

0348  
Esp.

61003

LA EFICIENCIA DE LA INTERCEPCION DE LUZ Y DE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN EL

MAIZ 1/

C. A. Francis, C. O. Grogan, y Cassalet D. 2/

La metodología tradicional del mejoramiento en maíz y otros cereales está basado en la selección de híbridos sobre el rendimiento y adaptación a una serie de varias localidades. Nuevas combinaciones genéticas en la formación de híbridos y variedades sintéticas han sido tomadas con ventaja para hallar la resistencia a enfermedades e insectos, y algo de adaptación específica, para proveer un tremendo potencial genético de rendimiento, cuando este potencial es combinado con adecuada fertilidad y humedad en el campo. Para mayor incremento de los rendimientos de maíz, la atención ha sido recientemente enfocada en el tipo de planta y la eficiencia en la producción de grano.

Cuando el agricultor ha controlado humedad, fertilidad, insectos, patógenos, malezas y otras variables fáciles de modificar en el campo y su híbrido responde a este "paquete de producción" intensivo, se encara con la siguiente limitación de consumo: incidencia de energía luminosa. La única vía factible para mejorar el potencial genético del maíz con respecto al uso de la energía es cambiando la forma o el tipo de la planta para utilizar la cantidad de luz aprovechable en la forma más eficientemente posible. Trabajos recientes sobre el ángulo de la hoja (Pendleton y otros), sobre prolificidad por un gran número de investigadores y sobre población, defoliación y sombreado, están enfocados en el cambio del tipo de planta como la siguiente fase importante en nuestra búsqueda de mayor potencial productivo de los genotipos de maíz.

019511  
10 MAYO 1975  
BIBLIOTECA

- 1/ Proyecto Cooperativo del Departamento de Fitomejoramiento, Univerdidad de Cornell, Ithaca, N. Y.; y el Instituto Colombiano Agropecuario, Programa de Maíz, Medellín, Colombia. (Presentado en la Reunión Anual, American Society of Agronomy, New Jork City, Agosto 18, 1971). ( Traducción por el Ing. Agr. Cristobal Villasis, Programa de Maíz INIAP Santa Catalina, Ecuador).
- 2/ Especialista en Maíz, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado aéreo 6713, Cali, Colombia; Profesor, Departamento de Fitomejoramiento, Universidad de Cornell, Ithaca, N. Y.; Director de Investigación, Instituto Colombiano Agropecuario, Apartado aéreo 5813, Bogotá, Colombia.

En los análisis de crecimiento en Nueva York (1968) y estudios de adaptación en Colombia (1969) a varias altitudes, examinamos la eficiencia de un número de líneas e híbridos de maíz, y resumimos en forma general las relaciones entre algunas características de las plantas y el rendimiento. Los resultados demuestran claramente la importancia de la luz interceptada y su conversión en materia seca en el grano.

#### Experimento I. New York.

Cuatro líneas endocriadas y nueve híbridos fueron sembrados a dos poblaciones en Aurora, New York en 1968 en un estudio de análisis de crecimiento. Además de altura de planta, altura de marzorca, fecha de floración y rendimiento final, otros datos colectados incluyeron área foliar total de planta, intercepción de luz por el sistema foliar, y materia seca en algunas plantas fraccionadas a la cosecha. Los promedios de área foliar por planta variaron de 32 dm<sup>2</sup> para líneas endocriadas a 76.000 plantas/ha a 56 dm<sup>2</sup> para los híbridos a 38.000 plantas/ha. Los índices promedio área foliar variaron de 1.3 en líneas endocriadas a 38.000 plantas/ha a 4.1 para los híbridos a 76.000 plantas/ha. (Tabla 1).

Tabla 1.- Promedios de área foliar por planta e índices de área foliar en el estudio de crecimiento en 1968.

	Población/ hectárea			
	38000		76000	
	<u>dm<sup>2</sup>/ planta</u>	<u>I.A.F.</u>	<u>dm<sup>2</sup>/ planta</u>	<u>I.A.F.</u>
Líneas endocriadas (promedio)	35.1	1.33	32.6	2.48
Híbridos (promedio)	56.4	2.14	53.9	4.10

La intercepción total de luz por el sistema foliar durante el periodo de formación de grano para estos mismos grupos fueron del rango de 66% para líneas endocriadas a la población más baja a 88% para híbridos a la población más alta.

Los híbridos fueron mas productivos por unidad de área foliar que las líneas endocriadas, y la menor población fue mas eficiente que la población alta. Del mismo modo sin embargo más luz fue interceptada por unidad de área foliar en las líneas endocriadas, ellas fueron menos eficientes en el uso de esta luz. La columna de uso eficiente de luz (kilocal de grano producido por kilocal de energía interceptada durante el periodo de formación de grano, expresado como %) muestra a los híbridos ser alrededor de 60% mas eficiente en el uso de luz que las líneas endocriadas. Esta eficiencia de conversión fue tambien altamente significativa a la mas alta población de plantas.

Basado en los genotipos individuales, las correlaciones fueron calculadas entre rendimiento de grano por hectárea y varios parámetros de eficiencia. (Tabla 4).

Tabla 4.- Correlación entre rendimiento de grano y medidas de eficiencia, estudio de crecimiento, 1968.

Variable	Líneas Endocriadas		Híbridos	
	38000	76000	38000	76000
Rendimiento total	.23	.27	.84**	.85**
Indice de cosecha	.79	.59	.09	-.20
Indice de Area foliar	.25	-.59	.05	.12
Total de energía interceptada	-.61	-.77	-.63	-.60
mg. grano/cm <sup>2</sup> A.F.	.71	.81	.68*	.49
Kcal luz/cm <sup>2</sup> A.F.	-.75	.36	-.27	-.50
Kcal de grano/Kcal de luz	.95*	.98*	.97**	.90**

Entre alguno de estos parámetros, la sola correlación consistente y significativa con rendimiento de grano es el "Uso eficiente de luz" o rendimiento de grano producido por unidad de luz interceptada. En base a estos limitados genotipos y repeticiones, no fueron significativos la asociación con índice de cosecha, índice de área foliar, u otros parámetros descritos arriba. Tampoco fué consisten-

te el modelo con altura de planta o mazorca, madurez relativa, distribución de área foliar entre capas en el sistema foliar, o luz interceptada por diferentes estratos. Tampoco fueron correlacionados con rendimiento el área foliar específica, los coeficientes de regresión lineal para la materia seca total producida durante 3 periodos de crecimiento, producción de peso seco de mazorca durante 2 periodos de crecimiento, rata máxima de producción de materia seca, rata de asimilación neta, rata de crecimiento del grano, ni rata de crecimiento relativo. (NAR= peso seco incrementado/ unidad de área foliar; CGR= peso seco incrementado/ unidad de área de terreno; RGR= peso seco incrementado/ unidad de tiempo).

#### Experimento II.- Colombia

En 1969, un estudio de adaptación fue conducido en 3 localidades a diferentes altitudes y en 2 estaciones en Colombia en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario. Seis líneas y 19 híbridos fueron sembrados en 5 ensayos diferentes, con poblaciones de plantas de 55000 y 35000 por hectárea. Los promedios de área foliar por planta, el dato de intercepción de luz, rendimientos de grano, y alturas de planta se presentan en la tabla 5.

Tabla 5.- Datos de cinco ensayos de rendimiento en Colombia, 1969.

<u>Ensayo</u>	<u>Altura planta</u> (cm)	<u>A.F./ Planta</u> (dm <sup>2</sup> )	<u>Intercepción</u> <u>de luz</u> (%)	<u>Rendimiento</u> (T/Ha)
Turipaná 69A	272	65.7	64.6	3.33
Turipaná 69B	238	43.4	60.4	.78
Tulio Ospina 69A	179	50.4	56.4	2.99
Tulio Ospina 69B	232	52.6	59.1	2.09
La Selva 69	215	46.2	67.7	5.96

La lluvia fue severamente limitante en Turipaná en el ciclo 69B, y un poco limitante en Tulio Ospina en los ciclos 69A y 69B. Esta limitación de humedad ocurrió tardíamente en los ciclos, durante la polinización y el desarrollo del

grano, y de este modo quedó afectado el rendimiento del grano mucho mas que la altura de planta y el área foliar. Los cálculos de la eficiencia se presentan en la tabla 6.

Tabla 6.- Cálculos de eficiencia para cinco ensayos de rendimiento en Colombia, 1969.

<u>Ensayo</u>	<u>Kcal/cm<sup>2</sup> A.F.</u>	<u>mg grano/cm<sup>2</sup></u>	<u>mg grano/Kcal</u>
Turipaná 69A	4.5	11.4	3.70
Turipaná 69B	4.7	4.4	.89
Tulio Ospina 69A	5.4	14.2	2.71
Tulio Ospina 69B	5.1	9.2	1.84
La Selva 69	8.6	28.6	3.54

La producción de grano /cm<sup>2</sup> de área foliar fue comparable al dato de la zona tamplada New York en solamente una siembra, La Selva 1969. Es interesante anotar que las 3.3 Ton, de rendimiento obtenidas en Turipaná dan la misma cantidad de mg de grano/ Kilocal de energía interceptada durante el periodo de desarrollo del grano (3.70) que las 6 Ton, de rendimiento obtenido en La Selva (3.54), donde existe un tiempo bastante frio y un periodo de formación del grano muy largo. Las correlaciones del rendimiento con algunos parámetros morfológicos y de eficiencia fueron calculados para las cinco siembras. Datos representativos de las dos poblaciones en dos de los cinco cultivos o siembras se muestran en la tabla 7.

Tabla 7.- Correlaciones entre rendimientos de grano y medidas de eficiencia. Experimento II.

<u>Variable</u>	<u>Turipaná 1969A</u>		<u>La Selva 1969</u>	
	<u>35000</u>	<u>55000</u>	<u>35000</u>	<u>55000</u>
Indice de área foliar	.33	.32	.70**	.74**
% de luz interceptada	.16	.43*	.76**	.79**
mg grano/cm <sup>2</sup> de A.F.	.96**	.95**	.83**	.80**

Los promedios de rendimientos total de materia seca y la materia seca en la mazorca fueron menores en las líneas endocriadas a la población más baja: 7.8 y 4.0 Ton/Ha, respectivamente, y mayores en los híbridos a la población más alta: 21.4 y 12.5 Ton/Ha. (Tabla 2).

Tabla 2.- Promedios del total y de la mazorca de los rendimientos de materia seca (Ton/Ha) en el estudio de crecimiento, 1968.

	Población/ hectárea			
	38000		76000	
	<u>Total</u>	<u>Mazorcas</u>	<u>Total</u>	<u>Mazorcas</u>
Líneas endocriadas (promedio)	7.8	4.0	12.4	6.8
Híbridos (promedio)	14.3	7.8	21.4	12.5

Varios parámetros de eficiencia fueron calculados para los datos del ensayo de rendimiento. La eficiencia de producción de materia seca para mazorca y total fueron calculadas por unidad de área foliar y por unidad de luz interceptada durante el periodo de formación de grano. La energía interceptada por unidad de área foliar y el uso eficiente de la luz, kilo caloría de energía en el grano/kilo caloría de energía interceptada (%), también fueron determinadas para cada genotipo, y son resumidos por grupos de genotipos y poblaciones en la tabla 3.

Tabla 3.- Cálculos de eficiencia en el estudio de crecimiento, 1968.

Población	<u>Mazorca M.S.</u>		<u>Total M.S.</u>	<u>Kcal/cm<sup>2</sup></u>	<u>Eficiencia del uso de la luz (%)</u>
	<u>mg/cm<sup>2</sup></u>	<u>mg/Kcal</u>	<u>mg/cm<sup>2</sup></u>		
<u>38000/Ha</u>					
Líneas endocriadas	30.3	2.8	58.4	10.8	1.12
Híbridos	36.7	4.6	67.0	8.0	1.83
<u>76000/Ha</u>					
Líneas endocriadas	27.5	4.0	50.1	6.8	1.60
Híbridos	30.6	6.6	52.2	4.6	2.64

## Continuación tabla 7.

Variable	Turipaná 1969A		La Selva 1969	
	<u>35000</u>	<u>55000</u>	<u>35000</u>	<u>55000</u>
mg grano/Kcal de energía	.99**	.98**	.98**	.99**
Kcal/cm <sup>2</sup> de A.F.	-.34	-.17	-.28	-.49*
Apreciación de Adaptación	.73**	.57**	.53**	.46*

El rendimiento de grano por hectárea es correlacionado positivamente y con alta significancia con producción por unidad de área foliar y por unidad de energía interceptada, aunque los valores de r para esto son consistentemente altos. Estos datos confirman los primeros resultados obtenidos en el ensayo de New York, y es aparente que la conversión de energía a grano, utilización de energía, sea mas importante que el área foliar o la sola intercepción de luz.

La inclusión de cuatro medidas adicionales en cada uno de los ensayos de rendimiento permitirá el cálculo de todos los parámetros de eficiencia. El área foliar y el IAF (índice de área foliar) para cada genotipo puede ser estimado rápidamente en algunas repeticiones midiendo una sola hoja por planta y aplicando el factor de área foliar. Las diferencias genotípicas en la intercepción de la luz son relativamente fáciles de evaluar con la técnica modificada del papel Ozalid. La determinación de la madurez fisiológica es ahora posible por la observación de la formación final de la capa negra, y no requiere de periódicos muestreos secamientos. Y una muestra del final de la cosecha puede ser pesada y medida en estufa, y una sub-muestra secada, para permitir el cálculo del rendimiento biológico total y del índice de cosecha.

Los rendimientos finales mostrarán la producción por hectárea en el sentido tradicional. Las medidas de luz y área foliar permiten calcular la producción por unidad de energía de luz y área foliar, respectivamente. Estas dos medidas pueden combinarse para mostrar la energía de luz interceptada por unidad de área

foliar. El tiempo de siembra, floración femenina, madurez fisiológica y cosecha demostraron la variabilidad existente en el maíz y sugieren el óptimo extremo vegetativo de: formación de grano, y periodos de secamiento para máximo rendimiento. El dato de madurez fisiológica y el porcentaje de humedad a la cosecha permitirán calcular la rata de menor humedad para cada genotipo. Cuando los datos de estos cálculos de eficiencia sean aprovechables para varias localidades, altitudes, estaciones y años, un concepto mas realistico del tipo de planta ideal surgirá.