

Efecto de densidad de siembra y métodos
de emasculación en la producción de
semilla de tres Híbridos Comerciales
de Maíz (Zea mays L.)

P O R

Osidro Luna Trejo

T E S I S

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras

Abril, 1989

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
PARTADO 25
TEGUCIGALPA HONDURAS

EFFECTO DE DENSIDAD DE SIEMBRA Y METODOS
DE EMASCULACION EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE
TRES HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ (*Zea mays* L.).

Por:

ISIDRO LUNA TREJO

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para producir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesario. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.



ISIDRO LUNA TREJO

Abril 1989

DEDICATORIA

En primer lugar dedico este trabajo a Dios,
Padre del Universo y a su hijo Jesucristo, quien siempre me
acompaña en todos los momentos de mi vida,
tanto de victoria, como en los difíciles
y con su espíritu de poder me iluminó el camino
para culminar mi propósito. También a mi madre que se merece
toda mi admiración
y respeto en la vida, a todos mis hermanos.
A Hernán Isaías Galo y Leonel Urbina quienes con su
espíritu de sabiduría y palabra de ciencia
me inculcaron fe y optimismo para no abandonar
la meta propuesta

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer de manera muy especial al Dr. Leonardo Corral, quien desde el primer momento me brindó el apoyo necesario para poder realizar este trabajo. Él siempre me guió con sabios consejos que despertaron en mí, espíritu de fortaleza y superación para proseguir hasta el fin. En todo momento, cuando necesité su valiosa colaboración, él estuvo atento a brindármela sin tomar en cuenta el tiempo y ocasión; sin su ayuda me hubiera sido difícil coronar mis deseos de superación.

A Raúl Espinal y José A. Perdomo, quienes cortésmente aceptaron ser parte de mi comité académico. Al Dr. Dan H. Meckenstock, por su buena disposición en ayudarme a hacer las diapositivas y a la vez prestarme la computadora para realizar el trabajo de tesis.

Quiero agradecer a Vilma Castillo de Rivera quien también estuvo a mi lado con su valiosa colaboración de mecanografiar esta tesis. Al Proyecto CAPS (Central American Peace Scholarship) especialmente a doña Bessy de Acosta, Mauricio Villalobos y Vilma de Arias, quienes también me brindaron toda su ayuda. A Shawn Gralla, que siempre colaboró con los estudiantes de su módulo, ayudándome a realizar los trabajos de campo. A mis buenos amigos Alejandro Palma, Rigoberto Umaña, Oscar Narvaez, Ramiro Moncada, Cristoforo Arteaga, Alonso Suazo, Oswaldo Varela, Gonzalo Quillupangui y Raúl Nehring quienes de una y otra forma me proporcionaron su valiosa ayuda.

INDICE

TITULO	i
DERECHO DE AUTOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
COMPENDIO	viii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
III. MATERIALES Y METODOS	13
A. Localización	13
B. Clima	13
C. Suelos	14
D. Preparación del Suelo	14
E. Fertilización	15
F. Siembra	15
G. Combate de Malezas	15
H. Combate de Plagas	15
I. Diseño Experimental	16
J. Factores en Estudio	17
K. Datos Tomados	19
L. Análisis Efectuados	21

IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	23
	A. Tiempo empleado en Descogollar o Despanojar	23
	B. Número de Plantas por Parcela	28
	C. Número de Mazorcas por Parcela	29
	D. Número de Mazorcas con Mala Cobertura	30
	E. Peso de 1000 Semillas	33
	F. Porcentaje de Semilla Plana	36
	G. Coeficiente de Desgrane	37
	H. Rendimiento de Semillas	37
V.	CONCLUSIONES	51
VI.	RECOMENDACIONES	52
VII.	LITERATURA CITADA	53
VIII.	APENDICES	54
	DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR	60

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Cuadrados medios y niveles de significación de las variables "tiempo empleado en descogollar o despanojar", "número de plantas por parcela", y "número de mazorcas por parcela". El Zamorano, Honduras, 1988. p. 25
- Cuadro 2. Medias del tiempo empleado en las labores de descogollado y despanojado y costos por hectárea. El Zamorano, Honduras, 1988. p. 26
- Cuadro 3. Coeficientes del polinomio ortogonal para el factor "densidades" en la variable "tiempo empleado en descogollar o despanojar" y cuadrados medios de las respuestas lineal y cuadrática. El Zamorano, Honduras, 1988. p. 27
- Cuadro 4. Cuadro de contingencia con los valores observados (o), esperados (e) y de Ji-Cuadrado (X^2) para evaluar la interacción entre híbridos y métodos de emasculación en la variable "número de mazorcas con mala cobertura". El Zamorano, Honduras, 1988. p. 31
- Cuadro 5. Cuadro de contingencia con los valores observados (o), esperados (e) y de Ji-Cuadrado (X^2) para evaluar diferencias entre métodos de emasculación, con relación al "número de mazorcas con buena y mala cobertura". El Zamorano, Honduras, 1988. p. 32
- Cuadro 6. Cuadrados medios y niveles de significación de las variables "peso de mil semillas" y "porcentaje de semilla plana". El Zamorano, Honduras, 1988. p. 34
- Cuadro 7. Medias del peso de mil semillas, para los factores "híbridos" y "métodos", en gramos. El Zamorano, Honduras, 1988. p. 35

- Cuadro 8. Cuadrados medios y niveles de significación de las variables "coeficiente de desgrane" y "rendimiento de semilla". El Zamorano, Honduras, 1988. p. 38
- Cuadro 9. Coeficientes del polinomio ortogonal para el factor "densidades" en la variable "rendimiento de semilla" y cuadrados medios de las respuestas lineal y cuadrática. El Zamorano, Honduras, 1988. p. 41
- Cuadro 10. Análisis de covarianza y valores ajustados de las variables "Número de Plantas" (X) y "Rendimiento" (Y). p. 44
- Cuadro 11. Medias de rendimiento corregidas por número de plantas para la interacción híbridos por métodos. El Zamorano, Honduras, 1988. p. 47
- Cuadro 12. Medias de rendimiento corregidas por número de plantas para los factores "híbridos" y "métodos". El Zamorano, Honduras, 1988. p. 49

INDICE DE FIGURAS

- Figura No. 1. Efecto del método de emasculación y densidad de siembra sobre la variable rudimento. p. 40
- Figura No. 2. Respuesta lineal de rendimiento (Y) con relación a densidad (X). p. 42
- Figura No. 3. Interacción entre híbridos y método de emasculación para la variable rendimiento. p. 46

COMPENDIO

En la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, como continuación de un trabajo anterior sobre producción de semilla híbrida de maíz, se evaluaron los efectos principales y las interacciones entre dos métodos de emasculación (despanojado y descogollado), tres híbridos (H-27, Dekalb B-666 y Max-301) y cuatro densidades de siembra (23, 33, 43 y 53 mil plantas/ha), en 1988.

El tiempo promedio empleado para despanojar una hectárea fue de 57.5 horas, mientras que para descogollar fue de 43.8 horas. Esta diferencia resultó estadísticamente significativa ($P \leq 0.01$). Al descogollar en promedio se arrancó junto con la panoja 4.76 hojas.

El porcentaje de semillas planas y redondas no fue afectado por el método de emasculación, contrariamente a lo que reporta la literatura.

Con el método de descogollado se observó una mejor cobertura de mazorca. Posiblemente la defoliación incide en un mejor desarrollo de las brácteas (tusa) que protegen la mazorca.

Con relación a rendimiento de semilla, se detectaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) entre métodos, híbridos y densidades de siembra. La interacción entre métodos e híbridos fue también significativa ($P \leq 0.01$).

Con los métodos de descogollado y despanojado, los rendimientos corregidos por número de plantas por parcela mediante covarianza, fueron para H-27: 5.57 y 7.50 t/ha; Dekalb B-666: 6.48 y 7.19 t/ha y Max-301: 4.64 y 5.70 t/ha, respectivamente. La defoliación afectó relativamente poco al híbrido Dekalb B-666, no así a los otros híbridos. El ahorro en costos de mano de obra al descogollar es mínimo y no compensa las pérdidas por reducción de los rendimientos.

El material genético usado, los costos de mano de obra y la premura del trabajo, son factores que deberían considerarse al escoger uno u otro método de emasculación.

Se recomienda en trabajos posteriores, estudiar las relaciones fisiológicas de la defoliación con los componentes de rendimiento y con la cobertura y pudrición de las mazorcas.

I. INTRODUCCION

Según la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO, 1986) la producción mundial de maíz en 1985 fue de 490 millones de toneladas métricas. Ningún otro cultivo, con excepción del trigo, presentó un volumen de producción más alto. Esto demuestra la importancia del maíz en la alimentación humana a nivel mundial, bien en consumo directo o en la crianza de animales.

El promedio mundial de rendimiento de maíz grano en 1985 fue de 3.69 t/ha y superó a los rendimientos de otras gramíneas y leguminosas de grano (FAO, 1986). En buena medida, la mayor capacidad de rendimiento del maíz se debe a la expresión de heterosis mediante el empleo de semilla híbrida.

En Honduras, en los últimos años se ha incrementado la producción y el uso de semilla híbrida de maíz. Según varias estimaciones se calcula que en 1988 se comercializaron 540,000 kg de semilla híbrida de maíz (12,000 quintales). Esta cantidad, a un promedio de 18 kg de semilla por hectárea, debió ser suficiente para sembrar 30,000 hectáreas de maíz. De acuerdo con la FAO (1986), la superficie dedicada al cultivo de maíz en Honduras en 1985 fue de 350,000 hectáreas. Si un área igual se sembró en 1988, se puede estimar que alrededor de un 8.6% del área dedicada al cultivo de maíz, se sembró con semilla híbrida.

El uso de semilla híbrida de maíz en Honduras es limitado, sin embargo mediante esfuerzos de organismos públicos y de la

empresa privada, se está promocionando activamente su utilización. Esto hace avizorar que en los años por venir se aumentará considerablemente la oferta y la demanda de este insumo. Consecuentemente, es necesario realizar investigaciones que tiendan a facilitar, mejorar y aumentar la producción de semilla híbrida en las condiciones de nuestro medio.

Los objetivos de este trabajo de investigación fueron:

- 1) Evaluar el efecto de dos métodos de emasculación sobre la producción de semilla de maíz de tres híbridos.
- 2) Estudiar posibles interacciones entre métodos de emasculación, híbridos y densidades de siembra.
- 3) Comparar los costos involucrados en las labores de despanojado y descogollado.

II. REVISION DE LITERATURA

El descubrimiento del vigor híbrido y su aplicación en la producción de cultivos a principios del siglo XX y el desarrollo de técnicas para la producción de semilla híbrida de maíz, han contribuido en gran medida al desarrollo de la agricultura (Copeland, 1976). El primer informe de las posibles ventajas del híbrido sobre la variedad de polinización abierta, fue hecha en 1908-1917 (Jugenheimer, 1988). El método de producción de semilla a través de cruza dobles fue propuesto y esto hizo accesible la semilla de maíz híbrido a precios al alcance del agricultor. La semilla híbrida puede usarse sólo una vez y cada año debe producirse nuevamente la semilla proveniente de la cruza de líneas puras. Para producir esta semilla se necesita de personal calificado para mantener las líneas puras, progenitoras y para producir semilla básica e híbrida cada año.

Jugenheimer (1988) indica que fue Shull el primero en llegar al concepto claro sobre el vigor híbrido, y que mantuvo prioridad sobre la importancia de la endocrifa como técnica en el mejoramiento del maíz. Los híbridos por su mejor eficiencia fisiológica producen más grano que las variedades sintéticas, si se usan los fertilizantes y las prácticas culturales modernas adecuadas.

El híbrido más simple conocido como cruza simple, se hace cruzando dos líneas puras; Shull citado por Jugenheimer (1988)

realizó trabajos con cruzas simples. Esta semilla se produce en plantas endocriadas que son relativamente pobres productoras de semilla y de polen.

Zircle, citado por Jugenheimer (1988), resumió el conocimiento del vigor híbrido en la forma siguiente:

1. La endocría reduce el vigor dando individuos defectuosos y estériles que luego se eliminan por sí mismos.
2. El cruzamiento incrementa considerablemente el vigor. Si se cruzan líneas endocriadas se manifiesta el vigor perdido produciéndose mayor vigor que el de las variedades originales.
3. No todas las variedades producen el mismo vigor, algunas son más efectivas que otras.
4. El método más simple de producir híbridos es sembrar dos variedades en surcos alternos y despanojar una de éstas, obteniéndose así el híbrido de mayores rendimientos.
5. Es necesario asegurar la hibridación en cada generación para mantener el rendimiento.
6. Los progenitores tienen defectos diferentes y éstos tienden a compensarse en la progenie.

7. El vigor híbrido en el género *Zea* decrece si los híbridos son de polinización libre.

El objetivo del fitomejorador de maíz no debe ser encontrar la mejor línea pura, sino encontrar y mantener la mejor combinación híbrida. El uso final de las líneas puras en el cultivo comercial del maíz se encuentra en la producción de híbridos. El maíz híbrido no fue considerado práctico hasta que en 1922, Jones sugirió el uso de cruza doble (Jugenheimer, 1988). Sin embargo, en realidad el desarrollo del maíz híbrido, es la culminación de los esfuerzos de muchos individuos que trabajaron durante años. Por lo tanto, el desarrollo, el uso y el valor del maíz híbrido no pueden atribuirse a una sola persona, organización o institución.

La cosecha obtenida de las plantas provenientes de semilla híbrida comercial no deberá usarse como semilla al año siguiente. Numerosas pruebas en muchos lugares han demostrado que la semilla de estas generaciones avanzadas es probable que rinda de 10 a 40% menos grano que la semilla híbrida F₁. La semilla de la segunda generación puede parecer buena, germinar bien, presentar plantas de buena apariencia, pero el rendimiento de grano será decepcionante (Jugenheimer, 1988).

En la producción de semilla híbrida de maíz es necesario interferir con la liberación de polen del progenitor femenino. Para lo anterior se emplean los siguientes métodos: 1)

esterilidad masculina citoplasmática, 2) esterilidad genética, 3) despanojado manual y 4) despanojado mecánico.

Otro método que se ha propuesto para controlar la liberación del polen pero que no ha dado resultados prácticos, es el empleo de gameticidas químicos selectivos (Liable, 1974). Las dificultades existentes se reflejan por los requerimientos que el gameticida químico debería cumplir:

1. Económico y confiable.
2. Aplicable a la semilla.
3. Sin acción detrimental para la formación de la semilla.
4. Activo en un amplio tipo de condiciones ambientales.
5. Efectivo en todos los genotipos de una especie.
6. Efectivo en varios géneros.
7. No fitotóxico.
8. Seguro para las normas de control de calidad ambiental.
9. Que produzca fenotipos androestériles que sean identificables fácilmente.
10. Considerable flexibilidad en las dosis a emplearse.

La esterilidad masculina citoplasmática se ha usado para reducir la cantidad de despanojado necesaria para producir semilla híbrida, sin embargo, la introducción de esterilidad citoplasmática en un programa de mejoramiento es costoso, consume tiempo y esfuerzo.

La androesterilidad incide en la producción de un poco más de semilla y de mejor calidad que la producida por el despanojado. El alimento de la planta y otros materiales necesarios para la producción normal de polen pueden ser transferidos a la mazorca y ser utilizados por la semilla.

Los materiales con esterilidad masculina varían considerablemente. Algunas cruzas con esterilidad masculina esparcen más polen del tolerado por la certificación actual y por las normas privadas de inspección (Jugenheimer, 1988).

Antes de 1970, el método de control de polen más extendido era el uso de esterilidad masculina citoplasmática del tipo Texas (T). Sin embargo, estos materiales resultaron ser altamente susceptibles a la raza T de *Helminthosporium maydis*, causante del tizón sureño de la hoja y *Phyllosticta maydis*, causante de la mancha amarilla de la hoja. Por razón de la epifitía ocurrida en los Estados Unidos en 1970 se abandonó el empleo de la esterilidad masculina citoplasmática del tipo T (Creig, 1977; Agrios, 1978).

Aunque se ha regresado en forma paulatina al uso de esterilidad masculina citoplasmática de tipos diferentes al T, los métodos de despanojado manual y mecánico son actualmente los más empleados.

Duvick, citado por Jugenheimer (1988), piensa que los citoplasmas S y C pueden usarse con seguridad (al menos en cantidades limitadas) en mezclas ya que una base citoplásmica estrecha puede ser muy detrimental.

La literatura sobre el efecto del despanojado en maíz es contradictoria ya que mientras algunos investigadores encontraron un aumento en los rendimientos por la eliminación de la panoja en el momento de la antesis, otros demostraron por el contrario, una disminución en los mismos (Jugenheimer, 1988). Los efectos de incremento en el rendimiento al despanojar, generalmente se han manifestado con más intensidad bajo condiciones de sequía, baja fertilidad del suelo y altas densidades de plantas.

El despanojado manual y mecánico con frecuencia le tornan a la planta más susceptible al carbón, enfermedad causada por *Ustilago maydis*. El carbón tiende a mermar tanto la calidad como la cantidad de semilla (Jugenheimer, 1988).

Dungan y Woodworth, citados por Jugenheimer (1988) informaron reducciones en el rendimiento de 8, 15, 18 y 29%

respectivamente, por el hecho de arrancar de una, dos, tres y cuatro hojas por planta, respectivamente. Por otra parte el despanojado incrementó el rendimiento en 7% sobre el de las plantas no despanojadas.

Los resultados concuerdan en que existe una relación directa entre el grado de defoliación y reducción de los rendimientos. Hunter *et al.* (1973), informan que al despanojar se produjo un incremento de 6.9% en los rendimientos. Al eliminar la panoja con una, dos o tres hojas superiores, los rendimientos decrecieron en 1.5%, 4.9% y 13.5%, respectivamente. Sin embargo, los resultados pueden variar dependiendo del tipo de material empleado, densidad de siembra y otros factores ambientales.

Huey, citado por Jugenheimer (1988), resumió las experiencias de Wright y Vance de la industria de la producción de semilla de maíz híbrido en Estados Unidos en la forma siguiente:

1. Los progenitores de semilla híbrida responden de manera diferente a la eliminación de las hojas, ya sea manual o mecánica.
2. La calidad del despanojado mecánico depende por completo del operador. La calidad del despanojado manual depende de varios individuos de una cuadrilla o grupo.

3. Los rendimientos de semilla de algunos progenitores de semilla decrece y el porcentaje de granos redondos por lo general se incrementa conforme aumenta el número de hojas eliminadas.
4. El número promedio de hojas eliminadas manualmente varía de 1.5 a 2.5. Esto es comparable con un despanojado mecánico ideal.
5. La posibilidad de cubrir grandes superficies con una máquina despanojadora en períodos cortos de tiempo conduce a la producción de cruza más puras, debido a la eliminación de la panoja del progenitor femenino antes de que libere polen.
6. El despanojado mecánico debe complementarse con el despanojado manual para eliminar las panojas omitidas o de maduración tardía.
7. No todas las cruza híbridas se adaptan bien al despanojado mecánico. Las cruza más adaptadas son aquellas que tienen un alto grado de uniformidad y que producen panojas que salen del verticilo o cogollo de la planta antes de que se libere polen.

La labor de despanojado requiere de considerable cantidad de mano de obra. De datos presentados por Huey (1971), se infiere que se necesitan entre 54 y 59 horas/hombre de trabajo para despanojar una hectárea. Corral y Granados (1988) calcularon en 53 horas el tiempo necesario para que un trabajador despanoje una hectárea.

Por los altos costos involucrados con el despanojado manual, se han diseñado máquinas que efectúan un despanojado mecánico., Huey (1971) estimó que los costos del despanojado mecánico representaban un ahorro del 40% con relación a los costos del despanojado manual. Sin embargo, la eficiencia del despanojado mecánico se ve afectada por diferentes causas, tales como: habilidad del operario, condiciones de humedad del suelo, homogeneidad en el desarrollo y altura de las plantas, etc. (Creig, 1977). Un problema que surge con el despanojado mecánico es la pérdida de área fotosintética que resulta por el daño o eliminación involuntaria de hojas superiores. Varios autores han estudiado el efecto del despanojado y de la defoliación en el maíz (Hunter et al; 1973; Hicks et al; 1977). Los resultados concuerdan en que existe una relación directa entre grado de defoliación y reducción de los rendimientos. Hunter et al (1973) indicaron que al eliminar la panoja con una, dos y tres hojas superiores, los rendimientos decrecieron en 1.5%, 4.9% y 13.5%, respectivamente. Se espera, sin embargo, variación en la respuesta de la planta de maíz a la defoliación, dependiendo de factores ambientales y de su genotipo.

En otro experimento, Ricelli et al (1977) cortaron los cogollos de las plantas con machetes, tratando de abaratar el costo del despanojado. En promedio, la reducción en el rendimiento fue de 31%.

Corral y Granados (1988) realizaron un estudio comparativo entre el despanojado manual y el descogollado. Este último método consistió en arrancar el cogollo, estructura que contiene la panoja antes de que emerja y hojas superiores. Aunque en promedio el número de hojas arrancadas fue de 2.74, no se detectaron diferencias significativas entre los dos métodos en el rendimiento del híbrido Dekalb B-666. En cambio, el descogollado representó un ahorro del 21% en tiempo y costos de mano de obra. Como ventajas adicionales del descogollado se anotan las siguientes: 1) mayor facilidad de la tarea por la menor altura de la planta, 2) menor número de plantas rotas, 3) más tiempo disponible para la emasculación, 4) no se necesita abundancia de mano de obra disponible en un momento determinado y 5) asegura una mayor pureza genética.

Edmeades et al. (1979) ofrecen una posible explicación de la ausencia de un efecto negativo al defoliar las plantas de maíz. Ellos demostraron que las hojas más cercanas a la mazorca contribuyen en mayor proporción al llenado del grano. Sin embargo, si las hojas cercanas a la mazorca están sombreadas su contribución fotosintética no es muy significativa. Con el descogollado puede manifestarse un factor de compensación, al volverse más fotosintéticamente activas las hojas más cercanas a la mazorca. Podría ser también que en estas condiciones la contribución al llenado del grano de las brácteas que cubren la mazorca sea mayor, como sugieren Cantrell y Geadelmann (1981).

Otra característica que puede ser afectada por la defoliación es un mayor porcentaje de semillas redondas (Huey, 1971). Sin embargo, no se indica a base de qué mecanismo fisiológico esto puede ocurrir.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización

Este trabajo de investigación se realizó en la terraza número cinco del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras en 1988. La EAP está situada en el valle del río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, a 37 km al este de Tegucigalpa. La EAP se encuentra a una altitud de 805 m sobre el nivel del mar. Su posición geográfica es 14°00' Latitud Norte y 87°02' Longitud Oeste.

B. Clima

El Zamorano tiene una temperatura promedio de 22 °C. Se presentan dos estaciones bien marcadas: la lluviosa de junio a noviembre y la seca, de diciembre a mayo. La precipitación promedio anual es de 1,015 mm distribuidos en seis meses aproximadamente. La temperatura promedio y la precipitación durante los meses de este experimento fueron:

<u>MES</u>	<u>TEMP PROMEDIO °C</u>	<u>PRECIPITACION (mm)</u>
Junio 11-30	24.95	166.3
Julio	24.70	138.3
Agosto	24.05	311.6
Setiembre	23.85	261.9
Octubre 1-16	23.40	43.4
	$\bar{Y} = 24.19^{\circ}\text{C}$	Total = 921.5 mm

C. Suelos

De acuerdo con los análisis respectivos, las características físico-químicas del terreno en donde se sembró el ensayo fueron:

Textura	:	franco arenosa
Arena	:	50%
Limo	:	30%
Arcilla	:	20%
pH	:	5.8
Materia orgánica	:	2.26%
Nitrógeno	:	0.11%
Fósforo	:	15 ppm
Potasio	:	150 ppm

D. Preparación del suelo

La preparación del terreno consistió de una arada y dos rastreadas. Una vez preparado el terreno se hicieron los surcos espaciados a un metro.

E. Fertilización

La fertilización se realizó de acuerdo con las recomendaciones de la Sección de Suelos del Departamento de Agronomía de la EAP. Las cantidades empleadas fueron las equivalentes a 120 kg/ha de nitrógeno y 80 kg/ha de P_2O_5 (35 kg/ha de fósforo elemental). Las fuentes empleadas fueron: urea (46% de nitrógeno) y un fertilizante compuesto de la fórmula 18-46-0. Al momento de la siembra se incorporó todo el fósforo y 31 kg/ha de nitrógeno. El resto del nitrógeno se incorporó en aplicaciones iguales a los 30 y 50 días desde la siembra.

F. Siembra

La siembra de los progenitores femeninos (cruzas simples) se realizó el once de junio y la cosecha el 17 de octubre de 1988. Todos los trabajos se realizaron en forma manual.

G. Combate de malezas

Las malezas se combatieron en preemergencia, con atrazina 80 WP y alachlor 4EC en dosis de 1.9 kg/ha y 5 L/ha, respectivamente. La mezcla empleada dio buen resultado en el combate de malezas de hoja ancha y gramíneas.

H. Combate de plagas

Las plagas del suelo se combatieron incorporando carbofuran al momento de la siembra en una dosis de 10 kg/ha. Para

combatir plagas del follaje y cogollo se hicieron dos aplicaciones de metomyl, cada una en dosis de 0.3 kg/ha.

1. Diseño experimental

Para esta investigación se usó un diseño de bloques completos al azar (BCA), con 24 tratamientos y tres repeticiones en un arreglo factorial 3x2x4. Hubo tres bloques en el experimento. El modelo estadístico para el análisis fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = A_i + B_j + (AB)_{ij} + C_k + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_l + E_{ijklm}$$

En donde:

$$i=1... a, \quad j=1... b, \quad k=1... c, \quad l=1... r, \quad m=1... n$$

Y es una observación cualquiera,

A, B, C son los efectos fijos principales,

(AB), (AC), (BC) son las interacciones de primer orden,

(ABC) es la interacción de segundo orden,

R es el efecto de los bloques,

E es el error asociado con las observaciones. Para la validez del modelo, se supone que E tiene una distribución normal, con media cero y varianza desconocida (Snedecor y Cochran, 1967).

J. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron:

- 1) Híbridos. Para este ensayo se seleccionaron los siguientes híbridos dobles:
 - a) H-27. Es un híbrido de grano blanco, desarrollado por la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras y liberado en 1985. En las condiciones de El Zamorano florece en promedio a los 58 días y alcanza una altura a la madurez de 2.80 m. Su rendimiento está alrededor de 5.15 t/ha, como lo demuestran los resultados del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales de años anteriores, PCCMCA (Villena, 1985; Córdova *et al.*, 1988).
 - b) Dekalb B-666. Es un híbrido de grano blanco de la compañía Dekalb que se lo ha sembrado por varios años en Centroamérica. En El Zamorano en promedio florece a los 58 días, alcanza una altura de 2.90 m y presenta rendimientos de alrededor de 7.0 t/ha.
 - c) Max-301. Es un híbrido de grano blanco de la compañía Agridec. En El Zamorano en promedio

florece a los 54 días y alcanza una altura de 2.50 m. Su rendimiento promedio en el ensayo del PCCMCA de 1987 fue de 5.2 t/ha (Córdova, 1988).

2) Métodos. Los métodos de emasculación empleados fueron:

- a) Descogollado. Este método consiste en arrancar el cogollo una semana antes de la aparición de la panoja. El cogollo es la estructura superior de la planta de maíz que contiene la panoja aún sin emerger y varias hojas superiores. Esta labor se realizó en una sola pasada por el campo a los 47 y 49 días desde la siembra. En promedio, el descogollado tuvo lugar entre los estadios V15 y V18 del desarrollo de la planta de maíz, de acuerdo con el sistema descrito por Ritchie y Hanway (1984).
- b) Despanojado. Este método consiste en arrancar la panoja cuando ésta se vuelve visible y antes de que libere polen. Este es el método tradicional empleado para evitar autopolinizaciones. Se realizó en este ensayo en tres pasadas por el campo a los 55, 59, y 62 días desde la siembra.

3) Densidades. Las densidades experimentales empleadas en esta investigación fueron:

- a) 23 mil, b) 33 mil, c) 43 mil y d) 53 mil plantas por hectárea.

La parcela consistió de cuatro surcos de 5m de largo, separados a 1.0 m de distancia, con un área total de 20 m². Los datos se tomaron de los dos surcos centrales. Para asegurar una buena polinización cada parcela estuvo rodeada por surcos de plantas del progenitor masculino de H-27, que fue la fuente de polen en todos los casos.

El progenitor masculino, se sembró en dos fechas distintas: cinco días antes de la siembra de los progenitores femeninos y al momento de la siembra de los progenitores femeninos. Esto se hizo con el propósito de lograr una polinización más efectiva.

Para mayor facilidad se empleó únicamente un progenitor masculino. Como el interés del ensayo era evaluar el comportamiento de las cruas simples que se usan como progenitores femeninos, no fue necesario disponer de diferentes fuentes de polen.

K. Datos tomados

Se tomaron datos de las siguientes variables:

1. Altura de la planta al momento del descogollado y del despanojado. La altura se tomó en metros, desde el suelo a la parte superior de la planta sin enderezar las hojas. En el caso del despanojado, la altura se tomó desde el suelo a la punta de la panoja, cuando ésta empezaba a emerger.
2. Tiempo empleado en el descogollado y despanojado de las parcelas. Para el análisis estadístico, esta variable se midió en minutos y centésimas de minuto.
3. Número de plantas por parcela al momento de la cosecha.
4. Número de mazorcas por parcela.
5. Número de mazorcas con mala cobertura. Se clasificó como mazorca con mala cobertura aquellas cuyas brácteas (tusa) no cubrían totalmente la punta de la mazorca.
6. Peso de mil semillas en gramos.
7. Porcentaje de semilla plana. Para separar la semilla plana de la redonda se utilizó la diferencia en grosor de

ambas semillas. El cilindro de precisión Carter No. 14/64x1 1/8 con agujeros rectangulares permite el paso de las semillas planas pero no el de las semillas redondas.

8. Coeficiente de desgrane. Esto es, la proporción entre las variables peso de semilla y peso total de la mazorca.
9. Rendimiento de semilla al 14% de humedad, en toneladas métricas por hectárea.

L. Análisis efectuados

Los datos tomados se sometieron a análisis de varianza. Para esto se empleó el Programa de Computación MSTAT desarrollado por la Universidad del Estado de Michigan. En los casos pertinentes se empleó la prueba de Duncan para separación de medias.

Se efectuó además, un análisis de covarianza en el que la variable dependiente fue "rendimiento" y la covariable "número de plantas por parcela".

El efecto principal "densidad de siembra" fue analizado mediante un polinomio ortogonal para las funciones lineal y cuadrática.

El modelo para ajustar la variable con los valores codificados para X fue:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + E$$

En donde:

Y es la variable dependiente,

X_1 y X_2 son los valores codificados de la variable independiente,

B_0 es la media de Y,

B_1 y B_2 son los coeficientes parciales de regresión para los valores codificados de X,

E es el error resultante de las desviaciones al azar del modelo. La suposición para la validez del modelo es que E esté distribuida normalmente, con media cero y varianza desconocida (Snedecor y Cochran, 1967).

Los datos de la variable "número de mazorcas con mala cobertura" se analizaron por medio de pruebas de Ji-Cuadrado en cuadros de contingencia (Snedecor y Cochran, 1967).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Apéndice 1 se presentan los datos tomados en el transcurso de este ensayo.

Los análisis de varianza de las variables "tiempo empleado en descogollar o despanojar", "número de plantas por parcela" y "número de mazorcas por parcela", se presentan en el Cuadro 1.

A. Tiempo empleado en descogollar o despanojar

En esta variable se detectaron diferencias significativas entre métodos ($P \leq 0.01$) y entre densidades ($P \leq 0.01$). No hubo diferencias entre híbridos con relación al tiempo empleado en emascular. Esto indica que fue igualmente fácil emascular cualquiera de los híbridos del ensayo.

Las medias del tiempo empleado se presentan en el Cuadro 2. Como se esperaba, el tiempo empleado en descogollar fue significativamente menor que el tiempo para despanojar. Mientras que en promedio se requirió de 43.8 horas/hombre para descogollar una hectárea, para despanojar el tiempo requerido fue de 57.5 horas/hombre por hectárea.

Con relación a los costos, el ahorro promedio al emplear el método del descogollado fue de L. 17.13 al nivel del salario actual (L. 1.25/hora). Como el error estándar de la media fue igual a 0.07, se puede indicar que el valor real del costo con el 95% de probabilidad está entre L. 16.99 y L. 17.27 (intervalo de confianza).

Cuadro 1. Cuadrados medios y niveles de significación de las variables "tiempo empleado en descogollar o despanojar", "número de plantas por parcela", y "número de mazorcas por parcela". El Zamorano, Honduras, 1988.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Tiempo	Número de Plantas	Número de Mazorcas
Bloques	2	1.16**	2.54 n.s.	23.29 n.s.
Híbridos(H)	2	0.16 n.s.	115.88**	266.00**
Métodos(M)	1	3.03**	22.22 n.s.	5.01 n.s.
Densidades(D)	3	4.40**	1201.05**	855.05**
H x M	2	0.04 n.s.	12.76 n.s.	77.05 n.s.
H x D	6	0.01 n.s.	11.60 n.s.	42.10 n.s.
M x D	3	0.17 n.s.	9.00 n.s.	5.84 n.s.
HxMxD	6	0.05 n.s.	48.92 n.s.	14.37 n.s.
Error	46	0.11	518.25	24.90
C.V.		21.38%	10.68%	14.01%

n.s. Indica que el valor no es estadísticamente significativo.

* * Indica que el valor es estadísticamente significativo al nivel del 1% ($P \leq 0.01$).

Cuadro 2. Medias del tiempo empleado en las labores de descogollado y despanojado y costos por hectárea. El Zamorano, Honduras, 1988.

METODO	HORAS/ha	COSTO/ha (L.)
Descogollado	43.8 a ^v	54.75 a
Depanojado	57.5 b	71.88 b
Error Estándar (Sy)	0.05	0.07

^vLetras disíntan denotan diferencias significativas ($P \leq 0.01$).

Existen dos razones por las cuales el tiempo empleado en descogollar resultó menor que el tiempo empleado en despanojar:

1. La labor del descogollado se realizó en una sola pasada por el campo, mientras que el despanojado requirió de tres pasadas por el campo en días distintos.

En la producción de semilla en una explotación comercial, para despanojar hace falta llevar el personal al campo tantas veces como sea necesario. Esto incrementa aún más el tiempo y los costos por transporte. Este componente no se tuvo en cuenta en esta investigación.

2. Las plantas al momento de descogollar presentaron menor altura que al despanojar, facilitándose la operación. Las alturas promedio de las plantas en todo el ensayo, al momento de descogollar o despanojar fueron 1.96 m y 2.35 m, respectivamente.

Con relación a densidad de siembra, el tiempo empleado en emascular aumentó linealmente al incrementarse el número de plantas. Esta respuesta se esperaba. Los coeficientes del polinomio ortogonal y los cuadrados medios de las respuestas lineal y cuadrática se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Coeficientes del polinomio ortogonal para el factor "densidades" en la variable "tiempo empleado en descogollar o despanojar" y cuadrados medios de las respuestas lineal y cuadrática. El Zamorano, Honduras, 1988.

Densidades	Total en minutos	Coeficientes, C_i		
		Lineal	Cuadrático	Cúbico
23,000	16.13	- 3	+1	- 1
33,000	25.07	- 1	- 1	+3
43,000	31.57	+1	+ 1	- 3
53,000	36.76	+3	+1	+1
Contraste (Z_i)		68.39	-3.75	1.13
Divisor ($r\sum C_i^2$)		360	72	360
Cuadrados Medios		12.99**	0.20 n.s.	0.00 n.s.

n.s. Indica que el valor no es estadísticamente significativo.

* * Indica que el valor es estadísticamente significativo al nivel del 1% ($P \leq 0.01$).

Ninguna de las interacciones resultaron significativas, lo que indica que los factores actuaron independientemente con relación a la variable tiempo empleado en descogollar o despanojar.

B. Número de plantas por parcela

En esta variable se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre híbridos y entre densidades.

En promedio el híbrido H-27 tuvo 34 plantas por parcela, el Dekalb B-666 tuvo 31 plantas por parcela y el Max-301 presentó 30 plantas por parcela.

De acuerdo con la prueba de Duncan al 1% nivel de significación, el híbrido H-27 presentó un número significativamente mayor de plantas por hectárea que los otros dos híbridos.

Si se sembró un igual número de semillas por parcela, dentro de cada tratamiento, se esperaba contar en promedio con un número igual de plantas. La diferencia encontrada podría indicar que la calidad de la semilla no fue similar para los tres híbridos. La semilla parental de H-27 fue producida por la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras en 1987. Las semillas de Dekalb B-666 y de Max-301 provienen del exterior y posiblemente se deterioraron en el viaje. Podría ser también, que la semilla de H-27 tiene una calidad intrínsecamente superior.

Como la variable rendimiento está correlacionada lineal y positivamente con el número de plantas, se realizó un análisis de covarianza entre estas dos variables. Esto es, para eliminar el

efecto del diferente número de plantas sobre el rendimiento. Este análisis se presenta posteriormente.

No se encontró diferencias significativas entre métodos de emasculación para la variable "número de plantas por parcela" al momento de la cosecha. Se postuló que en el campo al despanojar, por la altura de las plantas y la dificultad de la tarea, se quiebran y se pierden algunas plantas. Esta sería una ventaja adicional del método de descogollado. Sin embargo, en este experimento no se comprobó lo señalado.

La diferencia en el número de plantas entre los niveles del factor densidades se esperaba y es inherente a la naturaleza de este ensayo.

No se detectaron interacciones significativas entre los factores en estudio.

C. Número de mazorcas por parcela

Como se puede observar en el Cuadro 1, los resultados del análisis de varianza de la variable "número de mazorcas por parcela", son similares a los de la variable "número de plantas por parcela".

Esto no es sorprendente ya que estas dos características están altamente correlacionadas. En este experimento, el coeficiente de correlación entre las dos fue 0.814, significativo al nivel del 1% de probabilidad. Consecuentemente, la discusión que antecedió se puede aplicar también a esta variable.

D. Número de mazorcas con mala cobertura

Por ser esta una variable discontinua que presenta una distribución binomial, los resultados se analizaron mediante pruebas de Ji-Cuadrado.

En el Cuadro 4 se presenta el análisis efectuado para evaluar una posible interacción entre híbridos y métodos de emasculación en la característica "número de mazorcas con mala cobertura". El valor calculado de Ji-Cuadrado no fue significativo ($X^2_{cal}=5.39$ n.s.). Por lo tanto, se puede concluir que los híbridos presentaron proporciones similares de mazorcas con mala cobertura en los dos métodos de emasculación.

En el Cuadro 5 se presenta el análisis mediante la prueba de Ji-Cuadrado, para evaluar posibles diferencias entre los dos métodos de emasculación. El valor calculado de esta estadística fue altamente significativo ($X^2_{cal}=6.63^{**}$).

Estos resultados indican que el número de mazorcas con mala cobertura fue significativamente menor al descogollar que al despanojar. Esta observación es sorprendente y no ha sido reportada anteriormente en la literatura.

Cantrell y Geadelmann (1981) estudiaron la contribución de las brácteas (tusa) al llenado de la semilla, cuando se despanoja mecánicamente. Las brácteas son hojas modificadas que cubren la mazorca. Generalmente éstas constan únicamente de la vaina, pero en algunos genotipos se observan láminas rudimentarias.

Cuadro 4. Cuadro de contingencia con los valores observados (o), esperados (e) y de Ji-Cuadrado (X^2) para evaluar la interacción entre híbridos y métodos de emasculación en la variable "número de mazorcas con mala cobertura". El Zamorano, Honduras, 1988.

	<u>H-27</u>		<u>B-656</u>		<u>Max-301</u>		<u>TOTAL</u>
	<u>O</u>	<u>E</u>	<u>O</u>	<u>E</u>	<u>O</u>	<u>E</u>	
Descogollado	26	(22.6)	4	(10.1)	21	(18.3)	51
Despanojado	<u>48</u>	(51.4)	<u>29</u>	(22.9)	<u>39</u>	(41.7)	<u>116</u>
<u>TOTAL</u>	74		33		60		167

X^2 calculado= 5.39 n.s.

X^2 (0.01)(2)= 9.21

X^2 (0.05)(2)=5.99

n.s. no significativo.

Cuadro 5. Cuadro de contingencia con los valores observados (o), esperados (e) y de Ji-Cuadrado (X^2) para evaluar diferencias entre métodos de amasculación, con relación al "número de mazorcas con buena y mala cobertura". El Zamorano, Honduras, 1988.

	<u>DESCOGOLLADO</u>		<u>DESPANADO</u>		<u>TOTAL</u>
	<u>O</u>	<u>E</u>	<u>O</u>	<u>E</u>	
Número de mazorcas con buena cobertura	1222	(1190)	1176	(1208)	2398
Número de mazorcas con mala cobertura	<u>51</u>	(83)	<u>116</u>	(84)	<u>167</u>
<u>TOTAL</u>	1273		1292		2565

X^2 calculado= 26.24**

$X^2 (0.01)(1)= 6.63$

**significativo al nivel del 1%.

Cantrell y Geadelmann (1981) encontraron que la contribución de las brácteas al rendimiento, fue significativamente mayor cuando se produjo defoliación de las plantas. Esto indica que en condiciones de defoliación, como las causadas al descogollar, las brácteas se vuelven fotosintéticamente más activas. Es posible que esta mayor actividad fotosintética, esté relacionada con un mayor desarrollo de las brácteas, que podría incluir incluso a las láminas. Esto determinaría una mayor cobertura de la mazorca, como la observada en este experimento al descogollar. Esta observación deberá validarse en futuros experimentos y estudiar su importancia y relación con la pudrición de la mazorca.

E. Peso de 1000 semillas

En la variable "peso de 1000 semillas", se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre híbridos y entre métodos, como se puede observar en el Cuadro 6. La densidad de siembra no afectó esta variable. Las interacciones entre factores no fueron significativas.

Las medias de peso de mil semillas, se presentan en el Cuadro 7. Las semillas del híbrido H-27 fueron significativamente más pesadas que las de los otros dos híbridos. Con el método del despanojado las semillas resultantes fueron significativamente más pesadas.

Cuadro 6. Cuadrados medios y niveles de significación de las variables "peso de mil semillas" y "porcentaje de semilla plana". El Zamorano, Honduras, 1988.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Peso de 1000 Semillas	Porcentaje de semilla plana
Bloques	2	1208 n.s.	2.79 n.s.
Híbridos(H)	2	4798**	0.50 n.s.
Métodos(M)	1	24605**	2.35 n.s.
Densidad(D)	3	89 n.s.	9.16 n.s.
H x M	2	143 n.s.	10.06 n.s.
H x D	6	417 n.s.	20.70 n.s.
M x D	3	512 n.s.	25.05 n.s.
HxMxD	6	164 n.s.	56.70**
Error	46	552	16.30
C.V.		7.01%	4.72%

n.s. Indica que el valor no es estadísticamente significativo.

** Indica que el valor es estadísticamente significativo al nivel del 1% ($P \leq 0.01$).

Cuadro 7. Medias del peso de mil semillas, para los factores "híbridos" y "métodos", en gramos. El Zamorano, Honduras, 1988.

HIBRIDOS		METODOS	
H-27	350 a ^{1/}	Descogollado	317 a
B-666	335 b	Despanojado	354 b
MAX-301	322 b		
S _y	4.80		3.92

^{1/}Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$), mediante la prueba de Duncan.

Aparentemente al descogollar, por la defoliación causada, se interfiere con el llenado del grano, produciéndose granos más pequeños. Esto coincide con la información que presentan Hicks *et al.* (1977).

F. Porcentaje de semilla plana

En este experimento se evaluó la característica "porcentaje de semilla plana", porque de acuerdo con la literatura la defoliación incide en la producción de un menor porcentaje de semilla plana (Huey, 1971). La semilla plana resulta de la competencia por espacio, especialmente en el medio de la mazorca.

Huey (1971) no ofrece una explicación de por qué al defoliar disminuiría el porcentaje de semilla plana, pero posiblemente esto podría deberse a que la defoliación interfiere con el llenado de la semilla. Al producirse semillas más pequeñas habría más espacio en la mazorca, dando como resultado un mayor porcentaje de semilla redonda.

Sin embargo, como se puede ver en el Cuadro 6, ninguno de los efectos principales ni interacciones de primer orden resultaron significativos para la variable en discusión. A pesar de que la defoliación interfirió con el llenado de la semilla no afectó al porcentaje de semilla plana. Esto podría deberse a que el cilindro empleado fue muy grande y no realizó una separación muy estricta.

La interacción de segundo orden resultó significativa. No se dispone de una explicación satisfactoria para esto y podría ser un resultado aleatorio dentro de las probabilidades especificadas.

G. Coeficiente de desgrane

Los cuadrados medios de la variable "coeficiente de desgrane" se presentan en el Cuadro 8. Ni los efectos principales ni las interacciones presentaron valores significativos para esta característica.

El coeficiente de desgrane es la proporción entre el peso de la semilla y el peso total de la mazorca. En este ensayo la proporción fue similar para los factores en estudio. A pesar que al descogollar el peso de la semilla se redujo, se supone que también se redujo proporcionalmente el peso del olote (raquis de la mazorca), dando como resultado mazorcas más pequeñas.

H. Rendimiento de semilla

El análisis de varianza para la variable "rendimiento de semilla" se presenta en el Cuadro 8. La interacción híbridos por métodos fue significativa ($P \leq 0.01$), así como los efectos principales de los tres factores en estudio.

No se detectó interacción significativa entre métodos y densidades. Se esperaba este tipo de interacción porque se suponía que al haber menos luz disponible, las plantas responderían en forma diferente a la defoliación causada.

Cuadro 8. Cuadrados medios y niveles de significación de las variables "coeficiente de desgrane" y "rendimiento de semilla". El Zamorano, Honduras, 1988.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Coefficiente de desgrane	Rendimiento de semilla
Bloques	2	3.49 n.s.	0.22 n.s.
Híbridos(H)	2	61.08 n.s.	27.69**
Métodos(M)	1	65.62 n.s.	20.87**
Densidad(D)	3	68.65 n.s.	29.74**
H x M	2	213.22 n.s.	4.14**
H x D	6	54.18 n.s.	1.09 n.s.
M x D	3	94.22 n.s.	0.43 n.s.
HxMxD	6	57.03 n.s.	0.95 n.s.
Error	46	89.58	0.64
C.V.		12.14%	12.94%

n.s. Indica que el valor no es estadísticamente significativo.
 * * Indica que el valor es estadísticamente significativo al nivel del 1% ($P \leq 0.01$).

Edmeades *et al.* (1979) demostraron que las hojas más cercanas a la mazorca contribuyen en mayor proporción al llenado de la semilla. Al eliminarse las hojas superiores y la panoja, como en la labor del descogollado, más luz llega a las hojas cercanas a la mazorca. Esto compensaría por la pérdida de área fotosintética. Con una densidad de plantas baja, este factor de compensación se expresaría en un grado mayor por la poca competencia por luz entre las plantas.

Sin embargo, como se observa en la Figura 1, los métodos de emasculación actuaron independientemente con relación a las diferentes densidades de siembra en la variable rendimiento. Aparentemente, bajo las condiciones lumínicas de El Zamorano y las densidades de siembra empleadas, existe poca competencia por luz entre las plantas.

En el Cuadro 9 se presentan las respuestas lineal y cuadrática de la variable "rendimiento" a los niveles del factor "densidades". Únicamente la respuesta lineal es estadísticamente significativa. En la Figura 2 se presenta la relación que indica que el rendimiento de semilla aumentó a medida que se incrementó la densidad de siembra. La ausencia de una respuesta cuadrática probablemente se debe a la abundante precipitación que hubo durante el ciclo del cultivo (921,5 mm). En años más secos se espera que el máximo rendimiento ocurra a densidades inferiores a 50,000 plantas por hectárea.

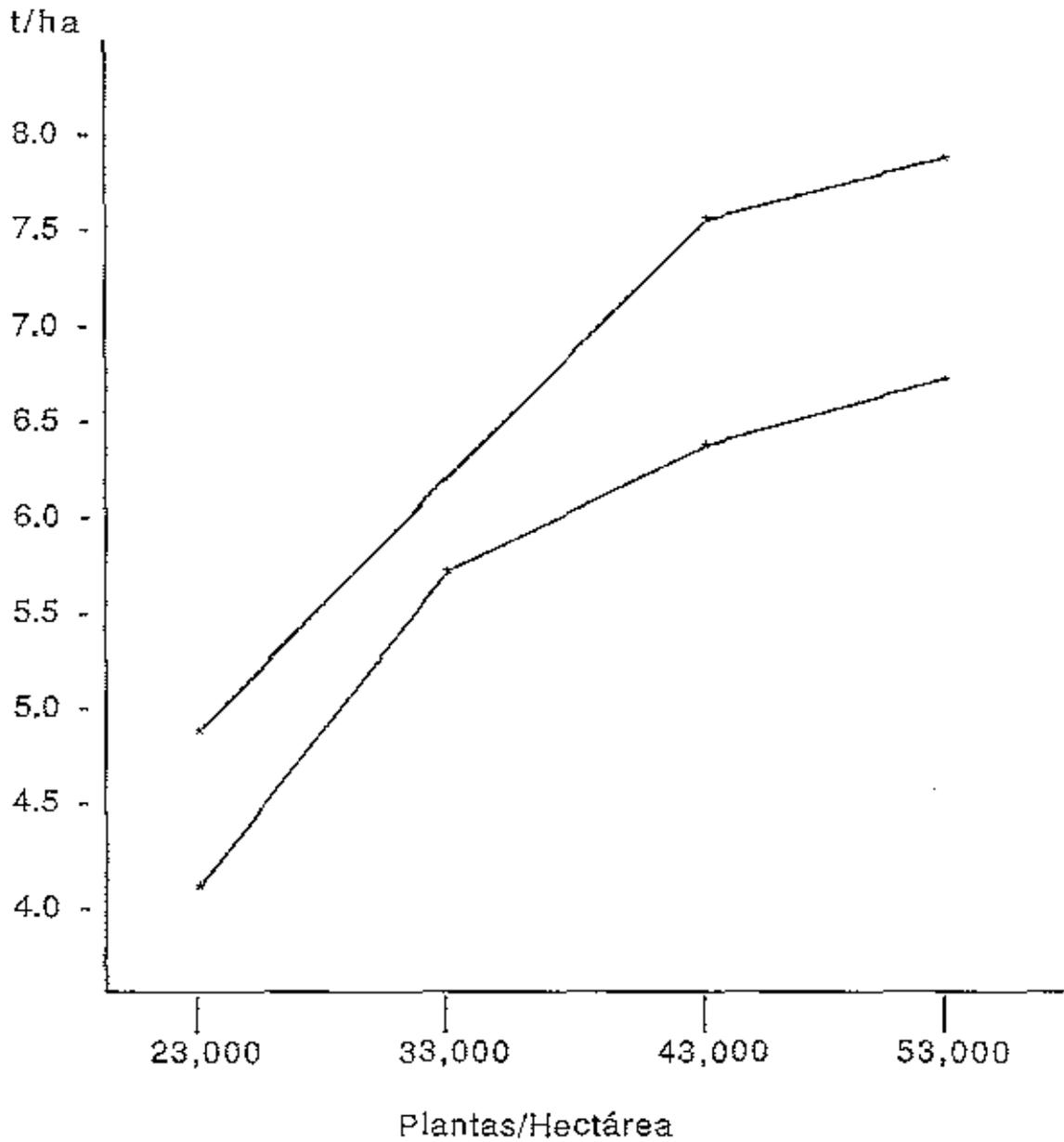


Figura 1. Efecto del método de emasculación y densidad de siembra sobre la variable rendimiento.

Cuadro 9. Coeficientes del polinomio ortogonal para el factor "densidades" en la variable "rendimiento de semilla" y cuadrados medios de las respuestas lineal y cuadrática. El Zamorano, Honduras, 1988.

Densidades	Total en toneladas	COEFICIENTES, C_j		
		Lineal	Cuadrático	Cúbico
23,000	81.87	- 3	+ 1	- 1
33,000	104.54	- 1	- 1	+ 3
43,000	124.64	+ 1	- 1	- 3
53,000	134.02	+ 3	+ 1	+ 1
Contraste (Z_j)		+178.56	+13.28	-8.18
Divisor ($r\sum c_j^2$)		360	72	360
Cuadrados Medios		86.59**	2.45 n.s.	0.19 n.s.

n.s. Indica que el valor no es estadísticamente significativo.
 * * Indica que el valor es estadísticamente significativo al nivel del 1% ($P \leq 0.01$).

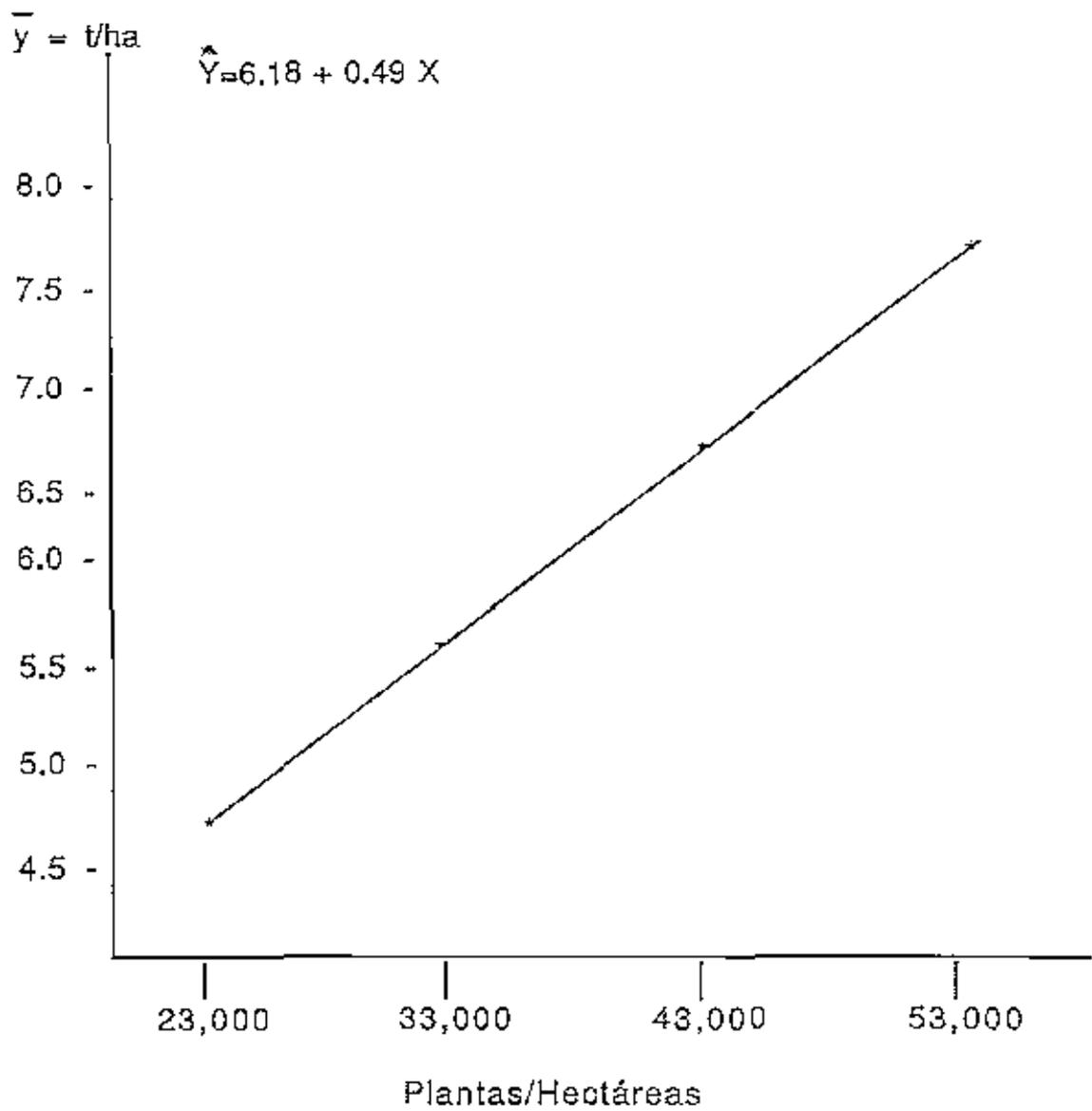


Figura 2. Respuesta lineal de rendimiento.(Y) con relación a densidad (X).

En este ensayo, la variable "rendimiento de semilla" estuvo positivamente correlacionada con la variable "número de plantas". El coeficiente de correlación lineal simple fue 0.74, estadísticamente significativo ($P \leq 0.01$).

Como el número de plantas y el rendimiento fueron significativamente diferentes entre híbridos (Cuadros 1 y 8), podría pensarse que la diferencia en rendimiento se debe a la diferencia en el número de plantas. Para corregir esto, se realizó un análisis de covarianza. En el Cuadro 10 se presenta el análisis de covarianza para la variable dependiente "rendimiento de semilla" y la covariable "número de plantas por parcela".

Una vez removido el efecto del número de plantas sobre el rendimiento (incluyendo el efecto de las diferentes densidades) se observa que los resultados son similares a los obtenidos con el análisis de varianza normal (Cuadros 8 y 10). Sin embargo, de acuerdo con la fórmula proporcionada por Gómez y Gómez (1984) el análisis de covarianza fue 11% más eficiente que el análisis de varianza. Por lo tanto, se proseguirá la discusión basándose en los resultados del análisis de covarianza.

En el Apéndice 2 se presentan las medias corregidas y sin corregir de las variables "rendimiento de semilla" y "número de plantas" para la interacción y factores principales significativos.

Cuadro 10. Análisis de covarianza y valores ajustados de las variables "Número de Plantas" (X) y "Rendimiento" (Y).

Fuente	Grados de libertad	SCX	SPXY	SCY	Grados de libertad	Valores Ajustados		F
		Número de Plantas	No. de Plantas por Rend.	Rendimiento		S.C.	C.M.	
Total	71	4551.5	738.4	217.18				
Repeticiones	2	5.08 n.s.	0.48	0.44 n.s.				
Tratamientos	23	4028.17**	665.85	187.81**				
Híbridos (H)	2	231.75**	79.28	55.37**				
Métodos (M)	1	22.22 n.s.	-21.53	20.87**				
Densidades (D)	3	3603.17**	585.38	89.23**				
HxM	2	25.53 n.s.	14.25	8.28**				
HxD	6	69.58 n.s.	16.66	6.56 n.s.				
MxD	3	27.00 n.s.	-0.16	1.29 n.s.				
HxMxD	6	48.92 n.s.	11.97	5.72 n.s.				
Error	46	518.25	72.07	29.43	45	19.41	0.43	
Trat. + Error	69	4548.42	737.92	216.74	68	96.97		
Trat. Ajustado					23	77.56	3.37	7.84**
H+Error	48	750.00	161.35	84.80	47	54.26		
H (ajustado)					2	34.85	17.42	40.52**
M+Error	47	540.47	50.54	50.30	46	45.57		
M (Ajustado)					1	26.16	26.16	60.83**
D+Error	49	4121.42	637.45	118.66	48	20.07		
D (Ajustado)					3	0.66	0.22	0.51 n.s.
(HM)+Error	48	543.78	86.30	37.71	47	24.01		
HM (Ajustado)					2	4.60	2.30	5.35**
(HD)+Error	52	587.83	98.73	35.99	51	22.80		
HD (Ajustado)					6	3.19	0.53	1.23 n.s.
(MD)+Error	49	545.25	71.91	30.72	48	21.23		
MD (Ajustado)					3	1.82	0.6	1.41 n.s.
(HMD)+Error	52	567.17	84.04	35.15	51	22.70		
HMD (Ajustado)					6	3.29	0.55	1.27 n.s.

* * denota valores significativos con una probabilidad al nivel del 1% ($P \leq 0.01$).

n.s. Indica que el valor no es estadísticamente significativo.

Las medias corregidas de la interacción híbridos por métodos se presentan en el Cuadro 11. En la Figura 3 se presenta en forma gráfica la relación entre híbridos y métodos de emasculación en la variable "rendimiento de semilla".

Al observar la Figura 3 se infiere que la interacción resulta del comportamiento diferente del híbrido Dekalb B-666 con relación al híbrido H-27. Con el método de descogollado, el híbrido B-666 presentó un rendimiento significativamente mayor ($P \leq 0.01$) que el híbrido H-27. Sin embargo, con el método del despanojado la diferencia en rendimiento de semilla fue estadísticamente igual para los híbridos B-666 y H-27.

Corral y Granados (1988) encontraron que la reducción en el rendimiento de la semilla del híbrido B-666 al descogollar no fue significativamente diferente que al despanojar. La diferencia encontrada en el presente ensayo es significativa ($P \leq 0.05$), como se observa en el Cuadro 11. Sin embargo, el promedio de hojas arrancadas por planta en el trabajo de Corral y Granados (1988) fue de 2.74 mientras que en este experimento fue de 4.76. La diferencia consecuentemente, puede atribuirse a la mayor defoliación causada en este trabajo. Esto demuestra que el grado de defoliación producido al descogollar afecta los rendimientos.

En todo caso el híbrido B-666 demuestra poseer algún mecanismo de compensación que hace que no sea muy afectado por la defoliación.

Medias corregidas

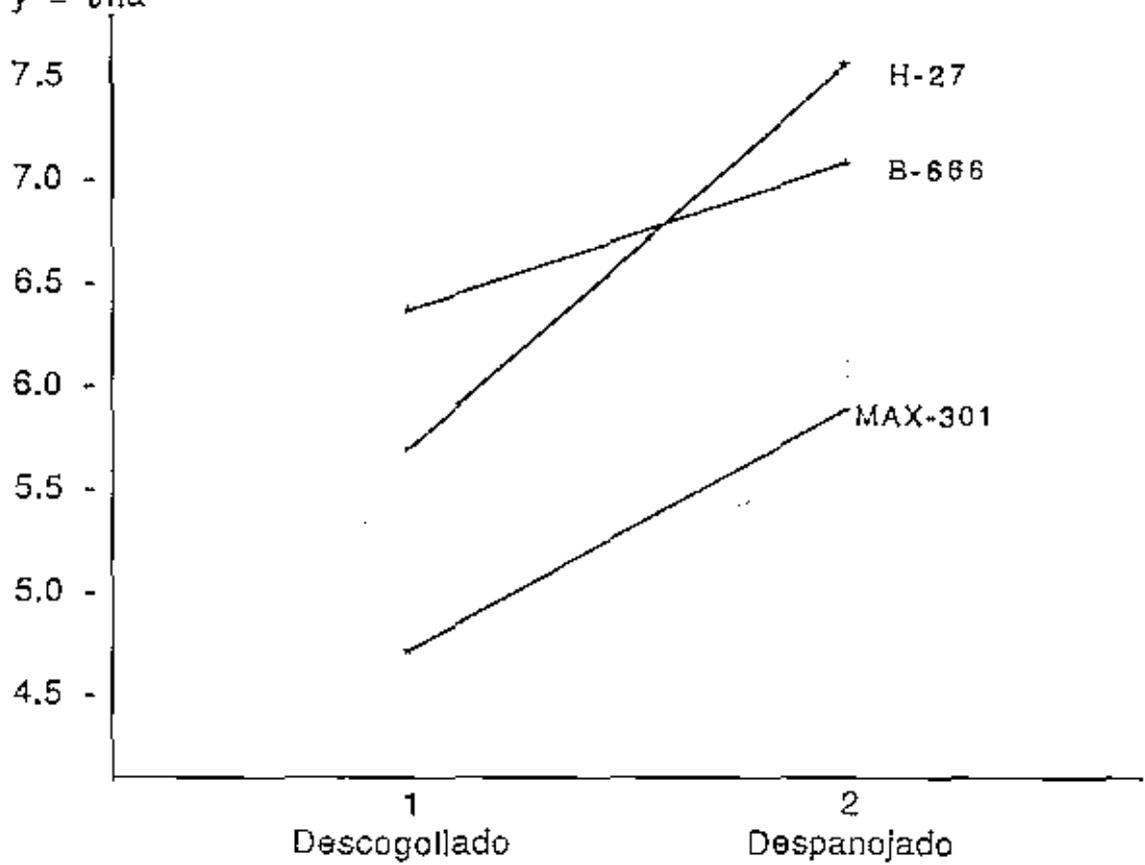
 $\bar{y} = t/ha$ 

Figura 3. Interacción entre híbridos y método de emasculación para la variable rendimiento.

Cuadro 11. Medias de rendimiento corregidas por número de plantas para la interacción híbridos por métodos. El Zamorano, Honduras, 1988.

INTERACCION			MEDIAS CORREGIDAS t/ha	
H-27	x	Descogollado	5.57	a**
H-27	x	Despanojado	7.50	b
B-666	x	Descogollado	6.48	l*
B-666	x	Despanojado	7.19	m
Max-301	x	Descogollado	4.64	r**
Max-301	x	Despanojado	5.70	s
S \bar{e}	=		0.28	
DMS (.05)	=		0.56	
DMS (.01)	=		0.75	

*,**Letras distintas dentro de un mismo híbrido denotan diferencias significativas a los niveles del 1% y 5%, respectivamente.

Como la reducción en el peso de la semilla fue también significativa al descogollar el híbrido B-666, el mecanismo de compensación debe estar relacionado con otro componente del rendimiento. Posiblemente se producen semillas con menor peso, pero un mayor número de semillas uniformes en peso. Sin embargo, en una explotación comercial con limitaciones de mano de obra, al emplear el método de descogollado se expresaría una defoliación promedio menor y consecuentemente una reducción menos drástica en los rendimientos. El descogollado podría empezarse ocho días antes de la floración y continuar la tarea por varios días más. A medida que se acerca la fecha de floración la pérdida de hojas al descogollar será progresivamente menor.

En el Cuadro 12 se presentan las medias corregidas de rendimiento para los factores "híbridos" y "métodos". Los híbridos H-27 y B-666 presentaron rendimientos claramente superiores al híbrido Max-301, independientemente del método de emasculación empleado.

La diferencia en rendimiento de semilla entre el método de descogollado y despanojado fue de 1.23 t/ha, a favor de este último. En vista que $S_y = 0.11$, se puede afirmar con un 95% de probabilidad que la media real de la diferencia está en el intervalo 1.00 t/ha y 1.46 t/ha.

Cuadro 12. Medias de rendimiento corregidas por número de plantas para los factores "híbridos" y "métodos". El Zamorano, Honduras, 1988.

<u>MEDIAS CORREGIDAS (t/ha)</u>			
HIBRIDOS		METODOS	
H-27	6.54 a ^{1/}	Descogollado	5.57 a
B-666	6.84 a	Despanojado	6.80 b
Max-301	5.17 b		
\bar{S}_d	= 0.19	\bar{S}_d	= 0.16
DMS (.05)	= 0.40	DMS (.05)	= 0.45
DMS (.01)	= 0.53	DMS (.01)	= 0.34

^{1/}Letras distintas indican diferencias significativas al nivel del 1% ($P \leq 0.01$).

Si se estima una ganancia neta promedio por kilogramo de semilla producida, de L.0.67, la diferencia en rendimiento económico neto estará entre L.670.00 y L.980.00 por hectárea con un 95% de probabilidad.

Si el ahorro por mano de obra al descogoliar fue alrededor de L.17.00 por hectárea, a los niveles actuales de salario, entonces es económicamente mejor despanojar.

Lo anterior no es necesariamente cierto en todos los casos por causa de la interacción encontrada entre híbridos y métodos. Pero aún en el caso del híbrido Dekalb B-666, las diferencias son económicamente significativas.

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se concluyó lo siguiente:

1. El método de descogollado representó un ahorro promedio de 14 horas de trabajo por hectárea, con relación al método de despanojado.
2. El peso de mil semillas fue significativamente mayor con el método de despanojado. Esto señala que la defoliación interfiere con el llenado de la semilla.
3. El método de descogollado influyó en una mejor cobertura de mazorca. Aparentemente la defoliación de hojas superiores determina un mayor desarrollo de las brácteas (tusa) que cubren la mazorca.
4. El porcentaje de semilla plana no fue afectado por el método de emasculación, contrariamente a lo que indica la literatura.
5. No se detectó interacción significativa entre densidad de siembra y método de emasculación en la variable rendimiento.
6. La defoliación causada con el método de descogollado incidió en una reducción significativa de los rendimientos. Sin embargo, el híbrido Dekalb B-666 resultó menos afectado que los otros híbridos.
7. El ahorro en mano de obra al descogollar no compensa la pérdida económica resultante por la disminución de los rendimientos.

VI. RECOMENDACIONES

Por los resultados y observaciones realizadas en este experimento, se recomienda lo siguiente:

1. Emplear el método de descogollado en la producción de semilla híbrida de maíz, en situaciones de poca disponibilidad de mano de obra.
2. Identificar los híbridos que, como el Dekalb B-666 son capaces de tolerar la defoliación. En la producción de semilla de estos materiales se podría preferir el método de descogollado al de despanojado.
3. En futuros trabajos, analizar los componentes de rendimiento y sus relaciones fisiológicas con la defoliación.
4. Estudiar en próximos trabajos, la defoliación sobre el desarrollo de las brácteas (tusa) que cubren la mazorca y su relación con cobertura y pudrición de mazorca.

VII. LITERATURA CITADA

- AGRIOS, G. N. 1978. Plant Pathology. 2nd. ed. New York, U.S.A. Academic Press, 703 p.
- CANTRELL, R. G. and GEADELMAN, J. L. 1981. Contribution of husk leaves to maize grain yield. *Crop Science* 21:544-546.
- COPELAND, L. O. 1976. Principles of seed science and technology. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, U.S.A. 369 p.
- CORDOVA, H. S.; RAUM, W.; BARKER, T. 1988. Estimación de parámetros de estabilidad para identificar la adaptación de 36 cultivares de maíz (*Zea mays* L.), evaluados en 16 ambientes de Centroamérica, Panamá y El Caribe, 1987. *In: Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios.* 34 . San José, Costa Rica. 21 al 25 de marzo, 1988. Resúmenes s.p.
- CORRAL, L. R. y GRANADOS, B. A. 1988. Estudio de dos métodos de emasculación en la producción de semilla de maíz híbrido. XXXIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. Marzo 21-25, 1988.
- CREIG, W. F. 1977. Production of hybrid corn seed. *In Corn and corn improvement.* Ed. by G. F. Sprague. Wisconsin, U.S.A, American Society of Agronomy. p. 673-719.

- EDMEADES, G. O.; FAIREY, N. A. and DAYNARD, T. B. 1979. Influence of plant density on the distribution of C14-labelled assimilate in maize at flowering. *Canadian Journal of Plant Science* 59:578-584.
- FAO. 1986. Anuario FAO de Producción 1985. Colección FAO. Estadística No. 39. Roma, Italia.
- GOMEZ, K. A. and GOMEZ, A. A. 1983. Statistical procedures for agricultural research. 2nd. ed. New York, U.S.A. Wiley. 680 p.
- HICKS, D. R.; NELSON, W. W. and FORD, J. H. 1977. Defoliation effects on hybrids adapted to the northern corn belt. *Agronomy Journal* 69:387-390.
- HUEY, J. R. 1971. Experiences and results of mechanical topping versus hand detasseling in 1971. In Proc. 26th Annu. Corn Sorghum Res. Conf. Am. Seed Trade Assoc. Washington D. C., U.S.A. p. 144-147.
- HUNTER, R. B.; MORTIMORE, C. G. and KANNENBERG, L. W. 1973. Inbred maize performance following tassel and leaf removal. *Agronomy Journal* 65:471-472.
- JUGENHEIMER, R. W. 1988. Maíz: Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Trad. del inglés por Rodolfo Piña García. México, D. F., México. Limusa, 841 p.

- LIABLE, C. A. 1974. Chemical methods of pollen control. Proc. 29th Annu. Corn Sorghum Res. Conf. Am. Seed Trade Assoc. Washington, D. C. p. 174-184.
- RITCHIE, S. W. and HANWAY, J. J. 1984. How a corn plant develops. Special report No. 48. Iowa State University. Iowa, U.S.A.
- RICCELLI, M.; BARBOSA, N. y VALERO, J. D. 1977. Efecto de diferentes métodos de despanojado en el rendimiento de híbridos simples de maíz. *Agronomía Tropical* (Venezuela) 27:171-179.
- SNEDECOR, G. W. and COCHRAN, W. G. 1967. *Statistical Methods*. 6th. ed. Ames, Iowa, U.S.A. The Iowa State University Press, 593 p.
- VILLENA, W. 1985. Ensayo uniforme de rendimiento de maíz, PCCMCA, 1984. *In: Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios*. 31. San Pedro Sula, Cortés, Honduras. 16-19 de Abril de 1985. Memoria v. 1. p. 1-9.

VIII. APENDICES

APENDICE 1. Variables en estudio y observaciones tomadas en el transcurso del experimento. El Zamorano, Honduras, 1988.

LISTA DE VARIABLES

VAR.	DESCRIPCION
1.	Repetición
2.	Tratamientos
3.	Híbrido
4.	Método ✓
5.	Distancia de siembra ✓
6.	Altura promedio de plantas al descogollar o despanojar (m)
7.	Altura promedio del suelo a la mazorca (m)
8.	Altura relativa de la mazorca
9.	Número de días al 50% de floración
- 10.	• -Promedio de hojas arrancadas al descogollar
11.	Tiempo empleado en descogollar o despanojar, en minutos ✓
12.	Número de plantas por parcela de 10m ²
13.	Número de mazorcas por parcela de 10m ²
14.	• Número de mazorcas con mala cobertura
15.	-Peso de mazorcas destusadas en libras por parcela
16.	Peso de maíz desgranado en libras por parcela
17.	Porcentaje de humedad del grano
18.	Porcentaje de grano plano
19.	Porcentaje de grano redondo ✓
20.	Peso de 1000 granos (gramos)
21.	Maíz desgranado en libras por parcela al 14% de humedad
- 22.	Rendimiento de grano (t/ha al 14% de humedad) ✓
23.	Coeficiente de desgrane

APENDICE I... (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	1	1	1	1	1.99	1.38	0.69	0	-4.6	2.52	47*	43	6	24.4	19.10	23.80	77	23	374	16.92	8.06	78.28
1	2	1	1	1	2.42	1.38	0.57	57	0.0	2.46	46	48	8	-30.5	24.55	24.20	83	17	410	21.64	10.30	80.49
1	3	1	1	1	2.19	1.41	0.64	0	4.9	2.25	42	33	0	23.8	18.75	23.56	88	12	307	16.67	7.94	78.78
1	4	2	2	1	2.72	1.43	0.53	55	0.0	2.30	33	35	2	-23.6	17.80	25.80	88	12	336	15.36	7.31	75.42
1	5	3	1	1	1.99	1.71	0.56	0	4.5	2.50	41	48	0	17.6	14.80	20.52	93	7	370	12.94	6.16	79.55
1	6	3	2	1	2.32	1.09	0.47	56	0.0	2.47	36	47	6	-20.8	15.85	22.92	71	29	345	14.21	6.76	76.20
1	7	1	1	2	2.40	1.38	0.57	0	-5.5	2.08	41*	45	3	18.8	15.00	19.72	90	10	292	14.00	6.67	79.79
1	8	1	2	2	2.50	1.37	0.55	56	0.0	1.99	40	47	1	-27.8	22.10	22.55	86	14	376	19.95	9.50	79.50
1	9	2	1	2	2.21	1.36	0.62	0	5.5	1.52	39	38	1	20.5	16.45	23.88	90	10	300	14.56	6.93	80.24
1	10	2	2	2	2.64	1.36	0.52	54	0.0	2.04	32	32	1	-24.4	18.35	24.84	88	12	369	16.04	7.64	75.20
1	11	3	1	2	1.93	1.14	0.59	0	4.6	2.59	40	40	4	15.9	12.70	19.88	87	13	313	11.83	5.63	79.87
1	12	3	2	2	2.15	1.15	0.53	56	0.0	2.00	30	39	2	-17.1	13.53	21.96	84	16	347	12.28	5.85	79.12
1	13	1	1	3	2.00	1.40	0.70	0	-4.8	1.33	31	30	2	14.9	11.70	21.32	86	14	345	10.70	5.10	78.52
1	14	1	2	3	2.36	1.38	0.58	56	0.0	1.84	32	41	4	25.4	20.00	22.92	86	14	371	17.93	8.54	78.74
1	15	2	1	3	2.25	1.35	0.60	0	4.8	1.43	29	29	0	17.3	13.60	21.96	89	11	295	12.34	5.88	78.61
1	16	2	2	3	2.53	1.36	0.54	55	0.0	1.31	22	24	2	15.4	11.60	24.04	77	23	388	10.25	4.88	75.32
1	17	3	1	3	2.15	1.11	0.52	0	4.2	1.37	29	39	2	14.3	10.80	20.68	79	21	303	9.96	4.74	75.52
1	18	3	2	3	2.26	1.10	0.49	56	0.0	1.98	29	42	7	-19.6	15.64	22.12	95	5	370	14.16	6.74	79.80
1	19	1	1	4	2.10	1.28	0.61	0	-4.3	1.00	17	24	3	11.9	8.90	22.76	88	12	340	7.99	-3.81	74.79
1	20	1	2	4	2.45	1.27	0.52	57	0.0	0.98	20	22	4	-13.4	10.40	23.40	86	14	370	9.26	4.41	77.61
1	21	2	1	4	2.08	1.33	0.64	0	4.5	1.07	22	47	3	15.1	11.60	22.92	85	15	336	10.40	4.95	76.82
1	22	2	2	4	2.42	1.30	0.54	55	0.0	1.13	19	23	4	16.8	12.65	24.04	80	20	361	11.17	5.32	75.30
1	23	3	1	4	1.66	0.98	0.59	0	3.8	1.32	23	26	1	10.8	8.90	20.52	83	17	308	8.23	3.92	82.41
1	24	3	2	4	2.20	1.00	0.45	56	0.0	1.05	19	30	1	11.2	8.90	19.88	83	17	315	8.29	3.95	79.46
2	1	1	1	1	2.02	1.39	0.69	0	-5.8	1.40	44	45	2	22.1	17.60	21.64	81	19	359	16.04	-7.64	79.64
2	2	1	2	1	2.36	1.38	0.58	57	0.0	2.68	45	44	8	-27.9	22.34	23.08	89	11	375	19.98	9.51	80.07
2	3	2	1	1	2.15	1.40	0.65	0	5.7	1.36	39	39	0	20.8	16.25	23.24	88	12	304	14.50	6.91	78.13
2	4	2	2	1	2.66	1.40	0.53	56	0.0	2.51	38	38	0	-26.0	20.18	25.48	88	12	337	17.49	8.33	77.62
2	5	3	1	1	1.95	1.10	0.56	0	4.4	1.40	40	38	2	14.9	12.25	20.04	86	14	295	11.39	5.42	82.21
2	6	3	2	1	2.17	1.05	0.48	55	0.0	2.15	37	49	5	20.6	15.95	21.80	82	18	365	14.50	6.91	77.43
2	7	1	1	2	1.97	1.37	0.70	0	-5.0	1.20	36	44	1	20.7	16.50	21.80	86	14	333	15.00	-7.14	79.71
2	8	1	2	2	2.40	1.36	0.57	55	0.0	2.35	35	39	2	-21.8	16.62	22.92	84	16	371	14.90	7.09	76.24
2	9	2	1	2	2.10	1.34	0.64	0	4.8	1.06	34	33	0	22.2	17.10	23.24	74	26	323	15.26	7.27	77.03
2	10	2	2	2	2.56	1.33	0.52	53	0.0	2.30	36	37	3	-28.4	21.50	25.16	86	12	352	18.71	8.91	75.70
2	11	3	1	2	1.76	1.03	0.59	0	3.8	1.21	39	39	1	16.4	12.44	20.04	82	18	307	11.57	5.51	75.85
2	12	3	2	2	2.13	1.02	0.48	55	0.0	2.08	33	37	3	18.0	13.20	20.04	88	12	330	12.27	5.84	73.33

APENDICE 1... (continuación)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2	13	1	1	1	3	2.10	1.41	0.67	0	-6.5	1.20	33	38	0	15.0	11.80	22.28	87	13	328	10.66	-5.08	78.67
2	14	1	2	2	3	2.32	1.40	0.60	56	0.0	1.46	32	42	5	-25.5	18.12	25.16	88	12	377	15.77	7.51	71.06
2	15	2	1	1	3	1.98	1.32	0.67	0	3.8	1.00	26	28	0	18.5	14.15	24.36	89	11	331	12.45	5.93	76.49
2	16	2	2	2	3	2.45	1.30	0.53	55	0.0	1.08	29	29	2	14.4	11.05	20.52	83	17	340	10.21	4.86	76.74
2	17	3	1	1	3	1.98	1.07	0.54	0	4.3	1.06	31	34	0	14.6	12.08	19.88	86	14	316	11.25	5.36	82.74
2	18	3	2	2	3	2.32	1.08	0.47	55	0.0	0.96	23	30	2	-15.0	11.80	21.48	90	10	333	10.77	5.13	78.67
2	19	1	1	1	4	1.89	1.14	0.60	0	-4.5	0.93	26	25	0	11.9	9.50	21.00	84	16	314	8.73	-4.16	79.83
2	20	1	2	4	4	2.37	1.15	0.49	56	0.0	0.83	23	31	2	-18.2	13.85	24.42	83	17	374	12.17	5.80	76.10
2	21	2	1	1	4	1.97	1.24	0.63	0	4.5	0.56	22	27	0	13.1	10.60	22.12	87	13	264	9.60	4.57	80.92
2	22	2	2	2	4	2.40	1.25	0.52	55	0.0	0.76	19	25	1	-17.5	12.70	23.88	85	15	352	11.24	5.35	72.57
2	23	3	1	1	4	1.86	0.99	0.53	0	3.8	0.40	18	21	0	8.3	6.55	17.96	95	5	283	6.25	2.98	78.92
2	24	3	2	2	4	2.05	0.98	0.48	55	0.0	0.78	20	26	2	-11.0	8.30	21.22	82	18	323	7.60	3.62	75.45
3	1	1	1	1	1	1.89	1.36	0.72	0	-5.3	1.53	41	49	1	20.5	15.35	22.88	83	17	300	13.77	-6.55	74.88
3	2	1	2	1	1	2.28	1.35	0.59	58	0.0	2.21	43	50	6	-28.9	22.15	24.42	92	8	359	19.47	9.27	76.64
3	3	2	1	1	1	1.96	1.38	0.70	0	4.5	1.30	40	38	0	26.5	20.40	24.84	90	10	342	17.83	8.49	76.98
3	4	2	2	2	1	2.65	1.37	0.52	55	0.0	2.20	38	40	5	-27.9	21.35	25.00	89	11	338	18.62	8.87	76.52
3	5	3	1	1	1	1.66	0.98	0.59	0	4.8	1.20	29	40	4	13.2	7.07	21.80	88	12	282	6.43	3.06	53.56
3	6	3	2	1	1	2.15	0.95	0.44	56	0.0	2.32	42	43	3	-19.1	15.20	22.44	83	17	292	13.71	6.53	79.58
3	7	1	1	1	2	1.84	1.32	0.72	0	-5.3	1.50	40	42	4	19.4	14.35	20.52	81	19	317	13.26	-6.32	73.97
3	8	1	2	2	2	2.38	1.30	0.55	55	0.0	2.10	38	51	1	-26.6	21.02	22.76	87	13	345	18.88	8.99	79.02
3	9	2	1	1	2	1.94	1.31	0.68	0	5.3	1.26	34	34	0	22.1	17.55	23.05	81	19	323	15.70	7.48	79.41
3	10	2	2	2	2	2.55	1.31	0.51	54	0.0	1.68	34	34	3	-27.1	20.90	24.84	84	16	380	18.27	8.70	77.12
3	11	3	1	1	2	1.64	1.00	0.61	0	4.3	1.25	30	33	2	13.4	10.35	22.12	85	15	315	9.37	4.46	77.24
3	12	3	2	2	2	2.10	0.97	0.46	56	0.0	1.36	26	27	6	-13.3	10.75	20.84	92	8	326	9.90	4.71	80.83
3	13	1	1	1	3	1.78	1.29	0.72	0	-5.3	1.14	28	38	3	15.9	11.92	21.96	89	11	318	10.82	-5.15	74.97
3	14	1	2	2	3	2.15	1.28	0.60	55	0.0	1.75	31	41	6	21.0	16.22	21.48	87	10	340	14.81	7.05	77.24
3	15	2	1	1	3	1.97	1.33	0.68	0	5.0	1.43	33	37	0	23.4	18.00	25.16	85	15	334	15.66	7.46	76.92
3	16	2	2	2	3	2.40	1.30	0.54	54	0.0	2.10	28	32	2	23.5	16.85	25.16	87	13	331	14.66	6.98	71.70
3	17	3	1	1	3	1.66	1.03	0.62	0	4.5	1.10	23	25	3	10.8	8.10	20.04	87	13	305	7.53	3.59	75.00
3	18	3	2	2	3	2.24	1.00	0.45	55	0.0	1.53	33	33	2	13.3	10.60	22.28	85	15	315	9.58	4.56	79.70
3	19	1	1	1	4	1.86	1.13	0.61	0	-5.7	1.00	21	27	1	14.9	11.80	22.12	89	11	337	10.69	-5.09	79.19
3	20	1	2	4	4	2.28	1.14	0.50	56	0.0	1.24	24	37	1	20.0	15.25	22.76	83	17	371	13.70	6.52	76.25
3	21	2	1	4	4	1.90	1.23	0.65	0	4.3	0.40	22	21	0	13.9	11.05	23.08	87	13	320	9.88	4.71	79.50
3	22	2	2	4	4	2.36	1.22	0.52	54	0.0	1.02	23	24	4	-17.0	13.03	24.04	81	19	368	11.51	5.48	76.65
3	23	3	1	4	4	1.62	0.96	0.59	0	4.1	0.51	21	26	2	11.8	6.90	19.72	78	22	274	6.44	3.07	58.47
3	24	3	2	4	4	2.01	0.95	0.47	56	0.0	1.15	23	23	0	12.5	9.82	23.08	85	15	386	8.78	4.18	78.56

APENDICE 2. Medias sin corregir y corregidas para el análisis de covarianza entre "número de plantas" (X) y "rendimiento de semilla (Y). El Zamorano, Honduras, 1988.

	Medias Y Y _i	Medias X X _i	Desviaciones X _i - X	Medias Y corregidas Y' = Y _i - b _{y.x} (X _i - X)
<u>Híbridos (H)</u>				
H-27	6.886	33.917	2.500	6.54
B-666	6.714	30.542	-0.875	6.84
Max-301	4.945	29.792	-1.625	5.17
<u>Métodos (M)</u>				
Descogollado	5.643	31.972	0.555	5.57
Despanojado	6.720	30.861	-0.556	6.80
<u>Interacción (HxM)</u>				
H-27xDescogollado	5.896	33.750	2.333	5.57
H-27xDespanojado	7.875	34.083	2.666	7.50
B666xDescogollado	6.542	31.833	0.416	7.19
B666xDespanojado	6.886	29.250	-2.167	6.48
Max-301xDescogollado	4.492	30.333	-1.084	4.64
Max-301xDespanojado	5.399	29.250	-2.167	5.70
Gran media, X=31.417				
Coeficiente de regresión del error = $b_{y.x} = \frac{SP_{xy}(\text{Error})}{SC_x(\text{Error})}$				
b _{y.x} = 0.1391				

APENDICE 3. Análisis de covarianza y valores ajustados de las variables "Número de Mazorcas" (X) y "Rendimiento" (Y). El Zamorano, Honduras, 1988.

Fuente	SCX		SPXY		SCY		Valores Ajustados		F.
	Grados de libertad	Número de Mazorcas	No. de mazorcas Rend.	Rendimiento	Grados de libertad	S.C.	C.M.		
Total	71	4804,87	682,31	217,18					
Repeticiones	2	46,58	4,32	0,44 n.s.					
Tratamientos	23	3612,88**	581,67	187,31**					
Hibridos (H)	2	532,00**	50,4	55,37**					
Métodos (M)	1	5,01 n.s.	10,23	20,87**					
Densidades (D)	3	2565,15**	474,66	89,23**					
MxM	2	154,11 n.s.	32,97	8,28**					
HxD	6	252,56 n.s.	3,6	6,56 n.s.					
MxD	3	17,82 n.s.	1,47	1,29 n.s.					
HxMxD	6	86,22 n.s.	8,34	5,72 n.s.					
Error	46	1145,42	96,32	29,43	45	21,33	0,47		
Tra. + Error	69	4758,30	677,99	216,74	68	120,14	4,30	9,15**	
Tra. Ajustado	48	1677,42	146,72	84,80	23	98,81	71,97	25,32	53,87**
H+Error	47	1150,43	106,55	50,30	46	40,43	50,64	19,10	40,64**
H (ajustado)	49	3710,57	570,98	118,66	1	19,10	30,80	9,47	6,71**
M+Error	48	1299,53	129,29	37,71	3	24,85	24,85	1,76	3,74*
M (ajustado)	52	1397,98	99,92	35,99	2	3,52	3,52	1,25	2,66*
D+Error	49	1163,24	97,79	30,72	51	28,85	7,52	22,5	0,83 n.s.
D (ajustado)	52	1231,64	104,66	35,15	6	1,17	26,26	1,23	0,44 n.s.
(HM)+Error					3	1,17	26,26		
(HD)+Error					51	1,23	0,21		
(MD)+Error					6				
(HMD)+Error					8				
HMD (ajustado)									

*, ** denotan valores significativos con una probabilidad ($P \leq 0,05$) y ($P \leq 0,01$), respectivamente.

n.s. Indica que el valor no es estadísticamente significativo.

DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR ↗

- Nombre : ISIDRO LUNA TREJO
- Lugar y fecha de nacimiento : Masaguara, Intibucá, Honduras
15 de mayo de 1954
- Educación Primaria : Escuela John F. Kennedy
(1961-1966)
Jesús de Otoro, Intibucá
- Educación Secundaria : Instituto Federico C. Canales
(Ciclo Común) (1969-1971)
Jesús de Otoro, Intibucá
- Educación Secundaria : Escuela Normal de Varones
Centroamérica
(1972-1974)
El Edén, Comayagua
- TITULO OBTENIDO : MAESTRO DE EDUCACION
PRIMARIA
- Educación Superior : Escuela Agrícola Panamericana
(1975-1977)
El Zamorano, Francisco Morazán
- TITULO OBTENIDO : AGRONOMO
- Educación Superior : Escuela Agrícola Panamericana
(1988-1989)
El Zamorano, Francisco Morazán
- TITULO OBTENIDO : INGENIERO AGRONOMO