

Comparación entre la Biología de *Zabrotes subfasciatus* y *Acanthoscelides obtectus* en Frijol Almacenado¹

Simón Teck, Valery W. de Malo, Luis A. Pinel y Juan Carlos Rosas²

Los brúquidos *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) y *Acanthoscelides obtectus* (Say), conocidos como gorgojos del frijol, son las plagas más importantes del frijol almacenado en América Latina (Schoonhoven, 1976). Su daño afecta a la cantidad y calidad del frijol, obligando al agricultor a vender su cosecha rápidamente, aun en épocas con oferta alta y precios bajos. Los objetivos de este trabajo fueron: determinar las diferencias en la biología de *Z. subfasciatus* y *A. obtectus* de los biotipos presentes en Honduras; evaluar su crecimiento y reproducción en una variedad de frijol común en Honduras bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa; e identificar la especie más dañina al grano bajo diferentes condiciones de desarrollo.

Materiales y Métodos

El ensayo constó de dos experimentos realizados en el Centro Internacional de Tecnologías de Semillas y Granos (CITESGRAN) entre octubre de 1991 y marzo de 1992. Los insectos fueron colocados bajo los siguientes tratamientos: temperaturas de 27, 31, 32 y 34°C, a 70% de humedad relativa, y a 50, 60, 70 y 80% de humedad relativa con temperatura de 28°C. Se inocularon muestras de 100 g de frijol con 25 parejas adultas de cada especie. La variedad de frijol utilizada fue Danlí 46. El primer experimento, con diferentes temperaturas, se llevó a cabo en la época lluviosa (octubre-noviembre). El segundo en el cual se varió la humedad relativa, se lo realizó en la época seca (febrero-marzo). Las variables analizadas fueron: número de huevos totales ovipositados, número de huevos promedio por hembra, número de días a la primera emergencia de adultos, número de adultos emergidos, mortalidad de inmaduros, número de machos y de hembras, relación machos:hembras, peso seco promedio de machos y de hembras.

Resultados y Discusión

Las condiciones de temperatura y humedad relativa en las cuales se obtuvo el mejor desarrollo de *A. obtectus* fueron 27°C y 80%, respectivamente, durante la época seca. En estas condiciones se obtuvo el máximo número de progenie, pero el tiempo de desarrollo fue igual en todas las temperaturas. La tasa de emergencia más

¹ Parte del trabajo de tesis del autor principal, presentada como requisito para optar por el título de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Ex-estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Coordinadora del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN), Jefe Sección Postcosecha del CITESGRAN, y Jefe del Departamento de Agronomía, respectivamente, EAP, Honduras.

rápida y temprana fue observada a 30°C. Adicionalmente, la temperatura de 34°C fue detrimental para *A. obtectus*, ya que pese a que hubo oviposición, no se observó emergencia posterior de adultos (Cuadros 1 y 2).

La temperatura para óptimo desarrollo de *Z. subfasciatus* se obtuvo en el rango de 27-32°C. Pero a 27°C la emergencia se atrasó cinco días. La humedad relativa, que comparativamente favoreció el desarrollo del insecto, fue 70%. A esta humedad relativa y dentro del rango de temperatura mencionado se obtuvo el menor tiempo de desarrollo, máximo número de progenie y una rápida tasa de emergencia (Cuadros 3 y 4).

En la época lluviosa, el insecto que mayor daño causó al frijol fue *Zabrotes*. En la época seca el más dañino fue *A. obtectus* debido a que el número de adultos emergidos de *Z. subfasciatus* fue mucho menor que el obtenido en el experimento anterior (en la época lluviosa). El insecto que más daño causó al frijol en términos de perforaciones por grano en el primer experimento fue *Z. subfasciatus*, mientras que en el segundo experimento fue *A. obtectus* (Cuadros 1 y 3).

Si *Z. subfasciatus* no presentara forma anormal, en las épocas de calor, sería el insecto más dañino a través del año. Esto fue reconocido por Pajni (1986) quien encontró polimorfismo en *Z. subfasciatus*, afectando el número de huevos ovipositados cuando se presenta en la forma "anormal". Las épocas del año, por el clima, afectan la biología de los brúquidos en estudio, influyendo en el número de huevos por hembra, número de adultos emergidos y porcentaje de sobrevivencia. Los cambios estacionales parecieron afectar la biología de *Z. subfasciatus* más que la de *A. obtectus*; sin embargo, la humedad relativa no juega un papel tan importante como la temperatura en el desarrollo del insecto.

Referencias

- Schoonhoven, A. Van. 1976. Pests of stored beans and their economic importance in Latin America. Proceedings of the XV International Congress of Entomology. Washington D.C., pp 691-698.
- Pajni, H.R. 1986. Ecological status of host-range and polymorphism in Bruchidae. Proceedings of the 4th International Working Conference on Stored Products Protection, Tel Aviv, Israel. pp 505-506.

Cuadro 1. Observaciones promedio de diferentes variables en estudio de *Acanthoscelides obtectus* con cuatro temperaturas y 70% de humedad relativa.²

Variable	Temperatura (°C)			
	27	30	32	34
# huevos totales	658.0 a	461.0 a	515.0 a	363.0 a
# huevos\hembra	26.0 a	19.0 a	21.0 a	15.0
# días a primera emergencia	30.0 a	30.0 a	30.0 a	-
# adultos emergidos	614.0 a	417.0 ab	230.0 bc	0.0 c
Adultos emergidos (%)	93.0 a	90.0 a	45.0 b	0.0 c
Mortalidad de inmaduros (%)	7.0 c	10.0 c	55.0 b	100.0 a
# hembras	375.0 a	266.0 ab	132.0 b	0.0 c
# machos	239.0 a	151.0 b	98.0 b	0.0 c
Relación macho:hembra	0.64:1 **	0.57:1 **	0.74:1 **	0:0 **
Peso seco hembras (mg)	2.6 cx	2.7 bx	2.9 ax	0.0 dx
Peso seco machos (mg)	2.0 cy	2.5 bx	2.7 ax	0.0 dx
# de perforaciones/grano	1.1 a	0.8 ab	0.5 bc	0.0 c
Daño al grano (%)	44.0 a	31.0 ab	20.0 b	0.0 c

² Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras. Promedio cinco repeticiones por tratamiento; 100 g de frijol y 25 parejas de insectos.

** Significativo al nivel $P \leq 0.05$ (hipótesis la relación sería 1:1); prueba de Chi Cuadrado.

Cuadro 2. Observaciones promedio de diferentes variables en estudio de *Acanthoscelides obtectus* con cuatro humedades relativas y 28°C.²

Variable	Humedad relativa (%)			
	50	60	70	80
# huevos totales	458.0 b	499.0 b	461.0 b	666.0 a
# huevos\hembra	18.0 b	20.0 b	18.0 a	27.0 a
# días a primera emergencia	30.0 a	28.0 a	30.0 a	28.0 a
# adultos emergidos	237.0 b	252.0 b	217.0 b	414.0 a
Adultos emergidos (%)	52.0 b	51.0 b	47.0 b	62.0 a
Mortalidad de inmaduros (%)	48.0 a	50.0 a	53.0 a	38.0
# hembras	140.0 b	156.0 b	141.0 b	267.0 a
# machos	97.0 b	97.0 b	76.0 b	147.0 a
Relación macho:hembra	0.70:1 **	0.62:1 **	0.54:1 **	0.55:1 **
Peso seco hembras (mg)	2.6 bcx	2.5 cx	2.8 ax	2.7 bx
Peso seco machos (mg)	2.4 ax	2.3 abx	2.5 ax	2.1 by

² Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras. Promedio cinco repeticiones por tratamiento; 100 g de frijol y 25 parejas de insectos.

** Significativo al nivel $P \leq 0.05$ (hipótesis la relación sería 1:1); prueba de Chi Cuadrado.

Cuadro 3. Observaciones promedio de diferentes variables en estudio de *Zabrotes subfasciatus* con cuatro temperaturas y 70% de humedad relativa.²

Variable	Temperatura (°C)			
	27	30	32	34
# huevos totales	718.0 a	712.0 a	675.0 a	554.0 b
# huevos\hembra	29.0 a	29.0 a	27.0 a	22.0 b
# días a primera emergencia	28.0 a	23.0 b	23.0 b	23.0 b
# de adultos emergidos	671.0 a	681.0 a	650.0 a	192.0 b
Adultos emergidos (%)	94.0 a	96.0 a	96.0 a	35.0 b
Mortalidad de inmaduros (%)	7.0 b	4.0 b	4.0 b	65.0 a
# hembras	331.0 a	340.0 a	325.0 a	101.0 b
# machos	340.0 a	342.0 a	324.0 a	91.0 b
Relación macho:hembra	1:0.97 ns	1:0.99 ns	0.99:1 ns	1:0.90 ns
Peso seco hembras (mg)	1.6 ax	1.5 ax	1.6 ax	1.4 bx
Peso seco machos (mg)	0.8 ay	0.9 ay	0.9 ay	0.4 by
# perforaciones /grano	1.3 a	1.3 a	1.2 a	0.3 b
Daño al grano (%)	60.0 a	63.0 a	58.0 a	26.0 b

² Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras. Promedio cinco repeticiones por tratamiento; 100 g de frijol y 25 parejas de insectos.

n.s no significativo (hipótesis la relación sería 1:1); prueba de Chi Cuadrado.

Cuadro 4. Observaciones de diferentes variables en estudio de *Zabrotes subfasciatus* con cuatro humedades relativas y 28°C.²

Variable	Humedad relativa (%)			
	50	60	70	80
# huevos totales	97.0 ab	82.0 ab	153.0 a	61.0 b
# huevos\hembra	4.0 ab	3.0 ab	6.0 a	3.0 b
# días a primera emergencia	29.0 a	30.0 a	29.0 a	29.0 a
# adultos emergidos	55.0 a	50.0 a	107.0 a	44.0 a
Mortalidad de inmaduros (%)	55.0 a	54.0 a	31.0 a	40.0 a
# hembras	26.0 a	25.0 a	56.0 a	20.0 a
# machos	29.0 a	25.0 a	51.0 a	24.0 a
Relación macho:hembra	1:0.92 n.s	1:0.98 n.s	1:0.92 n.s	1:0.83 *
Peso seco hembras (mg)	1.6 ax	1.2 bx	1.6 ax	1.6 ax
Peso seco machos (mg)	0.7 ay	0.8 ay	0.8 ay	0.9 ay

² Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras. Promedio cinco repeticiones por tratamiento; 100 g de frijol y 25 parejas de insectos.

*, ns significativo a nivel $p \leq 0.05$ y no significativo (hipótesis la relación sería 1:1); Prueba de Chi Cuadrado.

Efecto de Arcelina en la Tasa de Crecimiento y Reproducción de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman)¹

Rafael C. Altamirano, Juan Carlos Rosas, Valery W. de Malo,
y Luis A. Pinel²

La arcelina, es una proteína presente en algunos frijoles silvestres resistentes a *Z. subfasciatus* y se le ha evaluado como posible factor antibiótico de resistencia a esta plaga (Cardona y Posso, 1987; Cardona et al., 1991; Harmsen et al., 1987). Los objetivos del presente estudio fueron medir el efecto de diferentes formas alélicas de arcelina en las tasas de crecimiento y reproducción de *Z. subfasciatus*; y medir el efecto de la exposición continua de *Z. subfasciatus* a arcelina en la estabilidad de esta resistencia en frijol común. Los experimentos se llevaron a cabo utilizando isolíneas de la variedad de frijol Porrillo 70, conteniendo las cinco formas alélicas de arcelina conocidas como Arc+1, Arc+2, Arc+3, Arc+4 y Arc-. Se usó también como testigo susceptible la variedad local Danlí 46. Frascos de vidrio de 350 ml de capacidad fueron usados conteniendo 100 g de semilla como unidades experimentales. Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Los diferentes tratamientos fueron infestados con 25 parejas de adultos para el primer experimento y 10 parejas de adultos para el segundo experimento. Los datos obtenidos fueron tomados diariamente entre los meses de agosto 1991 hasta febrero 1992.

El Cuadro 1, muestra el efecto de arcelina en las variables seleccionadas. En todos los casos la Arc + 1 y Arc + 2 presentan los mayores índices de resistencia al ataque de *Zabrotes* determinado principalmente por un efecto de antibiosis. Para la variable porcentaje de huevos eclosionados (fertilidad de huevos) se observan niveles altos en todos los tratamientos y similares estadísticamente; ésto sugiere que no hubo efecto de la arcelina en la relación entre número de huevos ovipositados y eclosionados. Arc+1 y Arc + 2 presentaron números de huevos por hembra menores a los demás tratamientos afectándose únicamente el número total de huevos ovipositados por hembra y no así su fertilidad. Esto concuerda con datos de Harmsen et al. (1987) quienes obtuvieron resultados similares con Arc+1. En general, se observa que Arc+1 y Arc+2 tuvieron un mayor efecto en el porcentaje de mortalidad de larvas sugiriendo que estas dos formas de dicha proteína tienen su principal efecto en los estadios larvales. El porcentaje de sobrevivencia de adultos es consecuencia del efecto de la arcelina en los estadios anteriores, y por ello los menores porcentajes se obtuvieron en Arc+1 y Arc+2. El efecto antibiótico de estas dos

¹ Trabajo de tesis como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Ex-estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Jefe del Departamento de Agronomía, Coordinadora y Jefe Sección Postcosecha-CITESGRAN, EAP, El Zamorano, Honduras.

arcelinas se observó solamente en los primeros instares larvales de desarrollo. Aparentemente ningún tipo de arcelina afectó significativamente la biología de *Zabrotes* en estado de pupa. Arc+2, Arc+3 y Arc+4 están asociados con una resistencia intermedia.

Al someterse el insecto al efecto de arcelina por varias generaciones se observó que principalmente Arc+1 presentó mayor número de larvas muertas, menor número y peso de adultos emergidos, menor pérdida de peso de las semillas, alargamiento del ciclo de vida de los insectos, menor número de huevos por hembra y menores índices de susceptibilidad (Cuadro 2).

Referencias

- Cardona, C., C.E. Posso. 1987. Resistencia de variedades de frijol a los gorgojos de grano almacenado. Boletín Informativo del Programa de Frijol del CIAT. 9(2): 1-4.
- Cardona, C., J. Kornegay, C. Posso, F. Morales, and H. Ramírez, 1991. Comparative value of four arcelina variants in the development of dry bean lines resistant to the Mexican bean weevil. Entomologica 84 (en prensa).
- Dobie, P. 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). Journal of Stored Products Research 10: 183-197.
- Harmsen, R., Bliss, F.A., Cardona, C., Posso, C., and Osborn, T.C. 1987. Breeding beans resistant to bruchids. Annual Report Bean Improvement Cooperative. 30: 44-45.

Cuadro 1. Efecto de diferentes formas de arcelina sobre variables del desarrollo de *Zabrotes subfasciatus*.

Tratamiento	% Fertilid. huevos	No. huevos/hembra	% mortalidad larvas	% sobreviv. adultos
Arc + 1	97	22 BC	49 A	15C
Arc + 2	92	20 C	55 AB	21C
Arc + 3	97	25 AB	29 D	33B
Arc + 4	97	27 A	45 BC	32AB
Arc -	96	26 AB	35 C	30B
Danlí 46	96	28 A	37 C	37A
ANDEVA	ns	*	*	*

*, ns Significativo y no significativo al nivel $P < 0.05$, respectivamente.

Cuadro 2. Efecto de arcelina en el desarrollo de *Zabrotes subfasciatus* en cuatro generaciones del insecto.

Tratamiento	1era. generación		IS ^a
	Total adultos	Huevos/hembra	
Arc+ 1	74 E	36	10.54
Arc+ 2	144 D	27	14.56
Arc+ 3	280 B	29	15.33
Arc+ 4	243 A	30	14.37
Arc-	352 A	40	18.46
Danlí 46	308 AB	45	18.64
Andeva	*	*	
2da. generación			
Arc+ 1	62 D	nd	8.41
Arc+ 2	671 C	nd	16.17
Arc+ 3	1704 B	nd	17.22
Arc+ 4	1662 B	nd	16.52
Arc-	213 AB	nd	23.18
Danlí 46	2704 A	nd	25.08
Andeva	*		
3era. generación			
Arc+ 1	53 D	15	6.67
Arc+ 2	137 CD	33	11.58
Arc+ 3	219 BC	24	11.76
Arc+ 4	231 B	28	11.63
Arc-	280 B	35	16.79
Danlí 46	380 A	42	18.38
Andeva	*	*	
4ta. generación			
Arc+ 1	18 C	17	3.99
Arc+ 2	178 B	20	10.75
Arc+ 3	189 B	22	9.52
Arc+ 4	230 AB	21	10.17
Arc-	263 A	27	15.13
Danlí 46	288 A	29	16.44
Andeva	*	*	

*, ns, nd significativo ($P < 0.05$), no significativo y dato no disponible.

^a Índice de susceptibilidad (IS) = $(\log n \text{ total adultos}) / \text{días de emergencia del 50\% del total de adultos emergidos} \times 100$ (Dobie, 1974).

Experiencia del uso de la Metodología de Investigación Participativa con Pequeños Productores de la Región Centro Oriental de Honduras¹

Gerardo Torres, Juan Carlos Rosas Y Miguel Avedillo²

A partir del mes de Febrero de 1992 se empezó a dialogar con varios de los pequeños productores de los municipios de Morocelí y San Matías, en el departamento de El Paraíso, para de esta forma ir conociendo sus inquietudes, no sólo acerca del cultivo del frijol, sino también, sus costumbres, problemas comunales, política, etc. En marzo del mismo año se realizó una reunión con los líderes de las distintas comunidades que conforman el municipio de San Matías. Después de esta reunión se decidió que los experimentos se llevarían a cabo en las comunidades de San Jerónimo y El Cururuji. En el municipio de Morocelí se utilizaron las comunidades de Los Limones y El Suyate para llevar a cabo la investigación.

Una vez determinadas las comunidades a emplearse para hacer los experimentos, se realizaron reuniones a nivel de comunidad. En estas reuniones se abordaron temas relacionados con los principales problemas existentes en el cultivo del frijol. Al final de estas reuniones los pequeños productores de ambos municipios estuvieron de acuerdo en que el mayor problema que se tenía con el frijol, desde el punto de vista agronómico, era la falta de disponibilidad de semilla mejorada y la necesidad de contar con una variedad que fuera altamente productiva y de corto período vegetativo, para que ésta aprovechara las pocas precipitaciones, especialmente en la época de postrera cuando las lluvias son mas escasas. En vista de esto los pequeños productores propusieron la elaboración de experimentos, donde se probaron seis variedades, cinco de ellas cultivadas en la región y una línea mejorada que fue la línea DOR-482. Experimentalmente esta línea tiene características y potencial productivo similares a la variedad Dorado.

Las variedades seleccionadas para San Matías fueron DOR-482, Dorado, Catrachita, Danlí-46, Desarrural y Zamorano; en Morocelí se incluyó la variedad local Balín en lugar de Zamorano. El manejo del ensayo estuvo a cargo de los pequeños agricultores quienes realizaron las mismas prácticas agronómicas que hacen en el resto de sus parcelas, como lo son por ejemplo la fertilización y la fitoprotección.

En cada localidad se escogieron dos agricultores, y se sembraron dos repeticiones por agricultor. El diseño que se utilizó fue el de bloques completamente al azar. El análisis de cada municipio se hizo por separado. La unidad experimental consistió de una parcela

¹ Trabajo financiado por el Proyecto Frijol/Caupi CRSP-Título XII (donación USAID No. DAN-1310-G-SS-6008-00) y el Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Estudiante de Ingeniería Agronómica, Jefe del Departamento de Agronomía, y Profesor del Departamento de Economía Agrícola, respectivamente, EAP, El Zamorano, Honduras.

de 10 surcos de 5 m de largo y la separación entre los surcos, que se determinó por el arado hecho por los agricultores por medio de bueyes, fue de 40 cm.

La siembra se realizó de la misma manera que lo hace el agricultor, que es a chorro corrido. En cuanto a la fertilización se utilizó la misma dosis que usan en promedio los agricultores que es de un quintal (100 lbs) de 18-46-0 por hectárea, al momento de la siembra. Referente al control de plagas y enfermedades, se hizo el mismo control que el agricultor en el resto de su parcela.

Al momento de la cosecha de las parcelas experimentales se cosecharon las plantas ubicadas en los seis surcos centrales dejando 0.5 m de los extremos superior e inferior, se determinó el número de las plantas cosechadas y luego el peso del grano obtenido de cada una de las muestras para determinar el rendimiento.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó la prueba Duncan a nivel de 10%.

Resultados y Discusión

A. Morocelí

Como se puede observar en el cuadro 1, en esta región no existieron diferencias significativas entre los tratamientos al 10%. Este comportamiento de las variedades pudo deberse a la poca precipitación en la zona y al manejo que le dio el agricultor al ensayo. La línea DOR-482 no rindió lo esperado, su comportamiento bajo las condiciones antes mencionadas fue inclusive inferior a la variedad Dorado. La variedad Balín fue la mas precoz de todas, a los 50-55 días ya se encontraba lista de cosecha, pero es bastante susceptible a mosaico dorado al igual que la variedad Chile.

Cuadro 1. Rendimiento de grano de variedades de frijol.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)
Dorado	391.50 a
Danlí-46	371.17 a
Catrachita	342.82 a
Balín	338.40 a
Chile	319.94 a
DOR-482	256.16 a

En el análisis económico sólo se consideró como costo diferencial el precio que tenía la semilla mejorada y la semilla obtenida por los agricultores, pues el resto del manejo fue igual para todos los tratamientos.

En el análisis marginal de los seis tratamientos, cuatro salieron dominados (se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos diferenciales más bajos). Los dominantes fueron Dorado y Danlí-46. La tasa de retorno marginal que se obtendría de cambiar

de Danlí-46 a Dorado sería de 109%. Esto indica al agricultor que por cada unidad que invierta en pasar de una variedad a otra, cada Lempira invertido le retornará neto (después de pagados los costos) Lps 1.09 adicionales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis económicos basados en el rendimiento de variedades de frijol.

Costos diferenciales	Costo/unidad (Lps/kg)	Cantidad/ha (kg/ha)	Valor (Lps)
Semilla mejorada	2.14	45	96.3
Semilla agricultor	1.76	45	79.2

Tratamientos	Rend (kg/ha)	Ing Bruto (Lps)	Co Dif	B Dif	▲Co	▲B	TRM%
Dorado	391.5	689.04	96.3	592.74	17.1	18.6	109
Danlí-46	371.2	653.31	79.2	574.11			
Catrachita	342.8	603.32	79.2	524.13	D		
Balín	338.4	595.58	79.2	516.38	D		
Chile	319.9	563.02	79.2	483.82	D		
DOR-482	256.1	450.74	96.3	354.44	D		

D: Dominado

TRM: Tasa de Retorno Marginal

B. San Matías

En esta localidad sí se observaron diferencias significativas al 10% entre dos grupos de variedades. Las mejores variedades fueron Desarrural y Dorado, le siguió Zamorano; en el grupo inferior se ubicaron las variedades Catrachita, DOR-482 y Danlí-46. Nuevamente en esta región el DOR 482 no rindió lo esperado; fue inclusive muy inferior a Dorado.

Cuadro 3. Rendimiento de grano de variedades de frijol.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)
Desarrural	1509.21 a
Dorado	1437.88 a
Zamorano	1297.37 ab
Catrachita	1110.45 b
DOR-482	1104.16 b
Danlí-46	1085.44 b

Se puede observar una gran diferencia entre los rendimientos obtenidos en Morocelí (Cuadro 1), que son menores a los obtenidos en San Matías (Cuadro 3), donde las lluvias fueron mayores y mejor distribuidas a lo largo del período vegetativo del cultivo. También

el manejo dado a los ensayos por los agricultores en San Matías fue más cuidadoso y la incidencia de mosaico dorado fue nula. En esta localidad también el único costo diferencial fue el precio de la semilla (mejorada o proporcionada por los agricultores). En el análisis marginal salieron dominados cinco de las seis variedades; la única que pudiera ser recomendada es Desarrural, que es una de las variedades que los agricultores cultivan.

Cuadro 4. Análisis económicos basados en el rendimiento de variedades de frijol.

Costos Diferenciales		Costo/unidad (Lps/kg)	Cantidad (kg/ha)	Valor (Lps)
Semilla Mejorada		2.14	45	96.3
Semilla agricultor		1.76	45	79.2
Tratamientos	Rend (kg/ha)	Ingreso Bruto (Lps)	Costo Dif	Benef Dif
Desarrural	1509.22	2656.23	79.2	2577.03
Dorado	1437.88	2530.67	96.3	2434.37 D
Zamorano	1297.37	2283.37	79.2	2204.17 D
Catrachita	1110.45	1954.38	79.2	1875.20 D
DOR-482	1104.16	1943.32	96.3	1847.02 D
Danlí-46	1085.42	1910.34	79.2	1831.15 D

D: Dominado

Conclusiones

Bajo condiciones de baja humedad y con uso de un bajo nivel tecnológico en el manejo del cultivo, las variedades cultivadas en la región rinden igual o mejor que DOR 482. Queda demostrado que algunas de las selecciones hechas en las estaciones experimentales, no dan resultado a nivel de fincas de pequeños productores. Esto sugeriría posibles limitaciones en la adopción de variedades mejoradas como DOR 482 a nivel de finca, debido a condiciones adversas que no permiten expresar el potencial productivo de estos materiales.

Efectos de la Capacitación en la Transferencia de Tecnología Postcosecha de Granos Básicos en Honduras¹

Eduardo Chirinos, Luis A. Pinel, Valery W. de Malo, Alonso Moreno, Mario Ardón y Juan Carlos Rosas²

Durante 1991 y 1992 se desarrolló un estudio del efecto de la capacitación sobre postcosecha de granos básicos que recibieron los extensionistas y promotores de desarrollo de diferentes instituciones de Honduras durante 1983 a 1989 (Chirinos, 1992). El propósito de la investigación fue determinar los efectos que la capacitación de agentes de transferencia, ha provocado en los pequeños y medianos productores de granos básicos del país. Los extensionistas y promotores, con los cuales se inició el estudio, fueron entrenados por la Unidad Postcosecha de Recursos Naturales, bajo convenio con la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE).

El estudio se desarrolló en 15 departamentos de Honduras, iniciando con 650 extensionistas de 50 diferentes instituciones y terminando con 150 productores asistidos y 55 productores no asistidos. Para la obtención de la información de los extensionistas y promotores se envió una encuesta por correo, y los datos de los productores fueron obtenidos mediante entrevistas y observaciones personales. El propósito de la primera parte del estudio, además de la caracterización de los agentes de extensión, fue establecer una muestra de extensionistas que transfieren tecnología postcosecha activamente. Esta sirvió para determinar los productores de la segunda parte del estudio, en la cual se determinaron los indicadores de impacto comparativo entre productores asistidos y productores no asistidos. Se envió una encuesta a 400 (con dirección apropiada) de los 650 extensionistas, contestaron 136 (21%) y de los cuales 70 transfieren activamente tecnologías postcosecha. De estos, 50 fueron seleccionados para continuar con la segunda parte del estudio.

Se entrevistaron personalmente 150 pequeños productores asistidos y 55 no asistidos en postcosecha. La información de los indicadores se obtuvo en base a ANTES y DESPUES de haber recibido transferencia de tecnologías postcosecha, para los productores asistidos. Para los productores no asistidos ANTES significa: "hace 5 años". Los productores estudiados se encontraron en 170 comunidades rurales en 11 departamentos del país. El análisis de la información se realizó con los paquetes estadísticos Statistical Package for Social Sciences (SPSS PC) y MSTAT.

¹ Estudio patrocinado con fondos de la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE) y el Proyecto Escuela Agrícola Panamericana (EAP)/República Federal de Alemania (GTZ).

² Asistente y Jefe Sección Postcosecha y Coordinadora del CITESGRAN, Jefe del Proyecto EAP/GTZ, Investigador Social del Departamento de Protección Vegetal, y Jefe del Departamento de Agronomía, respectivamente, EAP, El Zamorano, Honduras.

Resultados y Discusión

El Cuadro 1, muestra la caracterización general de los extensionistas y promotores de desarrollo estudiados. El 78% de los extensionistas estudiados tienen grado académico agrícola y 22% tienen grado académico social o son productores líderes. Solo el 33% manifiestan que tienen posición de extensionistas agrícolas. El 40% tiene funciones de transferencia directa a pequeños productores, 16% capacitan alumnos y asisten productores y 24% coordinan y supervisan actividades de extensión. De modo que el 80% de las personas estudiadas hacen actividades relacionadas al proceso de transferencia de tecnologías postcosecha.

El análisis de asociación muestra las variables contrastadas que tuvieron significancia estadística (Cuadro 2). La medida de asociación o dependencia entre las variables contrastadas se determinó por medio de Chi cuadrada (X^2), a una probabilidad menor de 25%. La fuerza de la baja a mediana asociación se mide a través del coeficiente de contingencia de Pearson (CC).

El 75% de los productores estudiados son pequeños agricultores que tienen menos de 5 manzanas cultivadas de granos básicos. El Cuadro 3 presenta 12 indicadores de impacto comparativo entre productores asistidos y no asistidos. La transferencia de tecnologías postcosecha ha tenido un efecto positivo en el nivel de conocimientos de los productores asistidos. Este impacto se refleja en que los productores asistidos han experimentado una reducción de más de 50% de las pérdidas de los granos en el almacenamiento. El uso de organoclorados en trojas ha sido eliminado. El 77% tienen una mayor disponibilidad de alimentos y el 86% han experimentado mejoría en la salud primaria y la educación familiar.

Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo a los indicadores de impacto las actividades de extensión postcosecha han tenido un impacto positivo en la población de productores asistidos. Se recomienda por lo tanto continuar con un proceso de capacitación continua y diversificada para aquellos extensionistas y promotores de desarrollo que asisten directamente a productores rurales. Se recomienda además, la realización de un estudio comparativo del efecto de la transferencia en un plazo no mayor de 2 años. Los extensionistas que tienen una mayor cantidad de productores asistidos y que manifiestan una mayor eficiencia en el proceso de transferencia son aquellos que sus funciones específicas son las de asistir directamente a los agricultores. Estos extensionistas además deben de contar con el apoyo institucional adecuado en cuanto a la disponibilidad de materiales y equipo apropiado para la transferencia. Adicionalmente se recomienda realizar una adecuada selección de los participantes a los eventos de capacitación con el objeto de hacer un uso racional de los recursos de capacitación.

Referencias

Chirinos A., E. 1992. Efectos de la Capacitación en la Transferencia de Tecnología Postcosecha de Granos Básicos en Honduras. Tesis Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, CITESGRAN, Departamento de Agronomía. 200 p.

Cuadro 1. Caracterización general de los extensionistas y promotores de desarrollo estudiados.

I. Aspectos Personales		
A.	Tipo de profesión	% de la muestra
	1. Grado académico agrícola	78
	2. Grado académico social	14
	3. Paratécnicos	8
B.	Posición actual	
	1. Extensionista agrícola	33
	2. Coordinador extensión	25
	3. Otras de no extensión	17
	4. Profesores	14
	5. Productor rural	11
C.	Funciones actuales	
	1. Asistencia directa a productores	40
	2. Coordinación y supervisión extensión	24
	3. Capacitar alumnos y asistir productores	16
	4. Actividades de no extensión	15
	5. Producir granos	5
II. Aspectos de Transferencia		
A.	Familias atendidas actualmente	
	1. Ninguna	46
	2. de 1 - 100	28
	3. Más de 100	26
B.	Tiempo dedicado a postcosecha	
	1. Ningún tiempo	30
	2. de 6 - 10%	44
	3. De 11 - 20%	9
	4. De 21 - 25%	9
	5. Más de 50%	8

Cuadro 2. Variables contrastadas que manifestaron significancia estadística.

Variables contrastadas	χ^2	P	CC	C máximo
1. Tipo de institución vrs. aplicación de prácticas postcosecha	3.159	0.206	0.15	0.94
2. Grado académico vrs. número de familias atendidas acumuladas	6.569	0.087	0.21	0.81
3. Funciones vrs. número de familias atendidas acumuladas	20.858	0.000	0.36	0.81
4. Tipo de institución vrs. número de familias atendidas acumuladas	8.595	0.197	0.24	0.93

Cuadro 3. Resumen de comparación de indicadores de impacto entre productores asistidos y productores no asistidos.

I n d i c a d o r e s	Asistidos		No asistidos	
	Antes	Después	Antes	Después
1. Buenos conocimientos postcosecha	-	44%	-	18%
2. Tienen silo	2%	42%	3%	7%
3. Tienen troja con algún manejo mejorado	-	50%	-	0%
4. Buena condición sistema almacenamiento	-	29%	-	16%
5. Buena condición higiene personal y familia	-	34%	-	21%
6. Duración maíz almacenado (7-12 meses)	24%	58%	32%	29%
7. Duración frijol almacenado (7-12 meses)	20%	40%	14%	18%
8. Uso organoclorados en troja	23%	0%	6%	0%
9. Uso phostoxin sin cobertura	4%	6%	6%	8%
10. Ha mejorado disponibilidad alimentos	-	77%	-	60%
11. Ha mejorado la salud primaria	-	86%	-	32%
12. Ha mejorado la educación	-	86%	-	20%

Caracterización del uso de Fumigantes en Granos Básicos Almacenados en el Municipio de Morocelí, El Paraíso, Honduras¹

Oscar Martínez, Valery W. de Malo, Luis A. Pinel
y Eduardo Chirinos²

Las plagas en los granos almacenados han sido uno de los principales problemas que afrontan los pequeños productores. Se han probado diversas alternativas procurando hacer un control efectivo, que elimine lo más que se pueda la incidencia de plagas al menor costo posible. Los productos residuales principalmente organoclorados y organofosforados en polvo han sido usados con éxito en forma preventiva para períodos cortos de almacenamiento. No obstante, estos han sido relegados a un segundo lugar por los productos gaseosos (fumigantes) que han manifestado ser más efectivos en el control de las formas vivientes de insectos de los granos en forma curativa. El producto gasificado más utilizado en la postcosecha de los granos es el fosfuro de aluminio (PH_3), conocido comunmente como fosfamina y comercialmente como Gastión, Detia y Phostoxin. Una de las condiciones importantes en la aplicación de los fumigantes es la hermeticidad del lugar en el que se realiza la fumigación. Además se consideran productos altamente tóxicos para los vertebrados de sangre caliente, por lo que representan un eminente peligro para el hombre y los animales domésticos si son aplicados en forma inadecuada. El presente estudio se desarrolló en el Municipio de Morocelí, El Paraíso, Honduras. El propósito de la investigación fue caracterizar el uso de fumigantes por pequeños productores de granos básicos de la zona de influencia de los extensionistas agrícolas del Programa de Desarrollo Rural de la Escuela Agrícola Panamericana.

Metodología

Se seleccionaron 19 comunidades del Municipio de Morocelí en el Departamento de El Paraíso, Honduras. La información para satisfacer los datos de las variables estudiadas que fueron la caracterización y determinación de condiciones de uso de fumigantes por los productores, se obtuvo a través de una encuesta y entrevista personal. La encuesta estaba compuesta de las secciones de aspectos personales de los productores, aspectos de producción y de postproducción, específicamente lo referente al control de

¹ Trabajo realizado con fondos proporcionados por la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE) bajo la coordinación del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN), Departamento de Agronomía, y el apoyo del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

² Estudiante graduado de la Escuela Agrícola Luis Landa de Nacaome, Valle, y Coordinadora, Jefe y Asistente de la Sección Postcosecha, CITESGRAN, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

plagas en almacenamiento mediante las prácticas de fumigación. Este estudio describe las principales variables referentes al uso y condiciones de manejo de los fumigantes por los pequeños productores. Se entrevistaron 130 productores e intermediarios que reúnen las características generales de los productores y revendedores de granos de la región. El análisis de la información se realizó en una forma descriptiva utilizando el programa estadístico The Statistical Package for Social Sciences (SPSS PC).

Resultados y Discusión

Los agricultores entrevistados son pequeños productores que cultivan entre 1 a 5 manzanas de granos básicos. La mayoría de sus sistemas de producción se encuentran en zonas poco mecanizables o predominantemente de laderas, caracterizadas por una baja fertilidad lo que ocasiona consecuentemente una baja productividad. En el Cuadro 1 se presentan las condiciones que definen las características más relevantes del uso de fumigantes por los productores de granos de la zona en estudio. Los resultados se basan en la forma de utilización y los conocimientos que estos tienen acerca de los fumigantes. El 68% de los productores estudiados no saben que los fumigantes son un veneno altamente peligroso y por lo tanto no saben acerca de las consecuencias de su mal uso. El 78% de los productores saben que los fumigantes controlan insectos, 1% menciona que controla hongos y 21% no sabe que se puede controlar con fumigantes. Sin embargo el 45% afirman conocer la fosfamina (PH_3), más comunmente como la "pastilla"; el 2% afirman no conocer los fumigantes y 53% confunden lo que es una fumigación con productos gaseosos y una aplicación con productos residuales en polvo como malatión y folidol. El 66% de los productores aplican este producto en forma preventiva al momento de almacenar el grano. De los 85% de productores que utilizan fumigante solo el 39% realizan la aplicación fuera de la casa. El 20% de los productores estudiados son apoyados por la esposa e hijos en las labores de fumigación. Significa que en el 80% de las familias que aplican, el 20% realizan la operación de fumigación tocando el producto con la mano sin ninguna protección. El 26% de los productores entrevistados realizan la fumigación cerca de los lugares donde duermen las personas. Esto evidencia un peligro eminente para la salud de los miembros de la familia debido principalmente a la falta de orientación e instrucción sobre el uso adecuado de los fumigantes. Adicionalmente, el 4% de los productores no realizan ningún cálculo de la dosificación adecuada. Las aplicaciones las realizan dependiendo de las cantidades de pastillas disponibles en ese momento. El 17% de los productores no sellan las estructuras de almacenamiento. Todas estas deficiencias en el uso de fumigantes por parte de los productores se deben probablemente a que el 62% de estos no han recibido entrenamiento en el uso apropiado de los fumigantes.

Cuadro 1. Características de conocimientos y utilización que tienen los productores acerca del fosfuro de aluminio (fosfamina).

A.	Conocimientos	% de la muestra
	1. Saben que es veneno peligroso	68
	2. No saben	32
	1. Saben que controla insectos	78
	2. No saben que controla	22
	1. Conocen el fosfuro de aluminio	45
	2. No lo conocen	55
B.	Condiciones de uso	
	1. Utilizan PH_3 cuando hay insectos	25
	2. Por calendario fijo	6
	3. Cuando grano se pica	3
	4. Al momento de almacenar	66
	1. Utilizan fosfuro de aluminio	85
	2. Otros productos en polvo	15
	1. Fumigan en almacén hermético	39
	2. En otros lados de la casa	61
	1. La esposa e hijos ayudan en la fumigación	20
	2. La fumigación la realiza sólo el agricultor	80
	1. Tocaban pastillas con mano	20
	2. Se protegen la mano	80
	1. La fumigación se realiza cerca del lugar donde duermen personas	26
	2. Se realiza largo de los dormitorios	68
	3. No realizan fumigaciones	6
	1. Si calculan la dosis que aplican	90
	2. No calculan la dosis	4
	3. No realiza fumigaciones	6
	1. Sella la estructura en que fumiga	83
	2. No sella la estructura	17
	1. Ha recibido entrenamiento sobre fumigantes	38
	2. No ha recibido entrenamiento	62

Conclusiones y Recomendaciones

Se concluye que la causa principal del daño de los granos en almacenamiento se debe al ataque de los gorgojos del maíz y frijol.

El 85% de los productores estudiados utilizan la fumigación con fosfuro de aluminio para el control de sus plagas en almacenamiento. Solamente el 39% de los productores que realizan fumigaciones tienen espacios destinados para esta actividad, en donde puede realizarse en una forma hermética sin que se corra el riesgo de intoxicaciones a los miembros de la familia y los animales domésticos. El 61% realizan fumigaciones en el corredor, el dormitorio, la sala y cualquier otro lugar de la casa, bajo condiciones de baja hermeticidad y alta exposición debido al escape de gas.

Se recomienda que los extensionistas y promotores de desarrollo, los encargados de capacitación rural y los distribuidores del producto químico, promuevan en una forma más consistente la orientación acerca de los beneficios y los peligros del mal uso del fosfuro de aluminio.

Referencias

Taylor, R.W. 1986. Response to phosphine of field strain of some insects pest of stored products. pp 132 - 140. In: Proceedings of GASCA Seminar on fumigation technology in developing countries.

Evaluación Agronómica de Germoplasma Promisorio de Soya (*Glycine max* (L.) Merr.) en El Zamorano, Honduras

Silvio E. Viteri, Iván A. Wong y Julio C. Fuentes¹

Entre las leguminosas, la soya es quizá el cultivo de mayor importancia económica a nivel mundial. Sin embargo, en Honduras, su producción sigue siendo insuficiente para suplir la demanda a nivel industrial (Romero, 1990). Aparte de su valor comercial, se ha observado últimamente que el pequeño agricultor está empezando a utilizar la soya de múltiples maneras. Este fenómeno es muy importante, ya que la soya representa una magnífica fuente de proteína para la dieta diaria.

El Departamento de Agronomía continúa interesado en la búsqueda de germoplasma y tecnologías apropiadas para aumentar la producción de soya a nivel comercial y además extender este cultivo a las áreas del pequeño agricultor.

Bajo condiciones tropicales, los factores más limitantes para el buen desarrollo de este cultivo son enfermedades y plagas, pobre germinación de la semilla, sensibilidad al fotoperíodo y las condiciones del suelo, no adecuadas para la buena nodulación y fijación de N₂ (Carlson y Lersten, 1987; Rosas y Young, 1989). Entre las condiciones del suelo que afectan seriamente estos dos parámetros se destacan la acidez, deficiencias de fósforo (P) y, en algunas regiones, alto contenido de N (Graham y Temple, 1984). Se sabe que existe considerable variación genética tanto entre cepas de *Bradyrhizobium japonicum* como entre germoplasma de soya en cuanto a nodulación y fijación de N₂ bajo estas condiciones de suelo. Por lo tanto, se ha sugerido que la mejor manera de enfrentar estos problemas en el trópico es a través de un programa de mejoramiento genético que introduzca en la planta características que garanticen un nivel aceptable de tolerancia a estos problemas.

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar materiales promisorios de soya, bajo las condiciones de El Zamorano, por características agronómicas que son de importancia tanto a nivel comercial como del pequeño agricultor.

Materiales y Métodos

Se evaluaron 18 materiales procedentes de la compañía Agropecuaria Bonampak, S.A., de Guatemala. Estos materiales incluyeron tres variedades, BPK-017 (Variedad ALVORADA O FT-11), BPK 19 (Variedad CRISTALINA BPK) y BPK-CRISTALINA (Variedad FT-CRISTALINA-Brasil) y 15 líneas experimentales BPK-116, BPK-119, BPK-120, BPK-126, BPK-131, BPK-141, BPK-165, BPK-172, BPK-179, BPK-181, BPK-188, BPK-189, BPK-193, BPK-196 y BPK-279. Esta compañía obtuvo estos materiales después de realizar selecciones durante siete años consecutivos en materiales parentales procedentes del

¹ Profesor Asociado y Estudiantes del Programa de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.

Brasil. El ensayo se llevó a efecto en el área de Zorrales, predios de la EAP. Según el análisis, el suelo es franco con pH (H₂O) 5.5, M.O. 3.3%, N (total) 0.16%, P 8.8 ppm y K 546 ppm. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones. Todas las parcelas fueron fertilizadas con 18-46-0, equivalente a una aplicación de 24.4 kg de N (10 ppm) y 61 kg de P₂O₅ por hectárea. El inoculante fue preparado en el Laboratorio de Microbiología de Suelos de la EAP con la cepa USDA 110, en base a turba pulverizada, y aplicado alrededor de la semilla antes de la siembra. Solo se hizo control de malezas en forma preventiva. Aplicaciones contra insectos o enfermedades no fueron necesarias. Las variables se determinaron en varias etapas del desarrollo del cultivo. En la etapa R2 (plena floración): días a floración (DF), número de nódulos por planta (NNP), peso fresco nódulos (PFN) y porcentaje de nódulos efectivos (PNE). En la etapa R5 (llenado de vainas): altura de la primera vaina ((APV) y número de entrenudos (NE). En la etapa R7 (madurez fisiológica): NE, altura de planta (AP) y días a madurez fisiológica (DMF). En la etapa de completa madurez (R8): rendimiento (RM), número de vainas por planta (NVP) y peso de 100 semillas (PCS).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se reportan las variables en las cuales se observaron diferencias significativas entre materiales. Las variables NE (Etapa R5) y NVP (Etapa R8) fueron las únicas en las cuales no se observaron diferencias significativas, por lo tanto, no aparecen en este cuadro. Es interesante destacar que los resultados revelan que el rendimiento de todas estos materiales promisorios es bastante alto. El rendimiento más bajo corresponde a la línea BPK-116 con una producción de 1913 g/parcela (9.6 m²), equivalente a 1999 kg/ha, lo cual está aún por encima del promedio en producción a nivel comercial.

Los materiales se clasificaron de acuerdo al rendimiento en dos grupos. El primer grupo incluye la línea BPK-172, la variedad Alvorada O FT-11, las líneas BPK-165 y BPK-181 y la variedad CRISTALINA-BPK, las cuales produjeron los cinco rendimientos mas altos, en orden descendente, respectivamente. El Cuadro 2 muestra la matriz de correlaciones entre las variables estudiadas, para este primer grupo. Con respecto a RM, éste se correlacionó positivamente con el NVP y PCS y negativamente con el PNE. La correlación con NVP y PCS parece obvia pero la correlación negativa entre RM y PNE resulta difícil de explicar. El PCS además presentó una correlación negativa con DF, PNE y DMF, indicando que los materiales mas precoces produjeron la semilla de mayor peso. Curiosamente, el NE (R5) se correlacionó con NNP y PFN, desafortunadamente ninguna de estas variables se correlacionó con RM. AP obviamente se correlacionó positivamente con NE (R7). El segundo grupo incluye el resto de líneas experimentales y la variedad FT-CRISTALINA (Brasil), cuyos rendimientos en este experimento fueron intermedios o bajos. Dentro de este grupo, la variedad FT-CRISTALINA (Brasil) se clasificó en segundo lugar. En

este grupo (datos no mostrados), el RM no se correlacionó con ninguna de las variables. El PFN se correlacionó positivamente con DF, NNP, PNE, NE (R7), APV, AP y DMF. EL PCS se correlacionó negativamente con las variables DF, APV, AP y DMF. Correlaciones negativas entre PCS y DF Y PCS y AP también han sido observadas en estudios anteriores (Corral y Nehring, 1990). La correlación negativa entre PCS y AP indica que las plantas mas bajas producen semilla de mayor peso. Igualmente, la correlación negativa entre PCS y APV indica que las plantas que producen la primera vaina a alturas mas bajas producen semilla de mejor peso.

Todos estos aspectos son muy importantes y por lo tanto deben ser considerados en los programas de mejoramiento del cultivo de la soya. Debido a su potencial en rendimiento, se recomiendan para dichos programas los materiales del primer grupo y la línea BPK-193 y la variedad CRISTALINA-BPK, del segundo grupo. Las variedades del primer grupo resultaron ser precoces y no sobresalientes en los aspectos relacionados directamente con nodulación y fijación de N_2 ; en cambio, la línea BPK-193 y la variedad CRISTALINA-BPK del segundo grupo son tardías y aunque no figuraron entre el grupo de las mejores en rendimiento, fueron las mas sobresalientes en NNP, PFN y PNE.

Cuadro 1. Resultados de la evaluación agronómica de germoplasma promisorio de soya. El Zamorano, Honduras. 1991.

Variedad o línea	DF R2	NNP R2	PFN R2	PNE R2	APV R5	AP R7	NE R7	DMF R7	RM R8	PCS
FT-CRISTALINA	46	31	12.1	100	8	57	11	99	2662	15
ALVORADA O FT11	38	15	0.9	95	5	47	10	94	3433	18
CRISTALINA-BPK	45	18	5.9	97	8	62	12	98	2958	16
BPK-141	42	29	12.7	96	10	64	12	96	2093	15
BPK-279	40	15	6.1	96	6	61	11	95	2378	16
BPK-181	41	28	16.9	98	10	62	12	96	2969	16
BPK-120	42	24	14.6	99	10	57	10	96	2544	15
BPK-189	39	8	0.6	80	7	52	11	94	2929	17
BPK-131	43	19	10.4	99	8	63	11	97	2454	16
BPK-172	37	7	0.3	90	7	50	11	93	4042	20
BPK-188	45	25	12.3	99	7	56	12	98	2605	17
BPK-126	40	18	10.2	99	5	51	11	95	2481	19
BPK-179	43	26	10.9	98	7	54	11	97	2541	17
BPK-119	37	22	1.9	98	5	44	10	92	2449	19
BPK-116	41	12	5.7	95	7	59	11	96	1913	14
BPK-196	41	10	5.1	97	8	50	10	96	2602	15
BPK-193	46	38	20.5	100	14	77	12	99	2207	14
BPK-165	41	9	0.6	97	7	50	10	96	3210	17
Significancia	*	**	**	**	**	*	**	**	*	**
DMS (5%)	0.7	17	11.3	4.5	5	18.6	1.4	1.6	1106	3.2

*, **, ns Diferencias significativas al 5 y 1% y no significativas, respectivamente.

DF= Días a floración; NNP= No. nódulos por planta; PFN= Peso fresco de nódulos (g); PNE= Porcentaje nódulos efectivos; APV= Altura primera vaina (cm); AP= Altura planta (cm); NE= Número entrenudos; DMF= Días a madurez fisiológica; RM= Rendimiento (g/parcela 9.6 m²) y PCS= Peso 100 semillas (g).

Cuadro 2. Matriz de correlaciones simples entre las variables DF, NNP, PEN, PNE, NE(R5), NE(R7), AP, NVP, AP, DMF, RM y PCS para el grupo de materiales con los mejores rendimientos (línea BPK-172, variedad Alvorada O FT-11, las líneas BPK-165 y BPK-181 y la variedad CRISTALINA-BPK). El Zamorano, Honduras. 1991.

	NNP	PFN	PNE	NE (R5)	NE (R7)	APV	NVP	AP	DMF	RM	PCS
DF	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.99**	ns	-0.9*
NNP	-	0.98**	ns	0.8*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PFN	-	-	ns	0.9*	0.8*	0.9*	ns	ns	ns	ns	ns
PNE	-	-	-	ns	ns	ns	-0.97**	ns	ns	-0.98**	-0.9*
NE(R5)	-	-	-	-	0.85*	0.98**	ns	ns	ns	ns	ns
NE(R7)	-	-	-	-	-	0.85*	ns	0.95**	ns	ns	ns
APV	-	-	-	-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns
NVP	-	-	-	-	-	-	-	ns	ns	0.9**	ns
AP	-	-	-	-	-	-	-	-	ns	ns	ns
DMF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ns	-0.9*
RM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.97**

*,** Significativo al 5 y 1%, respectivamente.

Referencias

- Carlson, J.B. y N.R. Lersten. 1987. Reproductive morphology. pp. 95-134. In J.R. Wilcox (Ed.), Soybeans: Improvement, Reproduction and Uses. 2nd. ed. American Society of Agronomy. No. 16. Madison, Wisconsin, EEUU.
- Corral, L. y R.G. Nehring. 1990. Resultados del ensayo regional 111 de variedades de soya, 1989. pp 57-59. En: Informe Anual de Investigación, Departamento de Agronomía. Vol 2. El Zamorano, Honduras.
- Romero, J. 1990. La soya en Honduras: Zonas Central y Pacífica. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Cortés, Honduras.
- Rosas, J.C. y R. Young. 1989. El cultivo de la soya. 2a. edición. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 62 p.

Evaluación de Materiales de Maíz para Resistencia a Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)¹

Carlos Fuentes y Catherine Thome²

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es la plaga más notoria y discutida de maíz y sorgo en Mesoamérica (Andrews, 1989). Esta plaga ataca al maíz en todas las fases de desarrollo, aunque los daños más serios se registran en forma de consumo de follaje durante las fases de plántula y verticilo intermedio (Ortega et al., 1984). Para combatir esta plaga se han utilizado varias prácticas como evitar siembras escalonadas, rotación de cultivos y labranza mínima, pero el recurso más usado hasta la fecha es el combate químico. El mejoramiento genético representaría una excelente alternativa para el manejo. El Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y varios programas nacionales han buscado variedades tolerantes y hasta la fecha no hay alternativas comercialmente aceptables (Andrews, 1989).

En colaboración con el CIMMYT se evaluaron 14 materiales de maíz con el objetivo de determinar la tolerancia o resistencia al daño que causa el gusano cogollero.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el área de Colindres de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, departamento de Francisco Morazán, Honduras, entre los meses de septiembre 1992 y enero 1993. Se evaluaron 14 genotipos (Cuadro 1) utilizando un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones en parcelas divididas.

Las parcelas grandes estuvieron formadas por los genotipos. Cada subparcela constó de dos surcos de 5 m de largo y 0.9 m de ancho, con una distancia entre plantas de 0.25 m.

Las parcelas se fertilizaron con el equivalente a 100 kg de N/ha y 40 kg de P₂O₅/ha. Se usó 18-46-0 a la siembra y para el complemento de N, urea a los 35 días después de la siembra.

Se infestó con cogollero a los 16 días después de la siembra en las subparcelas que lo requerían, con el objeto de aumentar la población natural existente, depositando un promedio de siete larvas por planta en una mezcla con olote de maíz molido. Las larvas fueron proporcionadas por el Departamento de Protección Vegetal de la EAP. En las subparcelas con tratamiento químico se hicieron cuatro aplicaciones: a los 21, 28, 36 y 45 días después de

¹ Trabajo realizado en colaboración con el CIMMYT.

² Estudiante del Programa de Ingeniero Agrónomo, Ex-Profesora Asociada, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

la siembra. En las dos primeras aplicaciones se utilizó clorpirifos (Lorsban 4 L, 0.5 l/ha), y en las restantes se utilizó phoxim (Volaton 1.5 G, 15 kg/ha).

Los datos obtenidos se analizaron con el Programa MSTAT.

Resultados y Discusión

Los resultados de rendimiento de los genotipos en cada subparcela, se encuentran en la Fig. 1. En algunos casos se encontró diferencia en rendimiento hasta de un 35% menor para la subparcela infestada con larvas de cogollero que la de combate químico.

Según el análisis estadístico, hubo diferencias significativas al 5% entre la aplicación de productos químicos y la infestación con larvas de cogollero. No se encontró interacción significativa entre los genotipos y la infestación con cogollero o el combate químico.

La resistencia de las plantas se puede detectar en una forma directa por el rendimiento entre tratamientos (infestadas de cogollero vs. protegidas con sustancias químicas). Al observar los resultados de rendimiento es importante hacer notar que el comportamiento de los materiales Across 90390 IRW, FAW-GCA cl, híbrido experimental 3 y del Ki3/CML131 (entradas 1,3,8 y 10 respectivamente) fue muy parecido, tanto en los tratamientos infestados como en los que se realizó combate químico. Probablemente estos genotipos puedan tener potencial de resistencia porque presentaron resultados similares en ambos tratamientos. Sin embargo, es indispensable volver a observar el comportamiento para determinar la resistencia. Ortega et al. (1984) sugieren determinarlo en forma directa (rendimiento) y en forma indirecta como estimaciones visuales de los daños inflingidos a la planta (porcentaje de partes afectadas de la planta), tipo de alimentación (forma y tamaño de las lesiones) y daño simulado o real ocasionado (con observaciones sobre la cantidad y rapidez de la recuperación).

Referencias

- Andrews, K., 1989. Maíz y sorgo. *In* Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. K. Andrews y J. Quezada (Eds.). Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 623 p.
- Ortega A., S. Vasal, J. Mihm, C. Hershey. 1984. *In* Mejoramiento de maíz resistente a los insectos. F. Maxwell y P. Jennings (Eds.). Limusa, México. 696 p.

Cuadro 1. Genotipos de los materiales evaluados para resistencia al ataque de cogollero. EAP, El Zamorano, Honduras, 1992.

Entrada	Genotipo	Entrada	Genotipo
1	Across 90390 IRW	8	Híbrido experimental 3
2	Across 90390 IRY	9	Ki3/CML69
3	FAW-GCA cl	10	Ki3/CML131
4	SCB-GCA cl	11	CML69/CML139
5	Poza Rica 8523	12	CML69/CML67
6	Híbrido experimental 1	13	Testigo Maicito
7	Híbrido experimental 2	14	Testigo H-29

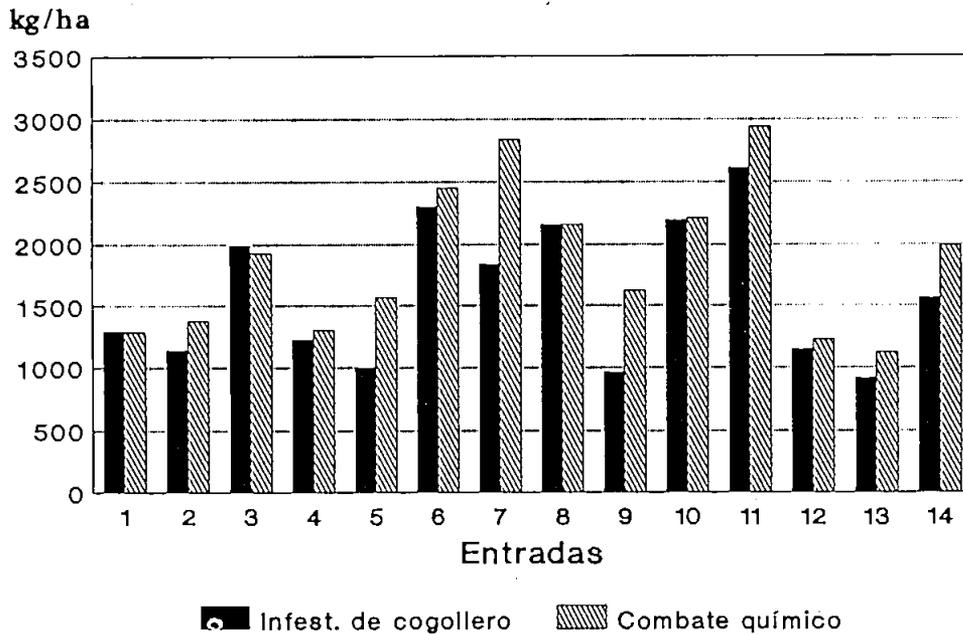


Fig. 1. Comparación de rendimiento (kg/ha) de cada genotipo bajo infestación de cogollero y combate químico.

Estimación de Heterosis en la Primera Generación de Cruzas entre Maíces Reventones y un Híbrido de Maíz Dentado Blanco¹

Rolando Pardo y Leonardo Corral²

En Honduras no se cultiva maíz reventón o de palomitas. Sin embargo, existe demanda por este producto en el mercado. Para suplir la demanda se depende de importaciones desde los Estados Unidos, con la consecuente salida de divisas del país. Según datos proporcionados por la Secretaría de Recursos Naturales, en 1988 se importaron 332 toneladas de maíz reventón a un costo total de 166,613 dólares (Sarmiento, 1991).

A pesar de que existen muchas zonas en Honduras en las que se podría cultivar maíz reventón, la falta de variedades o híbridos adaptados es la causa de que no se realice su cultivo.

Por lo general, las plantas de maíz de palomitas de materiales no adaptados presentan varios inconvenientes agronómicos que hacen que su cultivo no sea atractivo. Entre estos se pueden nombrar los siguientes: tallos débiles susceptibles al acame, baja resistencia a plagas y enfermedades, producción de hijuelos, mazorcas extremadamente pequeñas y poco llenado del grano. Por estas razones, los rendimientos del maíz reventón son más bajos que los del maíz dentado o cristalino. Aun los mejores maíces reventones presentan rendimientos equivalentes sólo a un 60 % del rendimiento de los maíces cristalinos (Alexander y Creech, 1977). Sin embargo, el precio extra que tiene el maíz reventón más que compensa por los relativamente bajos rendimientos.

Crumbaker *et al.* (1949) y Johnson y Eldredge (1953) sugirieron que para mejorar las características agronómicas del maíz de palomitas se puede cruzar con maíz de tipo dentado. Para recuperar las características de reviente y expansión se realizan retrocruzamientos, usando como progenitor recurrente al maíz reventón. En experimentos realizados, algunas selecciones incluso ya en la segunda generación de retrocruzamiento presentaban altos volúmenes de expansión (Johnson y Eldredge, 1953).

Por lo expuesto, y teniendo como objetivo general el desarrollo de híbridos de maíz reventón para su cultivo en Honduras, los objetivos específicos de este trabajo fueron: 1) Estimar la heterosis resultante de cruzas de varios genotipos de maíz de palomitas con un maíz dentado blanco, 2) Identificar las mejores F1 para continuar el mejoramiento por retrocruzamientos.

¹ Parte de la tesis presentada por el autor principal para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

² Ex-alumno del Programa de Ingeniería Agronómica y Profesor del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras. La EAP está ubicada a 14° de latitud norte y 87° 02' de longitud oeste. Su altitud es de 805 m sobre el nivel del mar. El Valle de El Zamorano tiene una temperatura promedio de 22°C y recibe anualmente un promedio de 1100 mm de lluvia, distribuida bimodalmente entre junio y octubre.

En 1990 se generaron 15 poblaciones F1 resultantes de cruzamientos entre poblaciones de maíz reventón con la población EAP-2 (también maíz reventón) y con el híbrido comercial de maíz dentado Dekalb B-833. Se seleccionó el maíz reventón EAP-2 como progenitor por haber presentado mayor adaptación a las condiciones de El Zamorano en pruebas anteriores. Las poblaciones de maíz reventón fueron: Yellow Pearl, Ecuatoriano, EAP-5, Robust, Tosty Rosty, EAP-2, EAP-4 y Canguil Colombia. Estos maíces reventones tienen diferentes procedencias y fueron seleccionados de los materiales del Banco de Germoplasma de la EAP por presentar algo de adaptación a las condiciones de El Zamorano.

En junio de 1991 se sembró la semilla de las 15 F1, más semilla de los progenitores masculinos y femeninos y semilla de la autopolinización EAP-2 X EAP-2. Se incluyó esta autopolinización para mantener la ortogonalidad del experimento. El ensayo se llevó a cabo con un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones o bloques. Las parcelas individuales midieron 18 m². Se sembró a una densidad equivalente de 44,000 plantas por hectárea. La fertilización consistió en el equivalente de 120 kg de N y 35 kg de P elemental por hectárea. Se realizaron dos aplicaciones de insecticidas. Una a la siembra con carbofurán para combatir plagas del suelo y la otra a los 30 días desde la siembra, con phoxim, para combatir al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Las malezas se combatieron manualmente.

De acuerdo con los registros de precipitación que se llevan en la EAP, el año de 1991 fue el más seco de los 50 años de datos. La lluvia durante el ciclo del cultivo fue de 471 mm, pero entre los 15 días antes y después de la floración fue sólo de 78.6 mm. Por esto, en agosto se realizaron tres riegos que proporcionaron aproximadamente 20 mm de agua cada uno.

Se tomaron datos de días a floración, altura de planta, número de plantas acamadas, índice de proliferación, rendimiento de grano, y volumen de expansión al reviente. La heterosis se calculó en comparación con el mejor progenitor (Hallauer y Miranda, 1981).

Resultados y Discusión

Como se observa en el Cuadro 1, los genotipos presentaron diferencias significativas para todas las variables estudiadas. En este mismo cuadro, constan algunas comparaciones planificadas de antemano. Sólo para la variable "índice de proliferación" no se encontraron diferencias estadísticas. Estos resultados se esperaban y demuestran la cantidad de variabilidad existente entre los progenitores y la generada por las cruces. Los coeficientes de

variación son aceptables, en especial si se considera que existe considerable variabilidad dentro de cada población. A pesar de las diferencias en el número de plantas acamadas, ni esta variable, ni la de índice de proliferación presentaron diferencias en heterosis.

Cuadro 1. Cuadrados medios de las variables: 1. días a floración, 2. número de plantas acamadas, 3. índice de proliferación, 4. rendimiento de grano y 5. volumen de expansión.

F.V.	G.L.	1	2	3	4	5
Bloques	3	18	0.5	0.01	308	0
Genotipos	25	153**	1.8**	0.07**	12181**	57**
Progenitores	1	537**	0.2	0.20	23760**	327**
Cruzas 1 vs.2	1	189**	5.0**	0.10	155555**	92**
Hembras vs. F1	1	180**	13.0**	0.30	72479**	201**
Error	75	15	0.6	0.01	228	2
C.V. (%)		6	28.6	9.60	23	14

En el Cuadro 2 se presentan los valores de heterosis calculados para las diferentes cruzas.

Cuadro 2. Porcentajes de heterosis, con relación al mejor progenitor, para las siguientes variables: 1. días a floración, 2. rendimiento de grano y 3. volumen de expansión.

CRUZAS	1	2	3
Yellow Pearl X B-833	74.55	86.97	74.91
Yellow Pearl X EAP-2	84.62	166.25	81.44
Ecuadoriano X B-833	88.28	118.49	144.27
Ecuadoriano X EAP-2	94.62	174.00	49.11
EAP-5 X B-833	89.01	56.26	37.76
EAP-5 X EAP-2	93.19	107.91	79.37
Robust X B-833	86.08	81.89	54.99
Robust X EAP-2	86.36	59.69	87.66
Tosty Rosty X B-833	93.41	101.91	64.59
Tosty Rosty X EAP-2	88.17	48.71	147.76
EAP-4 X B-833	84.98	129.76	57.05
EAP-4 X EAP-2	96.06	110.98	71.30
Canguil Colombia X B-833	92.31	90.23	49.71
Canguil Colombia X EAP-2	103.23	16.41	67.47
EAP-2 X B-833	91.03	101.20	112.95
DMS (0.05)	8.53	21.82	30.65

La heterosis fue significativa para las variables días a floración, rendimiento de grano y volumen de expansión. Para días a floración se calculó la heterosis con relación al progenitor más tardío. Se puede ver que en general las cruzas fueron más precoces. Esto indica que se podría desarrollar líneas puras, y posteriormente híbridos de maíz reventón, que presenten ciclos de vida más cortos. Es interesante notar que en todos los casos, excepto uno, las F1 más precoces resultaron de las cruzas con B-833.

Para rendimiento las estimaciones de heterosis fueron muy variables, por ser ésta una característica influenciada por muchos genes. Los valores más altos de heterosis para rendimiento se generaron en las cruzas de Yellow Pearl y Ecuatoriano por EAP-2. Esto claramente se debió a que el progenitor maíz dentado B-833 presentó rendimientos más altos y fue el mejor progenitor en las cruzas que intervino. En general, las F1 resultantes de las cruzas con B-833 presentaron mejores características agronómicas. Para estimar la heterosis de la variable "volumen de expansión" se usó en todos los casos como comparación el volumen de expansión del progenitor de maíz reventón. Las cruzas Tosty Rosty X EAP-2 y Ecuatoriano X B-833 presentaron los volúmenes más altos de expansión. Esto demuestra que a partir de cruzas de maíz reventón con otros tipos de maíz es posible recuperar esta característica de calidad.

Se recomienda continuar con cruzas regresivas a maíz reventón y selección de individuos con base en tipo de planta, rendimiento y volumen de expansión.

Referencias

- Alexander, D.E. and R. G. Creech. 1977. Breeding special industrial and nutritional types. In: Corn and corn improvement. G.F. Sprague (Ed.). ASA, Inc. Wisconsin, USA. 774 p.
- Crumbaker, D. E., I.J. Johnson and J. C. Eldredge. 1949. Inheritance of popping volume and associated characters in crosses between popcorn and dent corn. Agronomy Journal 41: 207-212.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda, Fo. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. 468 p.
- Johnson I. J. and J. C. Eldredge. 1953. Performance of recovered popcorn inbred lines derived from outcrosses to dent corn. Agronomy Journal 45: 105-110.
- Sarmiento, J. N. 1991. Presencia del gene inhibidor de la fecundación por polen foráneo en poblaciones de maíz reventón. Tesis, Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Capacidad de Reviente en Generaciones Tempranas de Autopolinizaciones en Maíz Reventón

Ramiro Romero y Leonardo Corral¹

En el desarrollo de variedades o híbridos de maíz reventón es importante considerar no sólo las características agronómicas de la planta sino también la calidad del grano.

La calidad del grano en el maíz reventón se mide por el volumen de expansión. Este es el criterio más usado tanto en el comercio como en el desarrollo de nuevas variedades (Brunson, 1958). El maíz reventón generalmente se compra por peso y se vende por volumen. En el proceso de reviente el grano de variedades comerciales crece entre 20 y 30 veces (Hoseney et al., 1983).

Las características de reviente están dadas por el tipo de almidón en el endosperma. El endosperma en los maíces reventones es de tipo duro, cristalino-córneo, en el que los gránulos de almidón están encajados en formas poliédricas compactas dentro de una matriz más o menos gruesa de proteína. Este es un material coloidal elástico que limita y resiste la presión de vapor generada dentro de los gránulos hasta que alcanza una fuerza explosiva (Watson, 1987).

Además de las características estructurales (genéticas) del grano, otros aspectos afectan también el volumen de expansión. Entre estos se nombran: heladas, sequías, temperaturas muy altas durante el llenado del grano, plagas y enfermedades, humedad del grano a la cosecha y al desgrane y características del secado. Alexander (1988) señala que humedades del grano mayores de 18% y menores de 15% al momento de la cosecha reducen el volumen de expansión. Un secamiento muy rápido del grano es también perjudicial para el reviente ya que produce fisuras del pericarpio que permiten el escape de la presión interna.

La humedad ideal del grano para el reviente está entre 13% y 14.5%. Si el grano está muy seco se forma muy poca presión interna y si está muy húmedo el pericarpio se ablanda y deja escapar presión. El reviente se produce por acción del calor. Las moléculas de agua en los gránulos de almidón ganan energía y aumenta la presión interna en el grano. A una temperatura de 177° C la presión es de 9.0 kg/cm². Alrededor de este momento se produce la explosión de los granos (Hoseney et al., 1983).

Para mejorar las características agronómicas del maíz reventón se acostumbra cruzarlo con maíz dentado o cristalino. Esto claramente reduce el volumen de expansión. Sin embargo, se recuperan las buenas características de reviente mediante retrocruzas en las que se usa el progenitor reventón como recurrente. También, como indican Johnson y Eldredge (1953), es posible mediante selección de materiales segregantes a partir de cruzas con maíz dentado y autopolinización de éstos, recuperar las buenas características de reviente.

¹ Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica y Profesor del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Debido a que como resultado de las autopolinizaciones se dispone de muy poca semilla para las pruebas de reviente, se puede permitir la polinización libre de plantas para obtener suficiente semilla para las pruebas. De acuerdo con Lysterly (1942), el efecto xenia (efecto del polen sobre las características inmediatas del grano) se manifiesta relativamente poco en la capacidad de reviente.

En este experimento se tuvo como objetivos: 1) Comparar la capacidad de reviente de progenitores reventones, poblaciones F1 de cruza entre reventones y un maíz dentado y segregantes de autopolinizaciones de las F1 y 2) Identificar los mejores segregantes para futuros trabajos.

Materiales y Métodos

Para parte de los análisis de este trabajo se usaron las determinaciones del volumen de expansión de ocho progenitores de maíz reventón y de sus F1 resultantes de cruza con el maíz dentado B-833 y el reventón EAP-2. Estos datos corresponden a trabajos realizados en 1991 (Pardo, 1992).

Como una actividad adicional en el ensayo de Pardo (1992), se efectuaron autopolinizaciones en las plantas F1. La semilla S1 de estas autopolinizaciones se sembró en el verano de 1991, se seleccionaron segregantes dentro de algunas S1 por tipo de planta y se volvieron a autopolinizar. Parte de la semilla S2 se sembró en junio de 1992 y se permitió que las plantas se polinizaran libremente para disponer de suficiente grano para las evaluaciones.

Se seleccionaron las mejores plantas y mazorcas tipo reventón de la descendencia de la S2 y se efectuaron las pruebas de volumen de expansión.

Para el análisis estadístico de los volúmenes de expansión de la descendencia de la S2 se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial, en el que se tuvo ocho progenitores femeninos reventones y dos progenitores masculinos (un dentado, B-833 y un reventón, EAP-2). El número de repeticiones se igualó a dos en todos los casos. Las medias de las poblaciones y progenitores se compararon mediante un análisis en dos direcciones. El grano cosechado se secó al sol y para las pruebas de reviente se trató de que la humedad del grano estuviera entre 13 y 14 %. Sin embargo, aun al secar al sol se pudo observar fisuras en el pericarpio, en algunos casos.

Para las determinación del volumen de expansión se procedió de la siguiente manera: 1) En una probeta de 100 ml se midió el volumen de una muestra de 100 granos de maíz reventón. 2) En una olla de teflón se calentó una cantidad de aceite vegetal equivalente al 15 % del volumen del grano. 3) En el recipiente, cuando caliente, se colocaron los 100 granos por un período máximo de dos minutos. 4) El volumen del grano reventado se midió en una probeta de 500 ml. 5) El volumen de expansión se calculó dividiendo el volumen del grano reventado para el del grano antes de reventar.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de varianza del volumen de expansión de los materiales descendientes de la segunda generación (S2) de autopolinización.

Cuadro 1. Análisis de varianza de la variable volumen de expansión de la descendencia de diferentes S2.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	Prob.
Madres (M)	99.36	7	14.20	31.0**	0.0000
Padres (P)	8.65	1	8.65	18.9**	0.0005
M X P	43.07	7	6.15	13.5**	0.0000
Error	7.32	16	0.46		

C.V. = 9.81 %.

Por la interacción altamente significativa se deduce que los volúmenes de expansión en la descendencia de la S2 no siguieron un patrón fijo. Pudo esperarse que las progenies de autopolinización de las cruzas con EAP-2 presentaran mayores volúmenes de expansión que las de las cruzas con B-833, pero esto no se observó. Se puede inferir entonces que la selección de plantas con mazorcas tipo reventón con granos pequeños y brillantes fue igualmente efectiva para los dos grupos.

Se puede observar que el análisis del Cuadro 1 corresponde al Diseño II de Comstock y Robinson (Hallauer y Miranda, 1981). La interacción entre progenitores masculinos y femeninos es una medida de la varianza dominante, o efectos dominantes en modelos fijos. Sin embargo, después de dos generaciones de autopolinización se espera que la varianza dominante se reduzca en un 75%. La presencia de una interacción altamente significativa indica que esto no ocurrió. Este resultado probablemente se debe a que al seleccionar las mejores plantas se mantuvieron las combinaciones genéticas relacionadas con la varianza dominante.

En el Cuadro 2 se presentan las medias del volumen de expansión de los progenitores, de las F1 y de las descendencias de la S2. Como se puede observar en el Cuadro 2, el promedio del volumen de expansión de los progenitores fue superior al de las otras poblaciones. Las cruzas con EAP-2 tendieron a producir segregantes superiores, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Algunos segregantes promisorios se generaron de Canguil Colombia, Tosty Rosty y autopolinizaciones de EAP-2. Estos además, presentaron buena textura de grano y sabor, aunque estas variables no se cuantificaron.

El coeficiente de variación resultó demasiado alto, lo que posiblemente se debió a que con el equipo disponible no se pudo controlar la temperatura para el reviente en forma adecuada. En general, los volúmenes de expansión encontrados fueron inferiores a los que informa la literatura (sobre 25 volúmenes). Esto señala que se puede mejorar en el manejo de la técnica de reviente, en el

acondicionamiento del grano y en la acumulación de mejores genes para volumen de expansión.

Cuadro 2. Medias del volumen de expansión de los progenitores femeninos, F1 (X B-833), F1 (X EAP-2) y descendencia de la S2.

Nombre	Progen. Femenino	F1 X B-833	F1 X EAP-2	Desc.S2 X B-833	Desc.S2 X EAP-2
Yellow Pearl	13.70	10.30	11.20	7.51	7.04
Cang. Colombia	15.50	9.10	4.40	6.75	9.57
EAP-5	14.00	5.20	11.10	5.67	4.88
Robust	15.50	7.80	12.60	8.25	7.68
Tosty Rosty	9.75	7.00	16.10	10.00	7.86
EAP-2	9.35	9.70	7.80	6.19	10.00
EAP-4	14.00	7.90	9.90	3.81	8.58
Ecuatoriano	7.10	9.40	12.80	2.80	3.71
Medias	12.36	8.30	10.74	6.37	7.42
C.V. = 30.01 % , DMS (0.05) = 2.78					

Se recomienda: 1) continuar con los trabajos de mejoramiento de maíz reventón, incluyendo la realización de retrocruzas hacia los progenitores femeninos y 2) mejorar las técnicas de acondicionamiento y reviente del grano para una selección más efectiva.

Referencias

- Alexander, D.E. 1988. Breeding special nutritional and industrial types. In: Corn and corn improvement. Third Edition. G. F. Sprague and J.W. Dudley, (Eds.). ASA, WI. pp. 869-880.
- Brunson, A.M. 1958. Popcorn. United States Department of Agriculture. Farmers' Bull. No. 1679. 17 p.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press. Ames, Iowa 468 p.
- Hoseney, R.C., K. Zelenak and A. Abdelrahman. 1983. Mechanism of popcorn popping. Jour. of Cereal Science, 1: 43-52.
- Johnson, I.J. and J.C. Eldredge. 1953. Performance of recovered popcorn inbred lines derived from outcrosses to dent corn. Agronomy Journal, 45: 105-110.
- Lyerly, P.J. 1942. Some genetic and morphologic characters affecting the popping expansion of popcorn. Journal of The American Society of Agronomy, 1: 986-999.
- Sarmiento, J.N. 1991. Presencia del gene inhibidor de la fecundación por polen foráneo en poblaciones de maíz reventón. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- Watson, S. A. 1987. Structure and Composition. In Corn: chemistry and technology. S. A. Watson and P.E. Ramstad, (Eds.). American Association of Cereal Chemist. Minn. p. 53-82.