

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ANALISIS DE INDICES DE EFICIENCIA FISIOLOGICA EN MAIZ (Zea Mays L.)



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

GABRIEL MANUEL FLORES LUNA

GUADALAJARA, JALISCO. 1985

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal.,

Marzo de 1985


C. ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE
GABRIEL MANUEL FLORES LUNA, titulada:

"ANALISIS DE INDICES DE EFICIENCIA FISIOLÓGICA EN MAIZ"
(Zea Mays L.)

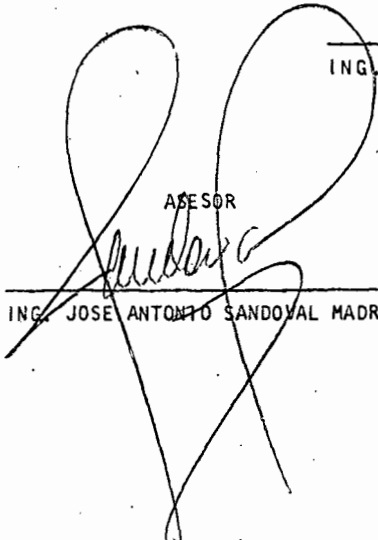
damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR



ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA

ASESOR



ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

ASESOR



ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

Esta Tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del Título de:

INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALISTA EN FITOTECNIA

Las Agujas, Jalisco, Marzo de 1985.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR: SR. ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA
ASESOR : SR. ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
ASESOR : SR. ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, por el adiestramiento recibido.

A cada uno de mis compañeros de campo del grupo E.M.MA. por su ayuda prestada.

Al Sr. Ing. Salvador Mena Munguía, por su dirección y sugerencia sobre este Tema de Tesis.

A los Sres. Ings. José Antonio Sandoval Madrigal y Santiago - Sánchez Preciado, por sus sugerencias y apoyo para este trabajo.

Al Sr. Ing. Mario Abel García Vázquez, por su ayuda brindada para obtener más conocimientos.

A Northrup King y Cía., por su apoyo y ayuda en la realización de esta Tesis.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Con admiración y cariño.

A MI ESPOSA: VERONICA,

Con amor.

A MI HIJO: GABRIEL,

Con amor de Padre.



ESCUELA DE ADMINISTRACION
BIBLIOTECA

A MIS HERMANOS:

María Rafael, Jaime, Patricia, Judith, -
Miguel, Juan, Gabriela, Rigoberto, Pablo,
Martha, Eloy, Mónica y Juan Antonio, pa-
ra que sea un estímulo más de superación
para cada uno de ellos.

A MIS ABUELITOS:

Por sus consejos y cariño.

Y DEMAS FAMILIARES.

ANALISIS DE INDICES DE EFICIENCIA FISIOLÓGICA EN MAIZ

(Zea mays L.)



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS
BIBLIOTECA

C O N T E N I D O

Página

LISTA DE CUADROS

RESUMEN

1.	INTRODUCCION	1
2.	HIPOTESIS Y OBJETIVOS	3
3.	REVISION DE LITERATURA	4
3.1.	Factores del Rendimiento	4
3.1.1.	Eficiencia por planta y por área	4
3.1.2.	Eficiencia fisiológica	6
3.1.3.	Parámetros fisiológicos	7
	Indice de cosecha	7
	Indice de área foliar	8
	Otros índices	10
3.2.	Componentes del Rendimiento	11
3.3.	Caracteres Correlacionados	14
4.	MATERIALES Y METODOS	17
4.1.	Area de Trabajo	17
4.2.	Operaciones de Campo	18
4.3.	Descripción del Material Genético	19
4.4.	Toma de Datos	21
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	24
5.1.	Análisis Estadístico	24
6.	CONCLUSIONES	32
7.	BIBLIOGRAFIA	34

LISTA DE CUADROS

CUADRO		Página
1	Características Geográficas y Climatológicas de la zona de Evaluación.-	17
2	Variedades de maíz utilizadas durante el ciclo P/V 1979 para la obtención de índices de eficiencia fisiológica.	20
3	Comparación de rendimientos por hectárea e índices de cosecha en las cuatro variedades superiores e inferiores en rendimiento.	25
4	Índices prácticos para medir eficiencia fisiológica en maíz generados para las poblaciones mejoradas y no mejoradas.	26
5	Valores de Correlación entre el IC y los 20 índices de eficiencia fisiológica en las poblaciones mejoradas y no mejoradas.	27
6	Valores de IC y los cuatro índices correlacionados por variedad mejorada y no mejorada.	30

LISTA DE CUADROS

CUADRO

Página

7 Caracteres de importancia relaciona
dos con la eficiencia fisiológica -
(Por variedad) durante el ciclo P/V
1979 Zapopan, Jal.

31



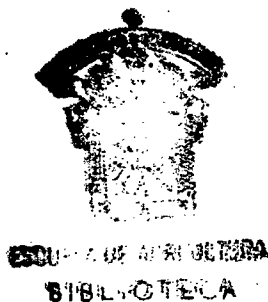
R E S U M E N

La técnica de selección bajo índice nos va a proporcionar un criterio más amplio de selección, el cual determinará teóricamente el valor genotípico de individuos o familias de una manera objetiva, lo que permitirá incrementar la probabilidad de seleccionar genotipos deseables correlacionados con el rendimiento. Considerando lo anterior se tomó como base el Índice de Cosecha (IC), parámetro que nos indica eficiencia fisiológica de aparente mérito.

En el presente Estudio, se compararon 20 índices prácticos con el IC en 17 poblaciones (7 criollos, 9 híbridos y 1 variedad sintética), con el objeto de ser utilizados en la selección de genotipos. En los resultados obtenidos se presentan los valores de correlación entre el IC y los cuatro índices de mayor valor (14, 15, 11, 15) deduciéndose que a mayor grado de mejoramiento en una población dada no cualquier índice medirá la eficiencia fisiológica con precisión; se hace notar que estos índices se componen de un recipiente y de una fuente; es decir, que la eficiencia fisiológica estará en función de un mayor recipiente -- (mazorca) y una menor fuente (menor altura de planta, menor número de hojas, etc.) para esto se sugiere que en futuros programas de selección o hibridación se utilicen cualquiera de estos cuatro índices correlacionados con el índice de cosecha en sustitución de éste debido a la ventaja de ser más

prácticos en cuanto a su ahorro en trabajo y dinero.

Para encontrar valores más altos de los índices -
mencionados será necesario incrementar el recipiente o sea
mayor número de granos por mazorca y reducir su fuente ha-
ciendo más bajo el porte de la planta o reduciendo su área
foliar.



1.- INTRODUCCION

El problema actual en México es el de solucionar - la aportación de alimentos básicos, siendo uno de ellos el maíz, ya que tiene gran importancia agrícola, económica y social y los esfuerzos por aumentar su productividad se han incrementado fuertemente. Sin embargo, la demanda alimentaria es insuficiente debido a que los rendimientos se incrementan más lentamente que la población.

Con lo anterior nos damos cuenta del problema al que nos enfrentamos, de ahí que es necesario el de elaborar y desarrollar nuevas técnicas de producción, con el objeto de aumentar la eficiencia de rendimiento, esto es, que los rendimientos son los productos finales de procesos fisiológicos que intervienen en la transformación de energía lumínica en sólidos en el grano, sucediéndose y modificándose constantemente durante el desarrollo de la planta.

Usualmente se ha utilizado el índice de cosecha -- (IC), para medir la eficiencia de rendimiento que existe entre la producción requerida por el recipiente (mazorca) y lo que puede aportar la fuente (hojas y tallo principalmente). Sin embargo, en la práctica dicho índice resulta difícil de obtener debido a la cantidad de trabajo físico que se requiere principalmente para calcular el peso total de la planta, de tal forma que es difícil incorporar dicho IC

en un programa de selección.

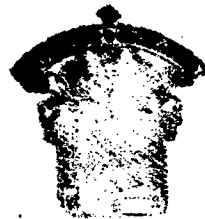
Por lo tanto, en el presente estudio se comparan -
20 índices prácticos con el IC en donde no hay necesidad de
destruir la muestra, utilizando el menor tiempo y el esfuerzo
físico, que en el caso del IC.

2.- HIPOTESIS Y OBJETIVOS

La Hipótesis que fue establecida para desarrollar el presente estudio fue la siguiente:

" Existe índices prácticos de eficiencia fisiológica para rendimientos altamente correlacionados con el índice de cosecha, de tal forma que puedan ser utilizados en vez de éste último en la selección de genotipos."

El objetivo del presente estudio fue el de generar 20 índices prácticos que midan de alguna forma la eficiencia fisiológica y correlacionarlos con el IC, para detectar aquellos con mayor valor del coeficiente de correlación, para utilizarlos en la selección de genotipos con más facilidad en los programas de mejoramiento genético.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

3.- REVISION DE LITERATURA

3.1. Factores del Rendimiento

El rendimiento del grano se puede entender en base a producción por planta y producción por área sembrada. Esos criterios afectan también los componentes nutritivos -- del grano, por lo que su mejor interpretación deberá ayudar a enmarcar la posterior discusión sobre los elementos genéticos y ambientales que puedan ser controlados.

3.1.1. Eficiencia por planta y por área

La eficiencia de producción, ya sea por planta o por unidad de superficie puede ser medida en formas muy variadas. Por ejemplo, la producción de grano o proteína por unidad de tiempo, área foliar, o aprovechamiento de la energía lumínica permiten describir eficiencias relativas con relación a parámetros de producción y/o valor nutritivo.

Indices que incluyan rendimiento de grano en los factores relacionados ofrecen una mejor asociación con rendimiento por superficie.

Los fisiólogos de plantas se refieren a esta situación en términos de "fuente" (source) de energía y "receptáculo" (sink) de metabolitos.

Algunos investigadores han demostrado que plantas de zonas tropicales y de tierras altas de México no utilizan totalmente la "fuente" de que disponen por carecer de suficientes "receptáculos" concluyendo esto como la acumulación de almidones en el tallo después de formado el grano, sugiriendo que de haber más granos a donde traslocar estos productos el rendimiento de grano por planta sería mayor. (Goldsworthy y Colegrove, citados por Poey F. 1975).

Los procesos que intervienen en la transformación de energía a sólidos en el grano están sucediéndose y modificándose constantemente durante el desarrollo de la planta.

Algunos de los conceptos asociados a la morfología y desarrollo que influyen en la eficiencia de producción de las que pueden considerarse importantes son: el ciclo vegetativo, la arquitectura de la planta, el área foliar, y el número de granos producidos.

Este es un campo de investigación donde la colaboración interdisciplinaria entre genetistas y fisiólogos es imprescindible para la búsqueda efectiva de parámetros confiables y aplicables a futuros programas de mejoramiento.

Entre los factores ambientales controlables, los -

criterios de eficiencia por planta y por unidad de área sí pueden estar asociados. A altas densidades algunos factores interactúan negativamente con el rendimiento, ya sean por planta o por superficie, desvirtuando esta asociación. El efecto principal que puede modificar esta asociación es la competencia por luz, nutrientes y humedad del suelo.

Esta competencia altera el desarrollo normal de la planta ocasionando tallos finos y de mayor altura con menos mazorcas y de menor tamaño.

Este conflicto puede ejemplificarse en el supuesto caso de una variedad de alto rendimiento sembrada a altas densidades de población.

Visto así dos conceptos destacan como objetivos importantes en todo trabajo de mejoramiento: el rendimiento de peso de grano por unidad de área y el valor nutritivo interpretado en el grano como unidad de selección. (Grajeda, 1975).

3.1.2. Eficiencia Fisiológica

Los rendimientos, ya sean por planta o por superficie, deben interpretarse como productos finales de procesos fisiológicos de la planta. Estos productos dependen de estructuras morfológicas y efectos genéticos y ambientales --

que pueden ser diferentes, independientes o hasta conflictivos con los criterios considerados como componentes del rendimiento. En otras palabras, el rendimiento de grano debe interpretarse de acuerdo a la eficiencia de procesos metabólicos que logren la máxima producción, translocación y acumulación de sólidos en granos.

3.1.3. Parámetros fisiológicos

Es conveniente discutir alguno de los métodos que actualmente son utilizados para medir la eficiencia de rendimiento. Estos son muy variables y persiguen objetivos diferentes.

La teoría sobre índices de selección fue desarrollada inicialmente por Smith (1936) y sus bases genéticas por Hazel y Lush (1943), analizándola y ampliándola Cochran, Henderson y Harris (1951 a 1963), citados por Pletes (1967), Chap. Méx.

Índice de cosecha: Considerando el tejido vegetativo como la fábrica que elabora la materia seca que será finalmente acumulada en los granos, su relación con rendimiento ofrece un índice de eficiencia fisiológica de aparente mérito. Esta relación se mide en base a materia seca de grano y de planta total, como sigue:

$$I.C. = \frac{\text{Peso seco de grano}}{\text{Peso seco vegetativo y de grano}}$$

La aplicación de este criterio puede contribuir en tre otras cosas, a seleccionar eficiencia para rendimiento en altas densidades de población. (Carballo, citado por Márquez 1974).

La utilización del índice de cosecha debe conducir a mejorar la capacidad de producción por planta y por unidad de superficie.

Índice de Área Foliar: La importancia del conocimiento del área foliar de un cultivo determinado estriba en que aquella está relacionada con el rendimiento. El área foliar es una característica importante para medir o indicar la capacidad fotosintética y la producción de materia seca, comparando sus genotipos con otras características como: la velocidad de fotosíntesis, el rendimiento biológico, el rendimiento económico, etc.

Sabemos que el área foliar varía de acuerdo al genotipo y es modificado por los factores ambientales como la humedad, temperatura, luminosidad y factores edáficos, también las prácticas culturales afectan reflejándose en el rendimiento. Por otra parte, como el objetivo de cada cultivo es casi siempre la producción, el interés debe ser el de tener TASAS DE ASIMILACION TOTAL (TAT) lo cual dependerá

de la ASIMILACION TOTAL NETA (TAN) y del AREA FOLIAR (AF) .
(Daynar 1971, citado por Poey F., 1975).

Algunos investigadores han manifestado que la me -
jor forma de capitalizar las correlaciones genéticas entre
caracteres heredables, es la de construir un índice que com
bine con la formación de varios caracteres como lo es: la -
arquitectura de la planta que influye en el índice de área
foliar (IAF) ya que el largo, número, posición, ancho y án-
gulo de las hojas con el tallo influirán en la intercepción
de la luz por el área foliar y por consiguiente con el ren-
dimiento.

También se dice que las hojas contribuyen en gran
parte al llenado y desarrollo del grano y las que más lo ha
cen son las que están ubicadas inmediatamente por encima de
la mazorca, no así las inferiores que su contribución es li
mitada.

Por las razones arriba anotadas, el aumento del pe
so seco en los granos de maíz depende principalmente de la
fotosíntesis de las hojas situadas arriba de la mazorca, --
así mismo la velocidad de crecimiento de los granos está co
rrelacionada positivamente con la temperatura durante el --
llenado de grano. (Regland, Hatfield, 1965, citados por Ta-
naka, 1977). Estos fenómenos pueden explicarse en términos
de fuente y de demanda fisiológica.

Otros índices.

La eficiencia de producción puede estimarse también en base a otros parámetros, como la producción de grano por unidad de superficie foliar, producción de grano por unidad de luz interceptada, intensidad de luz interceptada por unidad de superficie foliar, producción de grano por día, etc.

La estimación de parámetros en plantas individuales para confeccionar estos índices exigen mediciones y conteos muy detallados. Algunos trabajos han tratado de simplificar este proceso mediante otros parámetros correlacionados y más fáciles de medir.

Robinson, et al (1951) describen un índice de selección para maíz basado en los caracteres: altura de planta, de mazorca, diámetro de mazorca, mazorca por planta y rendimiento, la cual resultó ser más eficiente un 30 % que la selección basada únicamente en el rendimiento. Estos investigadores señalan que la selección sobre esta última premisa puede fácilmente conducir al desarrollo de tipos de plantas no satisfactorias y concluyen que un criterio satisfactorio deberá incluir caracteres tales como tipo de planta y de mazorca; cabe mencionar que para construir un índice superior a la selección en base a rendimiento, se deberá utilizar caracteres heredables y estrechamente correlaciona

dos con el rendimiento.

Hay que tomar en cuenta que existen otros conceptos asociados a la morfología y desarrollo del grano que influyen en la eficiencia de producción, como puede ser la superficie foliar, fecha de madurez fisiológica, materia seca total, etc., esto con el propósito de obtener índices de eficiencia y emplearse como criterios nuevos en los trabajos de mejoramiento, aumentando la posibilidad de encontrar genotipos confiables y eficientes.

3.2. Componentes del Rendimiento.

El rendimiento de grano por unidad de superficie es el carácter más importante para la selección de una variedad de siembra, siendo éste el carácter de mayor interés para los mejoradores, los que han tratado de identificar cuáles son los caracteres que más influyen sobre él para con ello hacer selecciones en forma indirecta. A este respecto, se han hecho diversos estudios anotándose a continuación algunos de los más relevantes.

Swanson (1941) estudió área foliar por tallo, altura de la planta, tamaño y número de hojas y concluyó que el área foliar fue la componente de mayor influencia, necesiándose para la producción de un bushel de grano, de 4,000 a 11,400 pies² de área foliar, haciendo notar que el área -

foliar se incrementa con lluvias abundantes durante el período de crecimiento vegetativo. Según Dalton (1967) el período de la siembra a la floración es la etapa de mayor ingerencia en el rendimiento para condiciones favorables.

Lo anterior fue corroborado por Liang et al (1969) añadiendo además al peso y número de granos por panoja, caracteres que están correlacionados negativamente con porcentaje de germinación y proteína.

Eastin et al (1973) han encontrado que al igual que el maíz, en sorgo también se forma una "capa negra" en la base del grano, lo cual es señal de que la madurez fisiológica ha sido alcanzada, suspendiéndose con esto el suministro de fotosintatos; han hecho la observación de que el mayor peso seco se obtiene poco antes, habiendo disminuido el peso seco debido a respiración cuando la capa está bien formada.

Según Ozbun (1976), citado por Osuna J. (1980) considera que todos los genes de la planta influyen en el rendimiento mediante una gran cantidad de efectos fisiológicos genéticos. Algunos de estos genes se integran en un sistema de vías metabólicas que forman el proceso fotosintético, otros genes son integrados en procesos fisiológicos como respiración, foto-respiración, movilización de fotosintatos, asimilación y transporte de minerales, absorción y transpor

tes de agua, crecimiento de hojas y aumento de área foliar, respuesta al fotoperíodo, respuesta a la temperatura, etc. De acuerdo con esto, mientras que unos genes afectan el cre ci m i e n t o, otros controlan la tasa de fotosíntesis, mov il i z a c i ó n y acumulación de fotosintatos.

Suresh y Khanna (1975) mencionan algunos componentes del rendimiento y los subcomponentes de éstos, entre los que destacan:

a) Producción de materia seca, donde los subcomponentes más importantes son: el área foliar, tasa de fotosíntesis neta (TAN). En este punto la producción de materia seca para una sola hoja está dada por la ecuación $TAN \times \text{área foliar}$, mientras que a nivel de plantas la producción está dada por la $TAN \times IAF$.

b) Tasa de fotosíntesis, cuyos principales subcomponentes son: el intercambio gaseoso (que depende de la frecuencia de estomas y la tasa de difusión); la carboxilación (que depende de la actividad de la RuDP carboxilasa y PEP-carboxilasa); la fotofosforilación (que depende de la fotofosforilación cíclica) y la fotorrespiración.

c) Crecimiento de la raíz y absorción de nutrientes, cuyos subcomponentes son el peso de raíces y la absorción por unidad de peso.

Otros investigadores considera que los principales componentes del rendimiento en general son la acumulación de fotosintetizados que pueden expresarse como el peso seco total de la planta y la movilización de fotosintatos al grano, representados por el número y el peso de las semillas o rendimiento económico. Esta última premisa se puede entender más fácil si agrupamos los componentes en dos formas: 1) componentes fisiológicos, y 2) componentes morfológicos.

De lo anterior, se desprende que no bastaría tomar en cuenta sólo datos de rendimiento, sino que es necesario hacer mediciones de superficie foliar, fecha de madurez fisiológica, número de grano por mazorca, materia seca total, etc., con el propósito de obtener índices de eficiencia y emplearse como criterios nuevos en los trabajos de mejoramiento, aumentando la posibilidad de encontrar genotipos eficientes.

3.3. Caracteres Correlacionados

En Inglaterra en 1972, Bunting, citado por Castillo G. (1977) Chap. Méx., estudió maduración y porcentaje de materia seca en grano y olote en varios genotipos utilizando un modelo matemático para describir la ganancia en materia seca por el grano $y=abx$; este autor determinó que algunos genotipos acumulan materia más rápidamente que otros y en condiciones desfavorables la diferencia se acentúa. Es-

pecula además que las mazorcas de elote más delgado pierden humedad aceleradamente, al igual que las de menor número de hileras de grano, aunque presentan la desventaja de ser más atacados por Fusarium sp.

Gunn (1974), basándose en el trabajo de Bunting, - determinó que la madurez fisiológica se alcanza entre el 40 y el 31% de humedad en el grano, siendo las variedades precoces las que presentan menor humedad a la madurez y los -- tardíos los más húmedos. De lo anterior se puede aprove -- char el potencial de producción, cambiando el punto de cose -- cha a la cuantificación de la "capa negra" de la base de -- los granos, sobre todo en los híbridos precoces.

Hillson et al., en 1967, observaron acumulación de materia seca y pérdida de humedad en muestreos periódicos - sobre 15 cruza simples entre 6 líneas endocreadas, habien -- do diferencias en la proporción de secado de grano y en con -- tenido de humedad al momento del muestreo.

La comprensión general de los procesos de acumula -- ción de materia seca en cada órgano de la planta durante su crecimiento es importante en la planeación de proyectos de mejoramiento de cultivos y en la determinación de sus prác -- ticas culturales, en general el crecimiento y acumulación - de materia seca de la planta y de un cultivo dependerá de - su condición intrínseca y de las condiciones ambientales. -

Sin embargo, ambos tienden a ajustarse a un patrón general de crecimiento y acumulación de materia seca.

Dentro de este contexto, convendría establecer parámetros en eficiencia fisiológica correlacionados al rendimiento que sean independientes, o al menos, no conflictivos y que apoyen la importancia de los componentes en el rendimiento de grano.

4.- MATERIALES Y METODOS

4.1. Area de trabajo:

La presente investigación se desarrolló como parte del Programa de Mejoramiento Genético de Maíz en los campos experimentales de la Escuela de Agricultura, de la Universidad de Guadalajara, que se encuentran ubicados en las Aguas, municipio de Zapopan, Jal., localizados a los $20^{\circ} 43'$ de latitud norte y a los $103^{\circ} 23'$ de longitud oeste.

Las principales características climatológicas se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 1

CARACTERISTICAS GENERALES

PRECIPITACION MEDIA ANUAL	885.6 mm.
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	23° C.
CLIMA	Sabana -- Subhúmedo
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	1,598 mts.

* Fuentes: Cartas de Clima, Estado de Jalisco, Isoyetas e Isotermas.

4.2. Operaciones de Campo:

Preparación del Terreno y Siembra

La metodología de cultivo que se utilizó prácticamente fue la misma, para los dos ciclos de que constó el presente trabajo, la preparación del terreno se hizo igual a la acostumbrada por el agricultor en la región, y consistió en un barbecho y dos rastras, el surcado fue a 0.85 m, la distancia entre plantas fue de 0.25 m, para obtener una densidad aproximada de 45 a 50 mil plantas por hectárea, la siembra fue uniforme y se hizo de la siguiente forma: cada variedad se sembró en parcelas de 10 surcos de 5 mt. de largo siendo 10 parcelas.

Fertilización

En los dos ciclos conducidos bajo condiciones de temporal, la fertilización se llevó a cabo con la fórmula 160-40-00 en forma fraccionada: la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra, y la otra mitad del nitrógeno en el segundo cultivo.

Labores Culturales

Los experimentos se mantuvieron en lo posible libres de malas hierbas, para lo cual hubo necesidad de pro-

porcionar a las plantas dos cultivos, una limpia manual y el aporque.

Combate de plagas:

Antes de la siembra se aplicó Volatón granulado al 5 %. Durante el desarrollo del cultivo fue necesario aplicar Dipterex al 2.5 % Gr. en dosis de 10 a 12 Kg./ha. para el control de gusano cogollero (spodoptera frugiperda).

4.3. Descripción del Material Genético

Se utilizaron 7 materiales criollos del Estado de Jalisco, asumiendo que son poblaciones no mejoradas y 9 híbridos más 1 variedad sintética adaptados a la zona, asumiendo en este caso que son poblaciones mejoradas, ya que dichos materiales han tenido bastantes ciclos de mejoramiento genético.

En el Cuadro N° 2 se presentan las variedades utilizadas.

CUADRO N° 2

VARIEDADES DE MAIZ UTILIZADAS DURANTE EL CICLO P/V 1979 PARA
LA OBTENCION DE INDICES DE EFICIENCIA FISIOLÓGICA
EN LAS AGUJAS, MP10. DE ZAPOPAN, JAL.

POBLACIONES NO MEJORADAS	POBLACIONES MEJORADAS
Huascato 1 (A)	B15 Northrup King y Cfa., S. A. (H)
Huascato 2 (B)	H352 PRONASE (I)
La Quemada (C)	H309 PRONASE (J)
San Andrés 1 (D)	B666 Dekalb (K)
Huascato 5 (E)	B670 Dekalb (L)
Cocula 1 (F)	BJ-1 Asgrow (M)
Atotonilco 1 (G)	A789 Asgrow (N)
	A747 Asgrow (O)
	P515 Pioneer (P)
	VS370 PRONASE (Q)

4.4. Toma de Datos:

El estudio se llevó en un diseño completamente al azar sembrando parcelas de 20 surcos de 5 mt. de longitud.

En los dos ciclos se eligieron en forma aleatoria 20 plts. Con competencia completa por parcela y se midie-
ron los siguientes caracteres:

1. Días a Floración Masculina y Femenina (DM, DH); expresadas como el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas estaba en período de ántesis.
2. Día a Formación de Capa Negra (DCN); número de días -- transcurridos desde la ántesis hasta madurez fisiológica.
3. Altura de Planta (AP), distancia en centímetros de la superficie del suelo a la base de la espiga.
4. Altura de Mazorca (AM), distancia en centímetros de la superficie del suelo al nudo de inserción de la mazorca principal.
5. Número de Hileras (NH), de cada mazorca.

6. Número de Granos por Hilerá (NGH), contadas de una hilerá de cada mazorca.
7. Número de Granos por Mazorca (NGM), tomando una hilerá al azar contando su número y multiplicado por el número de hileras.
8. Diámetro de Tallo (DT), grosor en centímetros de la parte media del entrenudo de la mazorca principal.
9. Número de Entrenudos (NE), contados desde la base hasta el último entrenudo del culmo.
10. Número de Hojas (NHO), contadas desde la fase activa del llenado de grano.
11. Longitud del Entrenudo (LE), de la mazorca principal en centímetros.
12. Área Foliar de la Hoja de la Mazorca (AFHM), se mide el largo desde la base de la hoja hasta el ápice de la misma, por el ancho, y multiplicada por 0.75.
13. Área Foliar de las Cuatro Hojas Superiores (AF4), a la mazorca, expresada en centímetros cuadrados, la medición se hace igual.

14. Area Foliar Total (AFT), de toda la planta de c/u de - las hojas.
15. Peso de la Mazorca a la cosecha (PCH), se determinó pe - sando la(s) mazorca(s) producida por la planta expresa - do en grs.
16. Longitud Hoja de la Mazorca (LHM), principal en centí - metros.
17. Peso en Grano Seco (PGS), expresado en grs.
- * 18. Longitud de 10 granos de la mazorca (LG) principal.
- * 19. Diámetro de la Marzoca (DMZ), grosor en centímetros de la parte media de la mazorca.
- * 20. Longitud de la Mazorca (LMZ), en centímetros.

Con los datos originales se generaron los índices y se llevó a cabo el análisis de correlación para cada uno de ellos contra el índice de cosecha de cada población.

Sin embargo, en el presente estudio se presentan - los resultados generales de poblaciones no mejoradas y po - blaciones mejoradas, haciendo notar que algunos materiales se apartan de la tendencia global.

5.- RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Análisis Estadístico.

A los resultados obtenidos se les determinó la variable materia seca total (MST), que es la relación resultante de peso seco de grano (PSG) más peso seco de planta (PSP) incluyendo el grano.

En el cuadro N° 3 se presentan las cuatro variedades superiores e inferiores en rendimiento por poblaciones mejoradas y poblaciones no mejoradas, observándose una buena inferencia que tiene la asociación del rendimiento de grano por superficie sembrada.

Se generaron 20 índices prácticos para medir la eficiencia fisiológica para cada una de las poblaciones mejoradas y no mejoradas, cuadro N° 4.

Como se podrá observar en el Cuadro N° 5 en las poblaciones mejoradas sólo se utilizaron los primeros 17 índices y en las no mejoradas 20 índices.

En las poblaciones no mejoradas hubo 19 índices altamente correlacionados significativo al 1 % con el índice de cosecha y solamente el 18 = peso de grano seco/número de granos por mazorca, no estuvo correlacionado.

CUADRO 3 COMPARACION DE RENDIMIENTOS POR HECTAREA E INDICES DE COSECHA EN LAS CUATRO VARIEDADES SUPERIORES E INFERIORES EN RENDIMIENTO DURANTE EL CICLO P/V 1979 EN LAS AGUJAS MPIO. DE ZAPOPAN, JAL.

VARIEDAD		TON/Ha.	I C
B- 15	NORTHRUP KING	11.92	0.46
H- 352	PRONASE	9.00	0.44
C 6	COCULA 1	4.54	0.33
C 5	HUASCATO 3	4.99	0.32
A-789	ASGROW	6.97	0.28
B-670	DEKALB	8.55	0.35
C 1	HUASCATO 1	4.59	0.26
C 2	HUASCATO 2	3.96	0.29

CUADRO 4 INDICES PRACTICOS PARA MEDIR EFICIENCIA FISIOLOGICA EN MAIZ GENERADOS PARA LAS POBLACIONES MEJORADAS Y NO MEJORADAS.

INDICE	RELACION
I ₁	*PGS/Días a floración masculina
I ₂	PGS/Días a floración femenina
I ₃	PGS/Días a capa negra
I ₄	PGS/Altura de planta
I ₅	PGS/Altura de mazorca
I ₆	PGS/Número de hileras por mazorca
I ₇	PGS/Número de granos por hilera
I ₈	PGS/Número de granos por mazorca
I ₉	PGS/Diámetro de tallo entrenudo de la mazorca
I ₁₀	PGS/Número de entrenudos
I ₁₁	PGS/Número de hojas
I ₁₂	PGS/Longitud del entrenudo de la mazorca
I ₁₃	PGS/Area foliar de la hoja de la mazorca
I ₁₄	PGS/Area foliar de las 4 hojas superiores de la mazorca
I ₁₅	PGS/Area foliar total
I ₁₆	PGS/Peso de la mazorca a la cosecha
I ₁₇	PGS/Longitud de la hoja de la mazorca
I ₁₈	PGS/Diámetro de la mazorca
I ₁₉	PGS/Longitud de la mazorca
I ₂₀	PGS/Longitud de 10 granos.

* Peso de Grano Seco.

CUADRO 5 VALORES DE CORRELACION ENTRE EL IC Y LOS 20 INDICES PRACTICOS DE EFICIENCIA FISIOLÓGICA EN POBLACIONES NO MEJORADAS Y MEJORADAS DURANTE EL CICLO P/V 1979 EN ZAPOPAN, JAL.

POBLACIONES NO MEJORADAS		POBLACIONES MEJORADAS	
IC/1 ₁	0.84 **	IC/1 ₁	0.45
1 ₂	0.84 **	1 ₂	0.45
1 ₃	0.89 **	1 ₃	0.46
1 ₄	0.84 **	1 ₄	0.57**
1 ₅	0.72 **	1 ₅	0.60**
1 ₆	0.79 **	1 ₆	0.33
1 ₇	0.51 **	1 ₇	0.29
1 ₈	0.31	1 ₈	0.20
1 ₉	0.85 **	1 ₉	0.44
1 ₁₀	0.88 **	1 ₁₀	0.50
1 ₁₁	0.86 **	1 ₁₁	0.52**
1 ₁₂	0.86 **	1 ₁₂	0.39
1 ₁₃	0.80 **	1 ₁₃	0.46
1 ₁₄	0.72 **	1 ₁₄	0.39
1 ₁₅	0.74 **	1 ₁₅	0.60**
1 ₁₆	0.86 **	1 ₁₆	0.35
1 ₁₇	0.82 **	1 ₁₇	0.45
1 ₁₈	0.83 **		
1 ₁₉	0.88 **		
1 ₂₀	0.89 **		

** Significativo al 1%

En el caso de las poblaciones mejoradas hubo solamente 4 índices:

I_4 = Peso de grano seco/Altura de planta.

I_5 = Peso de grano seco/Altura de mazorca.

I_{11} = Peso de grano seco/Número de hojas.

I_{15} = Peso de grano seco/Área foliar total.

Que estuvieron altamente correlacionados con el índice de cosecha, de lo cual podemos deducir que a mayor grado de mejoramiento en una población dada, no cualquier índice medirá con precisión la eficiencia fisiológica; por otra parte, se hace notar que los cuatro índices antes mencionados se componen de un recipiente (mazorca) en el numerador y otro es fuente (componentes de la planta) en el denominador, como en forma similar se compone el índice de cosecha (peso seco de grano-materia seca total).

Como se podrá observar, los cuatro índices en general siguen la misma tendencia que el índice de cosecha, es decir, que a mayor valor mayor eficiencia fisiológica en la población; sin embargo, en el caso de los índices I_4 e I_5 en la variedad Q (VS 370) nos muestra valores mayores que la variedad I (H-352), a pesar de que el IC de Q es menor (0.40) que el de I (0.44).

Los índices I_{11} e I_{15} siguen la misma tendencia -- que el IC por lo cual se pueden considerar más confiables.

Por otra parte se puede observar que en los cuadros 6 y 7, la variedad H (B-15) fue la de mayor IC (0.47) y consecuentemente de los índices I_4 , I_5 , I_{11} , e I_{15} , lo cual se explica que en base al mayor peso de grano seco y un alto número de granos por mazorca desarrollados, es decir, que la eficiencia fisiológica está en función de un mayor recipiente o mazorca y una menor fuente (menor altura de planta, menor área foliar, menor número de hojas, etc.)

Estos resultados indican que la demanda fisiológica controla íntimamente el rendimiento.

Finalmente, en el cuadro N^o 7 se presentan los valores de algunos caracteres importantes relacionados con la eficiencia fisiológica por variedad, se observa en promedio un mejor índice de cosecha y los cuatro correlacionados en las poblaciones no mejoradas en comparación con las mejoradas, lo cual se explica en que las poblaciones no mejoradas tienen un menor número de granos por mazorca y un menor peso de grano seco, mientras que en las poblaciones mejoradas por efectos de selección o hibridación, han incrementado -- los valores de estos dos caracteres, aunque la altura de -- planta en promedio no haya sufrido cambios considerables.

CUADRO 6 VALORES DE IC Y LOS CUATRO INDICES CORRELACIONA
DOS POR VARIEDAD MEJORADA Y NO MEJORADA.

VARIEDAD	IC	I N D I C E			
		1 ₄	1 ₅	1 ₁₁	1 ₁₅
A	0.26	0.70	1.01	8.21	189.94
B	0.29	0.50	1.15	6.97	186.48
C	0.31	0.53	0.91	8.56	188.33
D	0.32	0.43	0.83	7.13	153.13
E	0.32	0.43	0.82	7.57	169.53
F	0.33	0.45	0.73	7.50	148.55
G	0.32	0.53	0.97	8.45	165.73
H	0.47	0.90	1.45	17.70	252.20
I	0.44	0.74	1.18	14.10	230.20
J	0.42	0.60	0.91	11.60	199.20
K	0.39	0.68	1.05	12.60	179.60
L	0.36	0.66	1.02	11.80	172.10
M	0.42	0.53	1.06	9.94	117.11
N	0.43	0.71	1.22	13.52	185.90
O	0.29	0.52	0.76	9.93	137.51
P	0.43	0.60	1.03	14.21	211.33
Q	0.40	0.85	1.82	11.40	189.59

CUADRO N° 7

CARACTERES DE IMPORTANCIA RELACIONADOS CON
LA EFICIENCIA FISIOLÓGICA (POR VARIEDAD)
DURANTE EL CICLO P/V 1979 ZAPOPAN, JAL .

VARIEDAD	ALTURA DE PLANTA (cm)	NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA	PESO DE GRANO SECO (g)	MATERIA SECA TOTAL (g)
A	199.93	279	102.66	364.33
B	178.80	312	88.00	293.67
C	224.66	396	120.00	293.67
D	219.00	261	96.33	280.33
E	230.93	321	101.00	295.00
F	248.66	398	111.33	318.33
G	227.26	348	121.33	369.66
H	297.33	576	265.33	175.33
I	268.00	459	200.00	457.33
J	264.66	445	160.00	395.00
K	288.00	604	196.03	512.66
L	286.66	512	190.66	538.67
M	239.30	467	132.66	275.33
N	261.66	542	186.33	429.66
O	289.00	380	155.00	547.00
P	279.00	461	186.00	444.00
Q	161.00	419	138.00	300.00

6.- C O N C L U S I O N E S

En base a la hipótesis planteada en el presente trabajo, se comprueba que sí existen índices prácticos que están altamente correlacionados con el rendimiento, por lo que sería conveniente que en lo futuro los trabajos de mejoramiento en maíz tuvieran una mayor atención hacia estas ventajas, con el fin de aprovecharlas.

Con los resultados obtenidos se sugiere utilizar en programas de hibridación los cuatro índices (I₄, I₅, I₁₁, I₁₅) correlacionados con el IC en sustitución de éste debido a las ventajas de ser prácticos en cuanto a su obtención con el consecuente de ahorro en trabajo y dinero.

Para efectos de encontrar valores altos de estos índices es necesario incrementar el recipiente, es decir para una variedad de maíz de alto rendimiento, es deseable un solo culmo con una mazorca grande que tenga muchas hileras con muchos granos, que puede ser por longitud y diámetro de mazorca y reducir la fuente, haciendo más bajo el porte de la planta o reduciendo su área foliar,

El mejoramiento actual del maíz ha hecho materiales más eficientes fisiológicamente en rendimiento de grano, pero básicamente en el incremento del recipiente des.

cuidando la fuente, por lo que en el futuro se le deberá --
tomar más en cuenta para superar los toques de rendimiento -
actuales, es por eso, que se espera que los índices aquí su
geridos puedan adecuarse a los programas de mejoramiento de
una manera más fácil que el índice de cosecha para lograr -
dichos resultados.

7. B I B L I O G R A F I A

BETANZOS MENDOZA ESTEBAN, 1975. Obtención y análisis de datos útiles en la formación de índices de selección para habilidad competitiva en trigo. 171-197. Tesis M. C. Chap. -- Méx.

CASTELLON OLIVARES J. DE J., 1976. Uso y parámetros de estabilidad como criterio de selección en maíces cristalinos de la sierra de Chihuahua. Tesis Ing. Agronomo U. de G.

CASTILLO GONZALEZ F., 1977. Correlación entre días a floración, ciclo vegetativo y rendimiento en sorgo para grano. - Tesis M.C. Chap. Méx.

FALCONER, D.S., 1978. Introducción a la Genética Cuantitativa. Edit. CECOSA.

FAKOREDE M.A.B., N.N. MULAMBA, J.J. MOCH, 1977. A comparative of methods used for estimating leaf area of maize (Zea Mays L.) from nondestructive measurements. Agronomy Department, Iowa State University Ames, Iowa 50011, U.S.A. : 37-46

FLETES GARCIA GONZALO ARMANDO, 1967. Determinación de índices de selección para mejorar el rendimiento en dos variedades de maíz de la raza chalqueño. Tesis M.C. CP. Chap. Méx.

GARCIA CÁNALES J., 1976, Resumen: Críticas de selección -- aplicadas por selección masal a dos poblaciones de maíz. -- Tesis M.C. CP. Chap. Méx.

HAZEL L.N. y J.L. LUSH, 1943. The efficiency of three methods of selection. *Jour Heredity* 33:393-399.

OSUNA ORTEGA J., 1980. Estimación y uso de índices fisiológicos en la evaluación de genotipos de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench) tolerantes al frío bajo diferentes ambientes en Chapingo, México.

OYERVIDES GARCIA M., 1979. Estimación de parámetros genéticos heterosis e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptadas en Nayarit, Méx. Tesis M.C. CP. Chap. Méx.

PEARCE, R. B. J.J. MOCK, and T.B. Bailey, 1975. Rapid Method for estimating leaf area per planta in Maize. *CROP SCIENCE* Vol. 15 p. 691-694.

POEY FEDERICO R., 1975. El mejoramiento integral del Maíz rendimiento y valor nutritivo; Hipótesis y Métodos. Tesis Dr. C. Chap. Méx.

RAMIREZ DIAZ J.L., 1977. Efecto de la eliminación de órganos sexuales sobre el rendimiento del Maíz. Tesis Chap. -- Méx.

SMITH H.F., 1936. A discriminant function for plant selection. *Ann. Eugen* 7:240-250.

TANAKA A. y J. YAMAGUCHI 1977. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Rama de Botánica CP. Chap. Méx.

WONG ROMERO R., 1979. Comportamiento de las características agronómicas, índices fisiológicos y patrones de crecimiento de 50 genotipos de sorgo bajo el esquema riego-sequía. Tesis M.C. Chap., Méx.