

1 ej



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

## RELACIONES FUENTE-DEMANDA MEDIANTE DEFOLIACION EN LOS HIBRIDOS DE MAIZ H-30, H-131 Y H-137E

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA

p r e s e n t a :

**GERMAN FERNANDO GUTIERREZ HERNANDEZ**

Director de Tesis: M. C. JOSE LUIS ARELLANO VAZQUEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

Pág.

## RESUMEN

I. INTRODUCCION .....	1
I.1. OBJETIVOS .....	3
I.2. HIPOTESIS .....	3
II. REVISION DE LITERATURA .....	5
II.1. Naturaleza del rendimiento y su mejoramiento genético .....	5
II.2. Fotosíntesis .....	9
II.3. Respiración .....	10
II.4. Características anatómicas de la planta de maíz y sus relaciones con la eficiencia de fotosínte sis, translocación y fotorespiración .....	11
II.5. Defoliación en maíz .....	14
II.6. Relaciones fuente-demanda en maíz .....	18
III. MATERIALES Y METODOS .....	23
III.1. Localización del sitio experimental .....	23
III.2. Establecimiento y conducción del experimento ...	23
III.2.1. Preparación del terreno .....	23
III.2.2. Siembra .....	24
III.2.3. Fertilización .....	24
III.2.4. Escardas y control de malezas .....	24
III.2.5. Riegos .....	25
III.2.6. Plagas y enfermedades .....	25

	Pág.
III.3. MATERIAL GENETICO .....	25
III.4. TRATAMIENTOS .....	26
III.5. DISEÑO Y PARCELA EXPERIMENTALES .....	28
III.6. APLICACION DE TRATAMIENTOS .....	28
III.7. TOMA DE DATOS .....	30
III.7.1. Días a diferenciación .....	30
III.7.2. Días a floración masculina .....	31
III.7.3. Días a floración femenina .....	31
III.7.4. Número total de hojas .....	32
III.7.5. Altura de planta .....	32
III.7.6. Altura de mazorca .....	32
III.7.7. Ubicación de la mazorca en el dosel vegetal ...	32
III.7.8. Días a madurez fisiológica .....	33
III.7.9. Area foliar eliminada (AFE).....	33
III.7.10. Area foliar permanente (AFP) .....	33
III.7.11. Peso de planta (PP) .....	34
III.7.12. Peso de mazorca (PM) .....	34
III.7.13. Índice de cosecha (IC) .....	34
III.8. ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS .....	35
III.8.1. Análisis de varianza .....	35
III.8.2. Comparación de medias .....	36
III.8.3. Correlación lineal .....	36
III.8.4. Regresión lineal .....	36



	Pág.
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	37
IV.1. Caracterización de las variedades en estudio.	37
IV.2. Análisis conjunto de variedades y tratamientos	39
IV.2.1. Análisis de varianza .....	39
IV.2.2. Comparación de medias .....	41
IV.2.2.1. Comparación de medias de variedades .....	41
IV.2.2.2. Comparación de medias de tratamientos ....	43
IV.2.3. Correlación lineal .....	47
IV.2.4. Regresión lineal .....	47
IV. 3. Análisis conjunto de tratamientos por variedad	49
IV.3.1. Análisis de varianza .....	49
IV.3.2. Comparación de medias .....	52
IV.3.3. Correlación lineal .....	69
IV.3.4. Regresión lineal .....	73
IV.4. ANALISIS POR TRATAMIENTO EN CADA VARIEDAD .....	76
IV.4.1. H-30 .....	76
IV.4.2. H-131.....	84
IV.4.3. H-137E .....	90
V. CONCLUSIONES .....	97
VI. LITERATURA CITADA .....	101

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1: Genealogía de las variedades empleadas en el estudio (Prog. Maíz CAEVAMEX).....	26
Cuadro 2: Descripción de los 13 tratamientos de defoliación aplicados a los híbridos de maíz H-30, H-131 y H-137E.....	27
Cuadro 3: Principales etapas fenológicas y componentes morfológicas de las variedades en estudio (CAEVAMEX, 1982).....	38
Cuadro 4: Cuadrados medios y su significancia estadística, para el análisis de varianza conjunto de variedades y tratamientos, en los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	40
Cuadro 5: Media general de variedades y su significancia estadística, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	42
Cuadro 6: Medias de tratamientos y su nivel de significancia estadística en el conjunto de variedades, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	44
Cuadro 7: Coeficientes de correlación lineal y su significancia estadística, en el conjunto de variedades y tratamientos, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	48

Cuadro 8: Coeficientes de regresión lineal, su significancia estadística y valor del intercepto, en el conjunto de variedades y tratamientos, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	48
Cuadro 9: Cuadrados medios y su significancia estadística para el análisis de varianza del conjunto de tratamientos por variedad, en los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	51
Cuadro 10: Comparación en porcentaje de las medias generales de tratamientos por variedad, con respecto al testigo, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	53
Cuadro 11: Medias de tratamientos y su nivel de significancia estadística, en la variedad H-30, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	59
Cuadro 12: Medias de tratamientos y su nivel de significancia estadística, en la variedad H-31, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	63
Cuadro 13: Medias de tratamientos y su nivel de significancia estadística, en la variedad H-37, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	66

Cuadro 14: Coeficientes de correlación lineal y su significancia estadística, por variedad, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	70
Cuadro 15: Coeficientes de regresión lineal, su significancia estadística y valor del intercepto, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.....	74
Cuadro 16: Coeficientes de correlación lineal y su significancia estadística, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamiento en la variedad H-30.....	77
Cuadro 17: Coeficientes de regresión lineal, su significancia estadística y valor del intercepto, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamiento en la variedad H-30.....	78
Cuadro 18: Coeficientes de correlación lineal y su significancia estadística, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamientos en la variedad H-131.....	85
Cuadro 19: Coeficientes de regresión lineal, su significancia estadística y valor del intercepto, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamiento en la variedad H-131...	86
Cuadro 20: Coeficientes de correlación lineal y su significancia estadística, para los parámetros	

AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamiento en la variedad H-137E.....	91
<b>Cuadro 21:</b> Coeficientes de regresión lineal, su significancia estadística y valor del intercepto, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamientos en la variedad H-137E.....	92
<b>Figura 1:</b> Esquemas de los tratamientos de defoliación aplicados a los maíces híbridos H-30, H-131 y H-137E. Chapingo, Méx. 1982.....	29

## RESUMEN

Con los objetivos de conocer el efecto de la defoliación de diferentes estratos de la planta de maíz en etapa de análisis sobre la producción de mazorca y, de manera indirecta, las relaciones fuente-demanda establecidas a causa de la defoliación en los híbridos de maíz H-30, H-131 y H-137 E, se realizó en el año de 1982 en Chapingo, Méx., un experimento que involucró 13 tratamientos de defoliación, manejado en bloques completamente al azar con 2 repeticiones y tomando como unidad experimental 10 plantas con competencia completa.

Se evaluaron los parámetros: Área foliar eliminada ( $\text{dm}^2$ ), Área foliar permanente ( $\text{dm}^2$ ), Peso de planta (g), Peso de mazorca (g) e Índice de cosecha (%). Empleando las pruebas estadísticas de análisis de Varianza, Prueba de Duncan, Correlación y Regresión.

Se encontró que los tratamientos de mejor respuesta en las tres variedades para PM e IC fueron: 2, 7, 8 y 11, que corresponden a las hojas superiores del dosel. Asimismo, que la planta de maíz posee una amplia área foliar que tolera defoliaciones leves sin que se afecte prácticamente el rendimiento y por otra parte, que las defoliaciones drásticas reducen la capacidad de la demanda a causa de la falta de fotosintatos.

Así también resultó que en H-131 y H-137 E, la satisfacción de la demanda depende fundamentalmente del AFP, mientras que en H-30 tal satisfacción está en función tanto del AFP como del PP.

## I. INTRODUCCION

En la planta de maíz las relaciones entre la estructura fotosintética (fuente de producción de fotosintatos) y la estructura de la mazorca (demanda de los fotosintatos), pueden atribuirse a caracteres genéticos, procesos fisiológicos y a las mismas estructuras morfológicas, que interactúan conjuntamente con las condiciones ecológicas prevalentes durante la estación de crecimiento del cultivo y con las prácticas culturales que le sean proporcionadas a través de este período.

El conocimiento de los factores genéticos y ambientales que inciden en la determinación del rendimiento; hace posible orientar los programas de mejoramiento hacia metas mejor definidas y con parámetros de selección más precisos.

Por otra parte y como se ha mencionado, el ambiente de producción es uno de los componentes que intervienen en la manifestación del rendimiento y en el caso de los Valles Altos Centrales de México; éste se caracteriza por una estación de crecimiento reducida debido a la incidencia de heladas tempranas y tardías, una precipitación escasa y mal distribuida y granizadas eventuales; así como por la presencia de plagas y enfermedades que actualmente ha adquirido mayor relevancia.

Las condiciones ambientales adversas frecuentemente ocasionan que el maíz sufra reducciones en su estructura fo-



tosintética, lo cual repercute en la formación de mazorca según sea la intensidad de los daños y la época en que se presenten.

Fundamentalmente las consideraciones anteriores dieron origen a los planteamientos de esta investigación, con la que se pretende hacer una contribución al conocimiento de algunas relaciones morfológicas de la planta de maíz que conducen al rendimiento final.

Desde luego, esta aportación considera solamente un aspecto de la compleja problemática de la producción de maíz en México que no sólo es de orden técnico, sino también económico, social y cultural.

En la presente investigación se han establecido los siguientes objetivos e hipótesis.

### I.1. OBJETIVOS

1. Conocer el efecto de la defoliación de diferentes estratos de la planta en etapa de antesis, sobre el rendimiento económico en tres híbridos de maíz.

2. Determinar que estrato foliar de la planta de maíz realiza una aportación mayor o menor de fotosintatos para los rendimientos biológico y económico en los híbridos bajo estudio.

3. Determinar la magnitud del área foliar necesaria para cubrir la demanda fotosintética de la mazorca en los diferentes híbridos.

4. Conocer de manera indirecta las relaciones fuente-demanda que se establecen por efecto de la defoliación en los híbridos de maíz bajo estudio.

### I.2. HIPOTESIS

1. La eliminación del estrato superior a la mazorca del área foliar ocasiona fuertes pérdidas en la producción de mazorca, no sucediendo esto con los estratos foliares restantes.

2. La planta de maíz posee un área foliar (fuente) excesiva que permite defoliaciones leves sin que se afecte

prácticamente la producción de mazorca (demanda).

3. Dadas algunas restricciones en la estructura fotosintética de la planta de maíz por efecto de la defoliación, el área foliar que permanece aumenta su eficiencia en la producción y translocación de fotosintatos a la demanda.

## II. REVISION DE LITERATURA

### II.1. NATURALEZA DEL RENDIMIENTO Y SU MEJORAMIENTO GENETICO

La finalidad de la producción agrícola es el rendimiento, y las dimensiones de éste se hallan supeditadas a la manifestación del potencial genético, en términos de adaptabilidad y eficiencia de los procesos metabólicos bajo la acción de los factores ambientales radiación, humedad, temperatura y nutrientes principalmente; así como también al manejo que se proporcione al cultivo (Kohashi, 1979).

El rendimiento es un carácter controlado por genes cuantitativos, es decir, influenciado por muchos genes normalmente desconocidos de efectos individuales y acumulativos (Von der Pahlen y Goldberg, citados por Wallace et al, 1972).

Por ello el rendimiento es un carácter complejo y su expresión depende del funcionamiento y la interacción de muchos componentes fisiológicos, mismos que son determinados genéticamente por uno o varios genes, considerándose que a final de cuentas todos los genes de la planta afectan el rendimiento (Wallace et al, 1972).

Ortíz et al (1979), señalan que la interacción entre fotosíntesis, respiración, translocación y otros procesos fisiológicos, determina el rendimiento, mismo que tenderá a ser máximo según sea más precisa y balanceada tal interacción, cuya expresión está controlada genéticamente y sujeta a modi-

ficación por efectos ambientales, sobre algunos de los cuales el hombre puede intervenir con las prácticas culturales.

Wallace et al (1972), evidencian la existencia de variabilidad genética para algunos parámetros de eficiencia como Tasa relativa de crecimiento, Tasa de asimilación neta, Area foliar, Angulo foliar, Intercepción y utilización de luz, Intercambio neto de  $CO_2$ , etc. Además señalan que la variabilidad genética existe para la mayoría de estos caracteres en todas las especies vegetales.

El mejoramiento de maíz en México se ha enfocado hacia la generación de maíces mejorados con características superiores a los criollos en cuanto a rendimiento, calidad nutritiva, resistencia a plagas y enfermedades y características agronómicas en general (Alvarez, 1981).

Mock y Pearce (1975), señalan que con los métodos genotécnicos tradicionales se han obtenido logros importantes en la respuesta del maíz al mejoramiento, pero esta respuesta tiende a reducirse y además su costo en tiempo y dinero es elevado. Estos investigadores plantean que ya no sea el rendimiento el criterio único de selección, sino que se consideren también los componentes de rendimiento y componentes morfológicos y/o caracteres fisiológicos.

Para definir los criterios de eficiencia que en el proceso de mejoramiento habrán de incluirse para incrementar su efectividad, se han venido realizando investigaciones sobre aspectos particulares del conjunto de factores que deterr

mina el rendimiento, a continuación se citan algunos de ellos.

A lo largo del ciclo de cultivo, la planta realiza procesos fisiológicos orientados a cubrir sus requerimientos de fotosintatos, los cuales son diferenciales en cada etapa fenológica. Durante este período se establece gradualmente el rendimiento biológico, del cual deriva parcialmente el rendimiento económico (Donald, Wallace y Munger, Singh y Stoskopf, citados por Wallace, 1972).

Donald y Hamblin (1976), definen el rendimiento biológico como la acumulación neta de fotosintatos que realiza la planta en su ciclo, mientras que al rendimiento económico lo definen como la porción del rendimiento total que es de interés para el productor, asimismo definen al índice de cosecha como la relación entre el rendimiento de grano y el rendimiento biológico, el cual deberá presentar un valor menor a la unidad y fluctuará en un rango de 0 a 55%.

Los mismos autores consideran que, en general, el rendimiento en grano de los cultivos depende totalmente de las diferencias en sus índices de cosecha y en sus rendimientos biológicos. Señalan también que la mayoría de los progresos en el mejoramiento de cultivos cerealeros, parecen estar relacionados con altos índices de cosecha y con pocos cambios en el rendimiento biológico.

En el mismo sentido Wallace et al (1972), establecen que el mejoramiento del índice de cosecha representa un incremento en la capacidad de la demanda fisiológica para movilizar fotosintatos y translocarlos a órganos de valor eco

nómico.

Tollenaar (1977), señala que la capacidad de demanda de la mazorca se determina por el abasto de fotosintatos que ésta tenga durante la floración, por lo que un incremento en la fotosíntesis total de la planta, ya sea por aumento en la eficiencia unitaria del área foliar o por la modificación de la arquitectura del dosel, aumentaría la disponibilidad de fotosintatos y esto permitiría el desarrollo de más granos potenciales por planta durante el período de floración, con lo cual sería mayor la demanda. El mismo autor menciona que el mejoramiento podría llevarse a cabo seleccionando factores o estructuras que incrementen el suministro de asimilados a la mazorca, por ejemplo, seleccionando para un período largo de llenado de grano que probablemente corresponda a una amplia dimensión de la demanda.

Hanway y Russel, Daynard et al, Peaslee et al, Daynard y Kannenberg, citados por Tollenaar (1977), señalan que la longitud del período de llenado de grano, el cual se define como el lapso que transcurre de la emergencia de estigmas a la madurez fisiológica del grano, está asociada positivamente con el rendimiento en grano.

Mock y Pearce (1975), sugieren el empleo de componentes morfológicos y fisiológicos que estén relacionados con eficiencia en los procesos que dan origen al rendimiento, con el objetivo de integrar poblaciones de maíz capaces de aprovechar al máximo un ambiente de producción.

## II.2. FOTOSINTESIS

La fotosíntesis es el proceso metabólico mediante el cual la energía radiante del sol es transformada por la planta en energía química primaria, mediante el empleo de compuestos inorgánicos simples ( $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ) para que, en presencia de la clorofila localizada en los cloroplastos y luz solar, se efectúen las reacciones pertinentes que darán por resultado que una parte de la energía ya transformada se almacene en forma de trifosfato de adenosina (ATP) y el resto como carbohidrato ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) (Grajales y Martínez, 1982).

En maíz, la fotosíntesis primordialmente ocurre en la lámina foliar y en escasa medida en vainas foliares y tallo (Tanaka y Yamaguchi, 1981), además es el proceso que proporciona el mayor incremento en el peso seco del cultivo y la energía metabólica necesaria para su desarrollo, por lo cual su aportación al rendimiento es determinante (Evans y Wardlaw, 1976)

Tollenaar (1977), señala que el área foliar es uno de los mayores factores que determinan las dimensiones de la fuente de asimilados.

El rendimiento en grano de maíz está correlacionado con los días a floración femenina y con el índice de área foliar, mientras que éste último se determina por el genotipo y las condiciones ambientales incidentes durante la etapa de preantésis y el período de llenado de grano (Eik v Hanway,



1966).

Los compuestos orgánicos aprovechables para la planta van siendo distribuidos a diversas regiones de ella según sus necesidades nutritivas y la naturaleza de las sustancias, ésto sobre todo durante las fases de crecimiento y desarrollo.

Durante el llenado de grano, los fotosintatos se dirigen principalmente al grano en formación en una cantidad determinada por la tasa fotosintética, la cual se incrementa en este período en la hoja de la mazorca y en las hojas ubicadas por encima de ella (Tanaka y Yamaguchi, 1981).

Allison y Watson (1966), mencionan que el suministro de fotosintatos a la demanda, también está en función de los carbohidratos aprovechables acumulados por la planta en preantésis y por las pérdidas que de ellos se tenga en el proceso respiratorio.

Tanaka y Yamaguchi (1981), señalan que el 90% de los azúcares y carbohidratos presentes en el grano al momento de la cosecha, provienen de los fotosintatos producidos después de la emisión de estigmas.

### II.3. RESPIRACION

La respiración es el mecanismo bioquímico que transfiere la energía química potencial de los carbohidratos al ATP y con ello poniéndola en condiciones de aprovechabilidad inmediata para cubrir las necesidades de la célula, ya sea

en la síntesis de aminoácidos, proteínas, lípidos, etc. o en los procesos de crecimiento, absorción activa, ciclósis, diferenciación y translocación, entre otros (Curtis, 1976), eventos que se manifiestan fenotípicamente en la formación de hojas, flores, frutos y semillas.

Energéticamente, la respiración es contraria a la fotosíntesis y unilateralmente puede considerarse un proceso destructivo (Wilson y Loomis, 1968) o bien un proceso por el que se pierde 20% del  $\text{CO}_2$  fijado por la fotosíntesis en el caso del maíz (Palmer et al, citados por Evans y Wardlaw, 1976).

En el contexto de las necesidades energéticas del trabajo metabólico celular, la consideración de que la respiración es un proceso adverso para la planta pierde toda validez, ya que mediante él se tiene disponibilidad de energía para que pueda llevarse a efecto el funcionamiento fisiológico de la planta.

La planta es un sistema integrado cuya finalidad como ser vivo es concatenar procesos anabólicos y catabólicos para sobrevivir y reproducirse. En el caso de las especies de cultivo, la integración mencionada se dirige hacia la formación de productos útiles al hombre.

#### II.4. CARACTERISTICAS ANATOMICAS DE LA PLANTA DE MAIZ Y SUS RELACIONES CON LA EFICIENCIA DE FOTOSINTESIS, TRANSLOCACION Y FOTORESPIRACION

A continuación se señalan las características más im

portantes de la disposición anatómica de la planta de maíz, que es del tipo  $C_4$ , que le confieren características de eficiencia.

La lámina foliar de la planta de maíz se compone de una epidérmis superior y una inferior, separadas por el mesófilo que presenta una estructura panicoidal típica de las plantas  $C_4$ .

La epidérmis superior se forma de células elongadas paralelas a las venas, y a intervalos existen bandas de células buliformes que hacen posible que la hoja se enrolle o desenrolle en respuesta a los cambios de turgencia (Duncan, 1975).

Debido a que la distancia entre las venas paralelas de los cereales  $C_4$  es la mitad o menos que la presentada en las especies  $C_3$  (Lush y Evans, citados por Evans y Wardlaw, 1976), la movilización de fotosintatos es más rápida y completa.

Evans y Wardlaw (1976), señalan que en los cereales  $C_4$  los nutrientes que no son transportados en el día, se almacenan en los cloroplastos de las vainas foliares para movilizarlos por la noche, mientras que en las plantas  $C_3$  circulan más lentamente las sustancias y las acumulan en las láminas foliares.

Los mismos autores indican que la velocidad de translocación de fotosintatos se correlaciona positivamente con la intensidad luminosa y la fotosíntesis foliar, y además que

la afluencia de nutrientes al grano en formación es mucho más eficiente en cereales  $C_4$  que en los del tipo  $C_3$ .

Las cualidades del maíz para una translocación eficiente son reportadas también por Eastin (citado por Tollenaar, 1977) y por Tanaka y Yamaguchi (1981).

La fotosíntesis en plantas eficientes ( $C_4$ ) presenta una ruta diferente de fijación de  $CO_2$ , en la cual el sistema  $C_4$  (formado por los ácidos dicarboxílicos de 4 carbonos: málico, aspártico y oxalacético) actúa como almacén de carbono fijado, siendo ésta una característica de eficiencia que es posible por la presencia de los cloroplastos localizados en los tejidos parenquimáticos que rodean a los haces conductores y que se conocen como vainas de los haces. Tales cloroplastos son más grandes que los presentes en especies  $C_3$  y se diferencian también de ellos porque tienen gránulos de almidón. Las plantas eficientes cuentan en su anatomía con ambos tipos de cloroplastos (Resnik *et al.*, 1975).

La fotorespiración es un mecanismo respiratorio estimulado por la luz que no reporta beneficio celular alguno, a diferencia de la respiración mitocondrial que sí tiene efectos positivos.

En la planta de maíz, y en general en las plantas  $C_4$ , la fotorespiración ocurre en intensidades muy bajas a causa de que la enzima promotora de este proceso (glicolato-oxidasa) presenta una reducida actividad (Resnik *et al.*, 1975).

Duncan (1975), diserta acerca de las características

de la planta de maíz señalando aquellas que le confieren un dosel eficiente y que son: a) tiene la ruta fotosintética de alta eficiencia ( $C_4$ ), b) utiliza la energía radiante interceptada con alta eficiencia bajo niveles intensos de luz, c) las hojas están separadas asegurando ventilación dentro del dosel y un mínimo de traslape entre ellas y, d) las hojas están unidas al tallo en ángulos con una exposición favorable a la luz.

#### II.5. DEFOLIACION EN MAIZ

La eliminación de hojas o fracciones de ellas, trae consigo varias consecuencias desfavorables para el funcionamiento fisiológico posterior de la planta de maíz; lo mismo ocurre cuando el aparato fotosintético es dañado por agentes de tipo meteorológico tales como granizo, heladas, vientos o sequías, o de naturaleza biótica como el perjuicio ocasionado por araña roja (Tetranychus spp.), gusano soldado (Pseudaletia unipuncta, Haworth) y pulgón (Rhopalosiphum padi, Lin); éste último aparte del daño que causa al chupar los líquidos nutritivos de las hojas, sus secreciones son sustrato de fumaginas que forman una capa negra sobre la hoja impidiéndole la intercepción de luz.

Eliminando las hojas de la planta de maíz, se reduce su fuente de fotosintatos y junto con ellas se eliminan las reservas que contienen (Tanaka y Yamaguchi, 1981.)

La repercusión de la defoliación sobre el rendimiento es más drástica cuando ocurre cerca de la floración femenina (Hanway, 1969; Sánchez y Olivera, 1973; Egharevba, 1976; Tanaka y Yamaguchi, 1981).

La arquitectura del dosel de la planta de maíz determinan que se tengan diferentes grados de eficiencia en la interceptación de energía radiante. En este sentido Williams et al (1980), concluyeron que los arreglos foliares con predominancia de hojas erectas permiten la entrada de luz a las partes bajas del dosel incrementando la tasa de crecimiento del cultivo.

Mock y Pearce (1975), establecen que las hojas superiores del dosel debieran ser verticales y las inferiores de una orientación indeterminada, para que las primeras capturen eficientemente la luz y además permitan su paso a las segundas; y puedan estas últimas aprovecharla aumentando así la fotosíntesis total de la planta.

Duncan (1975), menciona que el índice de área foliar, el ángulo de las hojas respecto al tallo, el arreglo espacial de las mismas y la reflexión de la luz por las hojas y el suelo; son factores que se combinan entre sí para que llegue cierta cantidad y calidad de luz al dosel vegetal.

La intensidad de la actividad metabólica de las hojas de la planta de maíz, está en función del nivel de percepción de luz solar que reciban según su posición en el tallo. Por ello es que las hojas tienen diferentes aportacio-

nes de fotosintatos a la demanda, a pesar de que fisiológicamente todas ellas tengan la misma capacidad.

Hoyt y Bradfield (1962), Pendleton et al (1967), Pendleton et al (1968) y Sánchez y Olivera (1973), mencionan que las hojas de maíz tienen similar índice de saturación y por ello igual potencial de rendimiento.

De acuerdo con diferentes trabajos experimentales, las hojas del estrato superior de la planta de maíz constituyen la principal fuente de fotosintatos para el llenado de grano.

Hoyt y Bradfield (1962), encontraron que la producción de materia seca durante el desarrollo del grano con un índice de área foliar de 3.3 para las hojas superiores medias e inferiores, tuvo una proporción de 4: 2.2:1, respectivamente, es decir, las hojas superiores aportaron cuatro veces más fotosintatos que las inferiores y aproximadamente el doble que las de la parte media.

Hammond et al (1964), concluyeron en sus experimentos de defoliación en maíz que eliminando las hojas superiores se afectó más drásticamente el rendimiento, sobre todo cuando se defolió cerca de la floración femenina. Las reducciones en el rendimiento se debieron más al decremento en el número de granos que al peso que éstos tuvieran a la cosecha.

Allison y Watson (1966), hallaron en su estudio en maíz que el mayor incremento de materia seca en la mazorca fue producido por los fotosintatos aportados por las hojas su

periores del dosel. Los estratos foliares superior, medio e inferior de la planta de maíz contribuyeron con 40, 35-50 y 5-25%, respectivamente de fotosintatos a la demanda.

González (1966), concluye que la eliminación de las hojas superiores afecta adversa y significativamente el rendimiento en grano de maíz, sobre todo realizando la defoliación en la emisión de estigmas.

Hanway (1969), determinó en un experimento que involucró defoliación del 50 y 100% de la planta de maíz, que la eliminación del 50% de las hojas en los estados de desarrollo del maíz correspondientes al desarrollo rápido de la espiga, iniciación del espigamiento y grano en estado lechoso, obtuvieron rendimientos respecto al testigo de 85, 75 y 80%, respectivamente y de 70, 2 y 31%, respectivamente para los mismos estados de desarrollo, cuando la defoliación fue total.

Sánchez y Olivera (1973), señalan que la contribución de fotoasimilados en la planta de maíz de los niveles foliares superior, medio e inferior fue de 71, 62 y 57%, respectivamente.

Estín (citado por Eghareyba et al 1976), menciona que en maíz las hojas situadas arriba de la mazorca proveen de fotosintatos al grano en una proporción del 23 al 91%, mientras que la tercera hoja abajo de la mazorca contribuyó 1% al momento de la floración y 66% veinte días después; por su parte la hoja de la mazorca aportó del 39 al 93%.



Tanaka y Yamaguchi (1981), reportan que en sus experimentos con  $\text{CO}_2$  adicionado a hojas situadas en diferentes posiciones del tallo de la planta de maíz, se demuestra que las hojas superiores tienen una mayor contribución de fotosintatos de grano en relación a las inferiores. Evidenciándose también que ocurre una translocación preferencial de los fotosintatos de las hojas inferiores al tallo y de las superiores hacia los granos, en los cuales una fracción de ellos se respira y otra se transforma en almidón.

Finalmente, en las defoliaciones parciales ocurre que la demanda fisiológica de asimilados ejerce cierta influencia sobre las hojas remanentes tornándolas más eficientes (Allison y Watson, 1966; Sánchez y Olivera, 1973; Egharevba *et al*, 1976; Tanaka y Yamaguchi, 1981).

## II.6. RELACIONES FUENTE-DEMANDA EN MAIZ

Los granos en desarrollo requieren de fotosintatos para cubrir sus necesidades nutricionales, por ello actúan como demanda fisiológica sobre la fuente de esos nutrimentos que es el dosel vegetal, estableciéndose entre ambas partes un dinámico proceso de interdependencia que determinará el rendimiento en grano de maíz, en una magnitud acorde a las dimensiones que las componentes de rendimiento hayan adquirido durante las diferentes etapas fenológicas de la planta y del suministro de asimilados.

La demanda tiene dos componentes principales que son: el número de mazorcas por planta y el número de granos por mazorca (Tollenaar y Daynard, 1978). Ambos están ya determinados en la época de polinización (Duncan, 1975) y su capacidad de almacenamiento se establece durante el período que da de diferenciación a anté<sup>u</sup>sis, de acuerdo a la disponibilidad de fotoa<sup>u</sup>similados que en ese lapso exista (Evans y Wardlaw, 1976) y por el suministro de los mismos a la planta durante la floración (Tollenaar, 1977).

Tollenaar (1977), reporta que el ápice de mazorca más alto de los presentes en el tallo de la planta de maíz, dispone de un período más largo para su desarrollo como demanda, debido a que el proceso de diferenciación de los ápices de mazorca principia precisamente en el superior y continúa en dirección descendente, mientras que su término se inicia en la parte inferior del tallo y a partir de allí toma una dirección acropétala para, finalmente, llegar al ápice de mazorca más alto.

Potencialmente muchas mazorcas están presentes en el tallo de la planta de maíz, pero el desarrollo de las superiores inhibe el de las inferiores que van siendo progresivamente más pequeñas (Duncan, 1975).

Prine (1971), establece que en maíz existe un período crítico para el desarrollo de la mazorca, mismo que se presenta tres o cuatro días anteriores a la emisión de estigmas y se

prolonga ocho días después de ella. Asimismo señala que en este período sobre todo son importantes las condiciones de luz.

Tollenaar (1977), señala que el aborto de mazorcas es favorecido por la competencia por fotosintatos durante las floraciones masculina y femenina entre ápices de mazorca, espiga, tallo y raíz.

Duncan (1975), menciona varias razones por las cuales el rendimiento potencial genético se reduce: a) las mazorcas inferiores no desarrollan, b) los embriones de las mazorcas que desarrollan no emiten estigmas a tiempo para su polinización y, c) porque granos fertilizados no desarrollan o bien son abortados si se deterioran las condiciones de desarrollo.

Una vez establecidas las dimensiones de la demanda fisiológica de la planta de maíz, de acuerdo a los procesos y características señalados anteriormente, el que se satisfaga dicha demanda depende de la proporción del desarrollo total de la planta, de la aprovechabilidad de las reservas de asimilados presentes en diversos órganos vegetales, de la existencia de otras estructuras que compitan en la demanda de nutrientes, del sitio de fotosíntesis, de la ruta de translocación de fotosintatos a la mazorca y de la capacidad de la mazorca como demanda fundamental (Tollenaar, 1977).

El rendimiento en grano de maíz es producto de las interacciones entre la fuente y la demanda de fotosintatos, y el

que sea una u otra la que predomine sobre la producción de grano está en función de la combinación particular genotipo-ambiente (Tollenaar, 1977), aunque existe consenso en que es la demanda el factor limitante para la tasa de acumulación de materia seca en el grano durante el período de acumulación lineal (Daynard et al, 1971; Tollenaar, 1977; Daynard, 1978, Tanaka y Yamaguchi, 1981).

Para el caso particular de México, Yamaguchi y Goldsworthy et al (citado por Cortés, 1984), concluyeron que la capacidad de la demanda es la limitante fundamental para el rendimiento en grano de maíz.

Al respecto del proceso de desarrollo del grano Johnson y Tanner (citados por Tollenaar, 1977), lo establecen en 3 fases: a) un período lento de acumulación de materia seca en el grano que se inicia con la emergencia de los estigmas y dura de 15 a 18 días, b) un período de acumulación lineal de materia seca en el grano, durante el cual se almacena en esta estructura más del 90% del total de materia seca y, c) un período en el cual la tasa de acumulación de materia seca en el grano declina y termina con la formación de la capa negra.

Duncan (1975), señala que el rendimiento en grano de maíz debe ser considerado como el resultado de la tasa fotosintética existente durante el período de llenado de grano, multiplicada por la duración que este tenga; así como por el aprovecha

miento de las reservas de fotosintatos en la planta, tomando siempre en cuenta las fluctuaciones en la acumulación de materia seca que presenta el grano durante su desarrollo.

Tollenaar (1977), introduce la relación entre la asimilación total de la planta durante el período de floración (F) y la asimilación total de la planta durante el período de llenado de grano (G). Esta relación (F/G) puede servir como indicadora respecto de si el factor que limita el rendimiento en grano de maíz es la fuente o la demanda.

Una demanda limitada indica que el rendimiento que afecta do en mayor proporción por alteraciones en F y, a su vez, una fuente limitada es indicada cuando el rendimiento de grano fue más afectado por condiciones desfavorables en G.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### III.1. LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL

La fase experimental del presente estudio se realizó durante el ciclo Primavera-Verano de 1982, en terrenos del Campo Agrícola Experimental Valle de México (CAEVAMEX), el cual forma parte del Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CIAMEC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

Dicho campo experimental se localiza en Chapingo, Edo. de México hacia el km. 33 de la carretera México-Tezcoco a los 19°17' de latitud Norte y 98°53' de longitud Oeste; con una altitud de 2 249 metros sobre el nivel del mar, una precipitación media de 670 mm anuales y 15.2°C de temperatura media anual.

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1973), el clima de esta localidad es templado húmedo, el más seco de los subhúmedos con lluvias en verano, el cual es fresco y de escasa oscilación térmica (C(w<sub>o</sub>) (W) b (i') g).

#### III.2. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

##### III.2.1. PREPARACION DEL TERRENO

La preparación del terreno de siembra consistió en un barbecho profundo, dos pasos de rastra, nivelación y surcado

a un espaciamiento de 0.85 m.

### III.2.2. SIEMBRA

Se sembraron manualmente el 4 de mayo de 1982, 13 surcos de 40 m de longitud con cada uno de los híbridos, depositando tres granos cada 0.60 m con lo que se obtuvo una población final equivalente en cada caso a 50 mil plantas por hectárea.

### III.2.3. FERTILIZACION

La dosis de fertilización empleada fue de 150-40-00, misma que se aplicó en dos oportunidades: 50-40-00 a la siembra y 100-00-00 a la segunda escarda, en todos los casos en orden de kg/ha de  $N_2$ ,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , respectivamente.

### III.2.4. ESCARDAS Y CONTROL DE MALEZAS

Se proporcionaron al lote experimental dos labores de cultivo, el control de malezas se realizó mediante dos aplicaciones de la mezcla herbicida: 1 kg de Gesaprim-50 + 1 L de Hierbamina-4 en 300 litros de agua por hectárea. Una en preemergencia del cultivo y otra después de la segunda escarda. El control se complementó con deshierbes manuales.

### III.2.5. RIEGOS

La siembra se condujo bajo riego, aplicándose uno a la siembra y tres de auxilio. Estos últimos se proporcionaron a los 46, 87 y 119 días de edad de las plantas de maíz.

### III.2.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Por lo que respecta a plagas y enfermedades, su incidencia no fue de cuidado, observándose ataque del picudo del maíz (Geraeus senilis), gusano cogollero (Spodóptera frugiperda, Smith) y de huitlacoche (Ustilago maydis, Cda.); aunque ninguno de ellos alcanzó niveles que ameritaran aplicación de agroquímicos para su control.

### III.3. MATERIAL GENETICO

Los genotipos empleados para este estudio fueron los híbridos de maíz H-30, H-131 y H-137E, generados por el programa de maíz de Valles Altos del CAEVAMEX y cuya genealogía se anota en el Cuadro 1.



Cuadro 1. Genealogía de las variedades empleadas en el estudio (Programa de maíz CAEVAMEX)

Híbrido	Genealogía
H-30	$\begin{aligned} & \text{[(Mich. 21-183) x (Mich. 21-181-14-1)]} \\ & \quad \times \\ & \text{[(Mich. 21-88-3-3) x (Cr. 439)]} \end{aligned}$
H-131	$\begin{aligned} & \text{[(Hgo. 55-253) x (CH II-148-2-2-1)]} \\ & \quad \times \\ & \text{[(Hgo. 55-477) x (Hgo. 4-5-4-2-1)]} \end{aligned}$
H-137E	$\begin{aligned} & \text{[(CH II-148-2-2-1R}_3\text{B) x (Hgo. 4-5-4-2-1R-4)]} \\ & \quad \times \\ & \text{[(Mich. 21 Comp. 1-27-2) x (Mich. 21 Comp. 1-7-2)]} \end{aligned}$

#### III.4. TRATAMIENTOS

Los tratamientos de defoliación aplicados a los híbridos de maíz H-30, H-131 y H-137E, son los que a continuación se describen y esquematizan (Cuadro 2 y Figura 1, respectivamente).

Cuadro 2. Descripción de los 13 tratamientos de defoliación aplicados a los híbridos de maíz H-30, H-131 y H-137E.

Tratamiento	Descripción
1	Sin defoliación (Testigo).
2	Defoliación de la planta de las dos hojas ubicadas arriba y abajo de la mazorca.
3	Defoliación total.
4	Defoliación de la planta completa, excepto de la hoja ubicada en la mazorca.
5	Defoliación de la hoja de la mazorca hacia arriba.
6	Defoliación de la planta completa, excepto de dos hojas ubicadas abajo de la mazorca.
7	Defoliación por abajo de la mazorca.
8	Defoliación de la hoja de la mazorca hacia abajo.
9	Defoliación de la planta completa, excepto de dos hojas ubicadas arriba de la mazorca.
10	Defoliación de la planta arriba de la mazorca.
11	Defoliación de la planta completa, excepto de las dos hojas ubicadas arriba y abajo de la mazorca.

## Cont. Cuadro 2.

Tratamiento	Descripción
12	Defoliación de la planta completa, excepto de la hoja bandera.
13	Defoliación de la hoja de la mazorca hacia arriba, excepto de la hoja bandera.

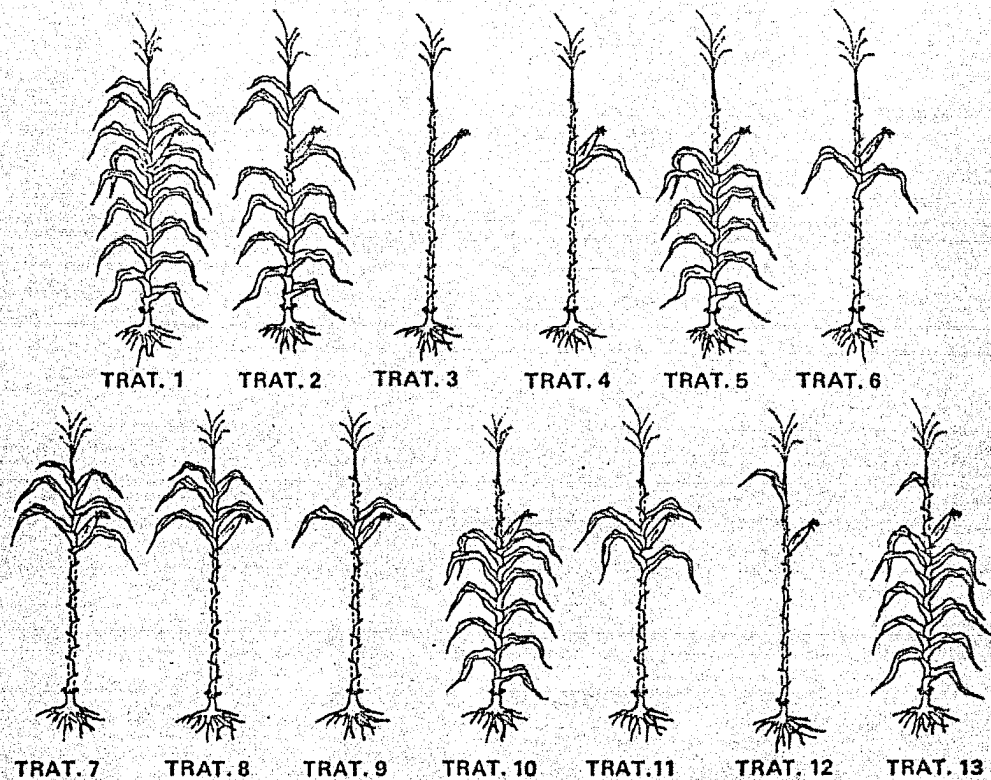
## III.5. DISEÑO Y PARCELA EXPERIMENTALES

De acuerdo al diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar con 13 tratamientos, 2 repeticiones y empleando como unidad experimental 10 plantas con competencia completa elegidas al azar, se distribuyeron y aplicaron los tratamientos en cada una de las variedades.

Se procuró que los tratamientos tuvieran en el campo una distribución tal que redujera las interacciones entre ellos, esto es, distribuyendo los tratamientos completamente al azar se tiene aproximadamente el mismo nivel de percepción de luz solar en el lote y no se favorece en este sentido a uno u otro tratamiento.

## III.6. APLICACION DE TRATAMIENTOS

Cuando cada híbrido se encontraba en floración mascu-



**FIG. 1. ESQUEMAS DE LOS TRATAMIENTOS DE DEFOLIACION APLICADOS A LOS MAICES HIBRIDOS H-30, H-131, H-137. CHAPINGO, MEX. 1982.**

lina se procedió a identificar 10 plantas con competencia completa para cada tratamiento, según la distribución correspondiente para cada genotipo.

La eliminación de hojas se realizó cortando la lámina foliar a la altura de la lígula de cada hoja involucrada en el tratamiento correspondiente, ayudándose para esto de una navaja.

El tiempo de aplicación de los tratamientos fue de 7 días en cada variedad, tomando como punto de partida el día en que el 50% de su población mostró emisión de polen.

Las hojas eliminadas de cada planta se sujetaron en manojos identificados con el número de planta, tratamiento y repetición respectivos, para que una vez concluida la aplicación de tratamientos se procediera al cálculo del área foliar reduciendo así el tiempo de defoliación al mínimo posible; mientras tanto los manojos se almacenaron en el cuarto refrigerante del Banco de Germoplasma de Maíz del CAEVAMEX, con objeto de que se conservaran sin perder humedad y con ello, mantuvieran sus dimensiones.

### III.7. TOMA DE DATOS

#### III.7.1. DIAS A DIFERENCIACION

Para obtener el dato de los días transcurridos de la siembra (bajo suficiente humedad) a que las variedades mostraran el cambio de desarrollo vegetativo a reproductivo, a

partir de los 20 días posteriores a la siembra, cada tercer día se efectuaron muestreos en cada genotipo sacando del terreno 5 plantas completas, y con ayuda de agujas de disección se les descubrió el meristemo apical para observar su estado de desarrollo, considerando que éste cambia de vegetativo a reproductivo cuando la espiga ha emergido del punto de crecimiento del tallo y se puede apreciar totalmente, aunque muy diminuta, bajo la última hoja del número total que presenta la variedad.

De este modo, cuando la mayoría de las plantas muestreadas presentó diferenciación, se consideró que el híbrido había llegado a ese estado.

### III.7.2. DIAS A FLORACION MASCULINA

Los tratamientos de este estudio se aplicaron cuando las variedades se encontraron en antesis, misma que se estimó cuando el 50% de las plantas de cada híbrido tuvieron totalmente emergida la espiga y en la mitad de ella, las anteras presentaron emisión de polen.

### III.7.3. DIAS A FLORACION FEMENINA

La floración femenina se estableció cuando el 50% de las plantas de cada híbrido presentaron estigmas con una longitud estimada de 2 cm fuera del totomoxtle.

#### III.7.4. NUMERO TOTAL DE HOJAS

Esta característica y las tres siguientes se midieron en 10 plantas de cada híbrido para luego promediar y obtener el dato correspondiente.

El número total de hojas se determinó contándolas desde la emergencia de la planta hasta la emisión de espiga (espigamiento).

#### III.7.5. ALTURA DE PLANTA

La altura de planta se obtuvo midiendo en cm la distancia del cuello de la planta hasta la lígula de la hoja bandera.

#### III.7.6. ALTURA DE MAZORCA

Se estimó como la distancia, en cm, de la superficie del suelo al nudo de inserción de la mazorca principal.

#### III.7.7. UBICACION DE LA MAZORCA EN EL DOSEL VEGETAL

Para determinar la posición que la mazorca guarda respecto a las hojas en el tallo, se procedió a contar el número de hojas existentes de la hoja inicial de la planta a la hoja de la mazorca.

### III.7.8. DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA

Para este aspecto se realizaron muestreos en el lote experimental abriendo las brácteas de la mazorca, y con una navaja sacando algunos granos completos para quitarles el pedicelo y observar si presentaban ya la capa negra que es el indicador de la madurez fisiológica.

### III.7.9. AREA FOLIAR ELIMINADA (AFE)

Para el cálculo del área foliar eliminada de los tratamientos ( $dm^2$ ), se empleó la fórmula propuesta por Montgomery:

Área foliar = largo x ancho máximos x 0.75. Aplicada a cada hoja del tratamiento con ayuda de una regla graduada de 1 m de longitud, con la que se midió del ápice de la hoja a la lígula para determinar la longitud, y de la parte más ancha de la lámina foliar, aproximadamente en su parte media, se obtuvo la medida de su sección transversal.

Una vez obtenidas las áreas foliares por hoja, se sumaron éstas obteniéndose así el área foliar eliminada por planta de cada unidad experimental.

### III.7.10. AREA FOLIAR PERMANENTE (AFP)

Siguiendo el procedimiento anterior pero ahora con las hojas permanentes en la planta y sin dañar a ésta en modo al-



guno, se cuantificó el área foliar permanente ( $\text{dm}^2$ ) con la misma regla graduada y además se emplearon bancos a fin de alcanzar las hojas superiores.

### III.7.11. PESO DE PLANTA (PP)

Tomando como punto de cosecha el momento en que las brácteas de la mazorca (totomoxtle) se encontraran secas, se procedió a la cosecha del experimento.

Fueron cosechadas individualmente las plantas de cada unidad experimental y se obtuvo su peso completo (g) (con excepción de la raíz), para determinar la asimilación total de materia seca que realizó la planta durante el ciclo de cultivo (Rendimiento biológico).

### III.7.12. PESO DE MAZORCA (PM)

De cada planta se pesó la mazorca (g) para conocer, la asimilación de fotosintatos en esta estructura, que es el motivo principal del cultivo del maíz (Rendimiento económico).

### III.7.13. INDICE DE COSECHA (IC)

Con el fin de estimar la eficiencia en la distribución de los fotosintatos totales hacia la mazorca, se procedió a calcular por planta en cada unidad experimental, la proporción entre el rendimiento económico y el biológico. (Índice de Cosecha).

### III.8. ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS

El análisis estadístico de los datos se dividió en tres partes que son: Análisis conjunto de variedades y tratamientos, Análisis conjunto de tratamientos por variedad y Análisis por tratamiento en cada variedad.

Se realizó así para observar los parámetros en estudio en sus manifestaciones bajo diversos grados de particularidad para, de este modo, tener una mejor aproximación a las relaciones que entre ellos se establecen por efecto de la defoliación.

Los parámetros bajo análisis estadístico son: Area fodm^2), Area foliar permanente ( $dm^2$ ), Peso de planta (g), Peso de mazorca (g) e Índice de cosecha (%); mismos que en lo sucesivo serán mencionados como AFE, AFP, PP, PM e IC, respectivamente.

Las pruebas estadísticas utilizadas en cada caso, son descritas a continuación:

#### III.8.1. ANALISIS DE VARIANZA

De acuerdo al diseño de bloques completamente al azar, se realizaron análisis de varianza para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.

### III.8.2. COMPARACION DE MEDIAS

Empleando la prueba de rango múltiple de Duncan, se procedió a la comparación estadística de las medias de los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, con una probabilidad estadística para el error del 5%.

### III.8.3. CORRELACION LINEAL

Se obtuvieron los coeficientes de correlación lineal ( $r$ ) para las asociaciones entre los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, con una probabilidad estadística para el error del 1 y 5%.

### III.8.4. REGRESION LINEAL

Se eligieron las relaciones lógicas de determinación entre los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC; para las cuales se obtuvieron su coeficiente de regresión lineal ( $b$ ) y el valor del intercepto ( $a$ ). Elementos que integran la ecuación de regresión lineal que describe geoméricamente el grado de dependencia entre las variables. Se empleó una probabilidad estadística para el error del 1 y 5%.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### IV.1. CARACTERIZACION DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO

En el cuadro tres se presentan los resultados obtenidos de las notas tomadas para la caracterización de las etapas fenológicas principales y algunos componentes morfológicos de las variedades empleadas en este estudio, en él se advierte que H-30 es menor en porte y número de hojas que los híbridos de riego y tiene un ciclo biológico menor al de éstos. H-137E sobresale por su altura de planta y por su pronta floración (masculina y femenina) que es muy cercana a la de H-30, pero se diferencia de él por su período de llenado más largo que es muy similar al de H-131 que florea más tarde y por ello tiene un ciclo de cultivo más largo, la condición del amplio período de llenado de grano de H-137E pudiera ser causa de su mayor potencial de producción, de acuerdo a lo señalado por Hanway and Russell, Daynard et al, Peaslee et al, Daynard and Kannenberg, citados por Tollenaar (1977).

Por lo anterior, las variedades difieren entre sí y por ello es de esperarse que tengan respuestas diferentes a los tratamientos de defoliación sobre todo por la variación en número de hojas, días a floración y período de llenado de gra-

CUADRO 3: Principales etapas fenológicas y componentes morfológicas de las variedades en estudio.  
( CAEVAMEX, 1982 )

Variedad	Altura (cm)	Hojas - totales	Días a - diferenciación	Altura de -* mazorca (cm)	Posición ma- zorca (hojas)	Días a floración masculina	Días a - floración femenina	Días a madu- rez fisió- gica
H - 30	203	18	25	155	14a	77	88	166
H - 131	236	22	33	166	17a	93	101	192
H -137E	263	22	33	171	17a	82	87	174

\* Contadas de la hoja inicial de la planta a la hoja de la mazorca.

no, aspectos más íntimamente ligados en las relaciones fuente-demanda; el primero por determinar la magnitud del área foliar, el segundo por establecer el término del desarrollo del dosel y el tercero por ser el lapso de que dispone la mazorca para almacenar materia seca.

#### IV.2. ANALISIS CONJUNTO DE VARIEDADES Y TRATAMIENTOS

##### IV.2.1. ANALISIS DE VARIANZA

Los análisis de varianza realizados para el conjunto de variedades y tratamientos (Cuadro 4) en los caracteres AFE, AFP, PP, PM e IC, muestran en todos ellos fuertes diferencias entre variedades y entre tratamientos, lo cual indica que los genotipos respondieron diferencialmente a los tratamientos y que éstos son diferentes en sus intensidades, tanto por el AFE como por el AFP con lo que consiguientemente PP, PM e IC son también diferentes en su respuesta.

Esto quiere decir que los tratamientos afectan significativamente la fuente de la planta de maíz y que los materiales genéticos tienen su particular capacidad de respuesta para contrarrestar las variaciones en su estructura fotosintética, produciendo y acumulando más o menos materia seca en sus com-

CUADRO 4: Cuadrados medios y su significancia estadística, para el análisis de varianza conjunto de variedades y tratamientos en los parámetros . AFE, AFP, PP, PM e IC.

Fuente de Variación	AFE (dm <sup>2</sup> )	AFP (dm <sup>2</sup> )	PP (g)	PM (g)	IC ( % )
Variedades	1 346 007.50 **	397 920.21 **	1 741 212.73 **	229 875.45	** 5 839.49 **
Tratamientos	2 129 052.69 **	2 081 129.24 **	484 171.89 **	265 824,94	** 4 598.04 **
Coefficiente de - Variación ( % )	21.36	25.21	39.02	83.24	95.15

\*\* Diferencia estadística significativa al 1 % de probabilidad.

ponentes morfológicos en postantésis.

#### IV.2.2. COMPARACION DE MEDIAS

##### IV.2.2.1. COMPARACION DE MEDIAS DE VARIEDADES

En la comparación de medias de variedades (Cuadro 5) se advierte que H-137E es superior en AFE y AFP siguiéndole el H-131 y finalmente H-30, en PP los tres son estadísticamente iguales y en IC nuevamente es superior H-137E, sucediéndole las variedades en el mismo orden anterior.

Además es notoria la ventaja que H-137E tiene en peso de mazorca sobre H-131 y H-30, que en este rubro son estadísticamente iguales.

Esto apoya lo señalado en el punto IV.1, en relación a la mayor potencialidad productiva de H-137E, puesto que dispone de mayor área foliar y es más eficiente para acumular fotosintatos en la mazorca.

H-30 a pesar de tener la menor cantidad de área foliar observa una buena capacidad de almacenamiento de materia seca en la mazorca, equiparable estadísticamente con la de H-131, el cual tiene una mejor proporción de acumulación de fotosintatos en la mazorca respecto al tallo (IC).



CUADRO 5: Media general de variedades y su significancia estadística para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.

AFE ( dm <sup>2</sup> )			AFP ( dm <sup>2</sup> )			PP ( g )		
Variedad	Media	Nivel de significancia estadística	Variedad	Media	Nivel de significancia estadística.	Variedad	Media	Nivel de significancia estadística.
H-137E	48.46	a	H-137E	30.09	a	H-137E	741.1	a
H-131	42.27	b	H-131	26.20	b	H-131	621.4	a
H-30	34.12	c	H-30	22.27	c	H-30	584.7	a

PM ( g )			IC ( % )		
Variedad	Media	Nivel de significancia estadística	Variedad	Media	Nivel de significancia estadística.
H-137E	116.23	a	H-137E	19.1	a
H-131	76.8	b	H-131	14.2	b
H-30	58.0	b	H-30	9.7	c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según Duncan al 5 % de probabilidad.

#### IV.2.2.2. COMPARACION DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS

Por lo que se refiere a la prueba de Duncan para tratamientos (Cuadro 6) como era de esperarse, los tratamientos que en AFE ocupan los primeros niveles de significancia, en AFP ocupan los últimos. Esto ocurre con los tratamientos 3, 4, 6, 9 y 12 que son los que presentan mayor intensidad de defoliación; no observándose la correspondencia señalada en los tratamientos de defoliación menos severa, porque las hojas a lo largo del dosel vegetal varían en sus magnitudes individuales y con ello también es diferente el área foliar que se remueve o que queda presente.

No se presentaron diferencias entre tratamientos para PP pero sí para PM y aquí se perfilan los estratos foliares de mayor importancia como proveedores de fotoasimilados a la mazorca, que son los correspondientes a los tratamientos 7, 8 y 11 en orden decreciente de medias. En general se trata de las hojas superiores del dosel a partir de la segunda hoja ubicada abajo de la mazorca, hecho que concuerda con los resultados de diversos autores: Hoyt y Bradfield (1962, Hammond et al (1964), Allison y Watson (1966), Sánchez y Olivera (1973), Tanaka y Yamaguchi (1981).

CUADRO 6 : Medias de tratamientos y su nivel de significancia estadística en el conjunto de variedades, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.

AFE (dm <sup>2</sup> )			AFP ( dm <sup>2</sup> )			PP ( g )		
Tratamiento	Media	Nivel de sig- nificancia es- tadística	Tratamiento	Media	Nivel de sig- nificancia es- tadística	Tratamiento	Media	Nivel de signifi- cancia - estadística
3	72.21	a	1	68.36	a	1	857.5	a
12	65.58	ab	2	41.71	b	2	762.5	a
4	58.89	bc	10	37.17	bc	8	692.2	a
6	54.11	c	7	35.38	bcd	5	666.5	a
9	50.20	cd	5	33.19	cde	7	662.9	a
8	41.10	de	13	29.90	cde	13	657.1	a
11	37.36	ef	8	28.11	de	10	642.9	a
7	36.53	ef	11	27.75	e	11	630.8	a
5	34.18	ef	6	14.49	f	9	627.9	a
13	31.21	ef	9	14.04	f	6	595.4	a
10	30.83	f	4	07.90	fg	4	589.6	a
2	28.85	f	12	02.46	gh	12	545.0	a
1	00.00	g	3	00.00	h	3	507.5	a

CUADRO 6 : ( CONTINUACION )

Tratamiento	PM ( g )		Tratamiento	1C ( % )	
	Media	Nivel de signi- ficancia esta- dística.		Media	Nivel de signi- ficancia esta- estadística.
1	233.0	a	1	29.3	a
7	156.3	b	7	27.8	a
8	151.6	b	8	25.0	ab
2	124.8	bc	11	19.3	bc
11	102.8	bcd	2	18.7	c
10	55.6	cde	13	12.2	d
9	54.5	cde	10	11.3	d
13	54.5	cde	9	11.2	d
5	45.0	de	5	8.2	de
6	35.3	de	6	7.7	de
4	30.4	de	4	6.6	de
3	19.7	e	3	4.7	e
12	19.1	e	12	4.3	e

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según Duncan al 5 % de probabilidad .

En los datos se aprecia que aún cuando son estadísticamente iguales, el tratamiento 7 supera al 8 en PM, muy probablemente debido a la aportación de nutrientes de la hoja de la mazorca. Que el tratamiento 2 tiene un valor alto para PM debido a que tiene como AFP una gran proporción de su estructura fotosintética total, misma que sustituye las 4 hojas que en el tratamiento 11 se mantienen como fuente única y que son importantes por sus aportaciones a la mazorca dado que estadísticamente compiten con el mencionado tratamiento 2 y que además lo superan estadísticamente en IC, en este último parámetro los tratamientos 7 y 8 superan significativamente a los tratamientos 11 y 2.

El que los tratamientos 7, 8, 2 y 11 ocupen el mismo nivel de significancia en PM, y sobre todo que el 7 y el 8 ocupen en IC el mismo nivel significativo que el tratamiento testigo, verifica la hipótesis de que la planta de maíz tiene una magnitud de área foliar tal que permite defoliaciones sin afectar prácticamente el rendimiento. Este hecho coincide con lo reportado por Allison y Watson (1966), Egharevba et al (1976), Sánchez y Olivera (1973), y Tanaka y Yamaguchi (1981), en el sentido de que la demanda fisiológica de asimilados en defoliaciones parciales influencia las hojas remanentes haciéndolas más eficientes.

#### IV.2.3. CORRELACION LINEAL

En el Cuadro 7 se anotan los coeficientes de correlación obtenidos a nivel de conjunto de variedades y tratamientos, y del que se desprenden las relaciones de asociación que guardan entre sí las variables en estudio, destacando por el valor del coeficiente de correlación lineal ( $r$ ) las existentes entre AFE y AFP ( $r = -0.76$ ), AFE y PM ( $r = -0.41$ ), AFP y PM ( $r = 0.52$ ) y PM e IC ( $r = 0.80$ ), mismas que lógicamente se esperaban y que indican que cuanto mayor sea el AFE menores serán AFP y PM, y que a un incremento en AFP corresponde otro en PM y por lo tanto otro en IC.

Estas relaciones en términos de fuente y demanda significan que la fuente de asimilados (AFP) es necesaria para que exista disponibilidad de los mismos para satisfacer la demanda que de ellos se tiene (PM), y a mayor fuente mayor disponibilidad de fotosintatos para una mejor satisfacción de la demanda lo que trae aparejada una distribución más eficiente de materia seca a la mazorca, por ello se incrementa el IC.

#### IV.2.4. REGRESION LINEAL

A los anteriores valores de correlación no corresponden

CUADRO 7: Coeficientes de correlación lineal y su significancia estadística en el conjunto variedades y tratamientos, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC

	AFE	AFP	PP	PM	IC
AFE	1	-0.76 **	-0.22 **	-0.41 **	0.27 **
AFP		1	0.33 **	0.52 **	0.36 **
PP			1	0.28 **	0.20 **
PM				1	0.80 **
IC					1

\*\* Significancia al 1% de probabilidad  
No. de observaciones 780

CUADRO 8: Coeficientes de regresión lineal, su significancia estadística y valor del intercepto, en el conjunto de variedades y tratamientos, para los parámetros AFE AFP, PP, PM e IC.

	AFE	AFP	PP	PM	IC
AFE	0.70 **				
AFP	55.36				
PP	-0.03 **	0.05 **			
PP	771.37	529.31			
PP	-0.02 **	0.03	0.10 **		
PM	159.64	14.88	19.31		
PM	0.00	0.00	-0.01**	0.12 **	
IC	23.20	6.55	22.20	4.25	

Hilera superior -  
coeficiente regresión.

Hilera inferior in  
tercepto

\*\* Significancia al  
1% de probabilidad  
No. de observaciones  
780.

coeficientes de regresión altos (Cuadro 8), lo cual es indicativo de que aún cuando las variables mencionadas están altamente relacionadas, el grado de dependencia de unas con otras no es de una magnitud muy apreciable aunque sí suficiente para establecer aquellas variables entre las que exista mayor dependencia de acuerdo al valor de  $b$ , y además son útiles para la observación de las relaciones establecidas por efecto de la defoliación.

De este modo, del ya referido Cuadro 8 sobresale el que el AFP dependa del AFE ( $b= 0.70$ ), el PM del PP ( $b= 0.10$ ) y el IC del PM ( $b= 0.12$ ).

Considerando los valores anteriores, podemos señalar que tal parece que primero se abastece el tallo de fotoasimilados y luego se translocan éstos a la mazorca, y de la eficiencia de esta translocación depende el IC que a su vez se determina por el PM y éste por el PP.

#### IV.3. ANALISIS CONJUNTO DE TRATAMIENTOS POR VARIEDAD

##### IV.3.1. ANALISIS DE VARIANZA

Los análisis de varianza practicados a nivel general de tratamientos por variedad para los caracteres AFE, AFP, PP,



PM e IC (Cuadro 9) observan la misma tendencia del Cuadro 3, esto es, que los tratamientos en sus grados de defoliación son estadísticamente diferentes en las tres variedades para AFE y AFP, y los efectos de estas variables ocasionan que en su expresión sean también significativamente diferentes PP, PM e IC.

Los coeficientes de variación para AFE y AFP son aproximadamente normales y en el caso de PP, PM e IC, adquieren valores muy altos debido a que en estos parámetros juega un papel determinante la variabilidad genética de las variedades para contrarrestar los efectos de la reducción en la fuente de asimilados. Sobre todo para PM e IC por ser los aspectos más vinculados con la disponibilidad de fotosintatos durante postantésis.

En el mismo sentido, los coeficientes de variación son mayores para PM e IC en H-30 muy probablemente debido a que su composición genética es más amplia (Cuadro 1) siguiéndola H-131 y después H-137E que por ser variedades constituidas por líneas más avanzadas presentan coeficientes de variación menores.

Cuadro 9: Cuadrados medios y su significancia estadística para el análisis de varianza del conjunto de tratamientos por variedad, en los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.

Variedad	Fuente de variación	AFE (dm <sup>2</sup> )	AFP (dm <sup>2</sup> )	PP (g)	PM (g)	IC (%)
II-30	Tratamientos	494,225.50 **	522,111.89 **	275,483.00 **	54,594.77 **	783.66 **
	Error	4,710.60	2,760.99	40,777.17	4,434.10	127.62
	Coefficiente de Variación (%)	20.12	23.60	34.54	114.89	116.70
II-131	Tratamientos	1,063,538.61 **	952,302.53 **	132,223.25 **	95,151.48 **	2,444.43 **
	Error	8,745.25	5,877.98	61,805.39	4,458.57	172.01
	Coefficiente de Variación (%)	19.29	25.48	40.00	86.94	92.42
II-137E	Tratamientos	68,231,600.00 **	72,462,570.00 **	244,434.70 **	143,193.81 **	2,113.10 **
	Error	1,026,428.28	443,840.01	89,819.52	5,655.34	259.00
	Coefficiente de Variación (%)	23.96	25.43	40.44	64.70	84.01

\*\* Diferencia estadística significativa al 1% de probabilidad

#### IV.3.2. COMPARACION DE MEDIAS

Primeramente y con la finalidad de conocer en términos porcentuales respecto del testigo las magnitudes individuales de los tratamientos en los parámetros bajo análisis, se presenta el Cuadro 10, en donde se observa que todos los tratamientos tienen diferente manifestación en cada variedad.

De este modo, en H-30 los mejores tratamientos en PM e IC son: 2, 7 y 8, que corresponden a las hojas superiores del dosel a partir de la hoja de la mazorca.

Cabe aquí hacer notar que el tratamiento 2 tiene en esta variedad 48.19% de AFP con respecto al testigo, lo cual indica que las 4 hojas que en él se eliminan significan la mitad de la magnitud del área foliar total, y esto significa que por debajo de la mazorca queda una reducida fuente fotosintética.

Como referencia, para algunos estratos foliares se señalan en porcentaje respecto al testigo, las aportaciones que hacen a PM e IC, respectivamente: la hoja de la mazorca (tratamiento 6) 16.34 y 25.33, las dos hojas arriba de la mazorca (tratamiento 9) 14.10 y 26.20, la hoja bandera (tratamiento 12) 8.94 y 18.78 y, las hojas inferiores a la mazorca, a par-

Cuadro 10: Comparación en porcentaje de las medias generales de tratamientos por variedad, con respecto al testigo para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC

Tratamiento	H-30				H-131				H-137E			
	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC
1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2	48.19	72.95	50.20	75.98	79.10	109.12	45.57	46.30	54.36	88.75	58.27	72.19
3	00.00	39.91	7.71	24.45	00.00	69.88	7.05	10.61	00.00	68.04	9.44	15.68
4	11.62	59.65	7.51	13.10	12.01	83.21	15.76	22.19	11.05	66.71	14.12	22.29
5	37.24	69.24	9.55	13.97	60.97	95.25	15.81	18.97	46.14	73.12	26.71	45.86
6	21.15	58.19	16.34	25.33	20.96	90.15	11.60	14.47	21.29	65.02	16.97	38.17
7	53.75	75.15	53.68	75.11	48.66	88.69	81.20	103.21	53.08	71.55	63.02	100.89
8	38.49	78.21	45.51	59.39	41.78	102.04	90.21	96.46	42.73	68.65	57.76	92.60
9	22.10	66.96	14.10	26.20	19.66	83.58	10.67	20.26	20.07	71.55	36.37	63.02
10	49.98	70.90	24.87	38.43	73.32	92.70	22.66	33.12	39.55	66.59	22.89	44.08
11	41.22	69.44	25.18	39.74	39.45	93.97	59.03	78.46	41.18	63.44	44.15	71.89
12	4.81	58.63	8.94	18.78	2.91	69.52	12.09	19.29	3.22	63.68	4.78	7.40
13	35.94	69.73	20.99	37.99	53.73	101.09	16.84	29.58	40.66	66.10	28.02	55.03

tir de la hoja de ésta (tratamiento 10) 24.87 y 38.43. Con éstos últimos valores se confirma la hipótesis de que la defoliación del estrato superior a la mazorca reduce drásticamente el rendimiento económico.

Es marcada la influencia que tiene para PM e IC la hoja de la mazorca, puesto que tales parámetros presentan valores inferiores en el tratamiento 5, comparados con los que tienen en el tratamiento 10, siendo la mencionada hoja la distintiva entre ambos tratamientos.

Así también, el tratamiento 13 (defoliación de la hoja de la mazorca hacia arriba, excepto de la hoja bandera) presenta valores de PM e IC de 20.99 y 37.99% respecto al testigo, mismos que son muy cercanos a los obtenidos para el tratamiento 10 (defoliación arriba de la mazorca) en los mismos parámetros, lo que puede indicar que la hoja de la mazorca y la hoja bandera aportan similar cantidad de fotosintatos a la demanda, y además las aportaciones individuales de éstas para PM e IC son semejantes.

La contribución de la hoja de la mazorca y de la hoja bandera es semejante también en PM al valor que para este parámetro tiene el tratamiento 3, luego entonces las defoliacio

nes severas reducen la capacidad de la demanda, concordando con lo señalado por Prine (1971) y Tollenaar (1977), en el sentido de que el ápice de mazorca requiere de una provisión adecuada de fotosintatos para llegar a su máxima capacidad de demanda y para que ésta pueda concretarse.

Es notorio que la hoja de la mazorca y la hoja bandera al estar presentes con otros estratos incrementan sensiblemente los valores de PM e IC, por ello los tratamientos 10 y 13 tienen valores más altos en estos parámetros que en los presentados por el tratamiento 5.

En H-131 los mejores tratamientos para PM e IC son: 7, 8 y 11, que alcanzan valores muy cercanos a los del testigo, e incluso el 7 lo supera en IC verificándose una vez más la hipótesis de que en defoliaciones parciales las hojas remanentes se tornan más eficientes.

Las aportaciones en porcentaje respecto al tratamiento testigo para PM e IC, son respectivamente: de la hoja de la mazorca 15.76 y 22.19, de las dos hojas abajo de la mazorca 11.60 y 14.47, de las dos hojas arriba de la mazorca 10.67 y 20.26, de la hoja bandera 12.09 y 19.29 y, de las hojas inferiores a la mazorca incluyendo la de ésta 26.56 y 33.12, advirtiéndose nuevamente que las hojas inferiores no hacen apor

taciones sustanciales a la mazorca.

Al igual que en H-30, es notoria la diferencia que existe entre los valores de PM e IC en los tratamientos que difieren entre sí por la hoja de la mazorca o por la hoja bandera, así como por la aportación individual de fotosintatos a la demanda de éstas, y de las mismas combinadas con las hojas inferiores a la mazorca (tratamientos 10 y 13), por lo que puede decirse que ambas hojas tienen aproximadamente el mismo grado de contribución como fuente a la demanda fisiológica y su aportación es superior a la que hacen en H-30, sobre todo en el caso de la hoja de la mazorca.

La respuesta del tratamiento 3 en PM e IC es inferior a la presentada por los tratamientos 4 y 12, por ello podemos decir que en H-131 la hoja bandera y la de la mazorca son muy importantes para el llenado de grano y si se combinan con las hojas inferiores del dosel (tratamientos 10 y 13), se elevan los valores de PM e IC.

Por lo que corresponde a H-137E, los mejores tratamientos para PM e IC son también 2, 7, 8 y 11.

Resulta evidente la eficiencia de las dos hojas arriba y abajo de la mazorca (tratamiento 11) en H-131 y H-137E,

puesto que con aproximadamente 40% de AFP respecto al testigo, hacen sustanciales aportaciones a PM e IC en las variedades señaladas.

Las contribuciones en porcentaje respecto al testigo, que hacen para PM e IC, respectivamente de la hoja de la mazorca, 14.12 y 22.29, de las dos hojas abajo de la mazorca 15.97 y 38.17, de las dos hojas arriba de la mazorca 36.37 y 63.02, de la hoja bandera 4.78 y 7.40 y, de las hojas inferiores a la mazorca incluyendo la de ésta, 22.89 y 44.08; éstos últimos valores son más altos que en las otras dos variedades.

Al estar presentes las hojas inferiores a la mazorca junto con la hoja de ésta (tratamiento 10) o con la hoja bandera (tratamiento 13), incrementan considerablemente los valores de PM e IC.

En H-137E es superior la contribución individual de la hoja de la mazorca a la que tiene la hoja bandera, y con respecto al tratamiento 3 también se advierte la superioridad de la hoja de la mazorca ya que incluso la aportación individual de la hoja bandera en PM e IC es inferior a la del tratamiento totalmente defoliado. Por lo tanto, las dos hojas superiores a la mazorca son mucho más eficientes para PM e IC que en las otras variedades.



En H-131 la hoja bandera y la hoja de la mazorca son más eficientes en los mismos parámetros anteriores que en los otros dos, sobre todo más que en H-137E. Asimismo, las hojas inferiores a la mazorca presentan aproximadamente el mismo valor en PM, pero tienen un valor más alto para el IC en H-137E. Finalmente, en los híbridos H-131 y H-137E la hoja de la mazorca es más eficiente en PM e IC que en H-30.

Las dos hojas ubicadas abajo de la mazorca son aproximadamente iguales en PM en los tres híbridos pero difieren en su eficiencia para IC que es mayor en H-137E, seguido por H-30 y después por H-131.

Las relaciones descritas en términos porcentuales, se amplían y hacen más confiables desde el punto de vista estadístico con la comparación de medias por el método de Duncan para los parámetros en estudio, misma que se analiza y discute a continuación.

En H-30, en la comparación de medias de AFE (Cuadro 11), se observa que los tratamientos 2, 7, 8 y 11 que son los de mejor respuesta como proveedores de fotoasimilados a la demanda, ocupan el mismo nivel estadístico en el parámetro de análisis, y de acuerdo con ello tienen una baja intensidad de defoliación.

Cuadro 11: Medios de tratamientos y su nivel de significancia estadística, en la variedad H-30, para los parámetros AFE, AFP PP, PM e IC

<u>AFE (dm<sup>2</sup>)</u>			<u>AFP (dm<sup>2</sup>)</u>			<u>PP (g)</u>		
Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística	Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística	Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística
3	60.64	a	1	62.32	a	1	855.0	a
12	53.71	b	7	33.50	b	8	668.7	b
4	49.42	bc	10	31.15	bc	7	642.5	bc
9	45.12	cd	2	30.03	c	2	623.7	bc
6	40.98	d	11	25.69	d	10	606.2	bc
5	30.29	e	8	23.99	d	13	596.2	bc
8	29.88	e	5	23.21	d	11	593.7	bc
2	28.27	e	13	22.40	d	5	592.0	bc
13	27.03	e	9	13.77	e	9	572.5	bc
11	26.47	e	6	13.18	e	4	510.0	c
10	26.22	e	4	07.24	f	12	501.25	c
7	25.53	e	12	03.00	g	6	497.5	c
1	00.00	f	3	00.00	g	3	341.2	d

CUADRO 11: ( CONTINUACION )

PM ( g )			IC ( % )		
Tratamiento	Media	Nivel de signi- ficancia esta- dística	Tratamiento	Media	Nivel de signi- ficancia esta- dística
1	195.8	a	1	22.9	a
7	105.1	b	2	17.4	ab
2	98.3	b	7	17.2	ab
8	89.1	bc	8	13.6	bc
11	49.3	cd	11	9.1	cd
10	48.7	cd	10	8.8	cd
13	41.1	d	13	8.7	cd
6	32.0	d	9	6.0	cd
9	27.6	d	6	5.8	cd
5	18.7	d	3	5.6	cd
12	17.5	d	12	4.3	d
3	15.1	d	5	3.2	d
4	14.7	d	4	3.0	d

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según Duncan al 5% de probabilidad.

Así también se aprecia que los tratamientos 3, 4, 6, 9 y 12 son los más mermados por la defoliación.

Para AFP los mejores tratamientos son: 1, 7, 10 y 2 sucediéndoles los tratamientos más severamente defoliados.

Puede apreciarse que la hoja de la mazorca tiene mayor AFP que la hoja bandera, y ambas mucho menos que todas las hojas inferiores a la mazorca.

Es notorio que un AFP alta no necesariamente redundan en valores altos para PP, PM e IC, sino que éstos se relacionan más con la edad y la posición de las hojas en el dosel.

En H-30 los tratamientos 8, 7, 2, 10, 13, 5 y 9 ocupan el mismo nivel de significancia en PP, pero en PM los mejores tratamientos después del testigo son 7, 2 y 8, con el mismo nivel de significancia estadística.

En virtud de que para IC los tratamientos 7 y 2 son estadísticamente iguales que el testigo y en el segundo nivel de significancia son iguales con el 8, de esto se infiere que la hoja de la mazorca es importante en la asignación de fotosintatos a la mazorca, por ello es mayor el IC en el tratamiento en que dicha hoja está presente aún cuando en PM sea estadísticamente igual al tratamiento en que no se encuentra.

El resto de los tratamientos en PM ocupan el mismo nivel de significancia, sólo diferenciándose los tratamientos 10 y 11, mientras que en IC se tiene aproximadamente la misma situación, luego entonces la contribución de fotoasimilados a PM e IC es la misma desde el punto de vista estadístico para los tratamientos que involucran la hoja de la mazorca, la hoja bandera y las hojas inferiores a la mazorca con la hoja de ésta o con la bandera.

Comparando el AFP que tienen los estratos foliares mencionados con la aportación que hacen a PM e IC, tenemos que la hoja de la mazorca y la hoja bandera con un AFP muy abajo de la que tienen las hojas inferiores a la mazorca, hacen una contribución igual a la de ellas en PM e IC.

En la variedad H-131 ocurre que para AFE (Cuadro 12), los tratamientos 3, 12, 4, 6 y 9 son los más severamente defoliados. En este mismo parámetro, el tratamiento 7 ocupa un nivel estadístico inferior al que tiene el 8 e igual al del 11, mientras que los tratamientos 5, 13, 2 y 10 son los menos defoliados.

Para AFP, los mejores tratamientos son 2, 10 y 5, que ocupan los primeros niveles, estando en el siguiente el tratamien

Cuadro 12: Medias de tratamiento y su nivel de significancia estadística en la variedad H-131, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM, e IC

AFE (dm <sup>2</sup> )			AFP (dm <sup>2</sup> )			PP (g)		
Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística	Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística	Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística
3	87.22	a	1	78.80	a	2	747.5	a
12	74.85	b	2	56.00	b	8	699.0	a
4	70.47	b	10	51.91	b	13	692.5	a
6	63.31	c	5	43.17	c	1	685.0	a
9	57.77	cd	13	38.04	d	5	652.5	ab
8	52.09	de	7	34.45	d	11	643.7	ab
11	48.61	ef	8	29.58	e	10	635.0	ab
7	43.90	f	11	27.93	e	6	617.5	ab
5	36.48	g	6	14.84	f	7	607.5	ab
13	36.19	g	9	13.92	f	9	572.5	ab
2	30.25	h	4	08.50	g	4	570.0	ab
10	28.89	h	12	02.06	h	3	478.7	b
1	00.00	i	3	00.00	h	12	476.2	b

Cuadro 12: (CONTINUACION )

<u>PM (g)</u>			<u>IC (%)</u>		
Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística	Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística
1	204.3	a	7	32.1	a
8	184.3	a	1	31.1	a
7	165.9	a	8	30.0	a
11	120.6	b	11	24.4	a
2	93.1	b	2	14.4	b
10	46.3	c	10	10.3	bc
13	34.4	c	13	9.2	bc
5	32.3	c	4	6.9	bc
4	32.2	c	9	6.3	bc
12	24.7	c	12	6.0	bc
6	23.7	c	5	5.9	bc
9	21.8	c	6	4.5	c
3	14.4	c	3	3.3	c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según Duncan al 5% de probabilidad.

to 8 junto con el 11. La hoja de la mazorca ocupa el nivel estadístico superior al que tiene la hoja bandera.

En H-131 casi todos los tratamientos ocupan el mismo nivel de significancia que el testigo en PP, mientras que en PM los tratamientos 7 y 8 son estadísticamente iguales que el testigo, estando en el siguiente nivel el 11 y el 2, y después están en el mismo nivel el resto de los tratamientos.

En IC los tratamientos 7, 8 y 11 son estadísticamente iguales al testigo y el tratamiento 2 ocupa el segundo nivel junto con la mayoría de los tratamientos.

Los datos mencionados indican que en H-131 para PM e IC, los tratamientos 7, 8 y 11 son tan eficientes estadísticamente como el testigo; y que la hoja de la mazorca y la hoja bandera aportan la misma cantidad de materia seca a la mazorca y ambas con su reducida AFP contribuyen con lo mismo a la producción de mazorca que las hojas inferiores a ella.

Finalmente, para el caso de H-137E en AFE (Cuadro 13), se observa que el tratamiento 12 estadísticamente es igual que el 3, ocupando el siguiente nivel de significancia los tratamientos 6 y 4 y después viene el resto de los tratamientos, ya sin mucha variación en cuanto a niveles estadísticos.



CUADRO 13 : Medias de tratamientos y su nivel de significancia en la variedad H- 137E, para los parámetros AFE, AFP, - PP, PM e IC.

AFE ( dm2 )			AFP (dm2 )			PP ( g )		
Tratamiento	Media	Nivel de sig nificancia - estadística.	Tratamiento	Media	Nivel de sig nificancia - estadística.	Tratamiento	Media	Nivel de sig nificancia - estadística.
3	68.78	a	1	71.96	a	1	1032.5	a
12	68.19	a	2	39.12	b	2	916.3	ab
6	58.05	b	7	38.20	b	5	755.0	bc
4	56.80	b	5	33.20	c	7	738.8	bc
9	47.70	c	8	30.75	cd	9	738.8	bc
8	41.31	d	11	29.63	cd	8	708.8	bc
7	40.15	d	13	29.26	cd	3	702.5	c
10	37.39	d	10	28.46	d	4	688.8	c
11	36.98	de	6	15.32	e	10	687.5	c
5	35.77	de	9	14.44	e	13	682.5	c
13	30.42	ef	4	07.95	f	6	671.3	c
2	28.02	f	12	02.32	g	12	657.5	c
1	00.00	g	3	00.00	-g	11	655.0	c

CUADRO 13 : (CONTINUACION )

PM ( g )			IC ( % )		
Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística	Tratamiento	Media	Nivel de significancia estadística
1	313.7	a	7	34.1	a
7	197.7	b	1	33.8	a
2	182.8	bc	8	31.3	ab
8	181.2	bc	2	24.4	abc
11	138.5	cd	11	24.3	abc
9	114.1	de	9	21.3	bcd
13	87.9	ef	13	18.6	cd
5	83.8	ef	5	15.5	ode
10	71.8	efg	10	14.9	cde
6	50.1	fgh	6	12.9	cdef
4	44.3	fgh	4	9.9	def
3	29.6	gh	3	5.3	ef
12	15.0	h	12	2.5	f

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según Duncan al 5% de probabilidad

En AFP, los tratamientos 2 y 7 ocupan el primer nivel después del testigo y en el siguiente se encuentran los tratamientos 5, 8, 11 y 13. Para este parámetro se advierte que la hoja de la mazorca estadísticamente es mayor a la hoja bandera.

H-137E presenta para PP que el tratamiento 2 estadísticamente es igual al testigo, ocupando el siguiente nivel los tratamientos 5, 7, 9 y 8.

En PM los mejores tratamientos después del testigo son: 7, 2 y 8, sucediéndoles en el siguiente nivel los tratamientos 11 y 9, y después 13, 5, 10, 6 y 4. En esta variable se aprecia que la hoja de la mazorca aporta más que la hoja bandera y ambas menos que las hojas inferiores a la mazorca, y también que la presencia de las mismas hojas mencionadas junto con las inferiores a la mazorca incrementa con mucho el valor del PM.

En IC los tratamientos 7, 8, 2 y 11 son iguales al testigo, manifestándose nuevamente un incremento en la eficiencia en la producción y translocación de fotosintatos a la demanda. En este parámetro se observa también que las hojas inferiores a la mazorca son más importantes para cubrir la

demanda que las hojas bandera y de la mazorca.

De acuerdo con las relaciones discutidas, tenemos que el área foliar requerida para satisfacer la demanda de fotosintatos es diferente para cada variedad y más que de la magnitud que ésta alcance, depende de la posición que tenga en el dosel vegetal.

Así H-30 requiere de  $33.5 \text{ dm}^2$ , que corresponden al tratamiento 7, para cubrir la demanda (PM) al 53.68% y el IC en 75.11%.

H-131 requiere de  $29.58 \text{ dm}^2$ , correspondientes al tratamiento 8, para cubrir la demanda en 90.21%, pero la mayor eficiencia para la movilización de fotosintatos a la mazorca (IC) que es de 103.21%, se consigue con  $34.45 \text{ dm}^2$  que corresponden al tratamiento 7.

H-137E con  $38.20 \text{ dm}^2$ , correspondientes al tratamiento 7, satisface su demanda en 63.02% y con esa área foliar se tiene el mejor IC que es de 100.89%.

#### IV.3.3. CORRELACION LINEAL

Los coeficientes de correlación lineal por variedad se anotan en el Cuadro 14, del que sobresalen en H-30 los valo-

CUADRO 14: Coeficientes de correlación lineal y su significancia estadística por variedad, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC

Variedad		AFE	AFP	PP	PM	IC
H-30	AFE	1	- 0.83**	-0.37**	-0.45**	0.34 **
	AFP		1	0.52**	0.57**	0.39 **
	PP			1	0.47**	0.05 **
	PM				1	0.83 **
	IC					1
H-131	AFE	1	-0.87**	-0.22 **	-0.40**	- 0.33 **
	AFP		1	0.27 **	0.39**	0.29 **
	PP			1	0.16**	0.26 **
	PM				1	0.82 **
	IC					1
H-137E	AFE	1	-0.82**	-0.25 **	-0.55**	- 0.34 **
	AFP		1	0.29 **	0.67**	0.42 **
	PP			1	0.15**	- 0.45 **
	PM				1	0.74 **
	IC					1

\*\* Significancia al 1% de probabilidad n s  
no significativo  
No. de observaciones 260.

res del coeficiente de correlación lineal ( $r$ ) existentes para AFE y AFP, AFE y PM, AFP y PP, AFP y PM, y PM e IC. Tales valores indican que en cuanto mayor sea el AFE, menores serán el AFP y el PM, y que a mayor AFP mayor PP y PM y por lo tanto mayor IC. Esto es, que con una fuente adecuada el tallo y la mazorca acumulan mayor cantidad de fotosintatos y al estar éstos en buena cantidad podrán movilizarse con mayor eficiencia a la demanda fisiológica de éstos.

En el caso de H-131 ocurre que el AFE correlaciona alta y negativamente con AFP y con PM, mientras que el AFP correlaciona positivamente con PP aunque en menor grado de lo que lo hace en H-30, y alta y significativamente correlaciona con PM e IC. Para esta variedad, el PP no se asocia mayormente con PM, por lo que podemos decir que el tallo no contribuye a la satisfacción de la demanda.

También tenemos que el PM se asocia positivamente con el IC, como ocurre en las tres variedades.

En H-137E se advierte que, al igual que en el resto de las variedades, el AFE correlaciona alta y negativamente con AFP y con PM, y se diferencia de ellas porque la correlación de AFP con PM es más alta, lo mismo que la que presenta para

AFP e IC.

Asimismo el PM está altamente asociado con IC, en tanto que el PP lo está negativamente con IC y tiene casi nula relación con el PM; luego entonces, el PM no se asocia con el PP pero si afecta adversamente la movilización de fotosintatos a la demanda.

Destaca que en los híbridos H-131 y H-137E, el AFE correlacione negativamente aunque en poca magnitud con el IC, mientras que esta relación es positiva en H-30.

Esto indica que los componentes de la relación denominada Índice de Cosecha (PM/PP), se establecen de diferente manera en las variedades de estudio; notoriamente en H-30 el PM se asocia fuertemente con AFE, AFP y PP, éste último parámetro se asocia con el AFP; por otro lado, en H-131 y H-137E el PM se asocia primordialmente con el AFP y en grado mínimo con PP, que como tal correlaciona escasamente con AFE y AFP. Entonces, la satisfacción de la demanda depende fundamentalmente del AFP en los híbridos tardíos, por lo que con la defoliación se produce un abatimiento del IC. Lo cual pudiera señalar también que el AFP se dedica a mantener primordialmente a la estructura de la planta.

Por otro lado, la satisfacción de la demanda en H-30 depende casi tanto del AFP como del PP, por ello es que el IC se mantiene con un pequeño incremento positivo a pesar de la reducción en la fuente.

#### IV.3.4. REGRESION LINEAL

En el Cuadro 15 se presentan los coeficientes de regresión lineal obtenidos para cada variedad a nivel general de tratamientos.

Para las tres variedades se aprecia la misma respuesta con respecto a las variables determinadas por el AFE, mismas que son AFP, PP y PM. La determinación negativa es razonable en el contexto de la relación fuente-demanda establecida por efecto de la defoliación, puesto que con la reducción de la fuente de asimilados se disminuye la provisión de los mismos a todos los órganos de la planta.

En el análisis de regresión, se aprecia que el AFP determina el PP con la mayor magnitud para H-30, siguiendo el valor que tiene en esta relación H-137E y después H-131. Esto confirma lo señalado con anterioridad en el sentido de que durante postantésis H-30 sigue acumulando fotosintatos en el tallo, mientras que los híbridos tardíos lo hacen en



CUADRO 15: Coeficientes de regresión lineal, su significancia y valor del intercepto, para los parámetros AFE,- AFP,PP,PM e IC

Variedad		AFE	AFP	PP	PM	IC
H-30	AFP	-0.82 **				
		50.38				
	PP	-0.05 **	0.07 **			
		760.23	423.81			
	PM	-0.02**	0.03 **	0.17 **		
135.03		- 5.47	-41.41			
IC	0.00	0.00	0.00	0.13 **		
H-131	AFP	18.51	3.08	8.14	2.30	
		- 0.81 **				
	69.28					
	PP	- 0.02 **	0.03 **			
		737.66	526.96			
PM	- 0.01 **	0.02 **	0.06 **			
	152.60	27.60	40.05			
IC	0.00	0.00	-0.02 **	0.14 **		
H-137E	AFP	25.14	7.77	24.50	3.04	
		- 0.78 **				
	59.24					
	PP	- 0.04 **	0.05 **			
		902.22	618.78			
PM	- 0.03 **	0.04 **	0.05 **			
	242.54	16.88	79.79			
IC	0.00	0.00	-0.03 **	0.12 **		
		32.14	8.53	38.82	4.62	

Hilera superior coeficiente de regresión

Hilera inferior intercepto

\*\* Significancia al 1% de probabilidad No. de observaciones 260

reducida cantidad, sobre todo H-131.

Se observa también que el PM está determinado en reducido grado por el AFP, siendo mayor en el caso de H-137E, es decir, en este híbrido es más importante la contribución de fotosintatos para cubrir la demanda por parte de la fuente, mientras que para este mismo efecto es también importante el PP en el caso de H-30, en tanto que H-131 observa que el PP no es muy relevante para satisfacer la demanda y lo mismo para H-137E.

Para los híbridos H-131 y H-137E, el PP determina negativamente el IC, luego entonces, en estas variedades el rendimiento biológico compite con el económico por fotosintatos, aún cuando esto es casi inapreciable.

Finalmente, el PM determina el IC con el más alto valor para H-131 aunque es muy similar al de las otras variedades.

Respecto a los parámetros que determinan el IC, advertimos que en H-30 sólo es PM y que en los híbridos de riego es PM y también el PP que lo hace negativamente; con ello se confirma que el rendimiento biológico compite con la demanda en H-131 y en H-137E, mientras que en H-30 el mencionado rendimiento biológico lejos de competir con ella, aporta fotoasimi

lados para su satisfacción.

#### IV.4. ANALISIS POR TRATAMIENTO EN CADA VARIEDAD

##### IV.4.1. H-30

Respecto al análisis de correlación y regresión por tratamiento con la variedad H-30, se tiene que en el testigo las correlaciones significativas (Cuadro 16) ocurren entre AFP y PP, PP y PM y entre PM e IC, lo que significa que cuando la planta posee su estructura fotosintética normal, la satisfacción de la demanda se asocia con la dimensión de la fuente y con el rendimiento biológico, en tanto que la eficiencia en la asignación de fotoasimilados a la mazorca está dada por el peso de ésta.

Los valores de regresión lineal (Cuadro 17) para H-30 en el tratamiento testigo muestran determinaciones significativas para PP y AFP, PM y PP y para PM e IC. Valores que confirman el señalamiento anterior en el sentido de que el rendimiento biológico se determina por la fuente, y determina a su vez la satisfacción de la demanda, mientras que ésta determina el IC.

Los tratamientos que en esta variedad obtuvieron los más

Cuadro 16. Coeficiente de correlación lineal y su significancia estadística, por tratamiento en H-30, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC.

	Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4			
	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC
AFE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75**	0.35ns	0.18ns	-0.01ns	0.0	0.52**	0.60**	-0.37ns	0.68**	-0.36ns	0.22ns	0.44*
AFP		0.64**	0.42ns	0.08ns		0.30ns	0.45*	0.25ns		0.0	0.0	0.0		0.30ns	0.22ns	0.47*
PP			0.59**	0.0			0.26ns	-0.31ns			0.78**	-0.84**			0.52**	-0.76**
PM				0.78**				0.76**				-0.53**				0.03ns
	Tratamiento 5				Tratamiento 6				Tratamiento 7				Tratamiento 8			
	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC
AFE	0.28ns	0.18ns	-0.12ns	-0.20ns	0.63**	0.40ns	0.16ns	0.13ns	0.34ns	-0.29ns	-0.33ns	-0.24ns	-0.16ns	0.01ns	0.18ns	0.24ns
AFP		-0.29ns	-0.09ns	0.10ns		0.58**	0.09ns	0.02ns		-0.21ns	0.03ns	0.04ns		0.65**	0.22ns	-0.17ns
PP			0.33ns	-0.13ns			0.39ns	0.29ns			0.16ns	-0.20ns			0.51*	-0.04ns
PM				0.88*				0.99*				0.90**				0.74**
	Tratamiento 9				Tratamiento 10				Tratamiento 11				Tratamiento 12			
	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC
AFE	0.25ns	0.14ns	0.12ns	-0.02ns	0.01ns	0.13ns	-0.09ns	0.06ns	0.26ns	0.18ns	0.43ns	0.37ns	-0.08ns	0.32ns	-0.04ns	-0.18ns
AFP		0.18ns	0.07ns	0.10ns		-0.18ns	-0.23ns	-0.25ns		0.13ns	0.17ns	0.11ns		-0.06ns	0.18ns	0.13ns
PP			-0.14ns	-0.41ns			0.26ns	-0.21ns			0.28ns	-0.22ns			-0.13ns	-0.49*
PM				0.86**				0.78**				0.86**				0.90**
	Tratamiento 13															
	AFP	PP	PM	IC												
AFE	-0.08ns	0.49*	-0.12ns	-0.31ns												
AFP		0.55**	0.11ns	-0.05ns												
PP			-0.08ns	-0.51*												
PM				0.79**												

\* = Significancia al 5% de probabilidad.  
ns = No significativo

\*\* = Significancia al 1% de probabilidad  
No. de observaciones 20

Cuadro 17. Coeficiente de regresión lineal, su significancia estadística y valor del intercepto, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamiento en la variedad H-30

	Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4			
	AFE	AFP	PP	PM	AFE	AFP	PP	PM	AFE	AFP	PP	PM	AFE	AFP	PP	PM
AFP	0.0				1.24**				0.0				0.07**			
	62.32				-5.1				0.0				0.92			
PP	0.0	0.18**			0.26ns	0.14ns			0.07*	0.0			-0.06ns	-0.54ns		
	855.0	-248.6			-123.3	204.6			-64.5	341.2			826.8	898.5		
PM	0.0	0.04ns	0.21**		0.05ns	0.07*	0.10ns		0.0	0.0	0.02**		0.0	0.01ns	0.01**	
	195.8	-54.78	18.34		-42.2	-127.9	37.52		3.62	15.1	8.45		11.3	9.73	10.0	
IC	0.0	0.0	4.43ns	0.09**	0.0	0.01ns	-0.02ns	0.15**	0.0	0.0	-0.03**	-0.65**	0.0	0.0	0.0	0.01ns
	22.9	16.71	22.9	4.14	18.7	-8.6	32.03	2.18	14.7	5.6	14.4	15.4	0.6	-0.8	5.5	2.85
	Tratamiento 5				Tratamiento 6				Tratamiento 7				Tratamiento 8			
AFP	0.28ns				0.16**				0.30ns				-0.15ns			
	14.8				6.4				25.7				28.4			
PP	0.05ns	-0.07ns			0.06ns	0.37**			-0.08ns	-0.06ns			0.0	0.32**		
	452.1	767.7			228.5	14.7			841.2	852.0			660.5	-99.7		
PM	0.0	0.0	0.03ns		0.01ns	0.02ns	0.16ns		-0.06ns	0.01ns	0.11ns		0.03ns	0.01ns	0.16*	
	26.0	23.4	3.0		-12.0	2.3	-47.7		266.6	85.0	32.4		8.9	6.6	-21.5	
IC	0.0	0.0	0.0	0.11**	0.0	0.0	0.02ns	0.15**	-0.01ns	0.0	-0.02ns	0.14**	0.0	0.0	0.0	0.10**
	4.76	2.6	4.0	1.2	0.4	4.9	-3.4	1.0	36.7	13.0	32.1	2.0	-1.3	22.8	14.9	4.3
	Tratamiento 9				Tratamiento 10				Tratamiento 11				Tratamiento 12			
AFP	0.07ns				0.01ns				0.29ns				0.0			
	10.37				30.9				17.9				3.5			
PP	0.04ns	0.17ns			0.03ns	-0.05ns			0.06ns	0.04ns			0.06ns	-0.10ns		
	386.9	339.1			519.5	779.3			434.1	491.0			181.8	530.4		
PM	0.01ns	0.01ns	-0.03ns		-0.01ns	-0.03ns	0.10ns		0.04ns	0.02ns	0.08ns		0.0	0.04ns	-0.02ns	
	-6.2	7.8	45.4		72.4	134.6	-12.1		-67.0	8.0	-0.2		22.9	6.1	25.9	
IC	0.0	0.0	-0.02ns	0.21**	0.0	0.0	-0.01ns	0.14**	0.01ns	0.01ns	0.01ns	0.16**	0.0	0.01ns	-0.02*	0.25**
	7.3	-1.2	18.9	0.2	5.8	26.3	17.9	1.7	-9.6	4.3	16.3	1.4	10.5	2.1	12.8	-0.1

Continúan Cuadro 17...

	Tratamiento 13			
	AFE	AFP	PP	PM
AFP	0.08ns 24.5			
PP	0.17* 135.4	0.21** 121.5		
PM	-0.01ns 62.0	0.01ns 24.0	-0.01ns 50.2	
IC	0.0 24.0	0.0 11.0	-0.03* 24.2	0.22** -0.4

\* = Significancia al 5% de probabilidad

\*\* = Significancia al 1% de probabilidad

ns = No significativo

No. de observaciones 20

altos valores en PM e IC (2, 7 y 8) difieren en sus valores significativos de correlación y regresión.

El tratamiento 2 presenta valores significativos entre AFP y AFE, AFP y PM y PM e IC, así como regresiones significativas entre AFP y AFE (que es de un valor muy alto), PM y AFP e IC y PM. Los cuales indican primeramente que cuanto mayor sea el área foliar de las dos hojas arriba y abajo de la mazorca, mayor será el área foliar restante, ya que, si se eliminan las hojas de una planta que las tiene grandes, permanecerá mayor cantidad de área foliar que si se defolia una planta de hojas pequeñas. Por otro lado, en este tratamiento la satisfacción de la demanda no depende del PP como venía siendo común en H-30 sino de la fuente que permanece en la planta, por lo que se puede pensar que las cuatro hojas eliminadas en este tratamiento son vía de translocación de fotosintatos del tallo a la mazorca y por ello al ser removidas la demanda depende únicamente de la producción de las hojas que permanecen en la planta.

En el tratamiento 7, al igual que en los tratamientos 5, 9, 10 y 11 se observan sólo valores significativos tanto en correlación como en regresión, para la relación entre PM e IC, los que indican que la eficiencia en la asignación de fotosin-

tatos a la demanda está en función del nivel de almacenamiento que la misma haya realizado.

Para el tratamiento 8, se observa que existen valores significativos de correlación y regresión para PP y AFP, PM y PP e IC y PM. Se advierte que coinciden las relaciones significativas con el tratamiento 1, pero que en el caso de la regresión para PP y AFP el valor del coeficiente de determinación es mucho más alto, por lo que entonces, la demanda requiere más del PP cuando se elimina la aportación de la hoja de la mazorca y lógicamente dicho rendimiento biológico depende del AFP.

Respecto al tratamiento totalmente defoliado ocurre que coinciden los valores significativos de correlación y regresión. Así, los valores significativos se tienen entre PP y AFE, PM y PP, IC y PP e IC y PM. Entonces en la planta sin fuente, el rendimiento biológico juega un papel determinante en las relaciones que se dan para producir mazorca, por ello aquí el PM depende del PP que también determina negativamente el IC, ya que si los fotoasimilados disponibles se quedan formando parte del rendimiento biológico, la demanda reduce su magnitud como es lógico esperar.

En el mismo sentido, se tienen mayores rendimientos bio-



lógico y económico cuando las hojas de la planta fueron de elevadas dimensiones, pues por esta condición el tallo pudo acumular más reservas hasta antes de la defoliación total a diferencia de una planta de hojas pequeñas.

El tratamiento 4 muestra que la presencia de la hoja de la mazorca como fuente única en la planta ocasiona que el rendimiento biológico correlacione significativamente con PM e IC, siendo negativa la correlación en este último, que el AFE lo haga con AFP e IC y que el AFP correlacione con IC; observándose que sólo se tiene regresión significativa para AFP y AFE y para PM y PP. Luego entonces, la magnitud de la hoja de la mazorca es indicadora del valor del AFP como ya se ha discutido, y además, de la eficiencia de translocación de fotosintatos hacia la demanda. Por otra parte, se apoya la observación de que la hoja de la mazorca es importante en la translocación de fotosintatos del tallo a la demanda ya que son significativos los valores de correlación y regresión entre PP y PM, en tanto que el valor negativo de correlación para PP e IC puede significar que la hoja de la mazorca no tiene la capacidad suficiente para producir y/o translocar todo el material necesario para el tallo y la demanda, por ello cuando el PP es alto se reduce el IC, esto no se confirma en la regresión respectiva.

En el caso de la hoja bandera (tratamiento 12), se tienen valores significativos tanto en correlación como en regresión, para las relaciones IC y PP e IC y PM. Esto significa que aún cuando el tallo tenga buen peso, las reservas no se translocan a la demanda y por ello se abate el IC, aunque con una determinación muy baja.

En el tratamiento 13, que tiene presentes las hojas inferiores a la mazorca junto con la hoja bandera, muestra valores significativos en correlación y regresión para PP y AFE, PP y AFP, IC y PP e IC y PM, significando fundamentalmente que sin las hojas eliminadas no hay una translocación eficiente de fotosintatos a la demanda, por ello cuanto mayor sea el rendimiento biológico menor será en proporción el PM, y con ello se reduce el IC.

Finalmente, los valores significativos de correlación y regresión en el tratamiento 6 manifiestan que las dos hojas abajo de la mazorca son también indicadoras de la magnitud del área foliar de la planta y que el PP se determina en alto grado por el AFP.

En la mayoría de tratamientos, como era lógico esperar, el IC se asocia y determina significativamente con el nivel

de acumulación de materia seca en la mazorca.

#### IV.4.2. H-131

En los Cuadros 18 y 19 se pueden apreciar los coeficientes de correlación y regresión, respectivamente obtenidos por tratamiento para H-131 y sobre los cuales se discute en este apartado.

Para el tratamiento testigo se observa que sólo existe correlación significativa para la asociación PM e IC, y para la que corresponde también una regresión significativa. La misma situación se presenta para los tratamientos 2, 5 y 12.

Lo anterior indica que la eficiencia de translocación de fotosintatos hacia la demanda se determina por la cantidad que de los mismos haya acumulado la mazorca, sobre todo de una manera alta en los tratamientos 5 y 12.

Los tratamientos que reportan las mejores respuestas de PM e IC (2, 7, 8 y 11) difieren en sus valores de correlación y regresión, y de ellos, el 2 ya ha sido abordado.

En el tratamiento 7 se tienen valores significativos en correlación y regresión para las relaciones AFP y AFE, PP y AFP, PM y AFP, IC y PP e IC y PM. Esto significa que

Cuadro 18. Coeficientes de correlación lineal y su significancia estadística, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamiento en la variedad H-131.

	<u>Tratamiento 1</u>				<u>Tratamiento 2</u>				<u>Tratamiento 3</u>				
	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC	AFP	PP	PM	IC	
AFE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.08ns	0.08ns	0.10ns	0.09ns	0.0	-0.01ns	0.25ns	0.14ns	
AFP		0.19ns	-0.15ns	-0.24ns		0.42ns	0.32ns	0.10ns		0.0	0.0	0.0	
PP			0.32ns	-0.21ns			0.03ns	-0.40ns			0.46*	-0.77**	
PM				0.79**				0.83**				0.06ns	
		<u>Tratamiento 4</u>				<u>Tratamiento 5</u>				<u>Tratamiento 6</u>			
AFE	0.62**	0.39ns	-0.14ns	-0.12ns		0.28ns	0.21ns	0.07ns	0.63**	0.19ns	-0.29ns	-0.29ns	
AFP		0.29ns	-0.20ns	-0.24ns		-0.26ns	-0.24ns	-0.15ns		-0.07ns	-0.49*	-0.37ns	
PP			0.07ns	-0.36ns			-0.15ns	-0.34ns			0.09ns	-0.33ns	
PM				0.86**				0.94**				0.85**	
		<u>Tratamiento 7</u>				<u>Tratamiento 8</u>				<u>Tratamiento 9</u>			
AFE	-0.53**	-0.24ns	-0.25ns	-0.04ns	-0.44*	-0.34ns	-0.11ns	0.10ns	0.38ns	0.06ns	0.20ns	0.16ns	
AFP		0.74**	0.57**	-0.16ns		0.22ns	-0.19ns	-0.36ns		-0.02ns	-0.04ns	-0.09ns	
PP			0.38ns	-0.61**			0.34ns	-0.58**			-0.37ns	-0.55**	
PM				0.43*				0.49*				0.92**	
		<u>Tratamiento 10</u>				<u>Tratamiento 11</u>				<u>Tratamiento 12</u>			
AFE	-0.11ns	0.12ns	-0.20ns	-0.10ns	0.40ns	-0.32ns	-0.27ns	-0.09ns	0.26ns	-0.13ns	-0.10ns	-0.14ns	
AFP		0.01ns	-0.06ns	-0.08ns		-0.04ns	-0.16ns	-0.14ns		0.22ns	0.14ns	-0.11ns	
PP			-0.34ns	-0.52**			0.12ns	-0.58**			0.13ns	-0.29ns	
PM				0.92**				0.63**				0.80**	
		<u>Tratamiento 13</u>											
AFE	-0.55**	0.30ns	-0.45*	-0.48*		*Significancia al 5% de probabilidad							
AFP		0.14ns	0.18ns	0.14ns		**Significancia al 1% de probabilidad							
PP			0.64**	-0.71**		ns no significativo							
PM				0.96**		No. de observaciones 20							

Cuadro 19. Coeficientes de regresión lineal, su significancia estadística y valor del intercepto, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamiento en la variedad H-131.

	Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4			
	AFE	AFP	PP	PM	AFE	AFP	PP	PM	AFE	AFP	PP	PM	AFE	AFP	PP	PM
AFP	0.0				0.20ns				0.0				0.06**			
	70.8				49.9				0.0				4.3			
PP	0.0	0.04ns			0.06ns	0.12ns			0.0	0.0			0.06ns	0.49ns		
	695.0	404.8			572.4	84.7			493.2	478.7			118.2	149.1		
PM	0.0	-0.02ns	0.16ns		0.02ns	0.03	0.01ns		0.0	0.0	0.01*		-0.01ns	-0.10ns	-0.02ns	
	204.3	319.8	91.0		23.0	-80.8	84.9		7.6	14.4	10.0		74.1	115.5	42.5	
IC	0.0	0.0	-0.01ns	0.11**	0.0	0.0	-0.02ns	0.13**	0.0	0.0	-0.01**	0.02ns	0.0	-0.02ns	-0.02ns	0.19**
	31.1	57.1	47.7	8.3	4.3	5.6	31.3	2.1	1.9	3.3	6.2	3.0	14.7	26.8	18.3	0.68
	Tratamiento 5				Tratamiento 6				Tratamiento 7				Tratamiento 8			
AFP	-0.44ns				0.16**				0.46**				-0.22*			
	59.3				4.5				54.5				41.2			
PP	0.07ns	-0.04ns			0.06ns	-0.08ns			-0.06ns	0.23**			-0.07ns	-0.09ns		
	383.3	838.5			255.5	732.2			894.7	-198.9			1075.7	424.3		
PM	0.01ns	0.01ns	-0.03ns		-0.01ns	-0.08*	0.01ns		-0.02ns	0.06**	0.12ns		-0.01ns	-0.02ns	0.10ns	
	-2.3	62.3	49.9		99.4	140.8	16.3		263.2	-31.0	92.2		217.8	252.7	116.8	
IC	0.0	0.0	-0.01ns	0.21**	0.0	-0.01ns	-0.01ns	0.15**	0.0	0.0	-0.03**	0.07*	0.0	-0.01ns	-0.03**	0.09*
	3.3	10.2	14.7	-1.0	17.8	20.1	9.4	0.9	34.6	41.6	52.5	19.8	23.9	53.8	51.9	12.8
	Tratamiento 9				Tratamiento 10				Tratamiento 11				Tratamiento 12			
	0.08ns				-0.17ns				0.18ns				0.02ns			
	92.0				56.9				19.2				0.8			
	0.01ns	-0.01ns			0.05ns	0.0			-0.16ns	-0.05ns			-0.02ns	0.64ns		
	500.1	597.7			489.8	620.1			1435.2	777.8			651.7	343.5		
	0.0	0.0	-0.03ns		-0.02ns	0.0	-0.07ns		-0.4ns	-0.04ns	0.03ns		0.0	0.06ns	0.02ns	
	3.0	25.9	39.0		94.8	63.3	90.8		296.4	248.8	100.2		47.2	11.4	14.8	
	0.0	0.0	-0.02**	0.50**	0.0	0.0	-0.03**	0.23**	0.0	-0.01ns	-0.03**	0.13**	0.0	-0.01	-0.01ns	0.18**
	-2.0	11.6	20.1	-4.7	16.4	15.8	27.4	-0.3	36.9	49.0	45.1	8.1	12.9	8.3	10.8	1.7

Continúa Cuadro 19...

	Tratamiento 13			
	AFE	AFP	PP	PM
AFP	-0.67**			
	62.5			
PP	0.11ns	-0.04ns		
	277.4	850.8		
PM	-0.02*	0.01ns	-0.09**	
	122.0	4.0	97.0	
IC	-0.01ns	0.0	-0.03**	0.34**
	42.2	10.0	34.0	-2.6

\* = Significancia al 5% de probabilidad

\*\* = Significancia al 1% de probabilidad

ns = No significativa

No. de observaciones 20

en este tratamiento el AFE determina en alto grado el AFP y que ésta es importante para PP y PM, mientras que el IC se determina negativamente por el PP y positivamente por el PM. Esto confirma que en H-131 existe competencia por fotosintatos entre partes vegetativas y reproductivas.

El tratamiento 8 se diferencia del anterior porque en él existen valores significativos entre AFP y PP ni entre AFP y PM, y como lo distintivo entre ambos es la hoja de la mazorca, se interfiere que esta hoja es importante como aportadora de fotosintatos al tallo y como translocadora de los mismos a la demanda, siendo mucho mayor la primera determinación que la segunda.

Para el tratamiento 11 se advierten sólo valores significativos para correlación y regresión para IC con PP y PM, ocurriendo lo mismo en los tratamientos 9 y 10, lo cual es indicativo de que la eficiencia en la asignación de fotosintatos a la demanda se determina mayormente por el PM, y en menor medida y negativamente por el PP, en ambos casos con alta significancia estadística.

Con respecto al tratamiento totalmente defoliado tenemos valores significativos en correlación y regresión para

PP con PM e IC. Esto significa que con la ausencia total de fuente, en H-131 el rendimiento biológico determina la magnitud de almacenamiento de la mazorca, aún cuando esto es en un grado reducido quizá por una translocación deficiente debida a la carencia de hojas lo que también repercute negativamente en el IC.

El tratamiento que involucra únicamente la hoja de la mazorca (tratamiento 4), presenta valores significativos de correlación y regresión para AFP y AFE e IC y PM, los cuales significan que la hoja mencionada es la indicadora de las dimensiones foliares de la planta, puesto que entre más alto sea su valor, mayor será también el del área que permanece en la planta.

En el caso del tratamiento 6 se tienen valores significativos, aparte de los citados para el tratamiento 4, en la relación PM y AFP, que son negativos y que significan que cuando la mazorca ha alcanzado un peso de 140.8 g, por cada  $\text{dm}^2$  que sea incrementada el AFP el peso de la mazorca se reducirá en 0.08 g, esto probablemente se ocasiona porque a partir de que la mazorca alcanza el peso mencionado, el aumento en el área foliar no redunde en mayor aportación de materia seca sino que por el contrario, requeriría de abaste-



cimiento de ella el rendimiento biológico, aunque esto no sea reflejado en un valor significativo y negativo entre AFP y PP tanto en correlación como en regresión.

Finalmente, el tratamiento 13 muestra valores significativos para correlación y regresión en las relaciones entre AFE con AFP y PM, PP con PM e IC y PM e IC, y sólo valor significativo en correlación para AFE e IC. Esto quiere decir que las dimensiones de AFP, PM e IC disminuyen con el aumento en el grado de defoliación sobre todo el AFP dado su alto valor de regresión. Así también el rendimiento biológico se asocia con la disminución de PM e IC, con un valor de regresión superior en el caso de PM debido a la competición por fotosintatos ya referida.

Al igual que en la variedad anterior, la eficiencia de translocación de fotosintatos a la demanda se asocia y determina en la mayoría de los tratamientos por el nivel de almacenamiento que de los mismos haya alcanzado la mazorca.

#### IV.4.3. H-137E

Siguiendo el mismo procedimiento que en las variedades anteriores, en este punto se discutirá sobre los Cuadros 20 y 21 y que corresponden al análisis de correlación y regresión,



Cuadro 21. Coeficientes de regresión lineal, su significancia estadística y valor del intercepto, para los parámetros AFE, AFP, PP, PM e IC, por tratamiento en la variedad H-137 E.

	Tratamiento 1				Tratamiento 2				Tratamiento 3				Tratamiento 4			
	AFE	AFP	PP	PM	AFE	AFP	PP	PM	AFE	AFP	PP	PM	AFE	AFP	PP	PM
AFP	0.0				0.79ns				0.0				0.09**			
	72.0				17.0				0.0				3.0			
PP	0.0	0.17*			0.14ns	0.08ns			0.11**	0.0			0.11ns	1.16*		
	1032.5	-230.8			519.6	585.2			-75.6	702.5			44.3	-231.8		
PM	0.0	0.03ns	0.13**		-0.06ns	0.04ns	0.04ns		0.02ns	0.0	0.02ns		0.0	0.04ns	-0.07ns	
	313.7	89.9	180.5		343.0	4.6	144.2		-79.2	29.6	14.9		60.3	15.5	91.5	
IC	0.0	0.0	-0.02**	-0.01ns	0.0	0.01ns	-0.03**	0.09**	0.0	0.0	-0.01ns	0.12**	0.0	-0.01ns	-0.04**	0.24**
	33.8	58.8	57.6	37.5	35.9	-5.2	51.9	7.2	7.54	5.4	15.6	1.7	19.8	20.1	35.0	-0.8
	Tratamiento 5				Tratamiento 6				Tratamiento 7				Tratamiento 8			
AFP	-0.09ns				0.10*				0.11ns				-0.12ns			
	36.4				9.4				42.7				35.6			
PP	0.11ns	-0.12ns			-0.04ns	-0.15ns			-0.04ns	0.34*			-0.08ns	0.18ns		
	349.1	1158.1			927.2	901.0			902.0	-571.9			1040.4	163.2		
PM	-0.04ns	0.01ns	-0.09ns		0.0	0.04ns	-0.07*		0.0	-0.04ns	-0.03ns		0.0	0.03ns	-0.01ns	
	215.1	45.8	154.3		23.1	-19.9	96.7		175.6	339.7	217.7		160.6	88.4	191.7	
IC	0.0	0.01ns	-0.04**	0.18**	0.0	0.02ns	-0.04**	0.28**	0.0	-0.02*	-0.04**	0.15**	0.0	-0.01ns	-0.04**	0.13**
	33.1	-14.1	47.2	0.3	-9.2	-18.2	42.5	-1.3	29.5	102.9	65.7	4.0	15.4	49.6	63.4	8.41
	Tratamiento 9				Tratamiento 10				Tratamiento 11				Tratamiento 12			
AFP	0.0				-0.60**				0.18ns				0.01ns			
	14.7				50.8				23.1				1.2			
PP	-0.08ns	0.49ns			-0.02ns	0.02ns			-0.03	0.09ns			-0.04	0.64ns		
	1140.3	27.0			757.3	616.2			762.2	386.5			909.0	807.1		
PM	-0.01ns	-0.02ns	-0.10ns		-0.01	0.01ns	-0.21**		0.0	0.12ns	0.02ns		0.0	0.0	0.0	
	148.8	139.8	188.7		118.3	52.2	215.4		147.7	-226.4	122.5		18.1	15.7	13.0	
IC	0.0	-0.02ns	-0.04**	0.17**	0.0	0.0	-0.05**	0.23**	0.0	0.02ns	-0.04**	0.16**	0.0	0.0	0.0	0.09ns
	17.0	57.7	54.6	2.1	22.4	11.3	51.7	-2.0	19.8	-29.7	51.5	1.5	1.2	2.0	5.5	1.1

Continúa Cuadro 21.

Tratamiento 13

	AFE	AFP	PP	PM
AFP	-0.02ns			
	30.0			
PP	0.01ns	-0.13ns		
	263.0	1077.8		
PM	-0.02ns	0.0	-0.05ns	
	136.5	89.8	122.3	
IC	-0.01ns	0.0	-0.04**	0.18**
	4.24	4.5	47.5	2.5

\* = Significancia al 5% de probabilidad

\*\* = Significancia al 1% de probabilidad

ns = No significativo

No. de observaciones 20

respectivamente realizados por tratamiento en H-137E.

Para el caso de las relaciones que se establecen cuando la planta posee su estructura fotosintética normal (tratamiento 1), se tienen valores significativos en correlación y regresión para las asociaciones entre AFP y PP, PP con PM e IC. Tales valores señalan que en condiciones normales el abastecimiento de fotosintatos determina el rendimiento biológico y éste determina positivamente el PM y negativamente el IC aunque con un coeficiente bajo. Se aprecia que las partes vegetativas compiten por fotosintatos con la demanda.

Respecto a los tratamientos de mejor comportamiento en PM e IC (2, 7, 8 y 11) se tiene que 2, 8 y 11 observan los mismos valores significativos en correlación y regresión, coincidentes además con los presentados por los 5, 9 y 13. De los tratamientos mencionados sólo difiere el 11 en que no tiene correlación significativa entre PP e IC y sí la presenta para AFP y PM, indicándose por esto que la satisfacción de la demanda con las cuatro hojas de este tratamiento, se asocia con la fuente pero no se determina significativamente con ella.

En el resto de los tratamientos citados se tienen valo-

res significativos en correlación y regresión para IC con PP y PM, los cuales indican que el rendimiento biológico afecta negativamente la manifestación del IC, en tanto que el PM lo hace positivamente.

El tratamiento 7 presenta valores significativos de correlación y regresión para las relaciones entre AFP con PP e IC y entre IC y PP y con PM, que significan que el rendimiento biológico se determina en alto grado de regresión por el AFP, la cual determina negativamente el IC debido a que con una mayor producción de fotosintatos se incrementa el PP en mayor proporción que el PM y por ello decrece el IC, ésta afirmación se corrobora por el valor de regresión negativo y significativo que existe entre IC y PP.

Con la ausencia total de fuente, se observa que la magnitud del área foliar eliminada está asociada, y determina en alto grado, con el rendimiento biológico ya que cuanto mayor sea la fuente previa a la defoliación, mayor también será la acumulación de reservas por parte de la planta.

La presencia de la hoja de la mazorca como fuente única (tratamiento 4), manifiesta por los valores de correlación y regresión, que dicha hoja es indicadora de las dimensiones

del resto de las hojas y que el área foliar que tenga determina con un coeficiente de regresión muy alto el rendimiento biológico por lo que se considera a esta hoja como importante en el abasto de fotosintatos al tallo, sólo que no existe una translocación eficiente de tales fotosintatos del tallo a la demanda y por ello el coeficiente negativo de regresión para PP e IC.

Los tratamientos 6 y 10 observan el mismo comportamiento en cuanto a los valores significativos de correlación y regresión entre las variables AFP y AFE, PP con PM e IC, significando que en ambos el rendimiento biológico compite por fotosintatos con la demanda, sobre todo en el caso del tratamiento 10 con el valor de regresión sensiblemente alto y negativo para PM. Por otra parte, se tiene que las dos hojas del tratamiento 6 son indicadoras por su magnitud del tamaño del resto de las hojas y que en el 10 se tiene que a mayor AFE menor será el AFP con un coeficiente de regresión muy alto.

De igual manera que en los híbridos anteriores, el IC se asocia y determina en la mayoría de los tratamientos por el nivel de almacenamiento de materia seca en la demanda.

## V. CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados obtenidos en la presente investigación, se derivaron las siguientes conclusiones:

1. Las variedades empleadas en el estudio de defoliación, difieren entre sí por sus características agronómicas y morfológicas, sobre todo por el número de hojas, los días a floración el período de llenado de grano; aspectos muy ligados en las relaciones fuente-demanda.

2. H-137E, tiene mayor potencial productivo en relación a las otras variedades, por su elevada área foliar, su alto peso de mazorca y su eficiente translocación de fotosintatos a la demanda.

3. La planta de maíz posee una magnitud de área foliar tal, que permite cierto grado de defoliación sin que el rendimiento económico sufra reducciones significativas. Al parecer, cuando se conservan las hojas más importantes como contribuyentes de materia seca a la demanda, la defoliación de otros niveles foliares ocasiona una mayor eficiencia en las hojas remanentes.

4. El hecho de que algunos tratamientos sean estadísticamente iguales al testigo en PM e IC, apoyan el señalamiento de que la limitante del rendimiento en la planta de maíz



fundamentalmente es la capacidad de la demanda.

5. Las defoliaciones drásticas reducen la capacidad de la demanda, debido a que ésta requiere en los primeros días posteriores a antesis de una adecuada provisión de fotosintatos para manifestarse en su máxima expresión.

6. La eliminación del estrato foliar superior a la mazorca merma significativamente el rendimiento económico.

7. Después de antesis, las hojas inferiores del dosel no contribuyen apreciablemente a la satisfacción de las necesidades de la planta, la cual en este período primordialmente requiere fotosintatos para el llenado de grano.

8. Los tratamientos de mejor respuesta en PM e IC en las en las tres variedades son: 2, 7, 8 y 11, los cuales, en general, corresponden a las hojas superiores del dosel a partir de la segunda hoja abajo de la mazorca.

9. En los tres híbridos, la hoja bandera y la hoja de la mazorca son fuentes importantes para la satisfacción de la demanda, aportando individualmente similar cantidad de fotosintatos a la mazorca. Además, al estar una u otra presentes en la planta junto con el estrato foliar inferior a la mazorca, incrementan sensiblemente los valores de PM e IC.

10. En H-131 y H-137 E, la satisfacción de la demanda depende fundamentalmente de la magnitud de la fuente, mientras que en H-30 tal satisfacción está en función tanto del AFP como del PP.

11. En H-131 y H-137 E, el análisis de regresión muestra que la satisfacción de la demanda se supedita positivamente al AFP y negativamente con el PP, indicando esto último que en esas variedades las partes vegetativas compiten por fotosintatos con la demanda.

12. En H-131 y H-137 E, resulta evidente la eficiencia de las dos hojas ubicadas arriba y las dos hojas ubicadas abajo de la mazorca (tratamiento 11), puesto que con aproximadamente 40% de AFP respecto al testigo, hacen sustanciales aportaciones a PM e IC.

13. En H-30, las dos hojas ubicadas arriba y las dos hojas ubicadas abajo de la mazorca son indicadores de las dimensiones del resto de las hojas de la planta. Asimismo en H-30 y H-137E, la hoja de la mazorca es indicadora de la magnitud del resto de las hojas de la planta.

14. En H-131 y H-137 E, la hoja de la mazorca es más eficiente para PM e IC que en H-30, y en las tres variedades esta hoja es importante para la eficiencia en la asignación de fotosintatos a la demanda.

15. El IC se asocia y determina significativamente con el nivel de acumulación de materia seca en la mazorca, en las tres variedades.

16. H-30 requiere de una fuente de  $33.5 \text{ dm}^2$ , que corresponden al tratamiento 7, para cubrir la demanda en 53.68% y el IC en 75.11%.

17. H-131 requiere de una fuente de  $29.58 \text{ dm}^2$ , correspondiente al tratamiento 8, para cubrir la demanda en 90.21% pero la mayor eficiencia en la asignación de fotosintatos a la demanda se consigue con  $34.45 \text{ dm}^2$ , los cuales corresponden al tratamiento 7.

18. H-137 E, con una fuente de  $38.20 \text{ dm}^2$ , mismos que corresponden al tratamiento 7, satisface su demanda en 63.02%, y con esa misma área foliar se tiene el mejor IC que alcanza un valor de 100.89%.

19. H-137 E, muestra que la satisfacción de su demanda depende más que en las otras variedades de AFP.

20. En H-131, la ausencia total de fuente (tratamiento 3) ocasiona que sea el rendimiento biológico el que determina el almacenamiento de fotosintatos en la mazorca.

21. Al ser eliminada la hoja de la mazorca en H-30, la demanda requiere para su satisfacción en mayor medida de la aportación de fotosintatos de parte del PP.

## VI. LITERATURA CITADA

- Allison, J. C. S. and D.J. Watson. 1966. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Ann Bot.*, N.S. 30(119):365-381.
- 
- \_\_\_\_\_ and T. B. Daynard. 1979. Effect of change in time of flowering, induced by altering photoperiod or temperature, on attributes related to yield in maize. *Crop Sci.* 19:1-4.
- Alvarez L., E. 1981. El INIA y sus programas para el mejoramiento de los sistemas de producción de maíz. - Simposio: El pasado, presente y futuro del maíz en México. 9-11 de febrero de 1981. Guadalajara, Jal.
- CAEVAMEX, CIAMEC, INIA, SARH. 1981. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia del CAEVAMEX. Chapingo, Méx.
- Castellanos S., A. y J. J. Castillo A. 1983. Defoliación en sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) tolerante al frío en Chapingo, México. Tesis profesional. - UACH, Chapingo, México.
- Cortés L., M. A. 1984. Evaluación de cruzas simples de maíz para Valles Altos que se integraron con una fuente de precocidad-prolificidad-braquitismo. Tesis profesional. FES- CUAUTITLAN UNAM, Cuautitlán Izcalli, Méx.
- Curtis P. J. 1976. Introducción a la citología vegetal. - UACH, PATENA, Chapingo, Méx. 262 pp.
- Crookston R., K. and D. R. Hicks. 1978. Early defoliation effects corn grain yields. *Crop Sci.* 18:485-488.
- Daynard, T. B., J. W. Tanner and W. G. Duncan. 1971. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn (*Zea mays*, L.). *Crop Sci.* 11: 45-48.

- Dirección General de Sanidad Vegetal, SARH. 1980. Principales plagas del maíz. México, 82 pp.
- 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.
- Duncan, W. G. 1975. Maize. In *Crop physiology: some case histories* (L. T. Evans, ed.). Cambridge University Press. London, England. pp. 23-50.
- Egharevba, P. N., R. D. Horrocks and M. S. Zuber. 1976. Dry matter accumulation in maize in response to defoliation. *Agron. J.* 68:40-43.
- Eik, K. and J. J. Hanway. 1966. Leaf area in relation to yield of corn grain. *Agron. J.* 58:16-18.
- Evans, L. T. and I. F. Wardlaw. 1976. Aspectos de la fisiología comparativa del rendimiento de grano en cereales (mimeografiado, trad. J. L. Arellano V. 1982). *Adv. Agron.* 28:301-350.
- Francis, C. A., J. N. Rutger and A. F. E. Palmer. 1969. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays*, L.). *Crop Sci.* 9:537-539.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía UNAM. 2a. ed. México.
- Grajales M., O. y E. Martínez H. 1982. Fisiología vegetal (mimeografiado). FES-CUAUTITLAN UNAM, Cuatitlán Izc., Méx.
- González H., J. 1966. Respuesta de la planta de maíz al deshojado y despuntado, efectuado en diferentes épocas después de floración. Tesis profesional. ENA, Chapingo, Méx.
- Grupo Interdisciplinario de Maíz del CAEVAMEX (GIM). 1982. Síntesis del marco de referencia de la producción de maíz en el área de influencia del CAEVAMEX, CIAMEC, INIA, SARH.

- Hammond J. J. and J. W. Pendleton. 1964. Corn yields as a function of time, amount and position of the photosynthetic area removed. Agron. Abs. p. 64.
- Hanway J. J. 1969. Defoliation effects on different corn - (Zea mays, L.) hybrids as influenced by plant population and stage of development. Agron. J. 61: 534-538.
- \_\_\_\_\_ 1963. Growth stages of corn (Zea mays, L.) Agron. J. 55:487-492.
- Hoyt, P. and R. Bradfield. 1962. Effect of varying leaf area by partial defoliation and plant density on dry matter production in corn. Agron J. 54:523-525.
- Kohashi, S., J. 1979. El conocimiento de la fisiología de la planta y su importancia para el estudio de agroecosistemas. II Seminario de Análisis de los - Agroecosistemas de México (Resúmenes). Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mex.
- Little, T. M. y F. J. Hills. 1983. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. (Trad. A. Paula Crespo). Trillas, México. 270 pp.
- Mendoza O., L. E. y J. Ortiz C. 1973. Estimadores del área foliar e influencia del espaciamiento entre surcos, la densidad de siembra y la fertilización sobre el área foliar en relación con la eficiencia de la producción de grano en dos híbridos de maíz. Agrociencia 11:57-71.
- \_\_\_\_\_ 1983. Estudios fisiotécnicos de sorgo realizados en el Colegio de Postgraduados. Fitotecnia 5:108-138.
- Mock, J. J. and R. B. Pearce. 1975. Un ideotipo de maíz. (mi-meografiado, trad. J. L. Arellano V. 1982). Euphytica 24:613-623.

- Ortiz C., J., L. E. Mendoza O. y V. A. González H. 1979. La fisiotecnia como base en el mejoramiento de arque tipos vegetales para los agroecosistemas. II Seminario de análisis de los agroecosistemas de México. (resúmenes) Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Ortiz C., J. 1981. Inter-relaciones ambientales de los agroecosistemas y su investigación. En Agroecosistemas de México. Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. Hernández X., E. (Ed). Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Pendleton J. W., D. B. Egli and D. B. Peters. 1967. Response of *Zea mays*, L. to a "light rich" field environment. Agron. J. 59:395-397.
- \_\_\_\_\_, G. E. Smith, S. R. Winter and T. J. Johnston. 1968. Field investigations of the relationships of leaf angle in corn (*Zea mays*, L.) to grain yield and apparent photosynthesis. Agron. J. 60: 422-424.
- Prine, G. M. 1971. A critical period for an development in maize. Crop Sci. 11:782-786.
- Productora Nacional de Semillas. SARH. 1982. Híbridos y variedades de maíz. México.
- Resnik, M. E., H. Martínez, J. A. Rodríguez R. 1975. Productividad: Fotosíntesis, fotorrespiración y respiración. Miscelánea 52 Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nal. de Tucumán. Tucumán, Arg.
- Sánchez C., H. y C. Olivera A. 1973. Producción de materia seca y estimación de potencial fotosintético mediante la defoliación artificial en maíz. Anales Científicos (Perú) 11(3/4):189-198.
- Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1981. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. (Trad. J. Kohashi S.) Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.

- Tollenaar, M. 1977. Sink-Source relationships during reproductive development in maize a review. *Maydica* XXII: 49-75.
- \_\_\_\_\_ and T. B. Daynard. 1978. Kernel growth and development at two positions on the ear of maize (Zea mays). *Can. J. Plant Sci.* 58:189-197.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1978. Dry weight, soluble sugar content and starch content of maize kernels during the early postsilking period. *Can. Plant Sci.* 58:199-206.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1978. Relationships between assimilated source and reproductive sink in maize-grown in a short-season environment. *Agron. J.* 70: 219-223.
- Wallace, D.H., J.L. Ozbun and H. M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. *Adv. Agron.* 24:97-146.
- Wilson C., L. and W. E. Loomis. 1968. *Botánica*. (trad. Dra. Irina L. de Coll) UTEHA. Mexico. 682 pp.
- Williams, W. A., R. S. Loomis, W. G. Duncan, A. Dovrat and F. Nunez A. 1968. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn. *Crop Sci.* 8:303-308.