y han propuesto algunas modificaciones. Al respecto, Watson, citado por Ramírez (1985), menciona que la expresión de la TAN da una estimación precisa del valor promedio, solamente si la relación entre el peso seco (PS) y el área foliar (AF) es lineal en el intervalo de tiempo de t_1 a t_2 ; señalando que para intervalos cortos de tiempo (de una a dos semanas) ésta condición se satisface y los errores son insignificantes, por lo menos para experimentos de campo.

Las estimaciones hechas de la TAN por éste método para intervalos de muestreos mayores pueden tener sesgos serios, positivos o negativos, dependiendo de la dirección en la cual se desvíen de la linealidad la relación entre el PS y el AF.

Índice de Área Foliar (IAF)

Watson, citado por Ramírez (1985), considera que la medida que es relevante desde el punto de vista de la producción agrícola, es el área foliar (AF) por unidad de área de terreno (S) y propuso que se llamara Índice de Área Foliar, siendo calculada por la fórmula siguiente:

$$\text{IAF} = \text{AF} / \text{S}$$

El IAF es un parámetro fácil de determinar en los cultivos y está dado en relación al espacio que ocupa con el área foliar que tiene, por lo que se necesita conocer la superficie que ocupan las plantas (S) y el área foliar de éstas (AF).

Tasa de Crecimiento del cultivo (TCC).

$$= (1/S) (PS_2 - PS_1 / t_2 - t_1)$$

el peso seco obtenido al tiempo inicial t_1 ; PS_2 es el peso seco obtenido
a t_2 y S es el valor de la superficie que ocupan las plantas de acuerdo a la
distribución.

se utiliza cuando las comparaciones de la TCC se hacen en tratamientos
donde la densidad de población no es uniforme.

Índice de Crecimiento (TRC)

se define como la materia seca acumulada por unidad de peso en la planta por
unidad de tiempo y generalmente se utiliza para medir la eficiencia de una estación de
crecimiento. Este parámetro fué propuesto por Blackman en 1919 citado por Ramírez
y en el principio de la tasa de interés compuesto, de esta forma la TRC
representa el crecimiento en peso seco por unidad de peso seco presente por unidad de
tiempo. El método para el cálculo de la TRC fué propuesta por Fisher en 1921 y se
define de la siguiente manera:

$$TRC = (\log_e PS_2 - \log_e PS_1) / t_2 - t_1$$

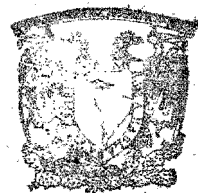
En donde $\text{Log}_e \text{PS}_1$ es el logaritmo natural del peso seco PS_1 presente en el tiempo inicial t_1 y $\text{Log}_e \text{PS}_2$ es el logaritmo natural del peso seco PS_2 presente en el tiempo final t_2 .

En opinión de Hunt (1982), la TRC provee una integración conveniente del rendimiento combinado de varias partes de la planta y es especialmente útil cuando se requiere comparar especies y diferencias en tratamientos sobre una base uniforme, pero el cálculo a nivel de planta total, no dice nada de los procesos causales del rendimiento final. Un paso adicional en ésta dirección, es examinar otras formas de valorar el crecimiento de las plantas, esto es calcular la TRC para cada uno de los subcomponentes de la planta como raíz, tallos, hojas, etc. Estas subdivisiones pueden ser convencionales y el cálculo de la TRC se realiza de forma similar a como se efectúa en la planta total.

2.5 Influencia de la Densidad de Población sobre los Componentes de Rendimiento y Parámetros de Crecimiento.

Las prácticas de cultivo permiten un adecuado desarrollo de las plantas, manifestando estructuras y funciones acordes al medio en el cual se establecen. El comportamiento del rendimiento de un cultivo se da como respuesta a las diferentes prácticas agronómicas y a la constitución genética de las plantas, siendo las primeras, la forma más inmediata de modificar los componentes del rendimiento y en donde la densidad de población, es una de las principales que influye directamente en la magnitud de dichos componentes.

Se ha observado que al incrementar la densidad de población en el cultivo de maíz, generalmente disminuyen todos los componentes de rendimiento de las plantas (Duncan, 1975).



Collins (1965), observó que cuando se aumentaban las densidades de siembra en maíz, se reducían significativamente el desarrollo y crecimiento de varios componentes como altura de planta, altura de inserción de la mazorca, número de mazorcas por planta, longitud y ancho de las hojas, peso de la mazorca y peso de grano por planta; así mismo se incrementa el número de plantas sin mazorca.

Otras respuestas de las plantas sometidas a altas densidades fueron reportados en investigaciones posteriores; aumento de la materia seca por m^2 (Nosberger, 1972; Genter y Camper, 1973; Dueñas *et al.*, 1971; Bhosale y Khuspe, 1973; Genter y Camper, 1973; Tanaka y Yamaguchi, 1977); disminución en el número de mazorcas por planta (Downey, 1973; El Lakani y Russell, 1977; Cross, Prior y Roussel, citados por Ramírez, 1985; Tanaka y Yamaguchi, 1977); disminución en la producción de granos por hectárea y peso de grano (Downey, 1973; Tanaka y Yamaguchi, 1977).

El Lakani y Russell (1977), probando las densidades de población 31000, 40 800 y 59 500 plantas por hectárea, observaron que en baja densidad, los componentes altura de planta y de mazorca correlacionaron con el rendimiento; en alta densidad correlacionaron significativamente los componentes altura de planta, altura de mazorca, número de mazorcas por planta, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, profundidad de grano, porcentaje de diseminación de polen y número de granos por planta, mientras que el peso de 300 granos y fecha de floración femenina y masculina, no estuvieron correlacionados con el rendimiento.

Aguila *et al.*, (1971), reportan máximos rendimientos de grano de maíz a 60 mil plantas por hectárea, arriba de la cual se observa una disminución en el ancho de las hojas, menor rendimiento de mazorca por planta, retraso en la floración y polinización, mayor porcentaje

de acame, además de la reducción en el diámetro del tallo y de la mazorca, así como en la longitud de la misma.

Respecto a la floración, Early *et al.*, (1966) y Alvarado (1977), concuerdan en que el porcentaje de esterilidad de las plantas sometidas a altas densidades de población, se debe a la diferencia en la época de floraciones femenina y masculina, es decir al alargamiento entre la dehiscencia de las anteras y la aparición de los estigmas, lo que no permite que se efectúe la polinización y por lo tanto la formación de grano.

Hoyt y Bradfield (1962), señalan que en altas poblaciones los rendimientos de maíz dejan de aumentar en proporción al número de plantas, debido a la competencia por los nutrientes y la humedad del suelo, además de cambios en otros factores como son la reducción de la intensidad de la luz en las hojas inferiores de la planta.

Núñez y Kamprath (1969), consignan que en altas densidades la competencia entre las plantas aumenta, reduciéndose el área foliar por planta, considerando además que los factores de mayor limitación al rendimiento en todo el ciclo del maíz, son la aparición del área foliar, su forma de desplegarse y su absorción de CO_2 .

Hanway (1962), en base a sus resultados, señala que los altos rendimientos de grano están asociados al desarrollo del área foliar en la fase final del período vegetativo, debiendo ser abundante y activa mientras se forma el grano, lo cual depende del genotipo, de las prácticas de cultivo y de las condiciones del ambiente.

Dale *et al.*, (1980), indican que el crecimiento y duración del área foliar activa en un cultivo, así como la geometría del dosel, son determinantes en el porcentaje de incidencia

de luz solar interceptada, influenciando entonces la fotosíntesis, evapotranspiración y rendimiento final. Estos investigadores opinan que el IAF tiene un gran incremento durante las primeras etapas del crecimiento, sin embargo decae al llegar a un máximo que ocurre cuando se tiene el 50% de floración femenina.

La relación del rendimiento con la densidad de población fué estudiada por Donald y Hamblin (1976), señalando que el rendimiento biológico se incrementa con el empleo de altas densidades, pues se observa una leve intercepción de luz más temprana y una competencia por ella más intensa, lo que provoca una disminución del porciento de hijos, producción de mazorcas, número de granos por mazorca y tamaño de grano. Los mismos autores mencionan que el rendimiento de grano depende de la explotación efectiva de la fotosíntesis alcanzando sus valores máximos de rendimiento al decaer la densidad.

Prine y Schroder (1964) consideran que a medida que se incrementa la densidad de población, la producción de grano por planta se reduce, sin embargo la producción total de grano por unidad de superficie, se incrementa por la compensación del gran número de plantas.

Al analizar los parámetros de crecimiento en función de la densidad, se ha encontrado que cuando se incrementa la población el IAF aumenta (Williams et al., 1968), obteniéndose con ello altas tasas de crecimiento del cultivo. Los autores mencionan que la producción de grano se correlacionó con la TCC arriba de una densidad óptima, pero luego llegó a estar asociada negativamente a la densidad; señalan además que al IAF en altas densidades fué mucho más elevado que el óptimo para un máximo rendimiento.

Hunter *et al.*, (1970), estudiando cinco híbridos en poblaciones de 48, 62 y 72 mil plantas por hectárea, observaron que el rendimiento de grano aumentó conforme se incrementó la

población; asimismo el IAF aumentó con el incremento de la densidad de población y la disminución del ancho de surco. Por su parte Nuñez y Camprath (1969), observaron un pequeño decremento del rendimiento de grano cuando se pasó de 50 a 69 mil plantas por hectárea; además señalan que el rendimiento de grano se incrementa linealmente con el aumento del IAF, obteniéndose el máximo a un valor de IAF de 3.5, arriba del cual permanece constante.

Eik y Hanway (1966) señalan que el rendimiento de grano tiende a ser directamente proporcional al IAF al tiempo de floración femenina y bajo el período de llenado de grano, no cumpliéndose esto cuando se dan valores de IAF mayores de 3.3.

Blackman y Black, (citados por Huerta 1969), mencionan que existe un IAF óptimo para la fijación de CO_2 que varía de acuerdo con la especie y la intensidad de luz; por otra parte indican que la producción de materia seca depende de la velocidad de crecimiento y del período en que el IAF permanente activa.

Buttery (1970), trabajando con maíz y soya, observó que la TRC y la TAN se incrementaron con el aumento de la densidad de población, mientras que la TCC y la RAF decrecieron. Este investigador demostró que los efectos adversos del autosombreo con el incremento del IAF, son más pronunciados en maíz que en soya.

Considerando a la TAN como una medida indirecta de la fotosíntesis, una disminución en el porcentaje de iluminación en los estratos bajos del dosel por incremento de la densidad, ocasiona una reducción de la TAN (Fisher y Wilson; Elias *et al.*; Gerakis y Papacosta-Tasapoulou citados por Ramírez, 1985), por lo que los investigadores han señalado que la TAN disminuye conforme se incrementa el IAF.

2.6. Influencia del Genotipo sobre los Componentes del Rendimiento y Parámetros de Crecimiento.

Los trabajos de selección en programas de mejoramiento genético de los cultivos, han tomado un nuevo enfoque con la realización del análisis de crecimiento para evaluar las características de un genotipo en base a sus componentes y parámetros de crecimiento, que reflejan la eficiencia de la transformación de energía radiante a energía química.

El rendimiento se ha considerado como un carácter controlado por genes cuantitativos, es decir está influenciado de muchos genes de efectos pequeños e individuales que fenotípicamente se considera como un carácter único. Sin embargo, el rendimiento es un carácter complejo que depende de la interacción de varias componentes fisiológicas, en especial de aquellas que más lo limitan y que varían su expresión de acuerdo con el genotipo (Wallace, citado por Osuna 1980).

El control genético del rendimiento es indirecto y se ejerce a través del control de los componentes fisiológicos, los cuales interaccionan para dar el rendimiento económico.

La eficiencia de un genotipo se puede evaluar mediante los parámetros de crecimiento que generalmente, pero no necesariamente expresan el rendimiento económico.

Tanaka y Yamaguchi (1977), demostraron que el factor que controla la diferencia varietal en la aptitud para el rendimiento, es el número de granos por unidad de superficie sembrada, ya que éste determina el peso del grano, pero a su vez depende del número de granos por hilera, hileras por mazorca y número de mazorcas por planta. De estos últimos, el número de hileras no es un carácter fácilmente afectado por las condiciones del cultivo y está en función del diámetro del olote y ancho del grano, mientras que el número

de granos por hilera disminuye a medida que bajan los niveles de nitrógeno y espacio entre plantas.

Duncan (1975) señala que el número de hileras por mazorca es un carácter genético no muy afectado por las condiciones del cultivo.

Genter y Camper (1973), probando el efecto de densidad de población en híbridos de maíz, observaron diferencias significativas entre los componentes de rendimiento de los híbridos solamente cuando se sometieron a densidades de población altas.

Giesbrecht (1969), trabajando con las densidades de población de 30, 45, 60 y 70 mil plantas por hectáreas, cuatro distancias entre surcos y cuatro híbridos de maíz, encontró que la distancia entre surcos no afectó el rendimiento del grano, pero los aumentos en la población produjeron un incremento sustancial de éste, mientras que la respuesta de las variedades a los aumentos de la población fué diferencial. Los híbridos tardíos y de mayor altura fueron los mejor adaptados a la competencia en altas densidades de población.

Daynard *et al.*, (1971) informan que en el cultivo de maíz, el 80% de las diferencias en rendimiento entre tres híbridos se explicaron por variaciones en la duración efectiva del período de llenado de grano, duración que se define como el rendimiento final dividido entre el promedio de la tasa de acumulación en el grano durante el período de formación del mismo. Estos autores señalan que puede aumentarse el rendimiento de grano extendiendo el período efectivo de llenado de grano.

Por su parte Mock y Pearce (1975) señalan que el período de llenado de grano del ideotipo de maíz debiera de ser tan largo como sea prácticamente posible, es decir lo

suficientemente largo para permitir una máxima producción y almacenamiento de materia seca, pero no tan largo que ocurra la muerte de la hoja antes de la madurez fisiológica.

Gerakis y Papacosta-Tasapoulou (citado por Ramírez 1985), estudiaron la relación que guarda la precocidad con la TAN y encontraron que el genotipo de maíz precoz tuvo valores más altos de TAN que el tardío, pero esta diferencia no se reflejó en una mayor producción de materia seca del genotipo precoz debido a su ciclo reducido para explotar la radiación solar.

Duncan (1980) menciona que para alcanzar una masa foliar eficiente, es necesario tener en cuenta la densidad de siembra y la distribución adecuada de las plantas sobre el terreno. El genotipo afecta a ambas variables pues aquellos genotipos que producen menos área foliar por planta, requieren más plantas por hectárea, mientras que los que presentan menor altura necesitan hileras más angostas para lograr una intercepción eficiente de la luz.

Se ha determinado que los genotipos con alto rendimiento biológico y económico por unidad de superficie, se encuentran asociados con altos valores de IAF (Wallace *et al.*, y Hunter, citados por Ramírez 1985), aunque esto no significa que sean los que tienen la mayor eficiencia del área foliar para producir materia seca, pues el IAF depende de las diferencias en área foliar por planta y densidad de población (Watson, citado por Ramírez 1985). El mismo autor concluye que la variación en la producción de materia seca en cuatro especies anuales sembradas bajo las mismas condiciones, así como entre variedades de la misma especie, entre años y tratamientos de fertilización, fueron debidos principalmente a variaciones en el área foliar y las variaciones en la TAN fueron de menor importancia.

Golsdworthy y Colegrove (1974), probando cinco variedades mexicanas de maíz para Valles Altos y con diferentes densidades de población, encontraron que la acumulación de peso seco total del cultivo dependió de la duración del ciclo de crecimiento y de la TCC.

En todas las variedades la TCC se incrementó a un máximo al tiempo de la emisión de los estigmas, declinando posteriormente. Para las variedades precoces, la máxima TCC se alcanzó entre los 120 y 140 días, mientras que para las tardías ocurrió de 140 a 170 días después de la siembra.

Los mismos investigadores señalan que la caída apresurada de la TCC después de la floración, está relacionada con la simultánea y rápida caída del área foliar y la TAN, por lo que la producción de materia seca después de la floración femenina depende de la cantidad y duración del área foliar en éste período.

2.7. Influencia de la Fertilización sobre los Componentes de Rendimiento y Parámetros de Crecimiento.

La utilización de fertilizantes trajo como consecuencia su uso indiscriminado por parte de los agricultores y la necesidad del empleo racional, por lo que en décadas pasadas se iniciaron estudios para conocer la respuesta del maíz a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio.

Varios estudios han mostrado qué prácticas de cultivo como densidad de población y fertilización del suelo, tienen un efecto relevante en los parámetros de crecimiento (Elías *et al.*, 1979) y componentes de rendimiento (Tanaka y Yamaguchi, 1977), haciéndose más complejo cuando existe una aplicación combinada de estos factores.

La influencia de las labores de cultivo se presenta en forma directa e indirecta, pues se han encontrado fuertes relaciones entre algunos parámetros de crecimiento así como entre componentes de rendimiento. Goldsworthy y Colegrove (1974), encontraron que el rendimiento biológico está fuertemente relacionado con la duración del área foliar; por su parte Williams *et al.*, (1965); Buttery, (1972); Elías *et al.*, (1979); y Allison, (1971), trabajando separadamente observaron relación entre el índice de área foliar y tasa de asimilación neta así como entre el índice de área foliar y la tasa de crecimiento del cultivo.

Estrella (1973), encontró que el cultivo de maíz bajo las condiciones de México, responde a las aplicaciones de nitrógeno en un 90 por ciento, a las aplicaciones de fósforo en un 40 por ciento y ocasionalmente al potasio. Finalmente menciona que la magnitud de la respuesta está influenciada por las condiciones ecológicas particulares de los sitios, teniendo más influencia las condiciones climáticas que las edáficas.

López (1980), en estudios realizados con maíz concluye que las plantas aprovechan porcentualmente mayor cantidad de nitrógeno para el crecimiento en grosor que para el crecimiento en altura cuando éste es aportado a dosis bajas; indica además que el fósforo es otro de los nutrientes a considerar que el proceso para incrementar la productividad, sin embargo su efecto generalizado no fue significativo al aplicarlo mezclado con nitrógeno y altas dosis de potasio.

Leyva (1976), en experimentos en la parte centronorte del Edo. de México, observó que las aplicaciones de nitrógeno, potasio y fósforo incrementaron los rendimientos en baja y mediana proporción, concluyendo que la respuesta del potasio es significativa en el incremento del rendimiento de maíz.

Colwell (citado por Tirado 1974) encontró que las aplicaciones de nitrógeno y fósforo son importantes en los rendimientos, pues 32 kg de nitrógeno ha^{-1} incrementan en 0.87 las toneladas ha^{-1} , mientras que unos 65 kg ha^{-1} de fósforo aumentan en un 1.368 las toneladas ha^{-1} ; además el número de plantas jorras fué altamente reducido con las aplicaciones de estos dos elementos.

Aplicando diferentes dosis de nitrógeno y potasio en un cultivo de maíz, Baig y Hoff (1975) observaron que el nitrógeno incrementa el rendimiento y tiene un efecto significativo en el porcentaje de potasio en el grano, mientras que altas dosis de potasio no tienen influencia en la composición del grano y si los niveles de nitrógeno son bajos simultáneamente, la respuesta del rendimiento es negativa.

Hanway (1962), estudiando el comportamiento de maíz bajo distintos niveles de fertilidad del suelo (N,P,K), encuentra que los valores de acumulación de materia seca, área foliar y tasa de asimilación neta, se abaten conforme los niveles de fertilidad disminuyen. Sin embargo, indica que el comportamiento de la TAN es consecuencia del efecto que causan los niveles de fertilidad del suelo en el tamaño y composición del área foliar que a su vez está estrechamente relacionada con ésta.

Watson (1947) realizó un análisis de crecimiento para investigar las causas fisiológicas de la variación en el rendimiento de materia seca producida por la variación en la aplicación de nutrientes. Encontró que la aplicación de fertilizante nitrogenado incrementó la TAN; el fósforo incrementa el área foliar por planta en las etapas tempranas de crecimiento y el potasio en algunos casos llega a incrementar la TAN más que al AF, lo cual implica que el potasio tiene funciones especiales en relación a la fotosíntesis.

Williams (1946), observando el efecto de nitrógeno y fósforo sobre algunos parámetros de crecimiento, encontró que el efecto temprano del fósforo en la tasa relativa de crecimiento (TRC) es casi el mismo ante niveles altos y bajos de nitrógeno, pero el efecto tardío del nitrógeno es significativo solamente a altos niveles de fósforo; respecto a la TAN, señala que altos niveles de fósforo bajo cualquier condición del nitrógeno la abaten significativamente.

Donald y Hamblin (1976), indican que la aplicación de nitrógeno en los cereales intensifica el crecimiento vegetativo, lo cual comunmente ocasiona un incremento del rendimiento biológico combinado con un decremento del índice de cosecha y del rendimiento de grano, haciéndose más marcado este efecto cuando existen diferencias hídricas.

Buckman y Brady (1966), señalan que en el maíz, el nitrógeno puede retardar la maduración de grano, ya que favorece el crecimiento vegetativo y ésto puede debilitar el tallo favoreciendo el acame.

Jacob y Uex Hull (citados por Dueñas, 1977) mencionan que el crecimiento vegetativo se ve favorecido con la aplicación del nitrógeno el cual a su vez es más fácilmente absorbido con la presencia de fósforo. Por otro lado menciona que para aprovechar mejor el nitrógeno se debe de aplicar un tercio de la dosis en la siembra y el resto cuando la planta de maíz tenga formada la tercera o cuarta hoja.

Tanaka y Yamaguchi (1977) consignan una correlación positiva entre niveles de nitrógeno y rendimiento, y señalan que cuando este nutriente es limitante, se presenta un mayor porcentaje de plantas jorras siendo el efecto más marcado en genotipos que producen muchos hijos.

Meza (1974), observó que existe un incremento en el rendimiento de maíz de 146 kg por el aumento de cada 1000 plantas, mientras que la adición de un kg de nitrógeno, incrementa el rendimiento en 16 kg con 77.5% de probabilidad de que esto ocurra.

Núñez y Camprat (1969) muestran que el nitrógeno tiene un efecto marcado sobre el área foliar y específicamente determina la capacidad de ésta para producir grano, de ahí que el efecto del nitrógeno en la producción de grano sea de gran relevancia.

Elías *et al.*, (1979), trabajando con un híbrido de cruza doble de maíz, observaron que el efecto del nitrógeno en el rendimiento de grano, IAF, TAN, y TCC, fue poco significativa. Estos mismos autores mencionan que una combinación de altos valores de nitrógeno y densidad de población, tienen una influencia más notoria en el incremento del rendimiento biológico de IAF, pero a su vez provocan un decremento del rendimiento de grano y de la TAN. Esto último lo pudieron observar cuando obtuvieron el máximo rendimiento de grano a un valor de IAF de 4.74, el cual conforme aumentaba por efecto del nitrógeno y densidad de población, hacía más marcado el sombreo y disminuía la eficiencia fotosintética dando como consecuencia el abatimiento de la TAN y del rendimiento de grano.

Stevens y Krieg (1974), viendo el efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y componentes de rendimiento de cuatro híbridos de sorgo, observaron que hay una influencia significativa del nitrógeno en los componentes semillas por panoja y tamaño de semillas, mientras que el número de panojas no fue significativamente afectado. Finalmente señalan que al aumentar las dosis de nitrógeno, hay una respuesta curvilínea del rendimiento presentándose un abatimiento ocasionado por la reducción en el tamaño de la semilla y número de semillas por panoja.

Bejarano (1971) menciona que la dosis de nitrógeno influye linealmente en la altura de planta, diámetro de tallo, número de mazorcas por planta, peso de mazorca, área foliar, y longevidad de las hojas.

Tanaka y Yamaguchi (1977), señalan que la aplicación de nitrógeno es determinante en el comportamiento de componentes de rendimiento como número de granos por área sembrada y peso de 1000 granos, ya que éstas se incrementan con la aplicación de nitrógeno tanto en densidades de población altas como bajas.

Kang y Osiname (1979) observaron una respuesta significativa del rendimiento de maíz a la aplicación de fósforo y consideran que el suelo debe tener de 10 a 14 ppm de este elemento ya que por arriba de éste nivel, se presenta una depresión del zinc y se pueden generar efectos residuales para los siguientes ciclos afectando directamente con esto los rendimientos.

Balko y Krieg (1975), en sus estudios con híbridos de sorgo a diferentes niveles de nitrógeno, observaron que el número de semillas se incrementó en proporción al área foliar, la cual a su vez presenta valores más altos como respuesta a la aplicación de altas dosis de nitrógeno. También determinaron que el peso seco de las semillas fué inverso al número de semillas.

Donald y Hamblin (1976) indican que el abatimiento del rendimiento de grano en los cereales es causado por la reducción del tamaño y número de estos, así como al aumento en el porcentaje de plantas jorras que se dan en respuesta a las altas aplicaciones de nitrógeno. Finalmente observaron que la dosis mediana de nitrógeno ante bajas

condiciones de humedad, incrementan ligeramente el rendimiento el cual aumenta aún más cuando las aplicaciones de nitrógeno se dan bajo condiciones altas de humedad del suelo.

Resultados similares fueron obtenidos por Rahman (1985), cuando observó que la adición de nitrógeno incrementó significativamente el número y tamaño de grano así como el peso de 1000 semillas de arroz. Como consecuencia, el rendimiento de grano aumentó y considera que el componente número de granos es de mayor relevancia en el rendimiento.

Espinosa (1985), encontró que el rendimiento de grano por planta está determinado por el número de granos de la mazorca y por el peso y tamaño del grano; éste último depende de la duración del llenado de grano, de la tasa de acumulación de materia seca y de la disponibilidad de fotosintatos durante dichos períodos. Señala que la diferencia significativa del área foliar entre variedades, contribuyó a una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento de grano, teniendo mayor rendimiento aquella que obtuvo un menor IAF; sin embargo, los valores más altos de materia seca producida, correspondieron a los valores más altos de IAF, puesto que la materia seca es la resultante de la fotosíntesis realizada principalmente en las láminas foliares.

Jain (1971), realizó un estudio para determinar la contribución del tallo, lámina foliar y espiga en la producción de materia seca después de la floración masculina en el maíz. Observó que la espiga es el órgano de mayor eficiencia fotosintética relativa, seguida por la lámina foliar y el tallo; no obstante, la lámina foliar contribuyó en un 81 por ciento en la producción de materia seca, mientras que la espiga y tallo aportaron 15 y cuatro por ciento respectivamente.

Experimentos realizados por Patterson et al., (1977), señalan que un exceso de fósforo con relación a otros nutrientes, puede ser motivo de una maduración excesivamente precoz

en maíz, lo que puede ocasionar una disminución de los rendimientos puesto que el fósforo actúa principalmente sobre los componentes fisiológicos y su importancia está ligada a la acción del nitrógeno y otros elementos. Resultados similares fueron obtenidos por Tanaka y Yamaguchi (1977) al observar que la aplicación del fósforo aceleró la floración femenina especialmente a temperaturas bajas.

Lueking *et al.*, (1983), mencionan que el potasio en presencia del nitrógeno, tiene una acción indirecta en el cultivo del maíz, ya que influye en la absorción de otros nutrientes como Ca, Mg, Cu y P por ello, cuando el nitrógeno es limitante, se anula el efecto del potasio disminuyendo significativamente los rendimientos.

En resumen las investigaciones realizadas sobre la aplicación de fertilizantes en el cultivo del maíz, señalan una marcada respuesta en la producción de grano, como resultado del efecto sobre los componentes de rendimiento, aunado al manejo de la densidad de población y del genotipo.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Generalidades

3.1.1 Localización del experimento

El experimento se estableció en suelos de humedad residual bajo condiciones de temporal en el rancho "La Providencia" situado dentro del municipio de Calimaya, en el estado de México y con el manejo agrícola del propietario de la finca.

El lugar antes mencionado está ubicado dentro de la región fisiográfica del Valle de Toluca teniendo como coordenadas 19° 10' Lat. N y 99°35' Long. W y una altitud de 2700 msnm. (Figura 1).

3.1.2. Suelos

Los suelos de ésta región están clasificados como Feozem hálpico, los cuales se originaron a partir de diferentes materiales de formación mixta y edad reciente (aluvión, granito y materiales del Cenozoico). La profundidad es mayor de 120 cm., de color café grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, textura arcillosa, permeabilidad moderada, drenaje interno bueno y reacción ligeramente alcalina. No se observa pedregosidad ni rocosidad y el relieve es plano y con drenaje superficial bueno no advirtiéndose problemas de sales y/o de sodio. Actualmente estos suelos se utilizan para el cultivo de maíz y papa permitiendo una alta producción.

Desde el punto de vista de la retención y disponibilidad de humedad que los suelos de ésta región presentan, se puede definir a éstos terrenos como de "humedad residual", lo que significa presencia de humedad aprovechable para las siembras y crecimiento del cultivo

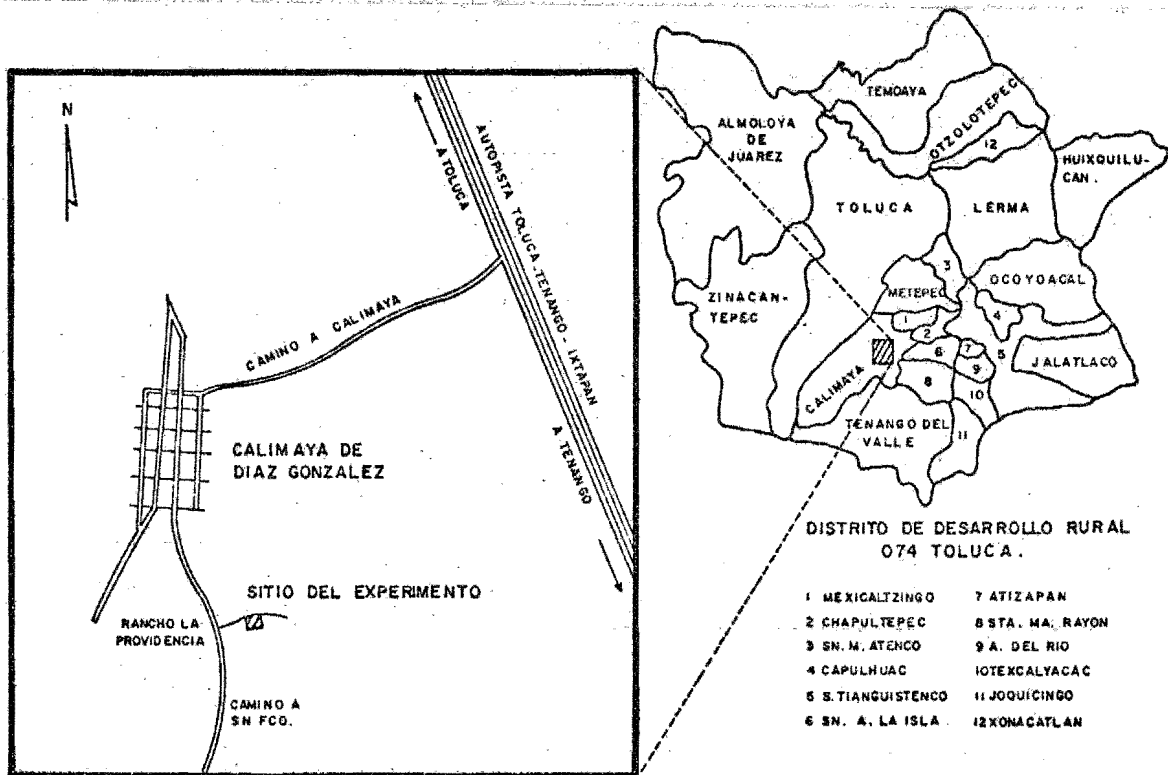


FIGURA I. UBICACION DEL EXPERIMENTO "FORMULAS DE PRODUCCION - GENOTIPOS DE MAIZ" EN CALIMAYA EDO. DE MEXICO.

aproximadamente 40 días antes de que comience la temporada de la lluvia. Esta cualidad de los terrenos, se logra gracias a una buena preparación del terreno barbechando y rastreando después de la cosecha, lo que permite arropar bien la humedad incidente de dicho período.

Cabe aclarar que el terreno que ocupó el experimento, fué cultivado con papa en el ciclo primavera-invierno 1984 y la fertilización aplicada al terreno correspondió a la fórmula 120-90-30.

3.1.3 Clima

En este lugar prevalece el clima $C(w_2)$ (w) de acuerdo a Köppen y que con la modificación de García (1978), corresponde a un clima templado subhúmedo o sea el más húmedo de los templados, ya que tiene un por ciento de lluvia invernal menor de cinco y una precipitación media anual entre 800 mm y 1000 mm, siendo la máxima incidencia de lluvia en el mes de julio con 150-180 mm. Por otra parte, tienen un período de sequía comprendido del mes de diciembre al de febrero con menos de 10 mm. Respecto a la temperatura, la media anual es de 12° a 14° C siendo mayo el mes más cálido con temperaturas entre 14° y 15° y enero el mes más frío con temperaturas de 11° a 12°C. Las heladas en Calimaya se presentan de octubre a marzo ocasionando daños en los cultivos con mediana intensidad, principalmente las heladas tempranas.

3.2 Fórmulas de Producción

3.2.1 Variedades

El material genético que se utilizó, incluye siete variedades de las cuales "Yeché" y V-105 son variedades mejoradas originarias del Valle de Toluca, mientras que los híbridos H-30 y su progenitor * H-30, H-137E, H-28 y la variedad sintética VS-22, fueron generados por el programa de maíz del Campo Agrícola Experimental Valle de México del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Estos genotipos son adecuados para cultivarse bajo condiciones de Valles Altos. En el cuadro 1 se exponen algunas características de cada uno de estos genotipos.

3.2.2 Fertilización

Se manejaron diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, utilizándose como fuentes de éstos elementos urea (46% de N), superfosfato de calcio triple (46% de P_2O_5) y cloruro de potasio (60% de K_2O).

En el caso de nitrógeno los niveles manejados fueron de 200, 150, 120, 90 y 80 $kg\ ha^{-1}$ además del testigo que es de 100; respecto al fósforo, los niveles fueron 120, 90 y 30 $kg\ ha^{-1}$ mientras que el testigo fué de 60; finalmente en potasio se utilizaron niveles de 120, 90, 0 y el testigo de 30 $kg\ ha^{-1}$.

La aplicación del fertilizante se realizó en forma fraccionada aplicándose en la siembra 1/3 del nitrógeno y todo el fósforo y potasio, mientras que el resto del nitrógeno fué suministrado en la segunda labor (60 días después de la emergencia), excepto en el tratamiento 29, en el cual la dosificación del fertilizante fué del 20% del N, todo el P_2O_5 y el K_2O a la siembra; el 40% del N en la segunda escorda y el resto al momento de la floración.

3.2.3 Densidad de población

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS GENOTIPOS ESTUDIADOS.

GENOTIPO	TIPO DE MAZORCA	AREA DE ADAPTACION	DIAS A FLORACION	DIAS A LA COSECHA	ALTURA DE PLANTA	CICLO
H-30 *	Cónico	Riego y temporal 2100-2300msnm	120	205	2.5 m	Intermedio
H-28 *	Cónico	Punta de riego y temporal 2200-2600msnm	128	210	2.0-2.5 m	Tardío
H-137E *	Chalqueño	Riego y buen temporal 2200-2600msnm	127	210	2.5 m	Tardío
Hembra H-30*	Cónico	Riego y temporal 2100-2300msnm	120	205	2.8 m	Intermedio
VS-22 *	Cónico	Humedad y temporal 2250-2500msnm	124	210	2.6 m	Tardío
V-105 **	Cónico	Temporal 2200-2600msnm	108	200	2.0 m	Intermedio
STGO. YECHE **	Chalqueño	Humedad residual y temporal 2200-2600msnm	127	200	2.8-3.1 m	Tardío

FUENTE: (*) Programa de mejoramiento genético de maíz del CAEVAMEX-INIA

(**)Depto. de investigación agrícola del CODAGEM.

CUADRO 2. FORMULAS DE PRODUCCION ESTUDIADAS. CALIMAYA, MEX. 1985.

TRATAMIENTO	Kg Ha ⁻¹			DP	GENOTIPO
	NITROGENO	POSFORO	POTASIO	mil plantas Ha ⁻¹	
1	100	60	30	65	H-30
2	100	60	30	65	H-137E
3	100	60	30	65	V-105
4	100	60	90	65	H-30
5	100	60	90	65	H-137E
6	100	60	90	65	V-105
7	150	60	30	65	H-30
8	150	60	30	65	H-137E
9	150	60	30	65	V-105
10	100	60	30	50	H-30
11	100	60	30	50	H-137E
12	100	60	30	50	V-105
13	80	60	30	65	H-30
14	80	60	30	65	H-137E
15	80	60	30	65	V-105
16	100	60	30	65	H-28
17	100	60	30	65	VS-22
18	100	60	30	65	Stgo.Yeche
19	100	60	30	75	H-30
20	100	60	30	75	H-137E
21	100	60	30	75	V-105
22	100	90	30	65	H-30
23	100	90	30	65	H-137E
24	100	90	30	65	V-105
25	100	60	00	65	H-30
26	100	60	00	65	H-137E
27	100	60	00	65	V-105
28	90	30	00	65	H-30
29	120	90	30	65	V-105 Op.INIA
30	120	90	30	65	V-105 Op.Agric
31	200	120	120	65	H-30
32	200	120	120	65	o H-30 +

Se probaron las densidades de población 75, 65 y 50 mil plantas/ ha, para lo cual fué necesario que en la siembra se depositaran al fondo del surco cuatro semillas por mata cada 50 cm. utilizando el método de cadenas marcadas, para asegurar una buena germinación y alta densidad de plantas y así posteriormente aclarar a las densidades convenidas.

Con las diferentes fórmulas de fertilización, genotipos y las densidades antes mencionadas, se conformaron las diferentes fórmulas de producción que se exponen en el Cuadro 2.

Conviene mencionar que las diferentes fórmulas de producción se generaron incrementando y reduciendo las proporciones de N, P, K y densidad de población respecto a la fórmula de producción óptima ya existente que se tomó como punto de partida. [100-60-30 (65)].

Las dosis de fertilizantes para cada uno de los tratamientos, se calculó y aplicó por surco para lograr con esto una mejor distribución del mismo y reducir el error experimental.

3.3 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, en donde cada parcela experimental abarcó una área de 40 m² repartida en cinco surcos de 10 m. de largo por 0.80 m. entre surco y surco.

3.4 Establecimiento del Experimento

Una vez delimitado el terreno para este experimento, se procedió a marcar las franjas de 10 m. correspondientes a cada bloque y de acuerdo a la distribución de los tratamientos, se procedió a fertilizar. Enseguida se realizó la siembra a "busca jugo" al mismo día (19 de marzo de 1985), depositando cuatro semillas por mata en el fondo del surco, apoyándose con la cadena de siembra previamente marcada a cada 50 cm. a lo largo de los 10 m. dejando un espacio de 1.5 m. como calle y continuar con otra línea de 10 cm. hasta completar los tres bloques.

3.5 Labores de cultivo

Como ya se mencionó, las labores del cultivo: 1a y 2a escarda, así como la aplicación de insecticida, fueron realizadas por el agricultor siguiendo la tecnología acostumbrada y solo para fines experimentales, el aclareo y la fertilización se hicieron por cuenta propia.

El aclareo se realizó el 30 de mayo para ajustar a las densidades convenidas cada una de las parcelas, estableciendo su disposición de la siguiente manera: para la densidad de 75 mil plantas ha^{-1} se dejaron tres plantas por mata; en la de 65 mil se alternaron matas de dos y tres; finalmente para las de 50 mil se dejaron únicamente dos plantas por mata.

3.6 Control de maleza y plagas

Las malas hierbas que se presentaron en los primeros 60 días del desarrollo del cultivo (calabacilla y acahual), se controlaron mediante escardas al igual que algunas plantas de papa que crecieron entre el maíz.

Las plagas gusano cogollero y gusano elotero que no tuvieron una incidencia significativa en las plantas, se combatieron a los 45 días después de la emergencia del cultivo aplicando

Dipterex (PS) 80% a razón de dos kilos en 200 litros de agua por hectárea. Se presentó una alta incidencia de pulgón en las etapas avanzadas del cultivo (tiempo de floración), el cual fué controlado con aplicaciones del mismo insecticida.

3.7 Muestreos y evaluación

Se llevaron a cabo siete muestreos tomándose de cada una de las parcelas cuatro plantas con competencia completa. Estos muestreos fueron cada mes y durante el primero se tomaron plantas de toda la parcela sirviendo esto para el aclareo mientras que en el segundo se consideraron los surcos uno, dos, cuatro y cinco tomando una planta por surco para no variar en mucho la densidad. En las cinco muestras restantes, solamente se extrajeron plantas del surco central de tal forma que al final éste quedo casi vacío. Las fechas de los muestreos se pueden observar en el Cuadro 3.

CUADRO 3. CALENDARIO DE MUESTREOS REALIZADOS PARA EFECTUAR EL ANALISIS DE CRECIMIENTO. CALIMAYA, MEX.

No. DE MUESTREO	DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA	FECHA
1	60	30 mayo
2	90	1° julio
3	120	1° agosto
4	150	1° octubre
5	180	1° octubre
6	210	30 octubre
7	230	21 noviembre

La evaluación de las plantas de cada uno de los muestreos se realizó en el Campo Agrícola Experimental Valle de México, situado en Chapingo, México, por lo que fué necesario transportar las plantas desde Calimaya en camionetas cubiertas para evitar al máximo su deshidratación. Se guardaron en cámaras frías (5°C) y se sacaban conforme se les medía el área foliar de cada limbo expandido mediante la fórmula propuesta por Montgomery (citado por Ramírez, 1985) y que se expresa de la siguiente manera:

$$AF = L \times A (0.75)$$

en donde L es el largo máximo de la hoja y A el ancho máximo, mientras que 0.75 es un valor experimental constante. Esto fué aplicado para todas aquellas hojas que se encontraban totalmente expandidas, y para las que no lo estaban al momento del muestreo o aquellas que presentaban alguna parte fotosintéticamente activa, se procedió a cuantificarlas mediante un integrador de área foliar marca Hayashi modelo 381, para lo cual fué necesario dibujar en papel la parte del limbo que estuviese fotosintéticamente activo siendo éste el que se introdujo al integrador.

Una vez determinada el área foliar, se procedió a obtener el peso seco total de la planta considerando para ello solamente la parte aérea de la misma. Cada planta se picó y puso en bolsas de papel grueso perforadas para colocarlas en una secadora a una temperatura de 80°C y por un tiempo suficiente hasta que alcanzaron un peso constante y así proceder a pesarlas. Cabe aclarar que en el caso de los dos últimos muestreos, las plantas correspondientes fueron secadas en cámaras con circulación de aire caliente (30°C) por lo que el secado se prolongó hasta por una semana.

Obtenidos los datos de peso seco y área foliar, se calcularon los siguientes parámetros de crecimiento:

1) Tasa de Asimilación Neta (TAN). Se calculó con la fórmula propuesta por Gregory, citado por Watson (1947) y que tiene la siguiente expresión:

$$TAN = (PS_2 - PS_1) (\log_e AF_2 - \log_e AF_1) / (AF_2 - AF_1) (t_2 - t_1)$$

en donde PS_1 es el peso seco presente en el tiempo inicial t_1 ; PS_2 es el peso seco presente en el tiempo final t_2 ; $\log_e AF_1$ es el logaritmo natural del área foliar AF_1 en t_1 ; y \log_e

AF_2 es el logaritmo natural del área foliar AF_2 en t_2 . Las unidades en que se midió fueron gramos (g) por decímetros cuadrados (dm^2) por día (d).

2) Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC)

Se estimó con la fórmula establecida por Hunt (1982) y que se expresa:

$$TCC = \frac{PS_2 - PS_1}{(t_2 - t_1)} (S)$$

en donde PS_1 es el peso seco obtenido al tiempo inicial t_1 ; PS_2 es el peso seco obtenido al tiempo final t_2 y S es un valor que varía de acuerdo a la densidad de población, utilizándose para 75 000 plantas ha^{-1} $S = 0.13$; para 65 000 plantas ha^{-1} $S = 0.15$ y para 50 000 plantas ha^{-1} $S = 0.20$. Las unidades en que se expresa la TCC son gramos (g) por metro cuadrado (m^2) por día (d).

3) Índice de área foliar (IAF)

Se obtuvo con la fórmula de Watson citado por Ramírez (1985) que se expresa como:

$$IAF = AF / S$$

en donde AF es el área foliar de las plantas expresadas en decímetros cuadrados (dm^2) y S es un valor de la superficie del terreno y que depende de la densidad de población establecida, utilizándose para la densidad de 75 000 plantas ha^{-1} $S = 133$; para 65 000 plantas ha^{-1} $S = 153$ y para 50 000 plantas ha^{-1} $S = 200$. Las unidades en que se expresa el IAF son dm^2/dm^2 .

3.8 Cosecha



BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA

Tomando en cuenta solamente un surco por parcela, se procedió a cosechar el 28 de noviembre evaluando a su vez las siguientes variables:

- 1) Número de plantas madre. Se contó el número total de plantas madre por surco cosechado.
- 2) Número de plantas por hectárea (NPHA). El número de plantas madre se multiplicó por un factor de conversión que es igual a 1250, resultado de la división de 1 ha entre 8 m² que corresponde a la superficie de un surco.
- 3) Número de hijos. Se cuantificó el número total de hijos en el surco cosechado.
- 4) Número de plantas jorras. Se evaluó el número total de plantas madres que no produjeron mazorca.
- 5) Número de plantas cuatas. Se contó el número total de plantas que produjeron dos o más mazorcas bien desarrolladas.
- 6) Número de mazorcas cosechadas por surco (NMZS). Se evaluaron las mazorcas cosechadas del surco.
- 7) Peso de campo (PMZS). Peso total en kilogramos de las mazorcas cosechadas del surco.
- 8) Porcentaje de materia seca (% MS). De las mazorcas cosechadas, se tomaron cinco al azar por parcela las cuales se desgranaron para sacar una muestra de 100 gramos que se introdujo en un aparato determinador de humedad marca "Stenlite" modelo "G"; posteriormente con el valor de humedad de grano registrada y el auxilio de tablas de conversión, se determinó el porcentaje de materia seca.
- 9) Porcentaje de desgrane. De las cinco mazorcas muestreadas, se obtuvo el peso seco total de grano y el peso total de olote para aplicar la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de desgrane} = \frac{\text{Peso de olote}}{\text{Peso de grano}} (100)$$

10) Rendimiento de grano por hectárea (REND). Se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{REND} = (\% \text{ MS} \times \text{PMZS} \times \% \text{ de desgrane} \times \text{FC}) / 10,000$$

Donde % MS es el porcentaje de materia seca del grano; PMZS es el peso seco de las mazorcas cosechadas por surco o peso de campo; % de desgrane que es la relación grano-elote multiplicada por 100; y FC que es un factor de conversión para una hectárea y es igual a 1250.

Cabe mencionar que hubo la necesidad de registrar el grado de acame por parcela mediante muestreos periódicos y utilizando una escala visual arbitrariamente fijada en un intervalo de uno a cinco; uno para plantas razonablemente erectas; dos, tres, cuatro y cinco para plantas cuya posición respecto a una vertical fué de 25°, 45°, 70° y 90° respectivamente.

De las mazorcas cosechadas, se tomaron cinco más al azar por parcela y se sometieron a secado hasta tener un peso seco constante para posteriormente evaluar las siguientes componentes de rendimiento:

- 1) Longitud de mazorca (LMZ). Se midió en centímetros y representa la distancia desde la base hasta la punta de la mazorca.
- 2) Diámetro de mazorca (DMZ). Se refiere al ancho de la mazorca en su parte media y se registró con vernier en centímetros.
- 3) Número de hileras por mazorca (NHMZ). Se contaron el número total de hileras de mazorca tomando como referencia la porción media de ésta.

4) Número de granos por hilera (NGH). Se calculó contando el número de granos existentes desde la base hasta la punta de la mazorca de dos hileras opuestas, sacando posteriormente la media.

5) Número de granos por mazorca (NGMZ). Se obtuvo aplicando la siguiente expresión:

$NGMZ = NHMZ \times NGH$; en donde NHMZ es el número de hileras por mazorca y NGH es el número de granos por hilera.

6) Peso de la mazorca (PMZ). Se registró en gramos el peso total de la mazorca sin brácteas.

7) Peso de los granos de la mazorca (PGMZ). Es el peso en gramos del número total de granos por mazorca.

8) Peso de 100 granos (P100G). Se contaron 100 granos de la parte media de la mazorca y se pesaron en gramos.

9) Número de granos por m^2 (NGm^2). Se calculó mediante la ecuación:

$NGm^2 = NGMZ / S$; en donde NGMZ es el número de granos por mazorca y S es un valor que depende de la densidad de población, utilizándose para el caso de 75 000 plantas ha^{-1} un valor de $S = 0.13$; $S = 0.15$ para el caso de la densidad de 65 000 plantas ha^{-1} y $S = 0.20$ en el caso de 50 000 plantas ha^{-1} .

10) Peso de mazorca por m^2 ($PMZm^2$).

Se obtuvo dividiendo el peso total de mazorcas (PMZ) entre S que depende de la densidad de población aplicándose los mismos valores que para el cálculo de número de granos por m^2 .

11) Peso de grano por m^2 (PGm^2).

Se determinó dividiendo el peso de grano de la mazorca (PG) entre un factor de conversión S que dependió de la densidad de población y fueron los mismos que se utilizaron en el cálculo del número de granos por m².

3.9 Análisis estadístico y gráfico

Se realizaron las siguientes pruebas estadísticas:

- a) Análisis de varianza y prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad para las variables por parcela y rendimiento por hectárea, así como para componentes del rendimiento.
- b) Análisis de regresión lineal múltiple Stepwise para las componentes de rendimiento.
- c) Estimación de parámetros de crecimiento (IAF, TAN y TCC) para los diferentes tratamientos.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimiento y otras características agronómicas

Para el análisis de resultados se tomaron en cuenta únicamente 27 tratamientos (Cuadro 2), ya que los 5 últimos se descartaron por presentar rangos elevados de fertilización, baja o nula respuesta a la sobredosis y la falta de parámetros de comparación para interpretar los resultados (trat. 31, 32 y 21); así como el suministro de fertilizante (trat. 29 y 30) en floración, que no se llevó a cabo por haberse presentado el acame, considerando nula su respuesta por efecto de éste.

Los resultados del análisis de varianza, muestran que para todos los parámetros cuantificados existe una diferencia estadística altamente significativa y significativa al 5% solamente para las variables: número de hijos y por ciento de grano; esto es que todas las variables responden de diferente manera a cada uno de los tratamientos a los que se sometieron. Por otra parte, los coeficientes de variación de las variables número de plantas jorras, número de plantas cuatas y calificación de acame, muestran valores elevados debido a la gran variabilidad de la respuesta de los diferentes tratamientos de genotipos X fertilización (Cuadro 4).

Los resultados de la prueba del rango múltiple de Duncan al 5% se presentan en el Cuadro 5, en donde se observan diferencias estadísticas del comportamiento del rendimiento de los tratamientos estudiados. Los tratamientos 8, 22 y 26 son los que mejor rendimiento alcanzaron mientras que el resto tuvo un comportamiento intermedio abatiéndose exclusivamente algunos tratamientos con la variedad V-105.

La columna de la variable número de plantas jorras por surco denota que aproximadamente un 18% de los resultados presentan un índice bajo, un 60% tiene un comportamiento intermedio y el resto presenta un alto número, siendo esto principalmente en aquellos tratamientos con V-105.

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS, SIGNIFICANCIA ESTADISTICA Y COEFICIENTES DE VARIACION PARA RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS. CALIMAYA, MEX. 1985.

VARIABLE	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	C.V.
RENDEIMIENTO	4'432,957.80	**	27.58
NUMERO DE PLANTAS ha ⁻¹	51'877,282.84	**	10.70
NUMERO DE PLANTAS	33.20	**	10.78
NUMERO DE HUOS	51.19	*	29.90
NUMERO DE PLANTAS JORRAS	24.47	**	83.00
NUMERO DE PLANTAS CUATAS	3.17	**	41.90
NUMERO DE MAZORCAS	202.04	**	18.60
PESO DE CAMPO	9.20	**	26.65
% MATERIA SECA	29.10	**	3.30
% DESGRANE	7.87	*	2.60
CALIFICACION DE ACAME	2.59	**	36.28

** Estadísticamente significativo al nivel 0.01 de probabilidad del error.

* Estadísticamente significativo al nivel 0.05 de probabilidad del error.

Por otra parte un 20% de los tratamientos denotan un alto número de plantas cuatas por surco, mientras que el resto tiene un comportamiento estadístico similar.

CUADRO 5. MEDIAS DE RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y SU NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE DIFERENTES FORMULAS Y PRODUCCION Y GENOTIPOS DE MAIZ.

TRAT	FORMULA DE PRODUCCION				GENO TIPO	REND kg ha ⁻¹	N° PLS. ha ⁻¹	PLS JORRAS SURCO ⁻¹	PLS. CUATAS SURCO ⁻¹	N° DE MAZORCAS SURCO ⁻¹	PESO CAMPO SURCO ⁻¹	CALIF. % MS ACAME
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	D.P. (MIL)								
1	100	60	30	65	H-30	4616.4 f	45626 e	3.5 c	2.5 e	50.500 c	5.8500 g	75.7 c 1.5 f
2	100	60	30	65	H-137E	5255.0 e	44167 f	1.0 d	1.3 f	50.667 c	7.2333 d	70.4 h 2.3 c
3	100	60	30	65	V-105	3444.2 g	44583 f	6.0 a	1.6 f	35.000 i	4.3000 h	75.1 d 3.3 c
4	100	60	90	65	H-30	5005.6 c	42917 f	2.0 c	2.3 e	45.000 c	6.5667 f	72.6 h 2.3 e
5	100	60	90	65	H-137E	5646.5 c	46250 d	2.6 c	3.3 c	49.667 d	8.1000 b	68.3 i 2.0 e
6	100	60	90	65	V-105	3634.2 g	47188 a	7.5 a	1.7 e	36.250 i	4.6750 h	75.5 c 4.2 a
7	150	60	30	65	H-30	3823.8 g	42500 f	7.0 a	2.0 c	41.667 h	4.9333 h	75.1 d 2.3 e
8	150	60	30	65	H-137E	6952.5 a	43750 f	1.0 d	4.3 a	52.667 a	9.7000 a	70.8 h 2.3 e
9	150	60	30	65	V-105	4604.9 f	42500 f	3.0 c	1.0 f	41.000 h	6.0633 g	73.4 h 3.3 c
10	100	60	30	50	H-30	3820.8 g	44167 f	1.6 d	1.0 c	39.333 h	5.1000 h	74.3 e 2.0 e
11	100	60	30	50	H-137E	4963.8 f	43750 f	2.0 c	4.0 a	43.000 g	6.8667 e	69.6 h 2.3 e
12	100	60	30	50	V-105	1832.0 h	35417 g	11.6 a	1.6 c	23.000 j	2.8333 i	74.1 f 4.6 a
13	80	60	30	65	H-30	5281.3 b	45625 e	2.0 c	1.0 f	52.000 b	7.1000 d	71.7 d 1.5 f
14	80	60	30	65	H-137E	5476.7 d	45000 e	3.6 c	3.0 d	45.333 e	7.3333 d	70.8 h 2.0 c
15	80	60	30	65	V-105	2916.4 g	37500 f	3.6 c	1.0 f	31.333 i	3.6000 h	77.1 a 3.6 b
16	100	60	30	65	H-28	5733.3 b	46667 c	3.3 c	3.6 b	46.667 e	7.5667 c	72.7 h 1.6 f
17	100	60	30	65	VS-22	5074.2 e	47917 a	3.6 c	2.6 e	44.000 e	6.9000	68.0 i 2.0 e
18	100	60	30	65	Stgo.Yeche	3979.9 g	50417 a	9.6 a	1.6 f	31.333 i	5.6667 g	72.2 h 3.6 b
19	100	60	30	75	H-30	3314.3 g	44167 f	9.0 a	1.3 f	37.000 i	4.6333 h	69.1 h 2.0 c
20	100	60	30	75	H-137E	5652.4 c	43333 f	2.3 c	3.0 d	46.667 d	7.8667 c	70.2 h 1.3 f
21	100	60	30	75	V-105	3012.8 g	36667 f	5.6 a	1.3 f	28.667 i	3.6667 h	76.0 b 3.6 b
22	100	90	30	65	H-30	6132.0 a	45833 d	3.3 c	1.6 f	49.667 d	7.9000 c	74.0 f 2.6 e
23	100	90	30	65	H-137 E	5478.7 d	44583 f	3.3 c	3.3 c	48.667 d	7.6000 c	70.8 h 1.0 f
24	100	90	30	65	V-105	3121.2 g	36250 f	3.3 c	1.3 f	27.000 i	4.1333 h	72.7 h 3.0 d
25	100	60	00	65	H-30	4711.1 f	43333 f	3.3 c	1.0 f	44.000 f	6.0333 g	74.1 f 3.3 c
26	100	60	00	65	H-137E	6769.0 a	47500 a	1.3 d	4.3 a	55.000 a	9.5333 a	69.3 h 2.0 e
27	100	60	00	65	V-105	4912.8 f	48333 a	3.0 c	1.3 f	49.333 d	6.3667 f	74.4 e 2.6 e

Duncan 0.05) valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

El número de mazorcas por surco muestran resultados un tanto más variables, pues como se observa en el cuadro correspondiente, sólo un uno por ciento concierne a valores significativamente altos, mientras que de un 25 a un 75 por ciento los valores son intermedios y el resto bajos. No obstante, esta variable es directamente afectada por las densidades de población las cuales como se apuntó anteriormente, no lograron ser las planteadas originalmente.

La variable peso de campo muestra un 60 por ciento de resultados estadísticamente iguales, sin embargo en esta columna es palpable la diferencia que existe en el comportamiento de cada uno de los tratamientos expresando diferentes tendencias.

El contenido de humedad y el por ciento de materia seca da una idea de la madurez fisiológica de los genotipos; un 37 por ciento de los tratamientos presentan mayor contenido de materia seca, participando entre estos V-105 y H-30 principalmente; que corresponden a genotipos intermedios en donde a excepción de la variedad VS-22, todos los genotipos participan con un tratamiento cuando menos; el 37 por ciento presentó bajos contenidos de materia seca que comprenden tratamientos con el híbrido H-137E y la variedad VS-22 correspondiendo a materiales tardíos.

En todos los casos el acame se presentó y esto en cierta manera explica el efecto sobre otros parámetros así como en el rendimiento, lo cual hace importante un análisis profundo de esta variable. Un 75 por ciento de los tratamientos muestran una tendencia similar, lo cual implica que el acame en realidad fue producto de un efecto ambiental y a su vez es propio de cada genotipo, de este modo la variedad V-105 fué la más afectada mientras que el híbrido H-137E fué el menos acamado.

En concreto, en los resultados anteriores se destacan con los mejores rendimientos los tratamientos con el híbrido H-137E los cuales están asociados con la baja incidencia de acame y plantas estériles así como los altos valores de plantas cuatas; en contraste con esto los tratamientos con la variedad V-105 presentan una alta incidencia de plantas jorras y acame lo cual se relaciona con los bajos rendimientos obtenidos.

4.1.1. Análisis del Rendimiento y Características Agronómicas de seis genotipos bajo la fórmula de producción 100-60-30 (65).

Bajo condiciones de igual fórmula de producción (Cuadro 6), los seis genotipos tienen un comportamiento distinto. El híbrido H-28 es el que mejor rendimiento alcanzó, mientras que las variedades "Yeche" y V-105 presentaron los valores más bajos.

CUADRO 6. COMPARACION DE MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE SEIS GENOTIPOS BAJO LA FORMULA DE PRODUCCION 100-60-30 (65). CALIMAYA, MEX.

TRAT.	GENOTIPO	REND. kg ha-1	PLS. JORRAS SURCO-1	PLS. CUATAS SURCO-1	% MS	CALIF. ACAME.
16	H-28	5733.3 b	3.3 c	3.6 b	72.7 h	1.6 f
2	H-137	5255.0 e	1.0 d	1.3 f	70.4 h	2.3 e
17	VS-22	5074.2 e	3.6 c	2.6 e	68.0 i	2.0 e
1	H-30	4616.1 f	3.5 c	2.5 e	75.7 c	1.5 f
18	STGO.YECHE	3979.9 g	9.6 a	1.6 f	72.2 h	3.6 b
3	V-105	3442.2 g	6.0 a	1.6 f	75.1 d	3.3 c

Duncan (0.05) valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

Por otro lado los híbridos H-137E y H-30 así como la variedad VS-22 (Trat. 2, 1 y 17), denotan buenos rendimientos habiendo un comportamiento similar entre ellos, sin embargo el tratamiento con H-137E tiende a superar a los otros, básicamente por tener

bajos valores de plantas jorras, mientras que el VS-22 tiene una buena expresión de plantas cuatas y el H-30 es el que menos acame presentó.

El tratamiento 16 (fórmula de producción con H-28) muestra el mayor rendimiento respecto a los demás tratamientos y esto se puede atribuir al buen comportamiento de sus características agronómicas, observándose además que la variable plantas cuatas es la mayor respecto a otros tratamientos, además que el acame y las plantas jorras casi no se presentaron en dicho tratamiento, puesto que en ambos casos los valores que presentan son los estadísticamente más bajos.

Finalmente el híbrido H-30 y la variedad V-105, son los que alcanzaron más rápidamente su madurez, pues como se observa en el cuadro respectivo, son los dos genotipos que más altos valores de por ciento de materia seca obtuvieron aunque proporcionalmente su diferencia en rendimiento sea de casi una tonelada, lo cual indica que la variedad V-105 tiene una menor eficiencia de producción de materia seca en relación al híbrido H-30; de la misma manera al comparar el híbrido H-28 y la variedad "Yeche" la eficiencia de esta última es menor habiendo entre ellos una diferencia de 1.5 toneladas.

En resumen al comparar los seis genotipos bajo una misma fórmula de producción, el híbrido H-28 resulta el de mayor rendimiento como respuesta del menor grado de acame y un significativo número de plantas cuatas; en tanto que las variedades V-105 y "Yeche" presentan los más bajos rendimientos los cuales están asociados con un índice muy alto de acame y de plantas estériles.

4.1.2 Efecto de la Fórmula de Producción en el Híbrido H-30 Para Rendimiento y Otras Características Agronómicas.

La prueba del rango múltiple de Duncan para las variables estudiadas en el híbrido H-30, muestra que hay una diferencia significativa entre los rendimientos de los tratamientos planteados. (Cuadro 7).

En los tratamientos 7, 1 y 13 que presentan diferentes niveles de nitrógeno, se aprecia un efecto de dicho nutriente sobre el rendimiento, el cual tiende a aumentar a medida que disminuyen los niveles de este elemento. Por otra parte el acame, el número de plantas cuatas y jorras tienden a incrementarse con el nivel de nitrógeno siendo esto muy notorio en el número de plantas jorras del tratamiento 7, que aunado al fuerte acame explican los bajos rendimientos de este. Estos resultados coinciden con lo obtenido por Donald y Hamblin (1976), los cuales observaron que el rendimiento de grano disminuyó con aplicaciones altas de nitrógeno.

En lo que concierne al efecto del fósforo, al comparar los tratamientos 22 y 1, se observa un efecto significativo en el rendimiento como respuesta al aumento de este nutriente, mientras que el número de plantas jorras y plantas cuatas por surco son estadísticamente iguales para los dos tratamientos, a lo cual se puede argumentar que el tratamiento 22 se sobrepuso en buena manera al efecto del acame a la vez que mostró una tendencia a presentar menor número de plantas jorras.

Para diferentes dosis de potasio, los resultados de los tratamientos 4, 1 y 25, muestran rendimientos estadísticamente iguales, no obstante que el rendimiento del tratamiento 4 es mejor por el menor número de plantas jorras.

Al observar el rendimiento de los tratamientos 19 y 10, se aprecia estadísticamente que altas densidades provocaron un número elevado de plantas jorras; la densidad óptima recomendada (65 mil plantas ha⁻¹) ocasionó un buen número de plantas cuatas, además de que no presentó muchas plantas jorras ni acamadas, de ahí que haya sido el mayor rendimiento en esta densidad.

CUADRO 7. COMPARACIONES DE MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL HIBRIDO H-30 BAJO DIFERENTES FORMULAS DE PRODUCCION. CALIMAYA, MEX.

TRAT	FORMULA DE PRODUCCION				REND. kg h ⁻¹	PLANTAS			CALIF ACAME
	N	P ₂ O ₅	K ₂	D.P.		JORRAS SURCO ⁻¹	CUATAS SURCO ⁻¹	% MS	
7	150	60	30	65	3823.8 g	7.0 a	2.0 e	75.1 d	2.3 e
1	100	60	30	65	4616.4 f	3.5 c	2.5 e	75.7 c	1.5 f
13	80	60	30	65	5281.3 e	2.0 c	2.0 c	71.7 d	1.5 f
22	100	90	30	65	6132.0 a	3.3 c	1.6 e	74.0 f	2.6 e
1	100	60	30	65	4616.4 f	3.5 c	2.5 e	75.7 c	1.5 f
4	100	60	90	65	5005.6 e	2.0 c	2.3 e	72.6 h	2.3 e
1	100	60	30	65	4616.4 f	3.5 c	2.5 e	75.7 c	1.5 f
25	100	60	00	65	4711.1 f	3.3 c	1.0 f	74.1 f	3.3 c
19	100	60	30	75	3314.3 g	9.0 a	1.3 e	69.1 h	2.0 e
1	100	60	30	65	4616.4 f	3.5 c	2.5 e	75.7 c	1.5 f
10	100	60	30	50	3820.8 g	1.6 d	1.0 e	74.3 e	2.0 e

Duncan (0.05) valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

En general, el híbrido H-30 maduró rápido bajo las condiciones de esta localidad y aparentemente los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio así como densidad de población, no afectaron la madurez registrada como porcentaje de materia seca en la muestra de 100 gramos de grano.

En concreto el incremento de los niveles de nitrógeno abatieron el rendimiento del híbrido H-30 básicamente por el incremento del acame y el número de plantas jorras. lo cual concuerda con los resultados encontrados por Buckman y Brady (1966), los cuales vieron que los niveles de nitrógeno debilitan el tallo y favorecen el acame. Por otra parte se

observó un efecto significativo en el rendimiento como respuesta a mayores niveles de fósforo (90 kg ha⁻¹) mientras que para potasio dicho efecto fué poco relevante. El rendimiento del H-30 no repondió a altas y bajas densidades de población y su mejor expresión se obtuvo con la densidad óptima recomendada (65 mil plantas ha⁻¹) en donde la incidencia de plantas estériles y acamadas se redujo.

4.1.3 EFECTO DE LA FORMULA DE PRODUCCION EN LA VARIEDAD V-105 PARA RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS.

La prueba de comparacion de medias realizadas para el rendimiento y otras características agronómicas de la variedad V-105 bajo diferentes fórmulas de producción, indica la existencia de diferencias estadísticas entre tratamientos. (Cuadro 8).

Las fórmulas 9 y 27 superan considerablemente al resto de tratamientos, mientras que el testigo (trat. 3) presentó un rendimiento intermedio. En esta variedad es muy notable el efecto del acame y esto puede enmascarar la expresión del efecto de nitrógeno, fósforo, potasio y densidad de población en el rendimiento.

Comparando los tratamientos 9, 3 y 15 se puede apreciar un efecto positivo del nitrógeno sobre el rendimiento, observándose que este tiende a aumentar a medida que se incrementan los niveles de dicho nutriente. Resultados similares encontraron Estrella (1973) y Leyva (1976) al aplicar altas dosis de nitrógeno. Para plantas jorras y cuatas no se aprecia un efecto claro del nitrógeno, mientras que se observa mayor incidencia de acame a menor nivel de este elemento.

CUADRO 8. COMPARACIÓN DE MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DE LA VAREDA V-105 BAJO DIFERENTES FORMULAS DE PRODUCCION. CALIMAYA, MEX.

TRAT	FORMULA DE PRODUCCION				REND. KG HA-1	PLANTAS/SURCO		CALIF	
	N	P2O5	K2O	DP		JORRAS	CUATAS	%MS	ACAME
9	150	60	30	65	4604.9 f	3.0 c	1.0 f	73.4 g	3.3 c
3	100	60	30	65	3444.2 g	6.0 a	1.6 e	75.1 d	3.3 c
15	80	60	30	65	2916.4. g	3.6 c	1.0 f	77.1 a	3.6 b
24	100	90	30	65	3121.2 g	3.3 c	1.6 e	72.7 H	3.0 d
3	100	60	30	65	3444.4 g	6.0 a	1.6 e	75.1 D	3.3 c
6	100	60	90	65	3634.2 g	7.5 a	1.7 e	75.5 c	4.2 a
3	100	60	30	65	3444.2 g	6.0 a	1.6 e	75.1 d	3.3 c
27	100	60	00	65	4912.8 f	3.0 c	1.3 e	74.4 e	2.6 e
21	100	60	30	75	3012.8 g	5.6 a	1.3 e	76.0 b	3.6 b
3	100	60	30	65	3444.2 g	6.0 a	1.6 e	75.1 a	3.3 c
12	100	60	30	50	1820.0 h	11.6 e	1.6 e	74.1 f	4.6 a

Duncan (0.05) valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

Para fósforo no se aprecia influencia sobre el rendimiento (Trat. 3 y 24); sin embargo, mayor acame y número de plantas jorras están relacionadas con la menor aplicación de fósforo. En los tratamientos 6, 3 y 27 la respuesta al potasio no es evidente, no obstante se encuentra mayor rendimiento a niveles nulos de este nutriente (Trat. 27); aunque el acame en este tratamiento fue menor para esta variedad, también en estos tratamientos es claro que mayores niveles de acame estén asociados con mayor número de plantas jorras.

Observando los tratamientos 21, 3 y 12 se encuentra respuesta sensible del rendimiento a la densidad de población, esto es que a menor densidad de población menor rendimiento, mayor número de plantas jorras y mayor índice de acame.

En concreto, se puede apuntar que V-105 respondió en rendimiento a 150 kg de nitrógeno ha^{-1} y a la densidad de 65 mil plantas ha^{-1} ; no respondió a las aplicaciones altas de fósforo y su respuesta fué positiva a más de 30 unidades de potasio, sin embargo el mejor rendimiento se logró sin la aplicación de este elemento. Lo que puede atribuirse a la presencia del nutriente en el suelo en cantidad suficiente y equilibrada en relación a los demás nutrientes, que propicia una mejor asimilación que con la dosis media. Los efectos de acame fueron más drásticos en bajos niveles de nitrógeno (Trat. 5) en altos niveles de fósforo (Trat. 6) y en bajos niveles de densidad de población (Trat. 12). La presencia de plantas jorras estuvo claramente asociado con mayores niveles de acame.

4.1.4 EFECTO DE LA FORMULA DE PRODUCCION EN EL HIBRIDO H-137E PARA RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS.

Todos los tratamientos con el híbrido H-137E en general expresaron buenos rendimientos y en la prueba de comparación de medias, los tratamientos 8 y 26 poseen los más altos

valores mientras que el resto de los tratamientos tiene un comportamiento similar como se observa en el Cuadro 9.

Comparando los tratamientos 8, 2 y 14, se aprecia un efecto positivo de las altas dosis de nitrógeno sobre el rendimiento, sin embargo este efecto no se observa si se compara el tratamiento 2 y 14, ya que una dosis menor de nitrógeno (80 kg ha^{-1}) obtuvo mejor rendimiento que la dosis óptima (100 kg ha^{-1}), a lo cual su alta expresión es afectada por el número de plantas cuatas que se expresó con altos valores y que en sí es la posible causa de los mejores rendimientos del tratamiento 14 respecto al 2.

Al comparar el rendimiento del tratamiento 23 y 2, se observa respuesta por el incremento de las dosis de fósforo, teniendo valores significativos de plantas cuatas a altos niveles de este nutriente.

Altos rendimientos se obtuvieron cuando no se aplicó potasio (Trat. 26), habiendo una diferencia significativa con respecto a los otros tratamientos. Sin embargo al comparar los tratamientos 5 y 2 se observa un incremento significativo del rendimiento al aumentar las dosis de este elemento, teniendo a su vez valores significativos de plantas cuatas.

La densidad de población mostró un efecto positivo en el rendimiento siendo esto significativo al comparar los tratamientos 20, 12 y 11.

Los valores de por ciento de materia seca denotan que este genotipo mostró una madurez tardía respecto a los otros genotipos expresando valores altos de peso de campo.

En resumen, el rendimiento del híbrido H-137E responde positivamente a altos niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de población, teniendo su mejor expresión a 150 kg ha^{-1} ,

CUADRO 9. COMPARACION DE MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL HIBRIDO H-137E BAJO DIFERENTES FORMULAS DE PRODUCCION. CALIMAYA, MEX.

TRAT E	FORMULAS DE PRODUCCION				REND. kg ha-1	PLS JORRAS	PLS. CUATAS	CALIF % MS ACAM	
	N	P205	K20	D.P.		SURCO-1	SURCO-1		
8	150	60	30	65	6952.5 a	1.0 d	4.3 a	70.8 h	2.3 e
2	150	60	30	65	5255.0 e	1.0 d	1.3 e	70.4 h	2.3 e
14	80	60	30	65	5476.7 d	3.6 c	3.0 d	70.8 h	2.0 e
23	100	90	30	65	5478.7 d	3.3 c	3.3 c	70.8 h	1.0 f
2	100	60	30	65	5255.0 e	1.0 d	1.3 e	70.4 h	2.3 e
5	100	60	90	65	5646.5 c	2.6 c	3.3 c	68.3 i	2.0 e
2	100	60	30	65	5255.0 e	1.0 d	1.3 e	70.4 h	2.3 e
26	100	60	00	65	6779.0 a	1.3 d	4.3 a	69.3 h	2.0 e
20	100	60	30	75	5652.4 c	2.3 c	3.0 d	70.2 h	1.3 f
2	100	60	30	65	5255.0 e	1.0 d	1.3 e	70.4 h	2.3 e
11	100	60	30	50	4963.8 f	2.0 c	4.0 a	69.6 h	2.3 e

Duncan (0.50) valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

90 kg ha⁻¹ y 65 mil plantas ha⁻¹ respectivamente. La respuesta a la aplicación de potasio es poco sensible teniendo mejores resultados cuando no se aplicó este nutriente. Leyva (1976) y López (1980) encontraron respuesta de las aplicaciones de altos niveles de nitrógeno y fósforo.

Algunos aspectos determinantes en la buena expresión de este híbrido, fue que el número de plantas jorras y el acame en ninguno de los casos fue significativo, mientras que el número de plantas cuatas en todos los casos lo fue a excepción del tratamiento 2.

4.1.5 ANALISIS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS PARA LOS GENOTIPOS H-30, H-137E Y V-105 BAJO DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO.

Se puede observar que el híbrido H-137E responde mejor a altas dosis de nitrógeno que la variedad V-105 y el híbrido H-30 principalmente por el alto número de plantas cuatas así como por el reducido de plantas jorras que presentó, mientras que en el híbrido H-30 esta última variable se acentuó significativamente lo cual le valió ser el del menor rendimiento; en el caso de la variedad V-105 los valores de plantas jorras y acame son altos.

Para dosis óptimas de nitrógeno el rendimiento del híbrido H-137E tiene valores más altos principalmente por el bajo índice de acame y plantas jorras; estas últimas variables son significativas en la variedad V-105, de ahí que el rendimiento de ésta se haya expresado sumamente bajo.

La tendencia de un mejor comportamiento del rendimiento del híbrido H-30 en comparación con la variedad V-105, está dado por el menor grado de acame así como el alto número de plantas cuatas que presentó.

Los datos de la parte inferior del Cuadro 10, muestran que los híbridos responden mejor a dosis bajas de nitrógeno que la variedad V-105, la cual decae por el alto porcentaje de plantas acamadas mientras que los híbridos sobresalen a este aspecto, además que para el caso del híbrido H-137E el número de plantas cuatas se muestra superior a los otros genotipos.

Finalmente se observa que la madurez de los híbridos no se ve afectada por los niveles de nitrógeno presentando una tendencia más precoz el híbrido H-30 respecto al H-137E.

En lo que concierne a la variedad V-105, se denota un efecto estadísticamente significativo, pues el incremento de los niveles de nitrógeno hace más tardía su madurez. Resultados similares encontraron Buckman y Brady (1966) al obtener un alargamiento del ciclo vegetativo del maíz con las aplicaciones de nitrógeno.

En concreto, en todos los niveles de nitrógeno estudiados, el híbrido H-137E supera en rendimiento al H-30 y a la variedad V-105 principalmente por su alto número de plantas cuatas, así como por el reducido índice de acame y plantas estériles.

La variedad V-105 respondió en rendimiento a la aplicación de nitrógeno mientras que en el híbrido H-30 el efecto fué negativo; sin embargo, éste solo fué superado en rendimiento por la variedad V-105 bajo 150 kg de nitrógeno ha⁻¹. Así mismo el incremento de nitrógeno alargó el ciclo de la variedad V-105 mientras en los híbridos no hubo efecto significativo.

CUADRO 10. COMPARACION DE MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE TRES GENOTIPOS BAJO FORMULAS DE PRODUCCION CON DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO. CALIMAYA, MEX.

TRAT	GENOTIPO	REND, kg ha ⁻¹	PLS. JORRAS SURCO ⁻¹	PLS. CUATAS SURCO ⁻¹	% MS	CALIF. ACAME
FORMULA DE PRODUCCION 150-60-30 65,000						
8	H-137E	6952.5 a	1.0 d	4.3 a	70.8 h	2.3 e
9	V-105	4604.9 f	3.0 c	1.0 f	73.4 g	3.3 c
7	H-30	3823.8 g	7.0 a	2.0 e	75.1 d	2.3 e
FORMULA DE PRODUCCION 100-60-30 65,000						
2	H-137 E	5255.0 e	1.0 d	1.3 e	70.4 h	2.3 e
3	V-105	3444.2 g	6.0 a	1.6 e	75.1 d	3.3 c
1	H-30	4616.4 f	3.5 c	2.5 e	75.7 c	1.5 f
FORMULA DE PRODUCCION 80-60-30 65,000						
14	H-137 E	5476.7 d	3.6 c	3.0 d	70.8 h	2.0 e
15	V-105	2916.4 g	3.6 c	1.0 f	77.1 a	3.6 b
13	H-30	5281.3 e	2.0 c	1.0 f	71.7 d	1.5 f

Duncan (0.05) valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

4.1.6 ANALISIS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS GENOTIPOS H-30, H-137E Y V-105 BAJO DIFERENTES NIVELES DE FOSFORO.

El Cuadro 11 muestra los resultados de la comparación de medias para las variables estudiadas en los híbridos H-137E y H-30 así como para la variedad V-105 bajo diferentes niveles de fósforo, pudiéndose observar que esta variedad no mostró efecto significativo en el rendimiento por la aplicación de este nutrimento y siempre estuvo por debajo de los híbridos, en los cuales el efecto del fósforo fué positivo. Esta respuesta fué menos marcada en el híbrido H-137E y el incremento del rendimiento se vió favorecido por la reducción del acame y el mayor número de plantas cuatas. De la misma manera Estrella (1973) y Leyva (1966) observaron un efecto positivo del fósforo.

Dosis altas de fósforo (90 kg ha^{-1}) provocaron una madurez tardía del híbrido H-30 y la variedad V-105, mientras que en el híbrido H-137E los niveles de este nutriente no mostraron efecto significativo, sin embargo este fué mucho más tardío que los dos primeros. En resumen, se observa que la variedad V-105 no mostró efecto en el rendimiento como respuesta a las aplicaciones de fósforo, mientras que los híbridos H-137E y H-30 que la superan significativamente, incrementan su rendimiento con $90 \text{ kg de fósforo ha}^{-1}$; así mismo bajo esta dosis el híbrido H-30 y la variedad V-105 se comportan más tardíos mientras que el híbrido H-137E no muestra efecto al respecto.

Es bueno aclarar que los tres genotipos tienden a presentar sus mejores rendimientos cuando no es aplicado el potasio, pero a su vez comparando la dosis recomendada (30 kg ha^{-1}) y la alta (90 kg ha^{-1}), se presenta un efecto positivo del nutriente en el rendimiento en los tres casos. Resultados similares fueron encontrados por Leyva (1976), el cual vió una respuesta significativa del potasio en el rendimiento de grano de maíz.

La variedad V-105 presenta un efecto positivo en el porcentaje de materia seca por el incremento de potasio mientras que el híbrido H-30 fué más tardío a niveles nulos de potasio.

En concreto, el rendimiento del híbrido H-30 respondió positivamente a los niveles de potasio, mientras que el híbrido H-137E y la variedad V-105 solo presentaron efecto a más de 30 unidades; así mismo se observa que estos últimos alcanzan sus mejores rendimientos cuando no se aplicó potasio, posiblemente por la buena expresión en el número de plantas cuatas en el primero y el bajo índice de acame en el segundo. Por otra parte se presenta un efecto positivo en el porcentaje de materia seca por el incremento de potasio en la variedad V-105.

CUADRO 12. COMPARACION DE MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE TRES GENOTIPOS BAJO FORMULAS DE PRODUCCION CON DIFERENTES NIVELES DE POTASIO. CALIMAYA, MEX.

TRAT. GENOTIPO	REND. kg ha-1	PLS. JORRAS SURCO-1	PLS. CUATAS SURCO-1	% MS	CALIF. ACAME
FORMULA DE PRODUCCION 100-60-90 65,000					
5 H-137 E	5646.5 c	2.6 c	3.3 c	68.3 i	2.0 e
6 V-105	3634.2 g	7.5 a	1.7 e	75.5 c	4.2 a
4 H-30	5005.6 e	2.0 c	2.3 e	72.6 h	2.3 e
FORMULA DE PRODUCCION 100-60-30 65,000					
2 H-137 E	5255.0 e	1.0 d	1.3 e	70.4 h	2.3 e
3 V-105	3444.2 g	6.0 a	1.6 e	75.1 d	3.3 c
1 H-30	4616.4 f	3.5 c	2.5 e	75.7 c	1.5 f
FORMULA DE PRODUCCION 100-60-00 65,000					
26 H-137 E	6790.0 a	1.3 d	4.3 a	69.3 h	2.0 e
27 V-105	4912.8 f	3.0 c	1.3 e	74.4 e	2.6 e
25 H-30	4711.1 f	3.3 c	1.0 f	74.1 f	3.3 c

Dunan (0.05) valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

4.1.8 ANALISIS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS PARA LOS GENOTIPOS H-30, H-137E y V-105 BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION.

La comparación de medias para las variables estudiadas en los híbridos H-30 y H-137E así como para la variedad mejorada V-105 bajo diferentes densidades de población se pueden observar en el Cuadro 13, donde se aprecia una diferencia estadística en cuanto a rendimiento entre los genotipos.

El híbrido H-137E se presenta como el de mayor expresión bajo las tres densidades, mostrando una respuesta positiva al incremento de la densidad. Este comportamiento se da como respuesta al menor grado de acame que presentó, y principalmente a la densidad de 75 mil plantas ha^{-1} , así como al menor número de plantas jorras presentes con la densidad óptima. Prine y Schroder (1964) y Hunter *et al* (1970) explican que altas densidades reducen el peso de grano por planta, pero la producción total se incrementa por la compensación del gran número de plantas.

El híbrido H-30 presenta mejores rendimientos que la variedad V-105 en densidades bajas, principalmente por su menor índice de plantas jorras y acame; esto concuerda con lo encontrado por Williams *et al* (1965) y Tanaka y Yamaguchi (1977). En altas densidades ambos genotipos tienen un comportamiento estadísticamente similar de rendimiento, los cuales se abaten en relación a la densidad óptima, principalmente por el alto número de plantas jorras, lo que es idéntico a lo encontrado por Mendoza *et al* (1971), Bhosale y Khuspe (1973), Genter y Camper (1973) y Tanaka y Yamaguchi (1977).

En resumen el híbrido H-137E además de haber mostrado una respuesta positiva al incremento de la densidad de población, presenta mayores rendimientos como respuesta al

CUADRO 13. COMPARACION DE MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE TRES GENOTIPOS BAJO FORMULAS DE PRODUCCION CON DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION, CALIMAYA, MEX.

TRAT.	GENOTIPO	REND. kg ha ⁻¹	PLS. CUATAS SURCO ⁻¹	PLS.	% MS	CALIF. ACAME
FORMULA DE PRODUCCION 100-60-30 75,000						
20	H-137 E	5652.4 c	2.3 c	3.0 d	70.2 h	1.3 f
21	V-105	3012.8 g	5.6 a	1.3 f	76.0 b	3.6 b
19	H-30	3314.3 g	9.0 a	1.3 f	69.1 h	2.0 e
FORMULA DE PRODUCCION 100-60-30 65,000						
2	H-137 E	5255.0 e	1.0 d	1.3 f	70.4 h	2.3 e
3	V-105	3444.2 g	6.0 a	1.6 f	75.1 d	3.3 c
1	H-30	4616.4 f	3.5 c	2.5 e	75.7 c	1.5 f
FORMULA DE PRODUCCION 100-60-30 50,000						
11	H-137 E	4963.8 f	2.0 c	4.0 a	69.6 h	2.3 e
12	V-105	1832.0 h	11.6 a	1.6 e	74.1 f	4.6 a
10	H-30	3820.8 g	1.6 d	1.0 e	74.3 e	2.0 e

DUNCAN (0.05) VALORES CON LA MISMA LITERAL SON ESTADISTICAMENTE IGUALES.

menor grado de acame. La variedad V-105 y el híbrido H-30 muestran sus mejores rendimientos en la densidad óptima; sin embargo este último es superior al primero por el número de plantas jorras y la menor incidencia de acame que presentó.

4.2 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Los resultados del análisis de varianza efectuado para las componentes de rendimiento estudiadas, muestran que existe una diferencia altamente significativa para todas las componentes, lo cual denota que dichos componentes muestran distintos comportamientos bajo los diferentes tratamientos a los que se sometieron (Cuadro 14).

La respuesta de los genotipos a las diferentes fórmulas de producción, observada a través de los componentes del rendimiento, se presentan en el Cuadro 15, donde es notable una respuesta diferencial entre los genotipos y entre las fórmulas de producción.

La mejor expresión de los componentes de rendimiento se presentan con el híbrido H-137E, en contraste con la variedad V-105 que presenta los valores más bajos, indicado por la prueba de Duncan.

Para visualizar la respuesta de los componentes a los diferentes niveles de fertilización y densidad de población; así como la respuesta de los seis genotipos a la fórmula testigo se presenta en forma gráfica para cada componente de la forma siguiente:

4.2.1 Efecto del nitrógeno sobre los componentes del rendimiento para los genotipos H-30, H-137E y V-105.

En la Figura 2 y Cuadro 16, se puede apreciar que el nitrógeno ocasiona mayor efecto en los componentes número de hileras por mazorca (NHMZ), número de granos por mazorca (NGMZ), peso de grano por mazorca (PG), número de granos por metro cuadrado (NGm^{-2}) y peso de grano por metro cuadrado (PGm^{-2}). El número de hileras de la mazorca (NHMZ) se manifiesta con valores máximos en las dosis media y baja para los

CUADRO 14. RELACION DE CUADRADOS MEDIOS, SU SIGNIFICANCIA ESTADISTICA Y COEFICIENTES DE VARIACION PARA LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO. FERTILIZACION-GENOTIPOS DE MAIZ.

COMPONENTES DE RENDIMIENTO	CUADRO MEDIO	SIGNIFICANCIA	C.V.
LONGITUD DE MAZORCA (LMZ)	10.3671	**	14.14
DIAMETRO DE MAZORCA (DMZ)	8.8813	**	8.53
NUMERO DE HILERAS DE MAZORCA (NHMZ)	20.9021	**	12.86
NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA (NGMZ)	29830.2630	**	20.88
PESO DE LA MAZORCA (PMZ)	7850.2393	**	21.97
PESO DE GRANO DE LA MAZORCA (PG)	4887.5467	**	22.29
PESO DE 100 GRANOS (P100G)	108.6258	**	17.49
NUMERO DE GRANOS POR M. CUADRADO (NGm ²)	2321537.0000	**	21.08
PESO DE MAZORCA POR M. CUADRADO (PMZm ²)	564514.0000	**	22.12
PESO DE GRANO DE LA MAZORCA POR M. CUADRADO (PGm ²)	4887.5467	**	22.29

** ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVO AL NIVEL 0.01 DE PROBABILIDAD DE ERROR.

CUADRO 15. MEDIAS DE COMPONENTES DEL RENDIMIENTO POR PLANTA Y POR ÁREA Y NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE DIFERENTES FORMULAS DE PRODUCCION Y GENOTIPOS DE MAIZ.

FORMULA DE PRODUCCION															
TRAT.	N	P205	K20	D.P.	Genotipo	Kg/ha									
						LMZ	DMZ	NHMZ	NGMZ	PMZ	PG	P100G	NG ⁻²	PMZ ⁻²	PGm ⁻²
1	100	60	30	65	H-30	12.4 d	5.3 b	18.6 c	340 c	145.0 d	121.7 d	40.2 c	2270 e	966.7 c	811.8 d
2					H-137	13.7 b	5.4 a	19.6 a	428 b	177.7 b	147.8 b	39.9 d	2853 b	1184.9 c	985.3 b
3					V-105	13.9 b	5.0 d	15.8 g	371 c	172.7 b	154.4 a	42.2 b	2474 d	1151.3 c	1029.7 b
4	100	60	90	65	H-30	12.4 d	5.3 b	18.6 c	411 c	166.6 c	139.8 c	41.5 b	2741 c	1110.4 d	932.0 c
5					H-137	14.0 a	5.4 a	19.2 a	450 a	191.8 a	160.0 a	40.2 c	3003 b	1279.0 b	1066.8 b
6					V-105	12.7 d	4.7 c	15.7 g	362 e	147.3 d	128.3 c	38.7 d	2413 d	982.0 c	855.3 d
7	150	60	30	65	H-30	12.7 d	5.2 c	16.6 f	368 e	162.3 c	137.2 c	40.9 c	2455 d	1082.4 d	915.1 d
8					H-137	14.0 a	5.4 a	17.6 d	398 c	197.0 a	155.3 a	44.1 a	2651 c	1313.3 b	1035.5 b
9					V-105	13.0 c	4.9 e	16.0 g	381 d	149.6 d	132.1 c	42.8 b	2537 d	997.5 c	880.7 d
10	100	60	30	50	H-30	12.5 d	5.2 c	18.1 c	360 e	154.6 d	131.1 c	41.3 b	1801 g	773.0 g	655.6 f
11					H-137	13.7 b	5.1 c	18.8 b	464 a	171.8 c	150.8 a	36.3 e	2319 c	859.3 f	754.0 d
12					V-105	12.2 c	4.6 f	16.9 e	339 e	125.9 f	107.2 c	37.0 d	1694 g	629.8 g	536.3 f
13	80	60	30	65	H-30	12.7 d	5.2 c	18.2 c	402 c	169.0 c	142.7 b	40.5 c	2683 c	1126.6 c	951.7 c
14					H-137	13.8 b	5.4 a	19.0 b	438 b	183.3 b	157.4 a	41.4 b	2922 b	1222.2 c	1049.3 b
15					V-105	13.2 c	4.9 e	15.7 g	340 e	145.0 d	123.6 c	41.9 b	2264 e	966.7 e	824.2 d
16	100	60	30	65	H-28	14.5 a	5.3 b	19.4 a	486 a	190.6 a	162.9 a	38.3 d	3241 b	1271.1 b	1086.8 b
17					VS-22	14.0 a	5.2 c	18.1 c	434 b	181.5 b	156.8 a	40.5 c	2894 b	1210.2 c	1045.4 b
18					Stgo. Yeche	14.6 a	5.3 b	17.8 d	389 c	181.1 b	152.9 a	46.5 a	2593 a	1207.5 c	1019.5 b
19	100	60	30	75	H-30	11.2 f	4.7 c	17.4 e	344 e	139.9 c	118.7 d	41.4 b	2646 c	1076.4 d	913.3 d
20					H-137	13.8 b	5.2 c	19.4 a	478 a	197.0 a	166.9 a	40.1 c	3680 a	1515.3 a	1284.1 a
21					V-105	12.3 c	5.2 c	18.0 c	386 d	163.3 c	144.2 b	41.1 b	2967 b	1258.7 c	1109.9 b
22	100	90	30	65	H-30	13.6 c	5.2 c	17.7 d	444 a	185.0 b	158.4 a	38.5 d	2956 b	1233.3 c	1056.2 b
23					H-137	13.6 c	5.5 a	18.6 c	424 c	189.4 b	160.1 a	43.9 a	2828 b	1262.4 c	1067.3 b
24					V-105	14.0 a	5.2 c	16.9 e	353 e	158.3 d	137.6 c	42.8 b	2353 d	1055.5 e	917.3 d
25	100	60	00	65	H-30	12.8 d	4.9 e	18.2 e	385 d	148.7 d	128.1 c	36.5 d	2568 c	991.5 e	854.0 c
26					H-137	14.1 a	5.5 a	18.8 b	448 a	220.6 a	177.2 a	45.0 a	2984 b	1470.0 a	1181.5 a
27					V-105	13.7 b	5.3 b	17.0 e	406 c	174.6 b	151.8 a	40.3 c	2707 c	1164.4 c	1012.0 b

Duncan (0.05) valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

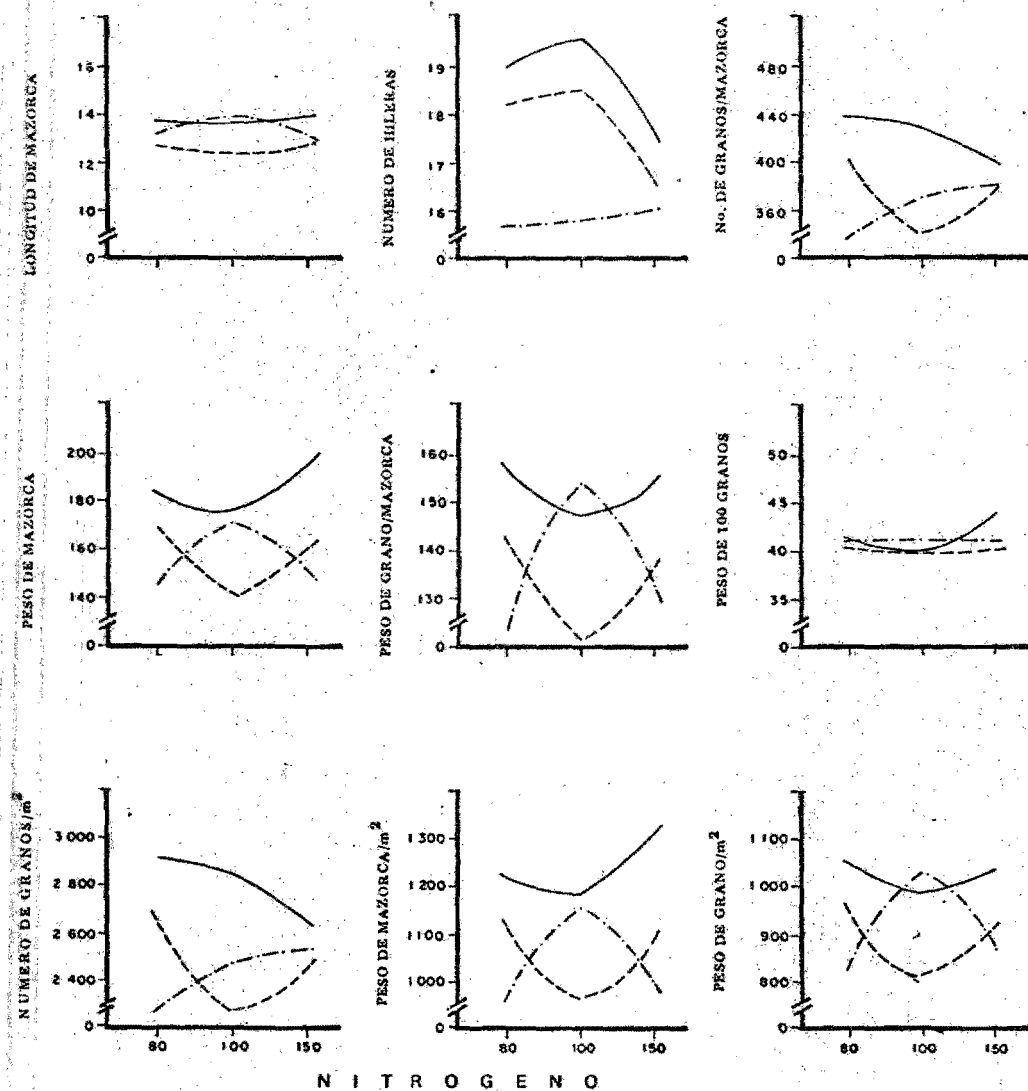


FIGURA 2. EFECTO DE LA DOSIS DE NITROGENO SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE LOS GENOTIPOS H-137E (—), H-30 (---) Y V-105 (-.-.-).

CUADRO 16. COMPARACION DE MEDIOS PARA COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE TRES GENOTIPOS BAJO FORMULAS DE PRODUCCION CON DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO. CALIMAYA, MEX. 1985

FORMULA DE PRODUCCION GENOTIPOO	LMZ	DMZ	NHMZ	NGMZ	PMZ	PG	P100 G	NGm ⁻²	PMZ m ⁻²	PG m ⁻²
150 - 60 - 30 - 65										
H-30	12.7 d	5.2 c	16.6 f	368 e	162.3 c	137.2 c	40.9 c	2455 d	1082.4 d	915.1 d
H-137	14.0 a	5.4 a	17.6 d	398 c	197.0 a	155.3 a	44.1 a	2651 c	1313.3 b	1035.5 b
V-105	13.5 c	4.9 e	16.0 g	381 d	149.6 d	132.1 c	42.8 b	2537 d	997.5 e	880.7 d
100 - 60 - 30 - 65										
H-30	12.4 d	5.3 c	18.6 c	340 e	145.0 d	121.7 d	40.2 c	2270 e	996.7 e	811.8 d
H-137	13.7 b	5.4 a	19.6 a	428 b	177.7 b	147.8 b	39.9 d	2853 b	1184.9 c	985.3 b
V-105	13.9 b	5.0 d	15.8 g	371 e	172.7 b	154.4 a	42.2 b	2474 d	1151.3 c	1029.7 b
80 - 60 - 30 - 65										
H-30	12.7 d	5.2 c	18.2 c	402 c	169.0 c	142.7 b	40.5 c	2683 c	1126.6 c	951.7 c
H-137	13.8 b	5.4 a	19.0 b	438 b	183.3 b	157.4 a	41.4 b	2922 b	1222.2 c	1049.3 b
V-105	13.2 c	4.9 e	15.7 g	340 e	145.0 d	123.6 c	41.9 b	2264 e	966.7 c	824.2 d

Duncan (0.05) = valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

híbridos, mientras que la dosis alta influye significativamente en la expresión de un menor número de hileras, contrario a lo encontrado en las investigaciones de Duncan (1975) y Tanaka y Yamaguchi (1977), donde señalan que el número de hileras es un carácter no muy afectado por las condiciones del cultivo, y más bien es genético. El V-105 no presenta variación en esta componente.

El número de granos por mazorca disminuye significativamente al incrementarse los niveles de nitrógeno, para los dos híbridos; que se da como consecuencia de la disminución del número de hileras. Sin embargo la variedad V-105 presenta un mayor número de granos con el nivel alto de nitrógeno.

El peso de la mazorca (PMZ) y el peso del grano por mazorca (PG) decrece significativamente con la dosis media para ambos híbridos, presentando similar respuesta tanto en nivel alto como en el bajo.

Para la variedad V-105, la mejor respuesta del PMZ y PGMZ se logra con la dosis media, contrariamente a la respuesta de los híbridos.

En conclusión, los componentes que se afectan negativamente con la aplicación de 150 Kg de nitrógeno Ha^{-1} son el NHMZ y por lo tanto el NGMZ para los híbridos; el PMZ y PG para la variedad V-105; en cambio esta dosis favorece el PMZ en H-137E y el NQMZ en V-105; para esta última, la mejor expresión del PMZ y del PGMZ se logra con la dosis de 100 Kg de N Ha^{-1} .

4.2.2 Efecto del fósforo sobre los componentes del rendimiento para los genotipos H-30, H-137E y V-105.

En la Figura 3 y Cuadro 17, podemos observar que en la dosis alta de fósforo, los componentes favorecidos son el NGMZ en el H-30, el PMZ, PG, además del peso de mazorca por metro cuadrado ($PMZm^{-2}$) y peso de grano por metro cuadrado (PGm^{-2}) en los dos híbridos.

El efecto negativo del fósforo se manifiesta en la mayoría de los componentes de la variedad V-105, solamente LMZ, DMZ y P100G permanecen invariables a la dosis.

El peso de 100 gramos se incrementa en H-137E y disminuye en H-30 con la dosis alta.

En general, la respuesta de las componentes se ve favorecida por la aplicación alta de fertilizante fosforado (90 Kg Ha^{-1}), principalmente para los híbridos. La variedad V-105 no responde a esta dosis, excepto en el número de hileras; las componentes menos afectadas por los cambios de la dosis de fósforo son DMZ, LMZ, NG (excepto H-30) y P100G.

4.2.3 Efecto del potasio sobre los componentes de rendimiento para los genotipos H-30, H-137E y V-105.

En la Figura 4 y Cuadro 18 se puede observar el efecto de la fertilización potásica sobre los componentes del rendimiento.

En la mayoría de los componentes, el efecto adverso del potasio se observa con la aplicación de 30 unidades; en la variedad V-105 se afectan con mayor intensidad en la dosis alta (90 Kg Ha^{-1}).

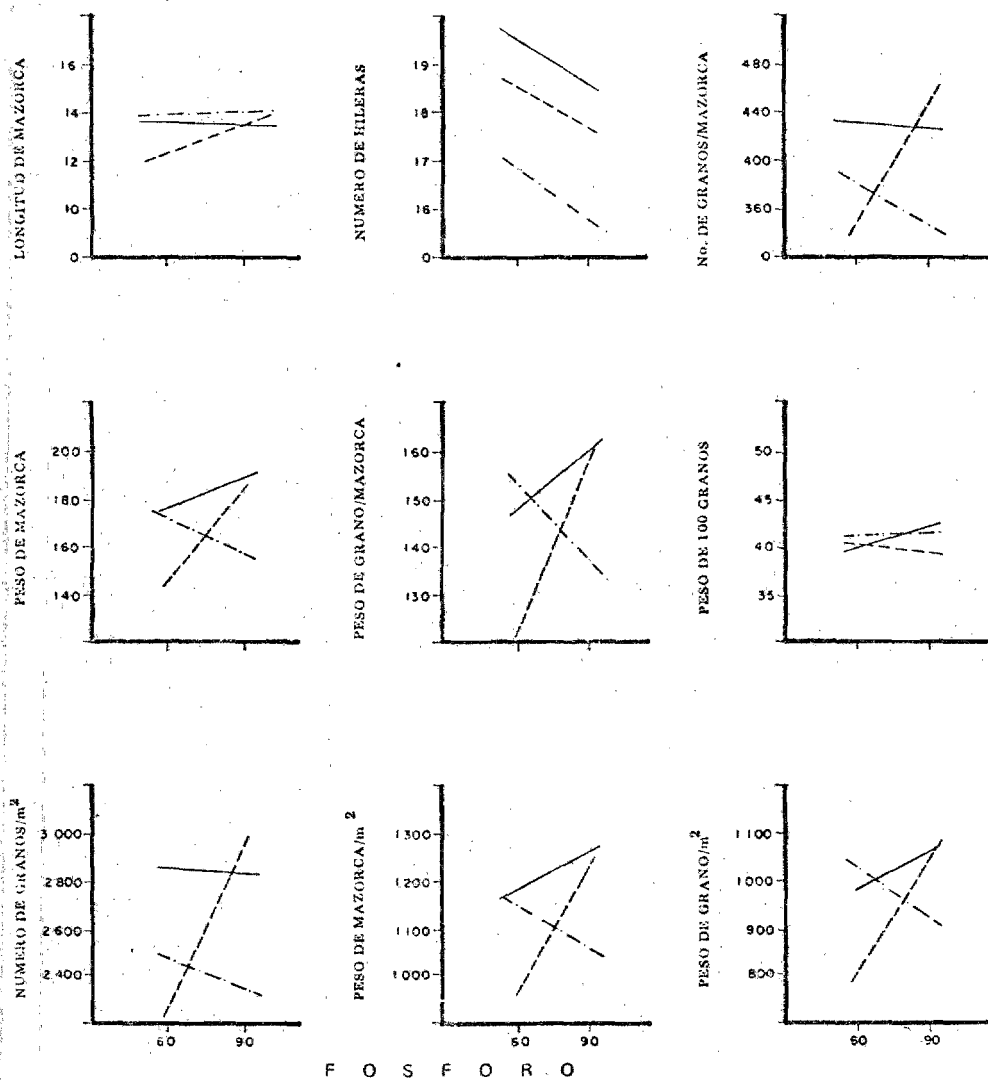


FIGURA 3. EFECTO DE LA DOSIS DE FOSFORO SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE LOS GENOTIPOS H-137E (—), H-30 (-----) Y V-105 (-·-·-·-).

CUADRO 17. COMPARACION DE MEDIAS PARA COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE TRES GENOTIPOS BAJO FORMULAS DE PRODUCCION CON DIFERENTES NIVELES DE FOSFORO. CALIMAYA, MEX. 1985

FORMULA DE PRODUCCION GENOTIPO	LMZ	DMZ	NHMZ	NGMZ	PMZ	PG	P100G	NGm ⁻²	PMZ m ⁻²	PGm ⁻²
100 - 90 - 30 - 65										
H-30	13.6 c	5.2 c	17.7 d	444 a	185.0 b	158.4 a	38.5 d	2956 b	1233.3 c	1056.2 b
H-137	13.6 c	5.5 a	18.6 c	424 c	189.4 b	160.1 a	43.9 a	2828 b	1262.4 c	1067.3 b
V-105	14.0 a	5.2 c	16.9 e	353 e	158.3 d	137.6 c	42.8 b	2353 d	1055.5 e	917.3 d
100 - 60 - 30 - 65										
H-30	12.4 d	5.3 c	18.6 c	340 e	145.0 d	121.7 d	40.2 c	2270 e	966.7 e	811.8 d
H-137	13.7 b	5.4 a	19.6 a	428 b	177.7 b	147.8 b	39.9 d	2853 b	1184.9 c	985.3 b
V-105	13.9 b	5.0 d	15.8 g	371 e	172.7 b	154.4 a	42.2 b	2474 d	1151.3 c	1029.7 b

Duncan (0.05) = valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

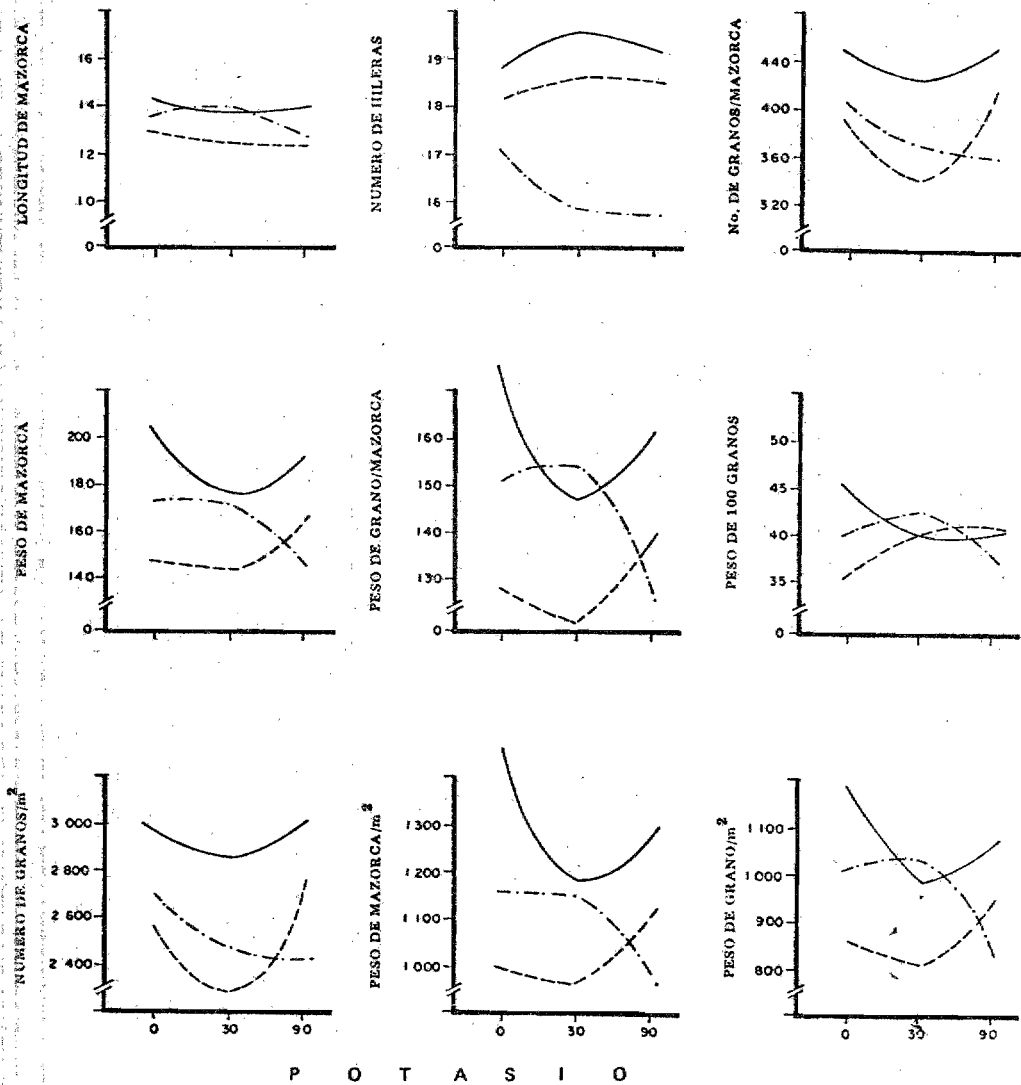


FIGURA 4. EFECTO DE LA DOSIS DE POTASIO SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE LOS GENOTIPOS H-137E (—), H-30 (-----) Y V-105 (-·-·-·-).

CUADRO 18. COMPARACION DE MEDIAS PARA COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE TRES GENOTIPOS BAJO FORMULAS DE PRODUCCION CON DIFERENTES NIVELES DE POTASIO. CALIMAYA, MEX. 1985

FORMULA DE PRODUCCION										
GENOTIPO	LMZ	DMZ	NHMZ	NGMZ	PMZ	PG	P100G	NGm ⁻²	PMZm ⁻²	PGm ⁻²
100 - 60 - 90 - 65										
H-30	12.4 d	5.3 b	18.6 c	411 c	166.6 c	139.8 c	41.5 b	2741 c	1110.4 d	932.0 c
H-137	14.0 a	5.4 a	19.2 a	450 a	191.8 a	160.0 a	40.2 c	3003 b	1270.0 b	1066.8 b
V-105	12.7 d	4.7 e	15.7 g	362 e	147.3 d	128.3 c	38.7 d	2413 d	982.0 e	855.3 d
100 - 60 - 30 - 65										
H-30	12.4 d	5.3 b	18.6 c	340 e	145.0 d	121.7 d	40.2 c	2270 e	966.7 e	811.8 d
H-137	13.7 b	5.4 a	19.6 a	428 b	177.7 b	147.8 b	39.9 d	2853 b	1184.9 c	985.3 d
V-105	13.9 b	5.0 d	14.8 g	371 c	172.7 b	154.4 a	42.2 b	2474 d	1151.3 c	1029.7 b
100 - 60 - 00 - 65										
H-30	12.8 d	4.9 e	18.2 c	385 d	148.7 d	128.1 c	36.5 d	2568 c	991.5 e	854.0 c
H-137	14.1 a	5.5 a	18.8 b	448 a	220.6 a	177.2 a	45.0 a	2984 b	1470.6 a	1181.5 a
V-105	13.7 b	5.3 b	17.0 e	406 c	174.6 b	151.8 a	40.3 c	2707 c	1164.4 c	1012.0 b

Duncan (0.05) = valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

El nivel alto disminuye significativamente el NHMZ, NGMZ, PMZ, PG y las mismas a nivel de área en la variedad.

La mejor respuesta del NGMZ, PMZ, PG por planta y por metro cuadrado para los híbridos H-30 y H-137E, se logra sin la aplicación de potasio y con el nivel superior, siendo ambos resultados de igual significancia.

Para la V-105, la mejor respuesta de todas sus componentes, excepto P100G, se logra igual que los híbridos, con el nivel nulo, pero a diferencia de estos, no responde con la aplicación alta y demerita el valor de los componentes.

En conclusión, para la mayoría de los componentes del rendimiento y de los genotipos, la mejor respuesta se dá sin la aplicación de fertilizante potásico o elevando la dosis por arriba de 30 kg ha^{-1} , lo cual no es recomendable puesto que presenta la misma respuesta.

4.2.4 Efecto de la densidad de población sobre los componentes del rendimiento para los genotipos H-30, H-137E y V-105.

La densidad de plantas presenta efectos significativos para la mayoría de los componentes, bajo los diferentes niveles, como se observa en la Figura 5 y Cuadro 19. Con 75 mil plantas Ha^{-1} , el híbrido H-137E presenta una mayor expresión de las componentes NGMZ, PMZ, PG y P100G en la variedad V-105, NHMZ, NGMZ y P100G; y en H-30, únicamente P100G.

El híbrido H-30 presenta una reducción de sus componentes al incrementar el número de plantas, similar a los trabajos de Tanaka y Yamaguchi (1977) logrando su mejor respuesta con 50 mil plantas por hectárea.

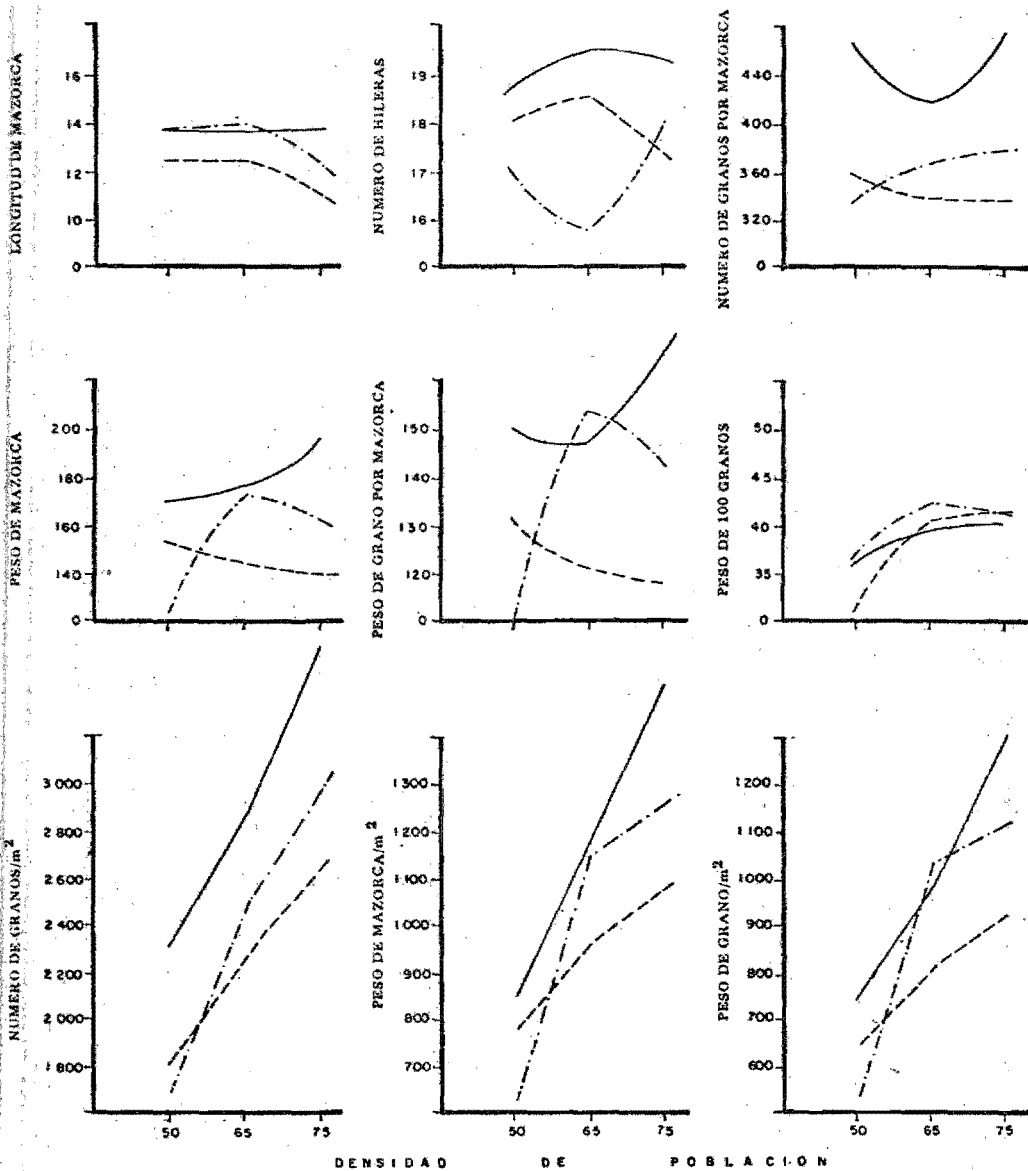


FIGURA 5. EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE LOS GENOTIPOS H-137E (—), H-30 (---) Y V-105 (-·-·-).

CUADRO 19. COMPARACION DE MEDIAS PARA COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE TRES GENOTIPOS, BAJO FORMULAS DE PRODUCCION CON DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION. CALIMAYA, MEX. 1985.

FORMULA DE PRODUCCION	GENOTIPO	LMZ	DMZ	NHMZ	MGMZ	PMZ	PG	P100G	NGm ⁻²	PMZm ⁻²	PGm ⁻²
100 - 60 - 30 - 75											
	H-30	11.2 f	4.7 e	17.4 e	344 e	139.9 e	118.7 d	41.4 b	2646 c	1076.4 d	913.3 d
	H-137	13.8 b	5.2 c	19.4 a	478 a	197.0 a	166.9 a	40.1 c	3680 a	1515.3 a	1284.1 a
	V-105	12.3 e	5.2 c	18.0 c	386 d	163.3 c	144.2 b	41.1 b	2967 b	1258.7 c	1109.9 b
100 - 60 - 30 - 65											
	H-30	12.4 d	5.3 c	18.6 c	340 e	145.0 d	121.7 d	40.2 c	2270 e	966.7 e	811.8 d
	H-137	13.7 b	5.4 a	19.6 a	428 b	177.7 b	147.8 b	39.9 d	2853 b	1184.9 c	985.3 b
	V-105	13.9 b	5.0 d	15.8 g	371 e	172.7 b	154.4 a	42.2 b	2474 d	1151.3 c	1029.7 b
100 - 60 - 30 - 50											
	H-30	12.5 d	5.2 c	18.1 c	360 e	154.6 d	131.1 c	41.3 b	1801 g	773.0 g	655.6 f
	H-137	13.7 b	5.1 c	18.8 b	464 a	171.8 c	150.8 a	36.3 c	2319 e	859.3 f	754.0 d
	V-105	12.2 e	4.6 f	16.9 e	339 e	125.9 f	107.2 e	37.0 d	1694 g	629.8 g	536.3 f

Duncan (0.05) = valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

En la variedad V-105, las componentes PMZ y PGMZ alcanzan su máximo valor con la densidad de población media.

Para los tres genotipos, todas las componentes a nivel de área, se incrementan positivamente con el aumento del número de plantas, ya que están en función del número de estas por unidad de superficie.

4.2.5 Componentes de rendimiento de seis genotipos bajo la misma fórmula de producción

En el cuadro 20 y la figura 6 se presenta la respuesta de los componentes de rendimiento de los genotipos ensayados con la fórmula testigo (100-60-30 (65)).

Se observa que las componentes LMZ, PMZ y las mismas a nivel de área, presenta un comportamiento estadísticamente similar en todos los genotipos, excepto H-30, que presenta valores muy bajos.

La componente número de hileras se expresa de manera diferente en cada genotipo, presentando el mayor número de hileras el H-28 y H-137E con más de 19 en promedio; H-30 y VS-22, con más de 18; el criollo "Yeche" presenta más de 17 hileras y la variedad V-105 con el menor número, casi 16 hileras en promedio.

La diferencia en el número de hileras, afecta en forma directa las componentes NGMZ y P100G. Cuando aumenta el número de hileras, aumenta el NGMZ y se reduce el P100G, así mismo cuando presentan menor número de hileras, el NGMZ se reduce y la componente P100G aumenta.

El híbrido H-30 presenta los más bajos valores de sus componentes, no logrando la misma compensación entre estos, sin embargo presenta un buen rendimiento en campo por sus características agronómicas sobresalientes.

CUADRO 20. COMPARACION DE MEDIAS PARA COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE SEIS GENOTIPOS BAJO LA MISMA FORMULA DE PRODUCCION (100-60-30-65). CALIMAYA, MEX. 1985.

No.	TRAT. GENOTIPO	PGM ⁻²	LMZ	DMZ	NHMZ	NGMZ	PMZ	PGMZ	P100G	NGm ²	PMZm ²
16	H-28	1086.8 b	14.5 a	5.3 b	19.4 a	486 a	190.6 a	162.9 a	38.3 d	3241 a	1271.1 b
17	VS-22	1045.4 b	14.0 a	5.2 c	18.1 c	434 b	185.0 b	156.8 a	40.5 c	2894 b	1210.2 c
3	V-105	1029.7 b	13.9 b	5.0 d	15.8 g	371 e	172.2 b	154.4 a	42.2 b	2474 d	1151.3 c
18	STGO.YECHE	1019.5 b	14.6 a	5.3 b	17.8 d	389 c	181.1 b	152.9 a	46.5 a	2594 c	1207.5 c
2	H-137	985.8 b	13.7 b	5.4 a	19.6 a	428 b	177.7 b	147.8 b	39.9 d	2853 b	1184.9 c
1	H-30	754.0 d	12.4 d	5.2 c	18.6 c	341 e	145.0 d	121.7 d	40.2 c	2270 e	966.6 c

Duncan (0.05). Valores con los mismos literales son estadísticamente iguales

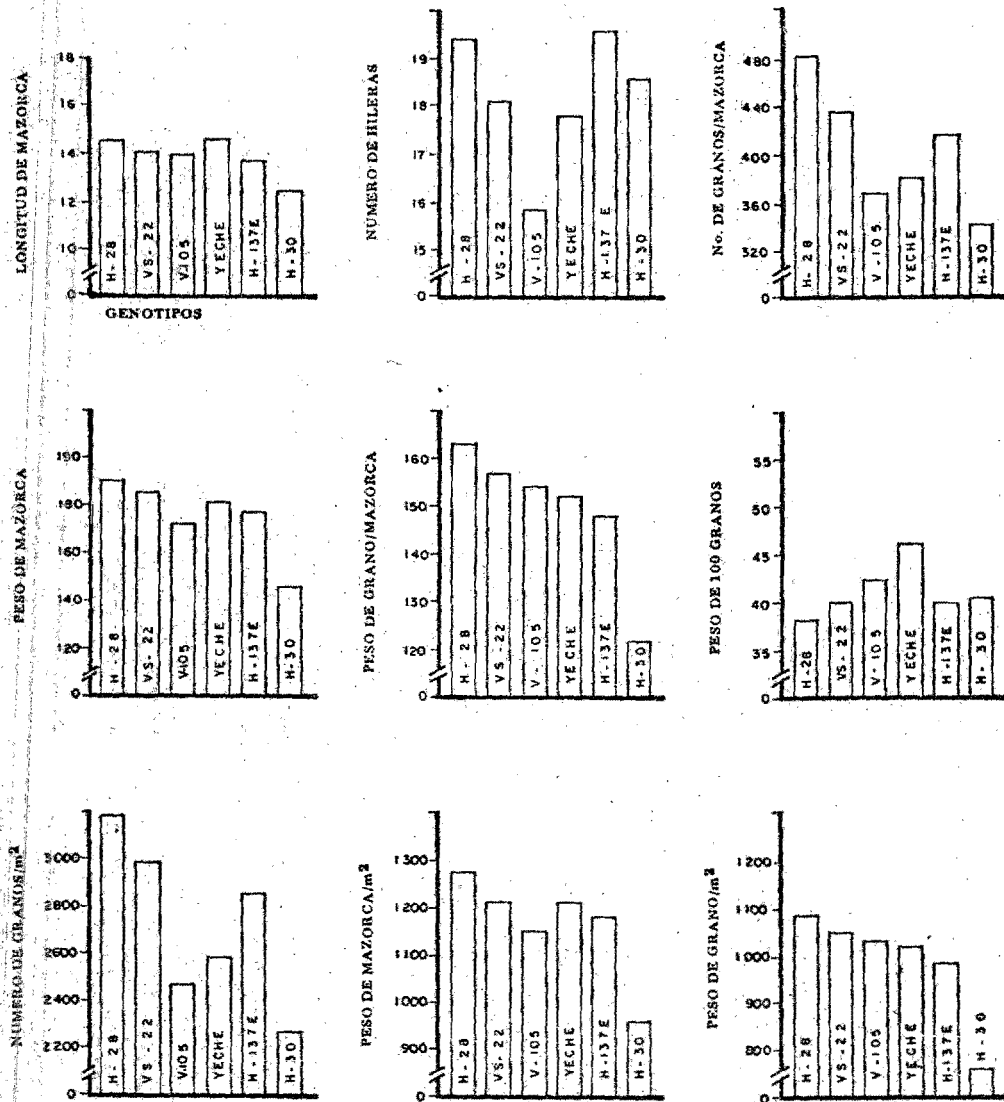


FIGURA 6. EFECTO DEL GENOTIPO EN LA EXPRESION DE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO BAJO LA MISMA FORMULA DE PRODUCCION (100-60-30 (65)).

4.2.6. RESULTADOS EN BASE AL METODO DE REGRESION LINEAL MULTIPLE STEPWISE.

Para la determinación de las componentes de rendimiento que más contribuyen en el rendimiento de grano, se utilizó el método de regresión lineal múltiple denominado "Stepwise" con valor de coeficiente de regresión (R^2).

Como ya se mencionó, en el presente estudio se tomó como variable dependiente el peso de grano (V_7) y como independientes a las siguientes componentes: Longitud de mazorca (V_1), Diámetro de mazorca (V_2), Número de hileras de mazorca (V_3), Número de granos por mazorca (V_4), Peso de mazorca (V_5), Peso de olote (V_6), Peso de 100 granos (V_8), Número de granos por m^2 (V_{4t}), Peso de mazorca por m^2 (V_{5t}), Peso de olote por m^2 (V_{6t}) y Peso de grano por m^2 (V_{7t}).

Los modelos estimados para cada uno de los tratamientos se muestran en el Cuadro 21, en donde se aprecia que en terminos generales la componente peso de mazorca fué la que mejor expresó al peso de grano, sin embargo existen casos en los que los modelos incluyen además otras componentes, las cuales se dan como respuestas a los diferentes niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y densidad de población así como por efecto del genotipo.

Bajo una fórmula de producción óptima recomendada (100-60-30 65 mil) el peso de grano en los seis genotipos estudiados se expresó mejor con la componente peso de mazorca (trat. 1, 2, 3, 16, 17 y 18).

Altas y bajas dosis de nitrógeno (150 y 80 kg ha^{-1}) mostraron efecto en los modelos que determinan el peso de grano de los híbridos H-30, H-137E y la variedad V-105, pues

CUADRO 21. MODELOS DE REGRESION "STEPWISE", MAXIMO COEFICIENTE DE DETERMINACION R² POR FORMULA DE PRODUCCION Y GENOTIPOS DE MAIZ.

FORMULA DE PRODUCCION							
TRAT.	N	P ₂₀ ⁵	K ₂₀	D.P. (MIL)	GENOTIPO	MODELO STEPWISE	R ²
1	100	60	30	65	H-30	$Y = 4.37 + 0.80 (V_5)$	0.91
2	100	60	30	65	H-37E	$Y = 13.98 + 0.75 (V_5)$	0.95
3	100	60	30	65	V-105	$Y = 9.0 + 0.84 (V_5)$	0.89
4	100	60	90	65	H-30	$Y = 6.32 + 0.98 (V_5) - 0.78 (V_6) - 0.21 (V_8)$	0.99
5	100	60	90	65	H-137E	$Y = 118.06 - 8.45 (V_3) + 0.04 (V_4T) + 0.06 (V_5T)$	0.72
6	100	60	90	65	V-105	$Y = -1.33 + 0.88 (V_5)$	0.99
7	150	60	30	65	H-30	$Y = 0.16 + 0.99 (V_5)$	0.99
8	150	60	30	65	H-137E	$Y = -35.18 + 3.43 (V_6) + 0.23 (V_4)$	0.83
9	150	60	30	65	V-105	$Y = 0.15 + 0.99 (V_5) - 1.00 (V_6)$	0.99
10	100	60	30	50	H-30	$Y = 7.29 + 0.80 (V_5)$	0.91
11	100	60	30	50	H-137E	$Y = 53.58 + 2.67 (V_8)$	0.47
12	100	60	30	50	V-105	$Y = 0.00 + 0.99 (V_5) - 0.20 (V_6T)$	0.99
13	80	60	30	65	H-30	$Y = 0.04 + 0.99 (V_5) - 0.17 (V_6T)$	0.99
14	80	60	30	65	H-137E	$Y = 0.00 + 1.00 (V_5) - 0.15 (V_6T) - 0.06 (V_1)$	0.99
15	80	60	30	65	V-105	$Y = 0.15 + 0.99 (V_5) - 0.14 (V_6T)$	0.99
16	100	60	30	65	H-28	$Y = -24.15 + 0.98 (V_5)$	0.95
17	100	60	30	65	VS-22	$Y = 2.95 + 0.84 (V_5)$	0.97
18	100	60	30	65	Stgo. Yeche	$Y = 1.74 + 0.85 (V_5)$	0.98
19	100	60	30	75	H-30	$Y = 1.10 + 0.10 (V_5T)$	0.97
20	100	60	30	75	H-137E	$Y = 12.49 + 0.11 (V_5T)$	0.95
21	100	60	30	75	V-105	$Y = 56.96 + 6.67 (V_1) - 4.49 (V_3) + 2.20 (V_8) + 0.03 (V_4T)$	0.94
22	100	90	30	65	H-30	$Y = 0.89 + 0.85 (V_5)$	0.97
23	100	90	30	65	H-137E	$Y = 45.66 + 0.60 (V_5)$	0.48
24	100	90	30	65	V-105	$Y = 0.12 + 0.99 (V_5) - 1.00 (V_6)$	0.99
25	100	60	00	65	H-30	$Y = 1.97 + 0.87 (V_5)$	0.97
26	100	60	00	65	H-137E	$Y = 88.48 + 1.97 (V_8) + 1.40 (V_6) + 0.30 (V_4)$	0.86
27	100	60	00	65	V-105	$Y = 10.27 + 0.92 (V_5)$	0.96

además de peso de mazorca dichos modelos incluyen las componentes peso de olote (tratamientos 7, 8 y 9), peso de olote por m^2 (tratamientos 13, 14 y 15) y longitud de mazorca (trat. 14), así como número de granos por mazorca (tratamiento 8) que tiene un efecto positivo.

Por su parte altos niveles de fósforo (90 kg ha^{-1}) no muestran efecto en los híbridos H-30 y H-137E (trat. 22 y 23), en donde la componente peso de mazorca es la que mejor expresa el peso de grano; sin embargo para la variedad V-105 (Trat. 24) el modelo incluye a la componente peso de olote la cual a medida que se reduce, el peso de grano se incrementa.

Los niveles de potasio no provocaron efecto en el peso de grano de la variedad V-105 (trat 6 y 27) puesto que en ambos casos el peso de mazorca es la componentes que mejor lo expresó; una respuesta similar fué para el híbrido H-30 (trat. 25) cuando se sometió a bajas dosis de potasio (00 kg ha^{-1}); sin embargo altas dosis (90 kg ha^{-1}) mostraron efecto en este híbrido puesto que el modelo incluyó a las componentes peso de olote y peso de 100 granos las cuales al reducir incrementan al peso de grano (trat. 4). Por su parte el híbrido H-137E en los dos casos sufrió efecto significativo. En altas dosis el peso de grano se expresó mejor por las componentes peso de grano por mazorca por m^2 y peso de mazorca por m^2 así como por el número de hileras de mazorca la cual actúa en forma negativa (trat. 5); en dosis bajas el peso de grano se expresó mejor por las componentes peso de 100 gramos, peso de olote y número de granos por mazorca (trat. 26).

El peso de grano se expresó mejor con la componente peso de mazorca en los tratamintos 10 y 19, por ello la densidad de población no tuvo efecto sobre el híbrido H-30. Una respuesta poco sensible se observa en el híbrido H-137E ya que en altas densidades ($75 \text{ mil plantas ha}^{-1}$) solo el peso de 100 granos fué la componente que mejor expresó al peso

de grano (trat. 11), mientras que a bajas densidades (50 mil plantas ha^{-1}) lo fué la componente peso de mazorca por m^2 en el tratamiento 20. Para la variedad V-105 el efecto de la densidad fué mayor, observándose que en bajas densidades el peso de grano se expresó mejor con el peso de mazorca y el peso de olote por m^2 actuando este último en forma negativa (trat. 12); en altas densidades (trat. 21) el modelo que mejor expresó al peso de grano incluye a las componentes longitud de mazorca, peso de 100 granos y número de granos de mazorca por m^2 , así como número de hileras de mazorca la cual actúa en forma negativa.

Resumiendo, en terminos generales el peso de mazorca es la componente que mejor expresó al peso de grano, no obstante se mostró efecto de los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y densidad de población.

Para una fórmula óptima recomendada, el peso de grano se expresó con la componente peso de mazorca en los seis genotipos estudiados, sin embargo altos y bajos niveles de nitrógeno mostraron efecto en los híbridos H-30, H-137E y en la variedad V-105, en donde además del peso de mazorca, el peso de olote retomó importancia en la expresión del peso de grano. De la misma manera el peso de olote es relevante en el peso de grano de la variedad V-105 sometida a altas dosis de fósforo, no habiendo respuesta en los híbridos. Los niveles de potasio provocaron efecto en los híbridos H-30 y H-137E en donde las componentes peso de 100 granos y peso de grano por m^2 son importantes en los modelos estimados.

Finalmente la densidad de población no mostró efecto significativo en los modelos estimados para los híbridos H-30 y H-137E, mientras que en la variedad V-105 el peso de 100 granos, número de granos por mazorca por m^2 , longitud de mazorca y peso de olote mostraron efecto sobre el peso de grano.

4.3 ANALISIS DEL CRECIMIENTO

4.3.1 Índice de Area Foliar (IAF)

La acumulación de peso seco de las plantas está en función de la magnitud y eficiencia de su área foliar y de los factores que influyen directamente en esta última.

Los factores de la fórmula de producción que más influyen en el índice de área foliar (IAF) son la fertilización nitrogenada y la densidad de población.

En la figura 7, se presenta el efecto del nitrógeno sobre el IAF de cada genotipo; se observa que los valores más altos se logran en el híbrido H-137E y los más bajos en la variedad V-105. Se aprecia además que al pasar de 80 a 100 el nivel de nitrógeno, el IAF aumenta para los tres genotipos; no así al incrementar a 150 unidades, donde solo el híbrido H-137E responde significativamente.

El fósforo no tiene efecto significativo en la magnitud del IAF (figura 8); mientras que el potasio favorece el IAF del H-137E y la variedad V-105, el H-30 presenta su mejor IAF con la dosis media (figura 9).

Por efecto de la densidad de población (figura 10), el IAF presenta una tendencia positiva conforme se incrementa el número de plantas, conservando las diferencias entre los genotipos antes señaladas.

Las diferencias en el IAF de los genotipos, ocurren después de los 90 días de la emergencia, que tiene relación con la diferencia en el ciclo y características de los genotipos.

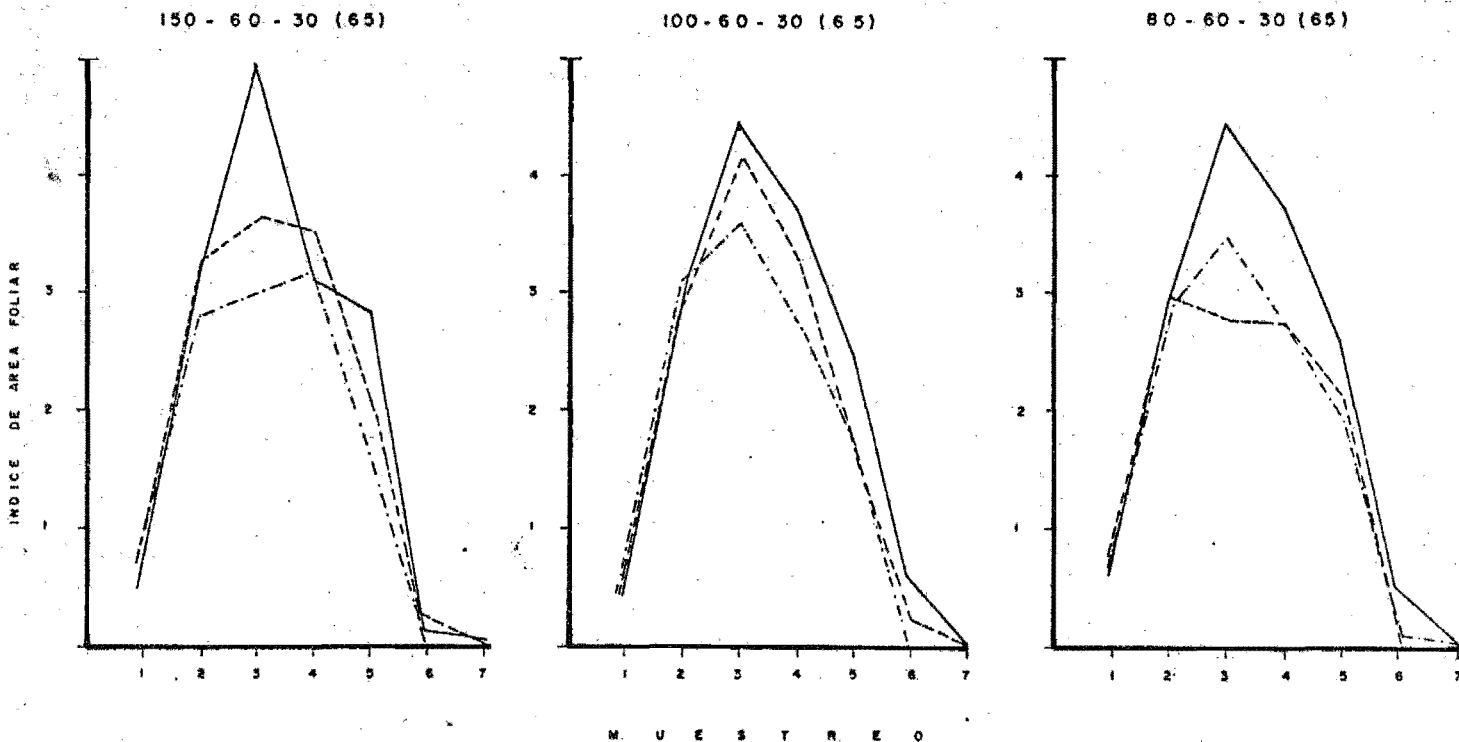


FIGURA 7. EFECTO DEL NITROGENO SOBRE EL INDICE DE AREA FOLIAR ($\text{dm}^2 \text{dm}^{-2}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (————) Y V-105 (-·-·-·-).

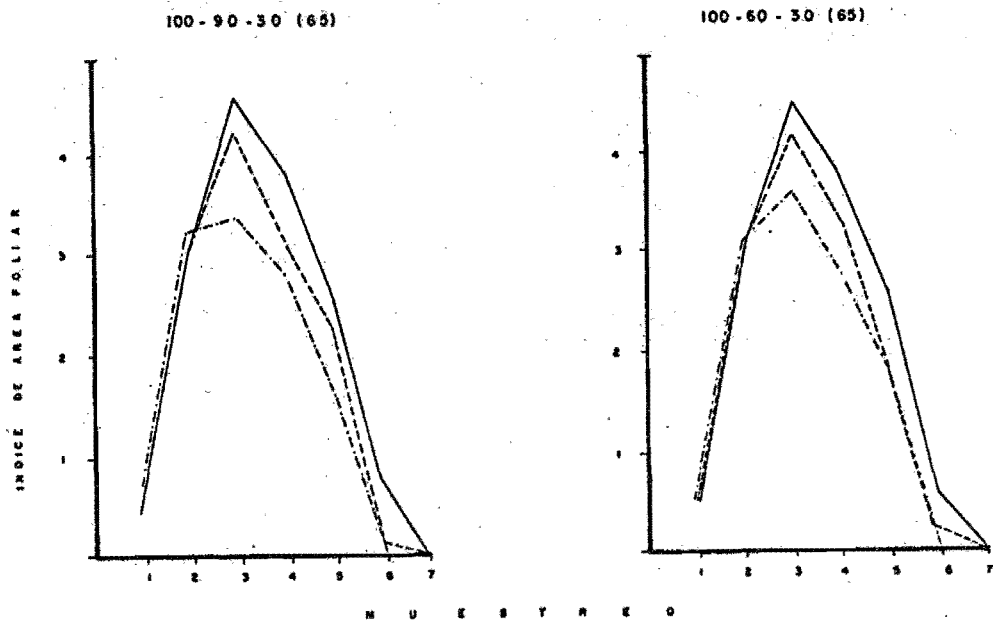


FIGURA 8. EFECTO DEL FOSFORO SOBRE EL INDICE DE AREA FOLIAR ($dm^2 dm^{-2}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (---), H-137E (—) Y V-105 (-.-.-).

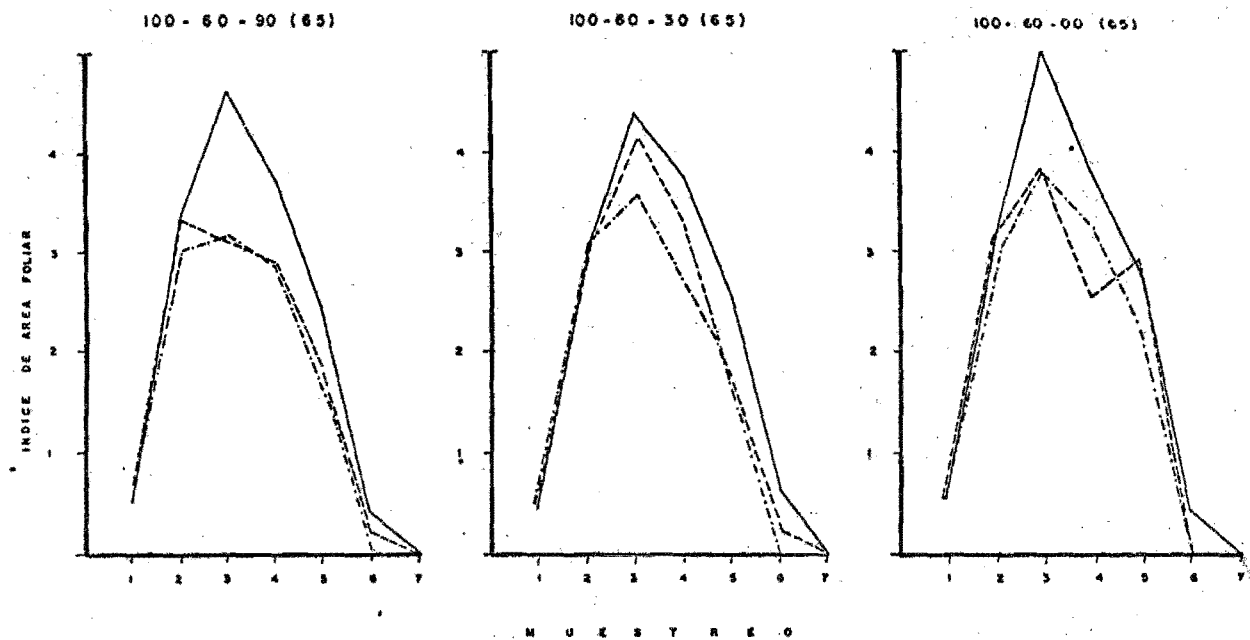


FIGURA 9. EFECTO DEL POTASIO SOBRE EL INDICE DE AREA FOLIAR ($dm^2 dm^{-2}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (---), H-137E (—) Y V-105 (-.-.-).

100 - 60 - 30 (75)

100 - 60 - 30 (65)

100 - 60 - 30 (50)

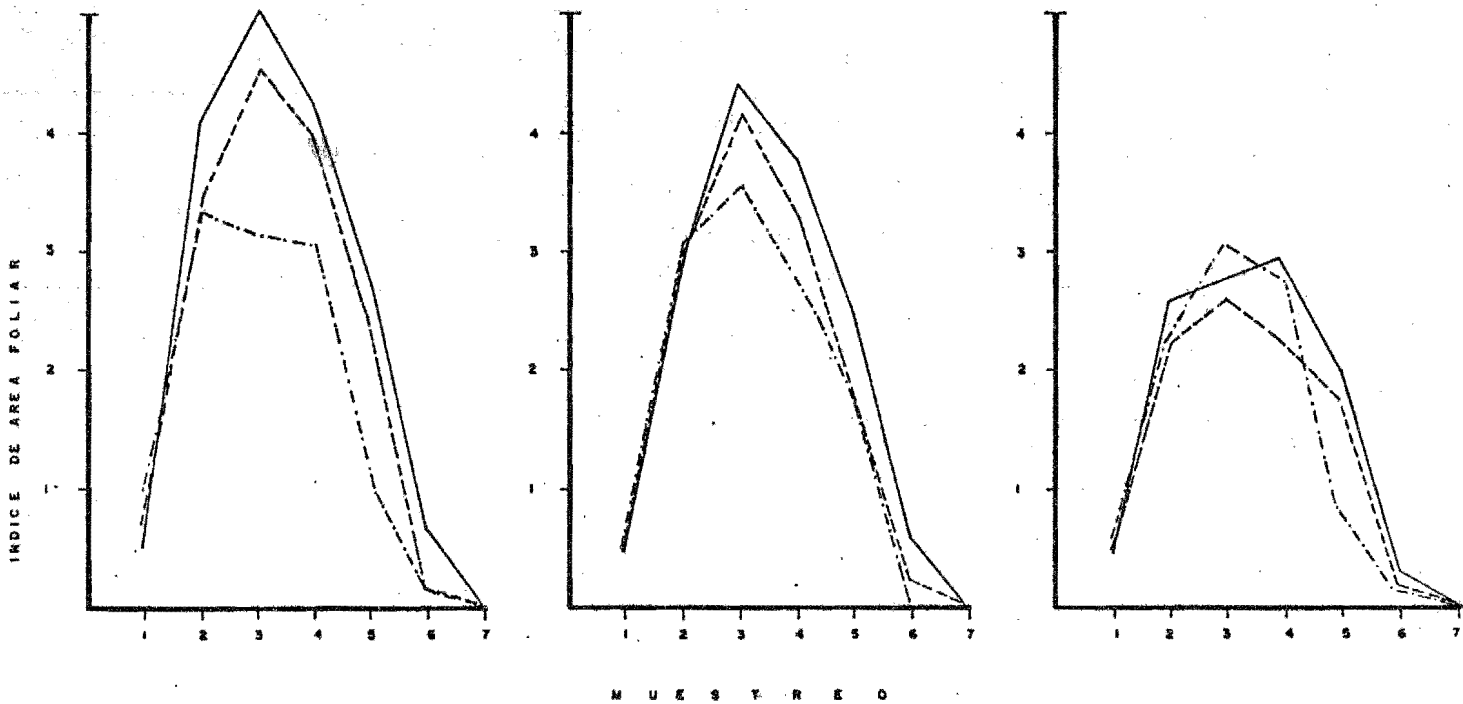


FIGURA 10. EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION SOBRE EL INDICE DE AREA FOLIAR ($dm^2 dm^{-2}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (————) Y V-105 (-----).

En conclusión, el IAF es diferente de acuerdo con el genotipo y a los factores que lo modifican, dentro de la fórmula de producción como son el nitrógeno y la densidad de población principalmente, lo cual concuerda con lo obtenido por Williams *et al.*, (1968); Hunter *et al.*, (1970), y Elías *et al.*, (1979).

4.3.2 Tasa de Asimilación Neta

La tasa de asimilación neta (TAN) es el parámetro que define la eficiencia del área foliar (AF) de la planta para la transformación de la energía luminosa a biomasa o materia seca; está en función del genotipo y de los factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo de los mismos.

En la figura 11 se presenta el efecto del nitrógeno sobre la TAN, observándose una respuesta diferencial entre los genotipos y en menor proporción entre los niveles de este nutriente.

La dosis baja de nitrógeno confiere valores más altos de TAN, debido fundamentalmente al efecto que tiene este sobre el AF, ya que al disminuir el nitrógeno, el IAF se reduce y en consecuencia la TAN se incrementa; como lo indica Watson (1947). Esto se observa con mayor precisión en H-30, donde el más alto IAF se alcanza en el segundo muestreo, después del cual disminuye paulatinamente, observando en la TAN un incremento después de este período, entre los 150 y 180 días, cuando el AF se encuentra en senescencia.

En el híbrido H-137E, la TAN muestra mayor consistencia a lo largo del ciclo, con la dosis media de N, mientras que el H-30 y la V-105 alcanza valores muy elevados en el último intervalo, ocasionado por la rápida pérdida del AF, atribuido a su corto ciclo y a la presencia de heladas tempranas que ocurrieron en el área donde se estableció el experimento.

Las variaciones que se observan en la TAN al incrementar el nivel de fósforo (figura 12), son una mayor eficiencia del H-137E por presentar una mayor TAN en el intervalo de los

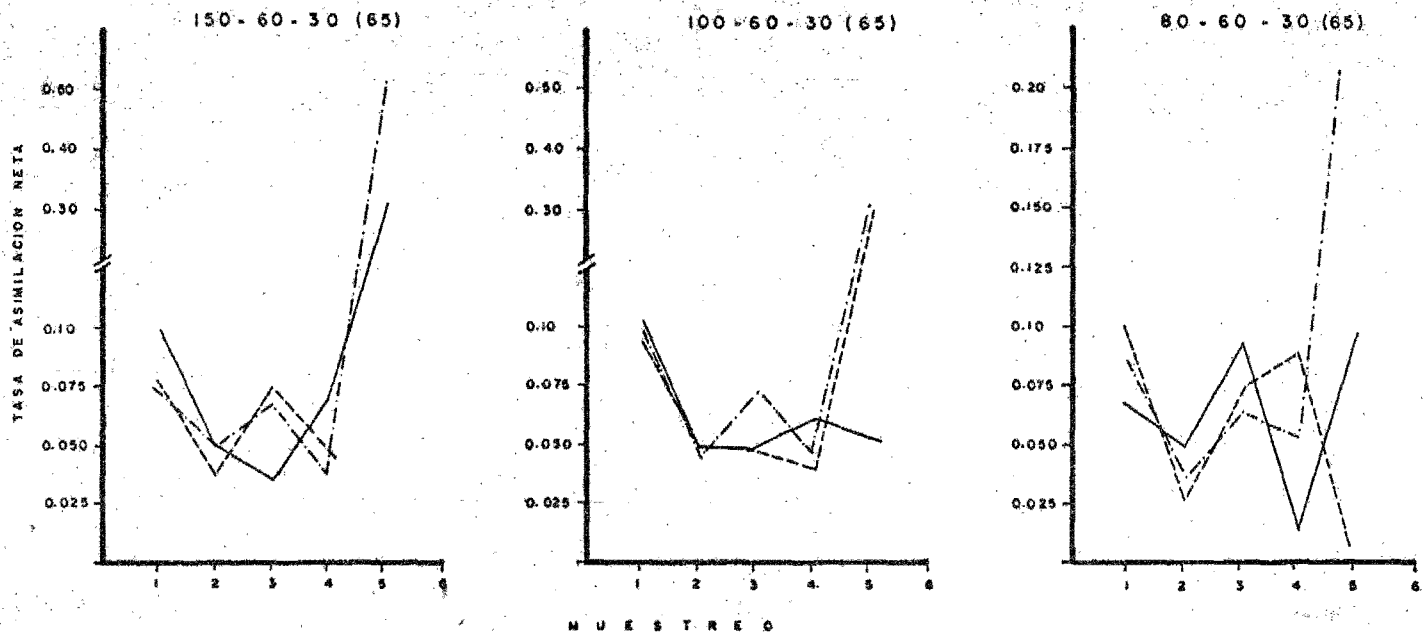


FIGURA II. EFECTO DEL NITROGENO SOBRE LA TASA DE ASIMILACION NETA (gdm⁻² d⁻¹) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (——) Y V-105 (-·-·-·-).

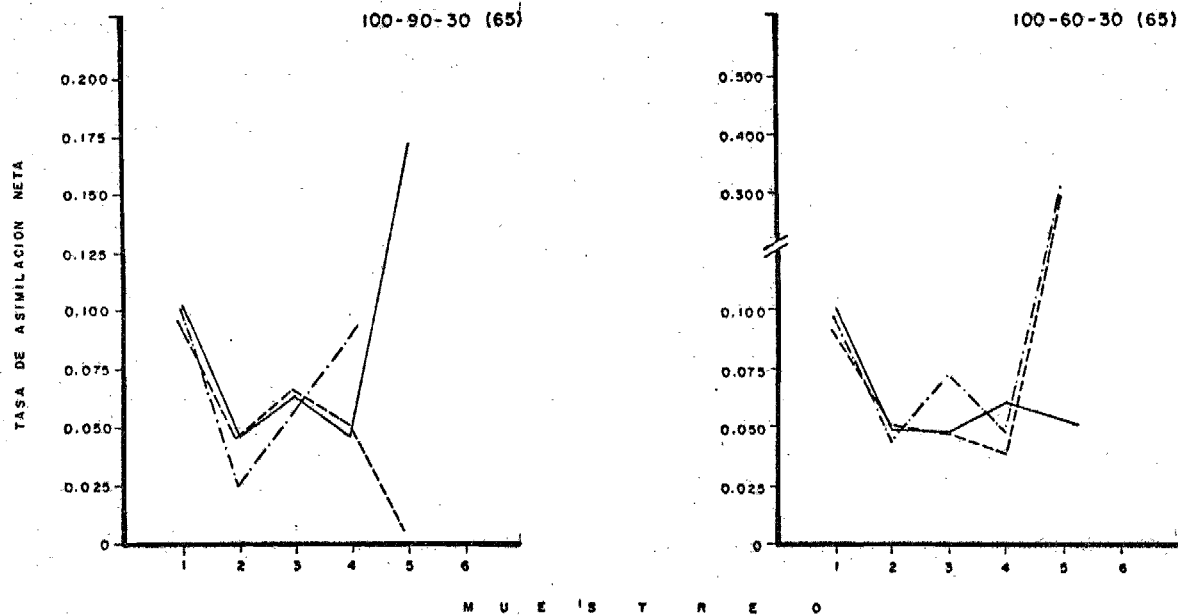
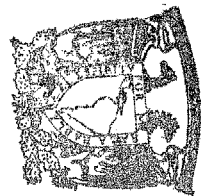


FIGURA 12. EFECTO DEL FOSFORO SOBRE LA TASA DE ASIMILACION NETA ($\text{gdm}^{-2}\text{d}^{-1}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (————) Y V-105 (- · - · -).

BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA



120 a los 150 días y al final del ciclo; ya que teniendo el mismo IAF en ambos niveles, la eficiencia fotosintética es mayor con el nivel superior, lo que concuerda con lo expuesto por Patterson et al.(1946), donde indica que el fósforo actúa sobre los componentes fisiológicos y en algunos casos reduce el rendimiento por acelerar la maduración y acortar el ciclo.

En el H-30 el comportamiento es semejante, solo que presenta una disminución constante de la TAN a partir del intervalo de los 120 a los 150 días, por efecto de la maduración causada por la mayor cantidad de fósforo. En contraste con el nivel inferior, donde se observa un incremento de la TAN al final del ciclo, atribuido a la relativa prolongación del ciclo y a la pérdida prematura del AF.

Para V-105 los valores de TAN disminuyen considerablemente del primero al segundo intervalos (120 a 150 días) y después se incrementa hasta un máximo en el intervalo de los 150 a 180 días, donde llega a su madurez; no así con el nivel inferior, donde la TAN se incrementa más allá del muestreo 4, es decir, el ciclo se prolonga más por contener menos fósforo.

El efecto del potasio sobre la TAN, es poco significativo, observando en H-137E una consistencia a lo largo del ciclo para todos los niveles (figura 13); en el H-30, la eficiencia fotosintética se incrementa con mayor cantidad de potasio en el intervalo de los 90 a los 120 días, por presentar una disminución del AF después de este período y por la relación que tiene el potasio en la fotosíntesis, como lo señala Watson (1947).

Para la variedad V-105, la respuesta de la TAN es consistente durante todo el ciclo para los niveles superior e inferior, mostrando con el nivel medio una mayor eficiencia para el tercer intervalo y el último; como se señala anteriormente, puede atribuirse al efecto que

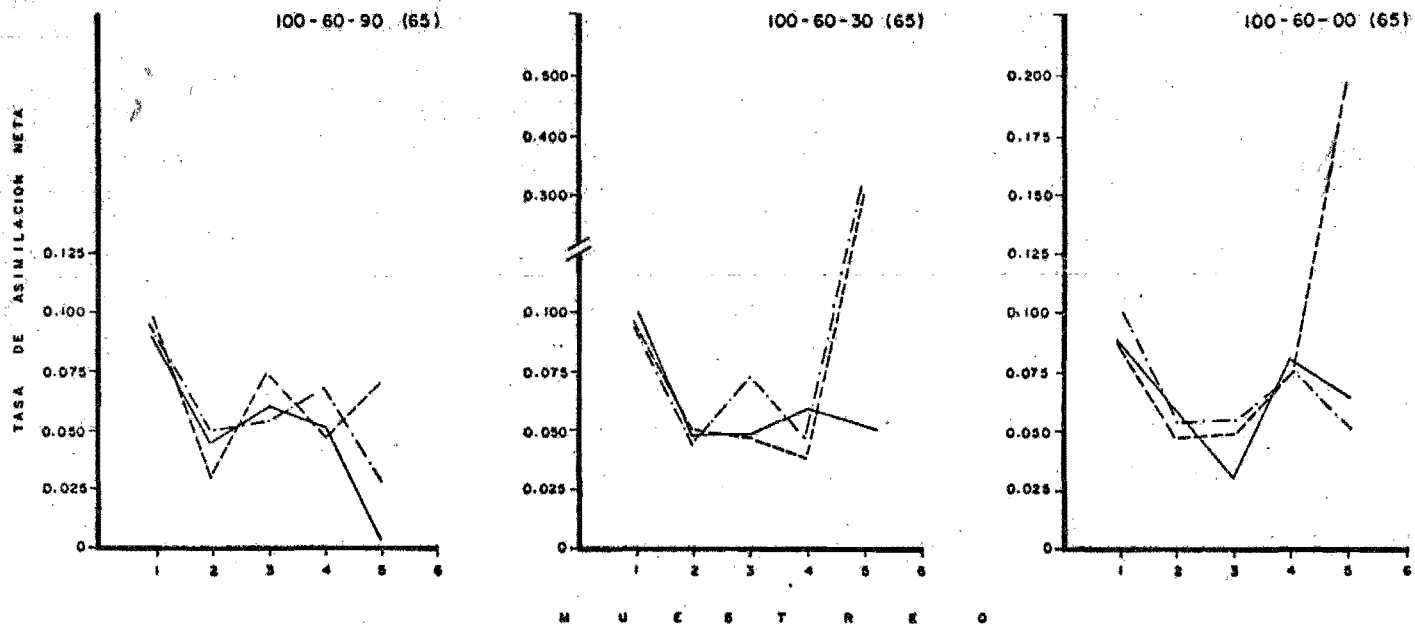


FIGURA 13. EFECTO DEL POTASIO SOBRE LA TASA DE ASIMILACION NETA ($g\,dm^{-2}\,d^{-1}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (————) Y V-105 (-·-·-·-).

tiene el potasio en relación a la fotosíntesis, ya que el AF es similar en los niveles medio y bajo.

La densidad de población afecta significativamente el comportamiento de la TAN, así se puede apreciar en la figura 14. Con la densidad baja, los genotipos H-30 y H-137E presentan valores altos de TAN, sobre todo en el intervalo de los 90 a los 180 días, por el menor IAF con este nivel; mientras que con la densidad alta, los valores de la TAN son reducidos durante todo el ciclo y se incrementan en el último intervalo, por la mayor cantidad de plantas que provoca un sombreado y reduce la eficiencia fotosintética; esto tiene relación con las investigaciones de Fisher y Wilson; Elias *et al.*; Gerakis y Papacosta-Tasapoulou, citados por Ramírez (1985) donde señalan que la TAN disminuye cuando aumenta el IAF por efecto de la densidad de población.

En conclusión, las variaciones en la TAN son más evidente entre los genotipos y entre los niveles, a partir de los 90 a los 120 días (muestreo 2); antes el comportamiento es uniforme, ya que los genotipos presentan el mismo desarrollo del AF en este período; después de este momento los cambios en la TAN son atribuidos a las variaciones del IAF, que de acuerdo a los resultados obtenidos por Elias *et al.* (citado por Ramírez en 1985), mencionan que una combinación de altos valores de N y densidad de población, tienen una influencia más notoria en el incremento del rendimiento biológico e IAF, pero a su vez provocan un decremento del rendimiento del grano y de la TAN.

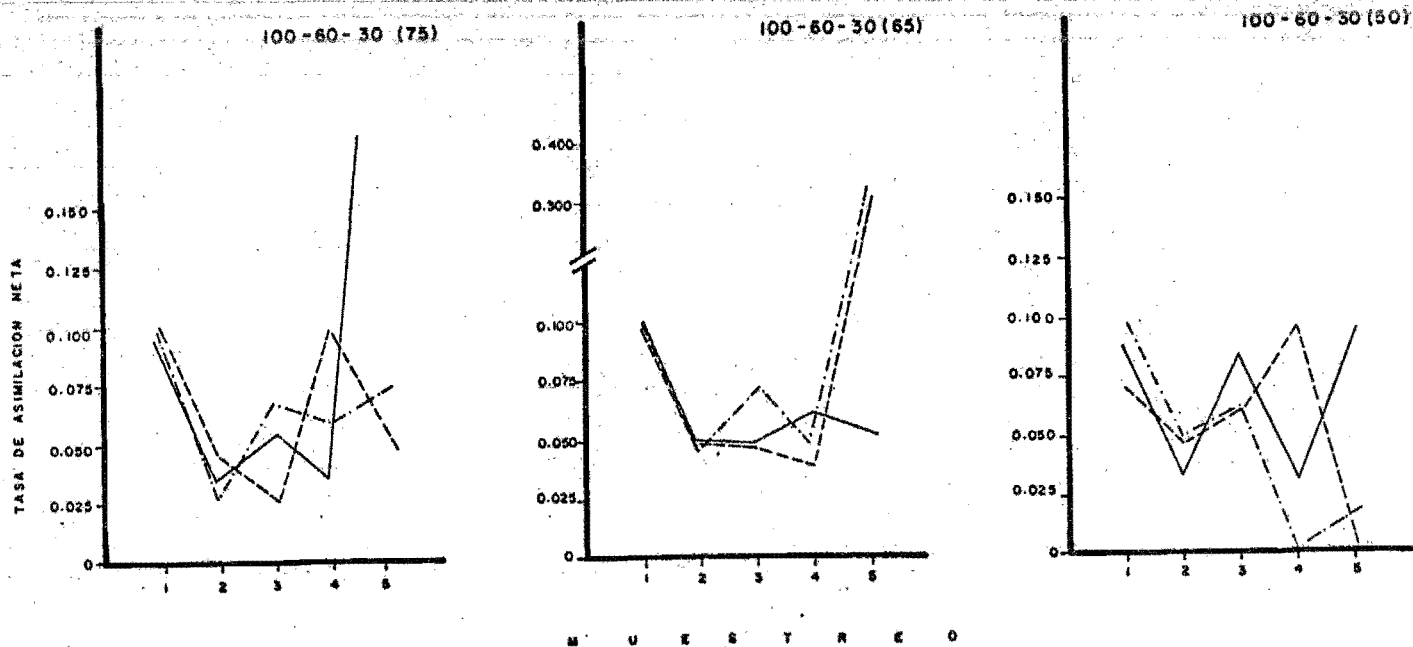


FIGURA 14. EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION SOBRE LA TASA DE ASIMILACION NETA (g dm⁻² d⁻¹) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (—) Y V-105 (-.-):

4.3.3 Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC)

La TCC presenta diferencias entre los genotipos y entre las fórmulas de producción. Los más altos valores de TCC corresponden al híbrido H-137E en la mayoría de las fórmulas de producción, alcanzando los valores máximos con las de alto y bajo contenido de nitrógeno (figura 15); así como la de mayor densidad de población (figura 18) con valores alrededor de $35 \text{ gm}^{-2} \text{ día}^{-1}$.

Se observa entre los tratamientos una diferencia marcada para alcanzar la máxima TCC; esto puede atribuirse a las diferencias propias de los genotipos, de acuerdo a su ciclo como lo mencionan Golsdworthy y Colegrove (1974); así como por efecto del acame que se presentó entre el segundo y tercer muestreo, lo que obligó a las plantas a reducir su TCC hasta lograr su recuperación; aunado esto al efecto de la fórmula de producción.

Dentro de la fórmula de producción, los factores que más influyen a una mayor TCC son la fertilización nitrogenada, fosforada y la densidad de población.

El nivel superior de nitrógeno provee mayores TCC en los tres genotipos (figura 15), mientras que con los otros niveles, la respuesta es similar con excepción del H-137E que presenta una TCC máxima con la dosis baja, lo cual concuerda con los resultados de Elías *et al.* (citado por Ramírez en 1985), donde un híbrido mostró poca significancia por efecto del nitrógeno en la TCC.

El fósforo provoca una aceleración de la madurez, que se refleja en la rápida caída de la TCC, principalmente en H-30 (figura 16); observando en los genotipos una mayor eficiencia con el nivel superior, excepto en V-105, en donde se acentúa el efecto del acame

150 - 60 - 30 (65)

100 - 60 - 30 (65)

80 - 60 - 30 (65)

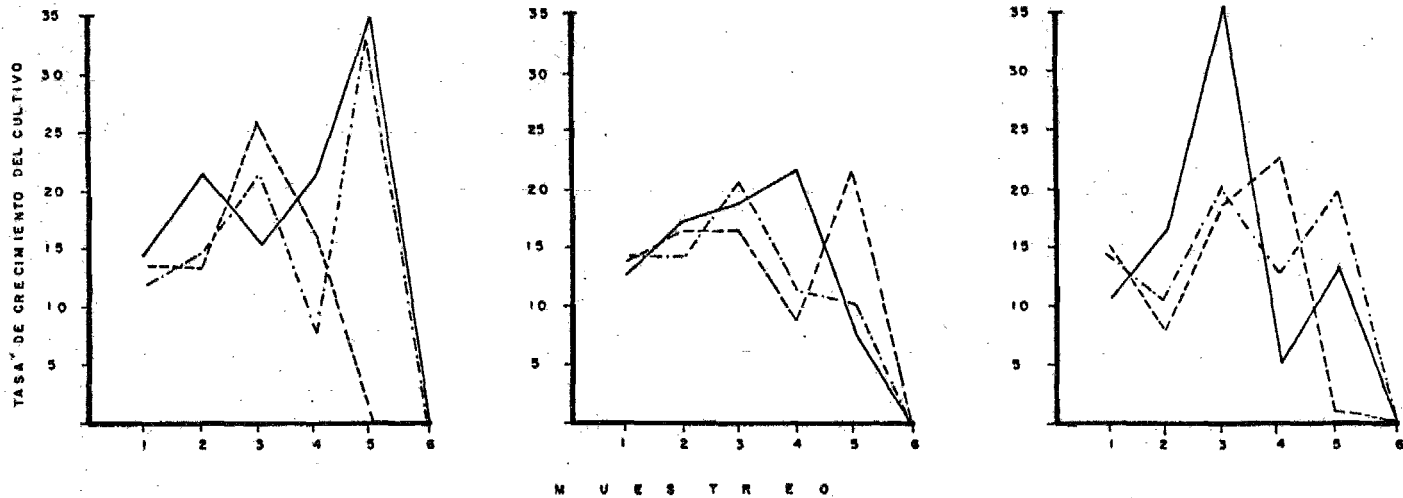


FIGURA 15. EFECTO DEL NITROGENO SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO ($\text{gm}^{-2}\text{d}^{-1}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (————) Y V-105 (-·-·-·-).

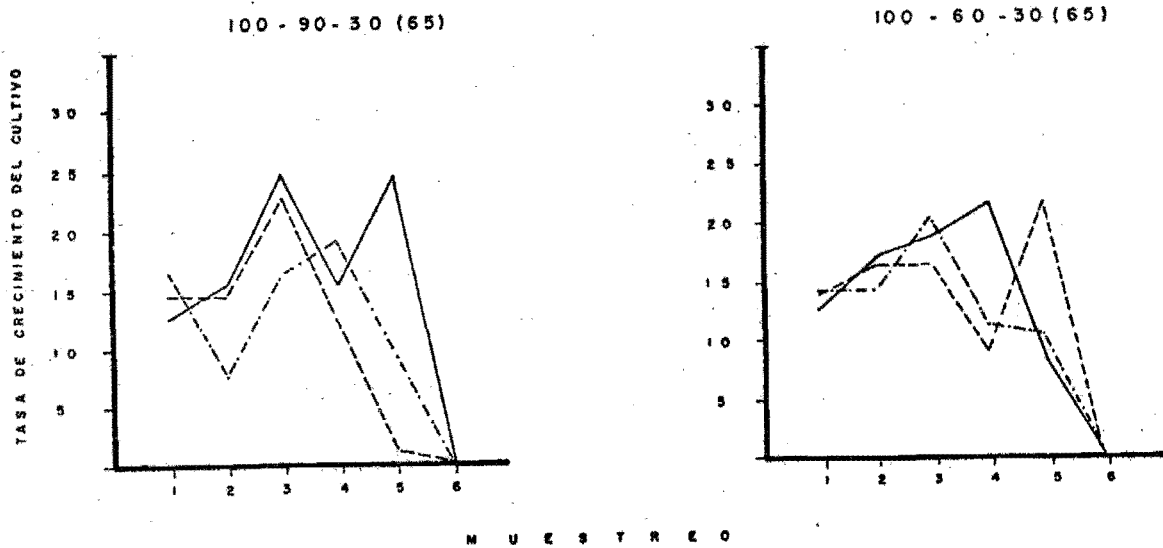


FIGURA 16. EFECTO DEL FOSFORO SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO ($\text{gm}^{-2}\text{d}^{-1}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (——) Y V-105 (-·-·-·-).

en la TCC en el segundo intervalo y no logra sobrepasar, además de que presenta mayor esterilidad con este nivel.

El potasio no afecta significativamente la TCC, observado una tendencia de incremento con el nivel nulo en todos los genotipos (figura 17).

Conforme se incrementa la densidad de población, la TCC aumenta, como consecuencia del mayor número de plantas y el incremento del IAF, como lo señala Williams *et al.* en su estudio realizado en 1968.

En algunos tratamientos, las altas TCC están asociadas con altos valores de IAF y TAN, principalmente con el H-137E.

100 - 60 - 90 (65)

100 - 60 - 30 (65)

100 - 60 - 00 (65)

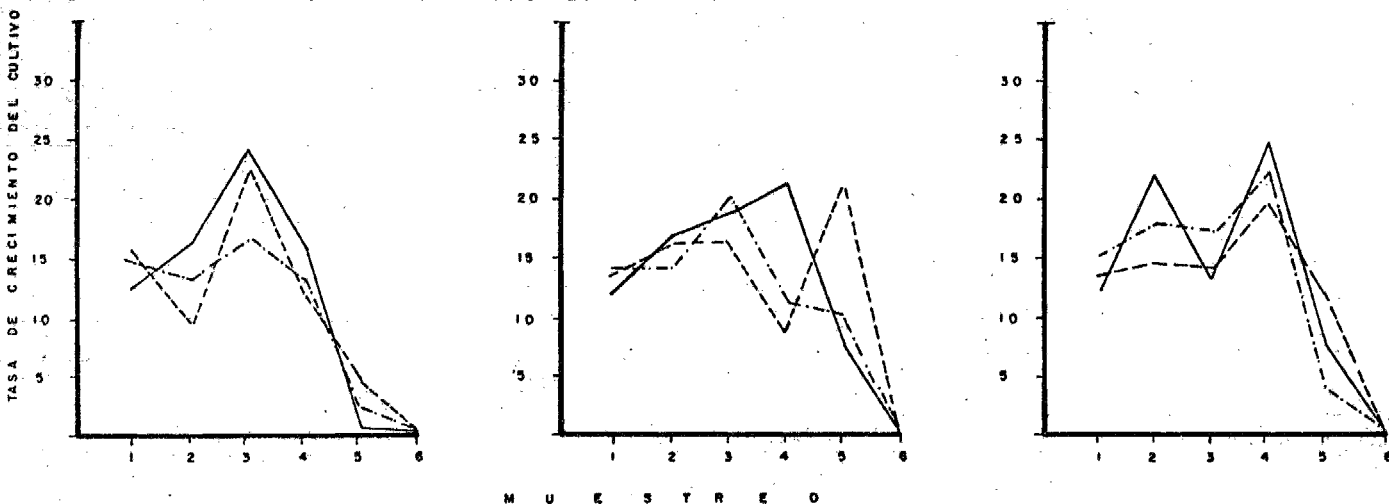


FIGURA 17. EFECTO DEL POTASIO SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO ($\text{gm}^{-2}\text{d}^{-1}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (————) Y V-105 (-·-·-·-).

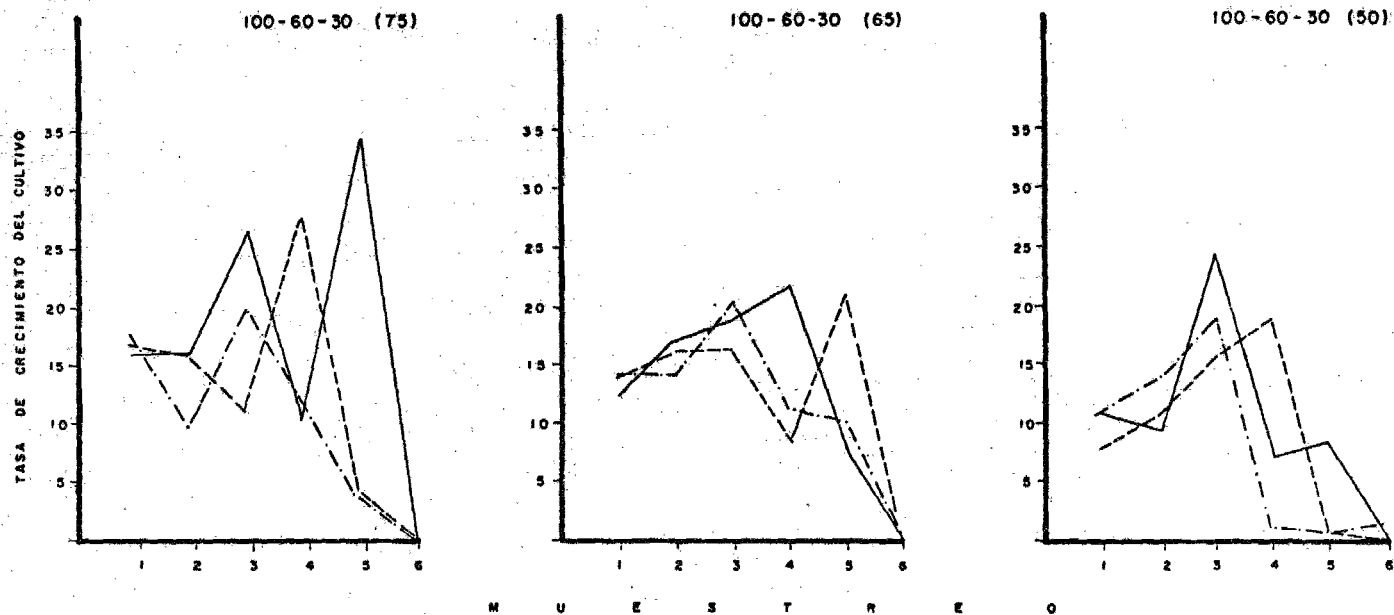


FIGURA 18. EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO ($gm^{-2}d^{-1}$) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (————) Y V-105 (-·-·-·-).

4.3.4 Parámetros del crecimiento de seis genotipos bajo la misma fórmula de producción [(100-60-30 (65))]

Bajo la misma fórmula de producción, los parámetros del crecimiento difieren entre los genotipos ensayados como se observa en la figura 19.

De acuerdo al peso seco acumulado, la variedad VS-22 sobresale de todos los demás, con 383 gramos, dado por presentar el más alto IAF ($4.5 \text{ dm}^2 \text{ dni}^{-2}$); una alta TCC, solo superada por el criollo "Yeche"; y por sus altos valores de TAN, al inicio y al final del ciclo.

El H-137E acumula un peso seco de 370 gramos, con un IAF superior de 4; la TAN muestra un comportamiento consistente a lo largo del ciclo con valores superiores que la mayoría de los materiales, sobre todo en el muestreo 4 que corresponde al periodo de llenado de grano (150-180 días); la TCC más alta se presenta en este mismo periodo, con un valor de 21.4, después del cual se abate totalmente, debido fundamentalmente a la rápida y simultánea caída del IAF, como lo mencionan en su trabajo Golsdworthy y Colegrove (1974).

El híbrido H-30 presenta un peso seco total de 372g, similar al anterior, con un IAF superior a 4; la TAN muestra valores muy elevados al final del ciclo, principalmente por la rápida pérdida del AF debida a la presencia de heladas tempranas; la TCC presenta una caída en el muestreo 4 y un incremento máximo en el muestreo 5, con un valor de $22 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$.

El criollo "Yeche" presenta un peso seco de 350 gramos, con un IAF de 3.8; que a diferencia de los demás genotipos, alcanza este valor 30 días después que todos, debido a

su mayor ciclo; la TCC es la más alta con $25.5 \text{ g m}^{-2}\text{día}^{-1}$, que ocurre en el muestreo 3 (120-150 días), con un ligero decremento en el segundo muestreo, por efecto del acame; la TAN presenta un comportamiento normal a lo largo del ciclo, incrementándose ligeramente en el muestreo 3 (120-150 días), que corresponde al inicio del periodo de llenado de grano, razón por la cual presenta una buena respuesta de los componentes de rendimiento, no así el rendimiento en campo, que disminuye por el efecto del acame.

Para el V-105, el peso seco acumulado es superior a 340 gramos, con IAF de 3.5, el más bajo de todos; la TCC máxima se logra en el tercer muestreo con un valor de $20.8 \text{ g m}^{-2}\text{día}^{-1}$; la TAN presenta valores altos en el mismo muestreo y al final del ciclo, como consecuencia de la rápida pérdida del AF por las heladas ocasionales que se presentaron.

El H-28 presenta el más bajo peso seco, con 304 gramos atribuido a su bajo IAF de 3.6; lo cual genera una baja TCC con un valor máximo de $16.6 \text{ g m}^{-2}\text{día}^{-1}$; no así la TAN que se incrementa constantemente a partir del segundo muestreo hasta el final del ciclo, esto demuestra que la disminución del IAF, incrementa la TAN, como lo señala Elías *et al.* (citado por Ramírez, 1985).

Como se observa anteriormente, los más bajos índices de eficiencia corresponden al híbrido H-28, lo cual no concuerda con los altos valores de sus componentes de rendimiento y del rendimiento en campo; sin embargo esto puede atribuirse a una mayor capacidad de traslocación de los fotosintatos al grano, en el híbrido.

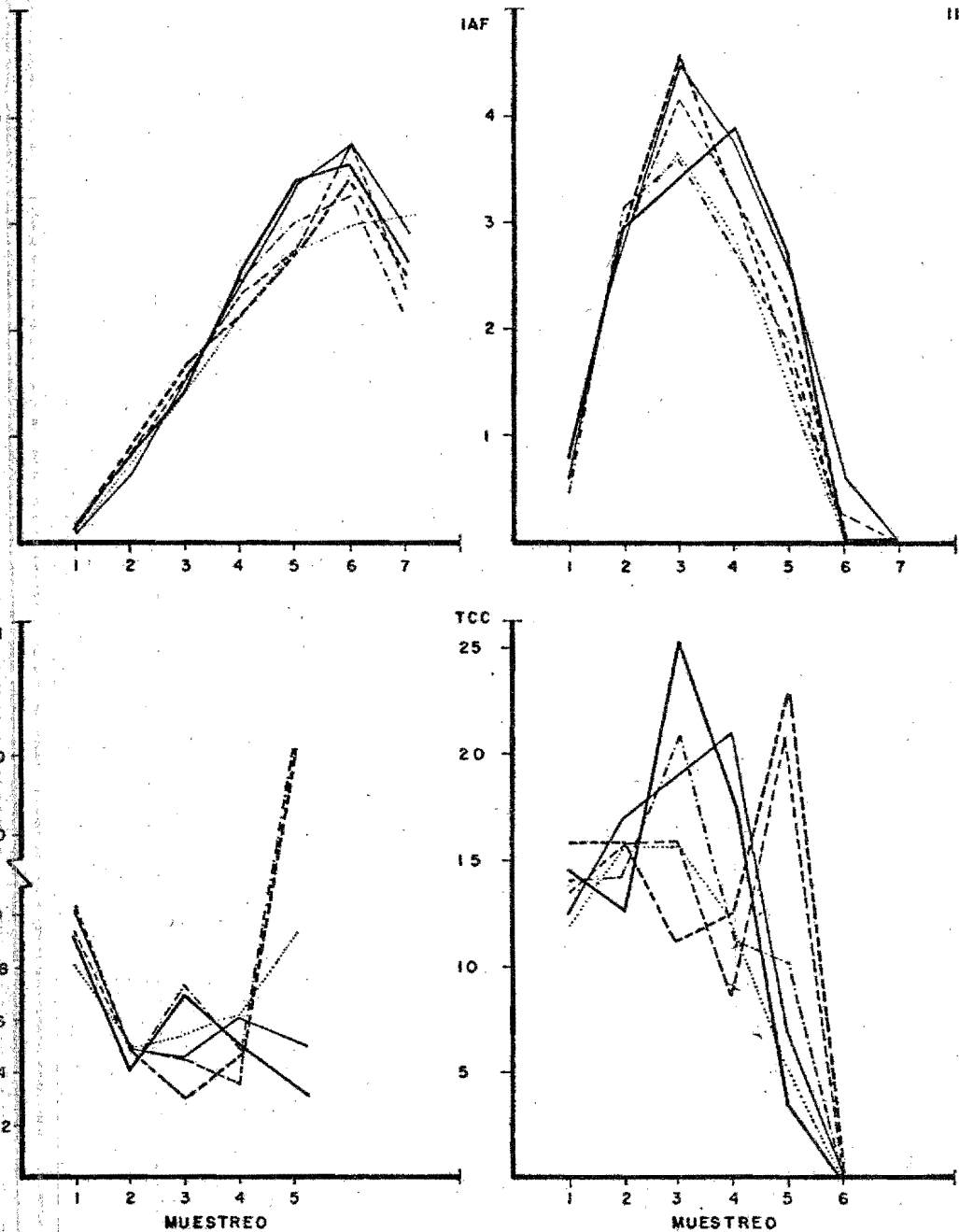


Figura 19. PESO SECO (PS), INDICE DE AREA FOLIAR (IAF), TASA DE ASIMILACION NETA (TAN) Y TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO (TCC) DE LOS GENOTIPOS H-30 (-----), H-137E (———), V-105 (-----), H-28 (-----), VS-22 (-----) Y YECHE (———), BAJO LA MISMA FORMULA DE

V. DISCUSION GENERAL

Al analizar los resultados con los genotipos ensayados bajo la misma fórmula de producción (100-60-30 (65)), se observa que existe una respuesta diferencial en el rendimiento y sus componentes, así como en las características agronómicas y parámetros del crecimiento que se estudiaron.

El acame influyó notablemente en la respuesta de los materiales y se presentó de manera distinta de acuerdo a la susceptibilidad propia de los genotipos asociándose con una mayor frecuencia de plantas estériles.

Comparando a los genotipos H-30, H137E, V-105, H-28, VS-22 y el criollo "Yeche", bajo una misma fórmula de producción (100-60-30 (65)), el H-28 destaca de los demás con el más alto rendimiento (5.7 ton.Ha^{-1}), como respuesta al menor grado de acame, a un significativo número de plantas cuatas y a los altos valores de sus componentes LMZ, NHMZ, PMZ y PG principalmente; no así sus índices de eficiencia PS, IAF, TAN y TCC que fueron los más bajos para este híbrido, aún cuando presentó el máximo rendimiento; esto último atribuible posiblemente a una traslocación más eficiente de asimilados hacia la mazorca.

Entre los genotipos de mayor eficiencia en la acumulación de peso seco, asociado a un mayor rendimiento de grano, están la variedad VS-22 y el híbrido H-137E, los cuales presentan altos valores de IAF, TAN y TCC, así como una buena respuesta de los componentes de rendimiento NGMZ, PMZ y PG principalmente; sin embargo no superan al H-28 por presentar mayor acame y esterilidad que este.

El híbrido H-30 supera a la variedad V-105 y al criollo "Yeche" en el rendimiento por presentar una menor incidencia de acame, así como una alta acumulación de peso seco dado por su alto IAF, como lo menciona Espinosa (1985). Por otra parte, el rendimiento de este híbrido, no alcanza el de los genotipos H-28, H-137E y VS-22 por presentar los más bajos valores de los componentes LMZ, NGMZ, PMZ y PG.

La variedad V-105 y el criollo "Yeche" se encuentran con los rendimientos más bajos asociados a una alta incidencia de acame que provocó la esterilidad de las plantas; así mismo en la variedad V-105, a pesar de tener óptimos valores de sus componentes LMZ, PGMZ y P100G, presenta valores mínimos de los parámetros IAF, TAN y TCC que se refleja en la pobre acumulación de materia seca y por lo tanto en el rendimiento.

El criollo "Yeche" logra la más alta TCC por su elevado IAF y TAN, así como valores sobresalientes de las componentes LMZ, PMZ, PG y P100G. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la producción final de grano por hectárea se vió afectada por la esterilidad causada por el acame, lo que eliminó los sitios de demanda de fotosintatos y la mayor acumulación de materia seca fué almacenada en los tallos, como lo menciona Williams *et al.*, (1968).

Bajo los diferentes niveles de N, P, K y densidad de plantas, los tratamientos que destacan con mejores rendimientos corresponden en su mayoría el híbrido H-137E, los cuales están asociados a las características agronómicas sobresalientes; en contraste, los tratamientos con la variedad V-105 presentan los más bajos rendimientos como consecuencia del acame y la esterilidad.

El acame fué selectivo entre los genotipos dependiendo de la susceptibilidad de cada uno y de los factores de la fórmula de producción que más inciden, como son los niveles de nitrógeno y densidad de las plantas principalmente.

En todos los niveles de nitrógeno, el híbrido H-137E responde de manera sobresaliente en rendimiento, superando al H-30 y V-105 por las características agronómicas óptimas; todos los componentes de rendimiento, excepto NHMZ y NGMZ por planta y por metro cuadrado y todos sus parámetros del crecimiento, mostraron una respuesta positiva al incremento de la dosis de nitrógeno.

El híbrido H-30 responde mejor en rendimiento con la dosis baja por la reducción del acame y la mayor eficiencia fotosintética; mientras que con 150 Kg Ha^{-1} , aumenta la frecuencia de plantas jorras, existe un efecto negativo para los componentes NHMZ y NGMZ, por lo tanto menor rendimiento.

La variedad V-105 presenta una respuesta positiva en el rendimiento con el incremento del nitrógeno, atribuido al menor número de plantas estériles, ya que sus componentes de rendimiento PMZ y PG, presentan su mejor expresión con la dosis de 100 Kg Ha^{-1} de N, lo cual no se manifiesta en el rendimiento por presentar un mayor número de plantas jorras.

El efecto del fósforo fué positivo para ambos híbridos presentando el H-30 la mejor de todas sus respuestas con la fórmula 100-90-30 (65), dado los altos valores de sus componentes NGMZ, PMZ, PG y LMZ. De la misma manera responde el híbrido H-137E a la aplicación alta de fósforo; se observa además una mayor eficiencia fotosintética, ya que teniendo casi el mismo IAF con el nivel alto, los valores de TAN son mayores al tiempo de la floración y al final del ciclo.

En la variedad V-105 no hubo respuesta al incremento de los niveles de fósforo en el rendimiento y sus componentes, ni en los parámetros de crecimiento.

El rendimiento de grano de los genotipos H-30, H-137E y V-105 fué afectado por la aplicación de potasio; el primero respondió positivamente al incremento de este elemento por la respuesta de sus componentes NGMZ, PMZ, PG y P100G así como por una mayor eficiencia fotosintética reflejada en su TAN. El rendimiento y los componentes NGMZ, PG y PMZ en el híbrido H-137E, se incrementaron por arriba y por abajo de 30 unidades de potasio, no obstante los mejores resultados se obtuvieron sin la aplicación de este nutriente, que además favoreció el número de plantas cuatas y disminuyó el acame. Para la variedad V-105, la respuesta en el rendimiento se presenta por igual con el nivel 90 que con el 30, sin embargo logra mejor rendimiento con el nivel cero; lo mismo para los componentes NHMZ, NGMZ, PMZ y PG que se expresan mejor sin la aplicación de potasio.

Los parámetros del crecimiento no presentan mayor efecto con la aplicación de potasio, ya que se manifiestan mejor con el nivel cero, a excepción del H-30, que muestra valores superiores de TAN con el nivel superior de este elemento.

La densidad de población muestra un efecto positivo en el rendimiento y los componentes NHMZ, PMZ, PG y P100G del híbrido H-137E, por el buen comportamiento de sus características agronómicas y por presentar los más altos valores de IAF y TCC.

El H-30 y la V-105, presentan sus máximos rendimientos con la densidad de 65 mil plantas Ha^{-1} así como los componentes PMZ, PG y P100G de la variedad que se

expresan mejor, no así el híbrido H-30, el cual presenta los más altos valores de sus componentes PMZ y PG con la densidad baja.

El IAF y la TCC se incrementan con la densidad de población, por el mayor número de plantas, no así la TAN que se reduce por la competencia por la luz, para los híbridos.

A nivel de área, los componentes del rendimiento se incrementan proporcionalmente al número de plantas por unidad de superficie.

En base a lo discutido hasta aquí, se puede afirmar que los objetivos e hipótesis planteados en este trabajo se cumplen, ya que se observó que en cada uno de los materiales en estudio, el rendimiento y sus componentes, así como los parámetros de crecimiento, presentaron diferencias en su magnitud como respuesta a las modificaciones de los factores controlables de la producción; de los cuales la densidad de población y los niveles de nitrógeno tuvieron mayor relevancia; así mismo, se denota que los componentes peso de mazorca, peso de 100 granos y los parámetros índice de área foliar y tasa de crecimiento del cultivo, son los factores que más influyen en las fórmulas de producción que confieren los mejores rendimientos.

VI CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo este experimento, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Como respuesta a las diferentes fórmulas de producción a los que fueron sometidos los genotipos, estos presentan diferencias significativas en la magnitud del rendimiento y sus componentes, así como en las características agronómicas y parámetros de crecimiento.

La densidad de población y los niveles de nitrógeno de las fórmulas de producción estudiadas son los principales factores que modifican la magnitud de los componentes de rendimiento y de los parámetros de crecimiento, ya que el fósforo presenta un efecto menos relevante y el potasio es poco significativo.

Los componentes de rendimiento peso de mazorca, peso de grano, peso de 100 granos, así como IAF y la TCC, fueron los parámetros que mayor relevancia mostraron en las fórmulas de producción que permitieron los más altos rendimientos en todos los genotipos.

Bajo una misma fórmula de producción, 100-60-30 (65), el mejor rendimiento lo presenta el híbrido H-28 con 5.7 ton. Ha⁻¹, dado por sus buenas características agronómicas y componentes de rendimiento, no así por sus parámetros del crecimiento que fueron los más bajos.

Bajo esta condición, el criollo "Yeche" y la variedad V-105, muestran los más bajos rendimientos, con 3.9 y 3.4 ton. Ha⁻¹ respectivamente, debido a la mayor susceptibilidad al acame, con la consecuente esterilidad de las plantas. Sin embargo, presentan una buena expresión de sus componentes de rendimiento.

El híbrido H-30 presenta un rendimiento de 4.6 ton.Ha⁻¹ con la fórmula testigo, encontrándose por abajo de los genotipos H-28, H-137E y VS-22, por presentar valores bajos de sus componentes, inclusive del criollo "Yeche" y la variedad V-105.

La variedad VS-22 presentó la mayor eficiencia en la acumulación de materia seca (383g), dado por su elevado IAF (4.5 dm²dm⁻²); su alta TCC (23.8 g m⁻²dia⁻¹), así como los altos valores de TAN al inicio y al final del ciclo dando como consecuencia una mejor expresión de los componentes de rendimiento y del rendimiento de grano que alcanzó poco más de 5 ton. Ha⁻¹.

El híbrido H-137E se comporta de manera similar a la variedad VS-22 pero con índices de eficiencia por abajo de éste, y con rendimiento de 5.2 ton.Ha⁻¹, como respuesta a las características agronómicas sobresalientes.

El criollo "Yeche", alcanzó la más alta TCC y óptimos valores de componentes de rendimiento, no obstante la producción final de grano por hectárea se vio afectada por la esterilidad de las plantas como consecuencia del acame, por lo que se obtuvo un rendimiento de 3.9 ton.Ha⁻¹. Así mismo la variedad V-105 presenta una reducción severa del rendimiento por el acame y la esterilidad, obteniéndose 3.4 toneladas Ha⁻¹.

De las fórmulas de producción ensayadas, el híbrido H-137E, presenta el más alto rendimiento (6.9 toneladas Ha⁻¹) con la fórmula 150-60-30 (65), de la misma manera la

fórmula 100-60-00 (65), permite un rendimiento de 6.7 ton. Ha^{-1} , con lo que se observa una respuesta positiva al nitrógeno, así como un mejor comportamiento sin la aplicación del potasio.

Con el híbrido H-30, el mejor rendimiento 6.1 toneladas Ha^{-1} se logra con la fórmula 100-90-30 (65), mientras que el más bajo 3.3 ton. Ha^{-1} se presenta con la fórmula 100-60-30 (75), dado por el alto número de plantas jorras. De esta manera se concluye que el híbrido H-30, responde mejor con mayor dosis de fósforo y no presenta respuesta satisfactoria a densidad de población alta.

La variedad V-105 mostró en la mayoría de los tratamientos una respuesta pobre en el rendimiento debido a la mayor susceptibilidad al acame; sin embargo, logra una buena eficiencia de la acumulación de materia seca y de los componentes de rendimiento. Bajo estas condiciones, el mejor rendimiento 4.9 ton Ha^{-1} se obtuvo con la fórmula 100-60-00 (65) y el menor 1.8 ton Ha^{-1} con 100-60-30 (50), por lo que se observa una nula respuesta del potasio y un bajo efecto a la menor densidad de plantas.

VII. BIBLIOGRAFIA

- AGUILA, A. C., VIRLIC, M., y J. E. GEBANER. 1971. Efecto de población y distancia de siembra entre hileras, sobre el rendimiento y otras características de dos híbridos de maíz. *Agricultura Técnica en México* 31: 198. México.
- ALLISON, J. C. S. 1971. Analysis of growth and yield of inbred and crossbred maize. *Ann. Appl. Biol.* 68: 81-92.
- ALVARADO, C.M. 1977. Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y caracteres agronomicos de siete variedades de maíz (*Zea mays* L.) durante la primavera de 1976 en Apodaca N.L. Tesis de Licenciatura. Tecnol. de Monterrey, N.L.
- BAIG, M.S., AND D.J. HOFF. 1975. The influence of N, P and K on the yields and nutrient composition of corn grain. The Ohio State University. *Agron. Abs.* p 134.
- BALCO, L. G., and D. R. KRIEG. 1975. Nitrogen fertility and water stress effects on growth and yield of four grain sorghum hybrids. Texas Tech University. *Agron. Abs.* p 68.
- BEJARANO, E. W. 1971. Dosis y fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en maíz en Chapingo, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

- BHOSALE, R. J., and U. S. KUSPE. 1973. Effect of fertilizer and plant densities on barrenness in hibrid maize deccan double. Agron. Jour. 65: 238-240.
- BUCKMAN, H. D., y BRADY, N. C. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. México. Ed. UTEHA. 590 p.
- BUTTERY, B.R., and R.I. BUZZEL. 1972. Some differences between soybean cultivars observed by growth analysis. Can. J. Plant. Sci. 52: 13-20.
- CHARLES-EDWARDS, D. A. 1982. Physiological determinants of crop growth. Acad. Press. Australia. pp 13-27.
- COLLINS, W. K. 1965. Performance of two-ear type of corn betl maize. Crop. Sci. 5: 113-116.
- DALE, R. F., COELHO, D. T., and K. P. GALLO. 1980. Prediction of daily green leaf area index of corn. Agron. Jour. 72: 999-1005.
- DAYNARD, T. B., J. W. TANNER, and W. G. DUNCAN. 1971. Duration of dry grain filling period and its relation to grain yield in corn (*Zea mays* L.). Crop. Sci. 10: 45-47.
- DONALD, C. M., and J. HAMBLIN. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Adv. Agron. 28: 361-405.
- DOWNEY, L. A. 1973. Effect of varying plant density on a tillering variety of maize. Field Crop Abst. 26: 421-424.

- DUEÑAS, L. E., R. R. AGUIRRE, y L. SILVA. 1977. Efecto de la densidad de población y la fertilización nitrogenada y fosfatada en el rendimiento de maíz forrajero H-127. *Chapingo* 8: 84-87.
- DUNCAN, W. G. 1975. *Maíz. En: Fisiología de los cultivos*. Ed. por L. T. Evans. Camb, Univ. Press pp 27-57.
- EARLEY, E. B., R. J. MILLER, G. L. REICHERT, R. H. HAGEMAN, and R. D. SEIF. 1966. Effects of shade on maize production under field conditions. *Crop. Sci.* 6: 1-7.
- EIK, K., and J. J. HANWAY. 1966. Leaf area in relation to yield of corn grain. *Agron. Jour.* 58: 16-18.
- ELIAS, J. E., A. A. GAGIANAS, and P. A. GEERAKIS. 1979. Interrelationships and plasticity of growth parameters in *Zea mays* L. population as influenced by density and nitrogen. *Oecol. Plant* 14: 159-168.
- EL-LAKANI, M. A., and W. A. RUSSELL. 1971. Relationship of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different plant densities. *Crop. Sci.* 11: 698-701.
- ESPINOSA, P. N. 1985. Rendimiento de grano y componentes del rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.

- ESTRELLA, C. N. G. 1971. Dosis y oportunidad de aplicación de fertilizantes al maíz de temporal en el Valle de Puebla. Tesis de Licenciatura. ENA, Chapingo, México.
- EVANS, G. C. 1972. The quantitative analysis of plant growth studies in ecology. Blackwell Scientific Publication. Vol. 1.
- EVANS, L. T. 1975. Crop Physiology: some case histories. Camb. Univ. Press. London, Great Britain.
- EVANS, L. T., and WORDLAW. 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. Adv. in Agron. 28: 301-359. Traducción J. L. Arellano (sin publicar).
- GARCIA, E. 1978. Modificaciones al sistema de clasificación de maíz de U.N.A.M. México.
- GENTER, C. F., and H. M. CAMPER. 1973. Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density. Agron. Jour. 65: 669-671.
- GOLSDWORTHY, P. R., and M. COLGROVE. 1974. Growth and yield of highland maize in México. J. Agric. Sci. Camb. 83: 213-221.
- GRAJALES, M. O. 1982. Apuntes de Fisiología Vegetal. Ing. Agric. U. N. A. M. (sin publicar).

- HANWAY, J. J. 1962. Corn growth and corn position in relation to soil fertility: I
Growth different plant parts and relation between leaf area. Weight and grain
yield. Agron. Jour. 54: 145-148.
- HOYT, P., and F. R. Brand. 1962. Effect of varying leaf area partial defoliation and
plant density on dry matter production in corn. Agron. Jour. 54: 523-525.
- HUERTA, N. R. 1969. Influencia de la densidad de población, distancia entre surcos y
dosis de N sobre el rendimiento y otras características de los híbridos H-125 y H-
129 en Chapingo, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de
Potsgraduados. Chapingo, México.
- HUNT, R. 1982. Plant growth curves. The funtional approach to plant growth
analysis. Ed. Edward Arnold. Great Britain. 247 p.
- HUNTER, R. W., L. W. KANNENBERG, and E. E. GAMBLE. 1970.
Performance of five maize híbrids in varying population and row widths. Agron.
Jour. 62: 255-256.
- JAIN, T. C. 1971. Contribution of stem, laminae and ears to the dry-matter
production of maize (*Zea mays* L.) after ear emergence. Indian J. Agric. Sci.
41(7): 579-583.
- KANG, B. T., and O. A. OSINAME. 1979. Phosporus response of maize grown on
alfisols of southern Nigeria. Agron. Jour. 71: 873-877.

- LENG, E. R. 1954. Effects of heterosis on the major components of grain yield in corn. *Agron. Jour.* 46: 502-505.
- LEYVA, S. R. 1976. Respuesta del maíz a niveles de fertilización y densidad de población bajo condiciones de humedad residual normal en la región noroccidental del Edo. de México. Tesis de Licenciatura. Chapingo, México.
- LOOMIS, R. S., W. A. WILLIAMS, W. G. DUNCAN, A. DOVRAT, and F. NUÑEZ A. 1968. Quantitative description of foliage display and light absorption in field communities of corn plant. *Crop. Sci.* 8: 352-356.
- LOPEZ, M. J. L. 1980. Ensayos sobre la respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación de nutrientes en el Valle Hermoso, Tams. Tesis de Licenciatura. Chapingo, México.
- LUEKING, M. A., J. W. JOHNSON, and F. L. HIMES. 1983. Effects of increasing the rates of potassium and nitrapyrin on nitrogen uptake by corn. *Agron. Jour.* 75: 247-248.
- MENDOZA, O. L. E., J. ORTIZ C. Y A. CARBALLO C. 1971. Efecto del espaciamiento entre surcos, población de plantas y fertilización, sobre el rendimiento y otras características agronómicas de dos híbridos de maíz, bajo condiciones de riego en Chapingo. *Fitotecnia* pp 22-33.
- MEZA, B. G. 1974. El maíz en la región de Tlachichuca, Puebla; densidad de población y dosis de fertilización. Tesis de Licenciatura. Chapingo, México.

MOCK, J. J. y R. B. PEARCE. 1975. A ideotype of maize. *Euphytica* 24: 613-623.

Traducción J. L. ARELLANO (sin publicar).

NOSBERGER, J. 1972. Influence of plant population and N on dry matter production and leaf area of maize. *Field Crop Abst.* 25: 296.

NÚÑEZ, R., and E. KAMPRATH. 1969. Relationships between N response, plant population, and row width on growth and yield of corn. *Agron. Jour.* 61: 279-282.

PRINE, G. M., and V. N. SCHRODER. 1964. Above-soil environment limits yield of semiprolific corn as plant population increases. *Crop Sci.* 4: 359-360.

OZUNA, O. J. 1980. Estimación y uso de índices fisiotécnicos en la evaluación de genotipos de sorgo para grano (*Sorghum icolor* L. Hoendi), tolerantes al frío bajo diferentes ambientes en Chapingo, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.

RADFORD, P. J. 1967. Growth analysis formule their use and abuse. *Crop Sci.* 7: 171-175.

RAHMAN, M. S. 1985. The relation between some growth parameters and yield components of rice as influenced by nitrogen level and genotype. *Ann App. Biol.* 17: 325-333.

- RAMIREZ, D. J. L. 1985. Análisis de crecimiento y componentes del rendimiento de los híbridos de maíz H-30 y H-131 y de sus progenitores. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Potsgraduados. Chapingo, México. 185 p.
- SORES, H. K. S., and R. KANNA. 1975. Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis. Adv. in Agron. 27: 123-171.
- STEVENS, R. G., and D. R. KRIEG. 1974. Yield and yields components of four sorghum hybrids as affected by nitrogen fertilization. Texas Tech Univ. Agron. Abs. p 90.
- TANAKA, A., y J. YAMAGUCHI. 1977. Producción de materia seca, componentes de rendimiento y rendimiento de grano de maíz. Traducción al español por J. KOHASHI rama de botánica del Colegio de Potsgraduados. Chapingo, México.
- TIRADO, C. H. R. 1974. Respuesta del rendimiento del maíz, variedad Pioneer 515 a diferentes niveles de humedad y dosis de fertilización con fósforo en el distrito de riego 25 Río Bravo, Tams. Tesis de Licenciatura. Chapingo, México.
- WALLACE, D. H., J. L. OZBUN, and H. M. MUNGER. 1972. Physiological genetics of crop yield. Adv. Agron. 24: 96-142.
- WATSON, D. J. 1947. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. Ann. Bot. 11: 41-76.

**TESIS DONADA POR
D. G. B. - UNAM**

_____. 1952. The physiological basics of variation in yield. *Adv. Agron.* 4: 101-141.

_____. 1958. The dependence of net assimilation rate on leaf area index. *Ann. Bot.* 22: 37-54.

WILLIAMS, R. F. 1946. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. *Ann. Bot.* 10: 41-72.

WILLIAMS, W. A., R. S. LOOMIS, and C. R. LEPLEY. 1965. Vegetative growth of corn as affected by population density. I. Productivity in relation to interception of solar radiation. *Crop Sci.* 5: 211-215.

_____, _____, and _____. 1965. Vegetative growth of corn as affected by population density. I. Productivity in relation to interception of solar radiation. *Crop Sci.* 5: 216-219.

_____, _____, W. G. DUNCAN, A. DOVRAT, and A. F. NUÑEZ. 1968. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn. *Crop Sci.* 8:303-308.

CUADRO 22. Valores de peso seco, arca foliar y parámetros de crecimiento de tres genotipos de maíz bajo diferentes fórmulas de producción. Calimaya, Mex. 1985.

M	100					60					30					(65)					
	TRAT.1		H-30			TRAT.2					H-137 E					TRAT.3		V-105			
	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	
1	13.9	9.8	0.63	0.092	13.8	7.9	7.0	0.45	0.100	12.8	16.2	10.3	0.67	0.094	14.4						
2	78.0	45.0	2.91	0.049	16.6	67.1	45.5	2.95	0.047	17.4	82.6	47.9	3.10	0.041	14.2						
3	154.7	64.0	4.15	0.045	16.6	147.5	68.7	4.45	0.046	19.0	148.5	55.4	3.59	0.073	20.8						
4	231.7	50.0	3.26	0.036	8.6	235.3	58.3	3.78	0.060	21.4	244.9	42.2	2.74	0.048	11.5						
5	271.6	25.5	1.65	0.300	21.9	334.1	39.1	2.54	0.055	7.8	298.7	28.2	1.83	0.320	10.4						
6	372.9	3.6	0.023	--	0.0	370.4	10.4	0.67	--	0.0	347.0	0.0	0.0	--	0.0						
7	239.1	0.0	0			297.9	0.0	0			216.2	0.0	0								

M	100					60					90					(65)					
	TRAT.4		H-30			TRAT.5					H-137 E					TRAT.6		V-105			
	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	
1	14.8	10.4	0.67	0.940	15.4	10.0	8.9	0.57	0.083	12.9	16.1	11.9	0.77	0.090	14.8						
2	86.1	50.9	3.30	0.030	9.5	69.5	52.1	3.38	0.041	16.5	84.4	47.2	3.06	0.048	13.6						
3	130.1	48.7	3.15	0.075	22.6	145.8	72.4	4.70	0.061	24.3	147.2	49.7	3.22	0.056	16.8						
4	234.3	45.5	2.95	0.044	11.6	257.9	58.5	3.79	0.049	16.2	225.0	44.4	2.88	0.066	13.4						
5	289.1	29.0	1.88	0.071	10.4	332.9	38.5	2.49	0.004	0.5	287.0	24.9	1.62	0.030	2.4						
6	307.9	1.2	0.08	--	0.0	335.4	8.1	0.39	--	0.0	298.0	4.5	0.29	--	0.0						
7	260.0	0.0	0			292.9	0.0	0			233.3	0.0	0								

M	150					60					30					(65)					
	TRAT.7		H-30			TRAT.8					H-137 E					TRAT.9		V-105			
	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	
1	18.4	13.7	0.88	0.076	13.8	9.8	9.5	0.61	0.095	14.8	16.6	12.6	0.81	0.074	11.8						
2	82.5	49.9	3.24	0.039	13.5	78.3	51.9	3.37	0.051	21.8	70.9	43.8	2.84	0.048	14.6						
3	144.9	55.5	3.60	0.075	26.0	178.9	77.7	5.05	0.034	15.2	138.1	47.7	3.09	0.068	21.6						
4	265.1	54.0	3.51	0.048	16.2	249.2	48.8	3.16	0.069	21.6	238.1	49.6	3.22	0.38	7.4						
5	340.0	33.1	2.15	--	0.0	348.7	52.2	3.39	0.360	35.1	272.5	27.1	1.75	0.523	33.7						
6	304.3	0.0	0.0			510.5	1.7	0.11	--	0.0	427.3	2.2	0.14	--	0.0						
7	334.2	0.0	0			265.0	0.0	0			332.9	0.0	0								

CONTINUACION CUADRO 22

M	100					60					30					(50)									
	TRAT. 10		H-30			TRAT. 11		H-137E			TRAT. 12		V-105												
	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC										
1	13.5	9.3	0.46	0.071	8.1	11.6	10.1	0.50	0.087	11.2	17.6	11.3	0.56	0.095	11.9										
2	62.1	44.6	2.23	0.045	10.9	79.0	53.0	2.65	0.035	9.6	89.4	47.5	2.37	0.049	14.2										
3	128.0	52.1	2.60	0.062	15.9	136.8	57.7	2.88	0.084	24.9	174.7	62.2	3.10	0.064	19.2										
4	223.8	48.9	2.44	0.095	19.3	286.5	59.9	2.99	0.030	6.9	289.6	56.3	2.81	0.007	1.2										
5	339.6	35.2	1.76	0.007	0.5	328.3	41.0	2.05	0.091	8.7	296.7	16.3	0.81	0.018	0.7										
6	342.6	3.5	0.17	--	0.0	380.8	6.9	0.34	--	0	300.8	2.5	0.12	--	1.5										
7	243.8	0.0	0			278.8	0.0	0			310.0	0.0	0												
	TRAT. 13					80					60					30					(65)				
	TRAT. 13					TRAT. 14					TRAT. 15														
1	15.9	12.2	0.79	0.093	15.2	14.9	12.1	0.78	0.067	10.6	19.7	13.9	0.90	0.085	14.5										
2	85.9	46.7	3.01	0.024	7.9	63.9	45.1	2.93	0.048	16.8	86.5	45.6	2.95	0.034	10.6										
3	122.4	43.1	2.79	0.072	18.5	141.5	69.7	4.52	0.091	35.6	135.7	54.4	3.53	0.062	20.1										
4	107.6	42.4	2.75	0.084	22.6	305.9	59.2	3.84	0.012	4.7	228.3	42.1	2.73	0.052	12.6										
5	312.1	33.5	2.17	--	2.4	327.5	40.9	2.65	0.096	13.2	286.3	30.7	1.99	0.277	19.8										
6	323.3	0.0	0		0	388.3	8.9	0.58	--	0	377.5	2.3	0.15	--	0										
7	272.1	0.0				334.6	0.0	0			310.8	0.0	0												
	TRAT. 19					100					60					30					(75)				
	TRAT. 19					TRAT. 20					TRAT. 21														
1	10.4	8.1	0.60	0.106	17.0	9.7	7.7	0.77	0.089	16.0	20.1	13.2	0.99	0.092	17.2										
2	78.5	45.4	3.41	0.040	16.2	73.8	55.7	4.18	0.035	16.3	88.9	44.7	3.35	0.027	9.6										
3	143.2	60.4	4.54	0.026	11.1	138.8	67.2	5.05	0.057	26.9	127.3	42.4	3.18	0.066	20.5										
4	187.4	45.1	3.39	0.099	28.3	246.6	56.9	4.27	0.036	10.0	209.4	41.4	3.11	0.059	11.9										
5	300.4	31.7	2.38	0.052	4.3	286.7	36.6	2.75	0.252	35.3	257.1	15.9	1.19	0.071	3.8										
6	317.5	2.1	0.16	--	0.0	427.9	7.8	0.59	--	0	272.1	2.3	0.17	--	0										
7	292.1	0.0	0			289.6	0.0	0			248.3	0.0	0												

CONTINUACION CUADRO 22

M	100					90					30					(65)				
	TRAT.22		H-30			TRAT.23			H-137E			TRAT.24			V-105					
	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC					
1	17.2	12.2	0.79	0.090	14.7	8.7	7.8	0.050	0.099	13.1	16.8	11.9	0.077	0.097	16.5					
2	85.2	46.9	3.04	0.042	14.7	69.1	46.7	3.03	0.0442	15.7	92.9	49.7	3.22	0.023	7.9					
3	153.2	64.7	4.20	0.063	22.6	141.7	71.2	4.62	0.060	24.9	129.4	52.7	3.42	0.059	16.6					
4	257.3	48.9	3.17	0.050	12.3	257.0	60.0	3.88	0.044	15.2	206.9	43.2	2.80	0.087	19.5					
5	314.2	35.3	2.29	0.013	1.0	327.0	40.4	2.62	0.170	24.5	296.7	25.5	1.65	--	9.4					
6	318.8	1.9	0.12	--	0	440.8	10.6	0.68	--	0	340.0	0.0	0.0	--	0					
7	309.2	0.0	0			293.3	0.0	0			247.6	0.0	0							

M	100					60					00					(65)				
	TRAT.25		TRAT.26			TRAT.27			TRAT.27			TRAT.27			TRAT.27					
	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC					
1	18.2	12.4	0.80	0.082	13.8	10.8	8.7	0.56	0.082	12.4	11.6	10.0	0.65	0.100	15.7					
2	81.8	47.8	3.10	0.043	15.1	68.0	49.1	3.18	0.056	22.5	84.0	46.3	3.00	0.054	18.4					
3	151.6	59.4	3.86	0.045	14.5	172.0	79.6	5.17	0.029	13.4	169.0	59.0	3.83	0.054	17.5					
4	218.6	45.5	2.53	0.073	20.2	234.0	58.6	3.80	0.078	25.6	249.9	50.9	3.30	0.074	22.6					
5	312.0	38.9	2.95	0.197	12.2	352.0	42.4	2.75	0.063	7.9	354.1	42.4	2.75	0.048	4.6					
6	368.3	0.4	0	--	0	388.7	6.6	0.42	--	0	375.4	2.8	0.18	--	0					
7	259.3	0.0	0			315.0	0.0	0			242.9	0.0	0							

M	100					60					30					(65)				
	TRAT.16		H-28			TRAT.17			VS-22			TRAT.18			YECHE					
	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC	PS	AF	IAF	TAN	TCC					
1	12.2	10.1	0.65	0.081	11.9	9.9	8.5	0.55	0.113	16.6	14.6	11.9	0.77	0.091	14.1					
2	67.4	45.7	2.96	0.048	15.9	86.7	48.1	3.12	0.042	16.7	78.8	43.4	2.81	0.041	12.6					
3	140.8	56.4	3.65	0.054	16.3	163.8	69.8	4.52	0.030	11.4	138.1	52.8	3.42	0.070	25.5					
4	215.8	44.7	2.90	0.062	12.0	216.3	49.9	3.24	0.046	12.5	255.7	59.6	3.86	0.055	23.8					
5	271.3	22.0	1.43	0.093	4.9	273.8	33.8	2.19	0.300	23.8	338.3	41.5	2.69	0.035	0					
6	294.2	1.9	0.12	--	0	383.8	2.5	0.16	--	0	353.3	2.7	0.17	--						
7	304.6	0.0	0			252.9	0.0	0			261.7	0.0	0							