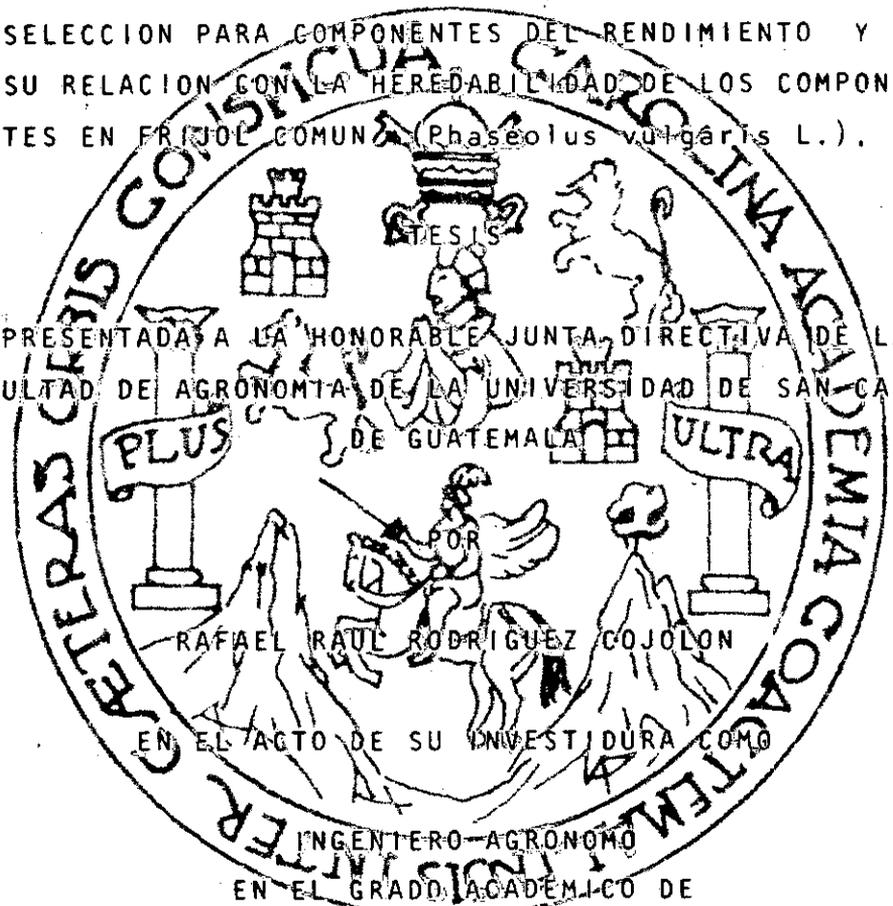


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DE EL INDICE DE COSECHA COMO CRITERIO DE SELECCION PARA COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y DE SU RELACION CON LA HEREDABILIDAD DE LOS COMPONENTES EN FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.).

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



RAFAEL RAUL RODRIGUEZ COJOLON

EN EL ACTO DE SU INVESTITURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1982.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

DL
01
+(687)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD
DE AGRONOMIA

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 1°	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
Vocal 2°	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez
Vocal 3°	Ing. Agr. Nestor Fernando Vargas
Vocal 4°	Prof. Leonel Enríquez Durán
Vocal 5°	P.A. Roberto Morales
Secretario	Ing. Agr. Carlos René Fernández

TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Carlos Echeverría
Examinador	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez
Examinador	Ing. Agr. Luis F. Ortíz
Secretario	Ing. Agr. Carlos René Fernández

Guatemala 25 de Agosto de 1982.

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Dr. Antonio Sandoval S.
Presente.

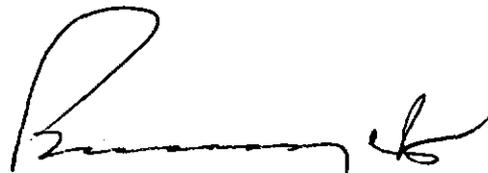
Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a usted para hacer de su conocimiento que atendiendo la designación que ese decanato me hiciera, he asesorado al universitario Rafael Raúl Rodríguez Cojolon en la elaboración de su trabajo de tesis titulado:

Estudio de el Índice de Cosecha como criterio de selección para componentes del rendimiento y de su relación con la heredabilidad de los componentes en frijol común (Phaseolus vulgaris L.).

Concluida la asesoría, considero que el trabajo presentado reúne todos los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo del Señor Decano con muestras de mi consideración y aprecio:



Dr. Porfirio Masaya Sánchez
Coordinador Programa de Frijol
ICTA
ASESOR

Guatemala 25 de Agosto de 1982.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

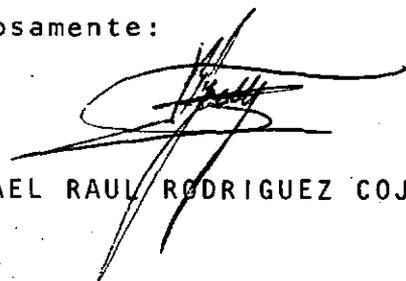
De conformidad con los preceptos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO DE EL INDICE DE COSECHA COMO CRITERIO DE SELECCION PARA COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y DE SU RELACION CON LA HEREDABILIDAD DE LOS COMPONENTES EN FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.).

Con el presente trabajo pretendo contribuir al logro de un avance más rápido en el mejoramiento de ésta importante leguminosa en cuanto a rendimiento.

Al presentarlo como último requisito para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente:



RAFAEL RAUL RODRIGUEZ COJOLON

TESIS QUE DEDICO

- A La Facultad de Agronomía
- A La Universidad de San Carlos de Guatemala
- AL Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA
- AL Programa de Frijol del ICTA
- AL Agricultor del Sur-oriente de Guatemala
- AL Sexto Curso de Adiestramiento en Producción Agrícola
CAPA del ICTA
- AL Personal Técnico, Administrativo y de Campo del Centro
de Producción Agrícola de Oriente, ICTA Jutiapa.

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS
- A MI PATRIA
- A MIS PADRES
Teresa Cojolon García
Francisco Rodríguez G.
- A MI ESPOSA
Alba Ileana
- A MIS HIJAS
Marialba Andrea y
Alba María
- A MIS HERMANOS
Francisco Leonel y
Herlinda Yolanda
- A MI SOBRINO
Víctor David
- A LA FAMILIA
Albisu Medina
- A LOS INGENIEROS
Rogelio Juárez
Héctor Leonel Pineda
Carlos Eduardo Heer
- A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

AGRADECIMIENTOS

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

- A mi asesor de tesis, Dr. PORFIRIO MASAYA SANCHEZ por su valiosa orientación y guía en la realización del presente trabajo.
- AL Programa de Frijol de la Región VI del ICTA
- AL Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA
- AL Ing. Agr. José Angel Dávila Estrada, por su desinteresada contribución a mi superación profesional.
- AL señor Mario Efraín López Esquivel, por el eficiente trabajo mecanográfico.
- A todos y cada uno de mis compañeros de trabajo.

LOS DATOS PRESENTADOS EN ESTE TRABAJO FUERON OBTENIDOS
MEDIANTE LA UTILIZACION DE RECURSOS DEL PROGRAMA DE
FRIJOL DE LA REGION VI DEL INSTITUTO DE CIENCIA Y TEC-
NOLOGIA AGRICOLAS ICTA. LOS RESULTADOS SON PROPIEDAD
DE DICHO INSTITUTO Y SE PUBLICAN CON LA DEBIDA AUTORI-
ZACION.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
3. HIPOTESIS	3
4. REVISION DE LITERATURA	3
4.1 El rendimiento	3
4.2 El Índice de Cosecha	4
4.3 Heredabilidad de los componentes del rendimiento	6
5. MATERIALES Y METODOS	6
5.1 Localización y descripción del sitio experimental	6
5.2 Materiales genéticos	7
5.3 Metodología experimental	8
5.3.1 Cruzamientos	8
5.3.2 Vivero de Crianza	11
5.3.3 Vivero de Selección	12
5.3.4 Prueba de Progenies	13
5.4 Toma de datos	14
5.5 Análisis estadístico	17
6. RESULTADOS	18
7. DISCUSION DE RESULTADOS	38
8. CONCLUSIONES	43
9. RECOMENDACIONES	48
10. BIBLIOGRAFIA	49

RESUMEN

El rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) está constituido por cuatro componentes principales: número de vainas por planta, número de vainas por racimo, peso de 100 semillas y número de semillas por vaina. El mensuramiento de éstos, conlleva inversión de tiempo y esfuerzos que al final nos dicen del valor total del rendimiento de cualquier genotipo en estudio.

El Índice de Cosecha (IC) definido como la relación entre peso de semilla y peso total de planta madura excluyendo hojas y pecíolos, es un método abreviado para seleccionar hacia rendimiento, que se evaluó en el presente estudio. Se realizaron correlaciones Pearson entre el IC y los componentes del rendimiento estudiados en las generaciones F_2 y F_3 , así como regresión entre ambas generaciones para estudiar la heredabilidad de los componentes y del IC, en cinco cruzamientos, a saber: L-Ju 78-12 x L-1162, BAT 270 x L-1338, G-3807 x L-1194, BAT 564 x L-1194 y L-1162 x L-1194.

La evaluación del IC se realizó en la generación F_2 observando las correlaciones Pearson entre el IC y los componentes del rendimiento estudiados, en plantas seleccionadas individualmente dentro de cada cruzamiento y de acuerdo al objetivo del mismo.

Se encontró que entre el componente semillas por vaina y el IC hubo una correlación altamente significativa y positiva. De igual forma se encontraron correlacionados al IC

con el componente peso de 100 semillas, en algunos cruza-
mientos. El IC parece útil como criterio de selección
para los componentes difíciles de apreciar visualmente
tales como semillas por vaina y peso de 100 semillas. No
se encontró correlación significativa entre el IC y los
componentes vainas por planta y vainas por racimo.

Se encontró que al existir correlaciones negativas entre
dos cualesquiera componentes del rendimiento, la hereda -
bilidad del IC será baja.

1. INTRODUCCION

De acuerdo con Masaya y Leiva (8) los incrementos en productividad por el mejoramiento genético del frijol en el área de Centroamérica y el Caribe, estarán encajados a corto plazo por dos factores de la producción: El potencial de rendimiento y la resistencia a enfermedades y plagas.

De hecho, el potencial de rendimiento ya ha sido considerado como uno de los caracteres a tomar en cuenta al momento de seleccionar poblaciones para incrementar la producción.

Tradicionalmente y con base en estudios realizados al respecto, se ha encontrado que el rendimiento está constituido por componentes que en conjunto contribuyen al rendimiento total; éstos son, principalmente, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas y número de vainas por racimo.

Pero al momento de seleccionar para rendimiento, fenotípicamente, el componente que más salta a la vista es el componente vainas por planta quedando finalmente el análisis crítico o medición de todos los componentes en conjunto, para trabajo de laboratorio.

Es en este punto de el mejoramiento, que se presentan problemas de tiempo y mano de obra principalmente; ésto, porque el conteo de vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas y vainas por racimo es lento, ya que de cada material genético seleccionado, se deben tomar varias plantas como muestra, para luego llegar a obtener un promedio por material para cada componente.

Es claro que el material que presente los más altos valores - será el mejor en cuanto a potencial de rendimiento. Por otro lado, mientras mayor sea el número de plantas evaluadas, más exacto será el promedio obtenido, pero más tardíamente se obtendrán los datos finales.

Normalmente, las variedades mejoradas tienden a ser rendido--ras por el mayor número de puntos productivos o mayor bioma--sa, pero tienden a ser dardías en comparación con las varieda--des criollas. Se pretende con este estudio encontrar un méto--do abreviado para seleccionar hacia rendimiento, pero con ge--notipos poco ramificados siembre mejorados, logrando plantas en las cuales haya una repartición acentuada de fotosintatos hacia la producción de semillas.

El Índice de Cosecha (IC) definido como la relación entre el peso de semilla y el peso total de la planta madura excluyendo hojas y pecíolos, ha sido estudiado en otras oportu--dades con resultados tanto positivos como negativos, en relación -- con el rendimiento. Esto posiblemente se ha debido a que se han hecho estos estudios con genotipos de arquitectura con---trastante.

La variante que el presente trabajo propone es aplicar el Índice de Cosecha a genotipos con una arquitectura uniforme, ya que atendiendo a la definición del IC si hay diferentes archi--tecturas dentro del estudio, el IC tendrá que variar corres--pondientemente. Al modificar, aumentar o combinar los compo--nentes del rendimiento sobre una arquitectura uniforme, el IC será afectado únicamente por los componentes.

Al final, se ahorrará tiempo y esfuerzos y será posible un --avance más rápido en los trabajos de mejoramiento para potén--cial de rendimiento.

2. OBJETIVOS

- 2.1. Evaluar la utilidad del Índice de Cosecha como criterio de selección para componentes del rendimiento en genotipos con arquitectura uniforme.
- 2.2. Buscar cuál es el grado de relación del Índice de Cosecha con la heredabilidad de los componentes del rendimiento.

3. HIPOTESIS

El Índice de Cosecha no es un buen criterio para seleccionar para componentes del rendimiento en genotipos con una arquitectura uniforme.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1. El rendimiento:

Poey (10) dice que el rendimiento es la resultante de un gran número de factores genéticos, biológicos y ambientales que interaccionan entre sí para finalmente ser expresado en kilogramos por hectárea. Sigue diciendo el mismo autor que los efectos genéticos y/o ambientales interaccionan para producir resultados parciales medibles en el producto de la planta que en su conjunto determinan el rendimiento resultante. Estos se definen como Componentes del Rendimiento, e incluyen el número y peso de grano, número de estructuras florales (vainas en el caso del frijol), etc.

Continúa indicando Poey (10) que el rendimiento de una planta estará determinado, entre otras cosas, por la eficiencia de los procesos fisiológicos que intervienen en la captación,

transformación y traslocación de la energía disponible. Adicionalmente, es importante considerar a los componentes del rendimiento como indicadores de tendencias de los complejos procesos que determinan el rendimiento y no necesariamente como sus causas directas.

4.2. El Índice de Cosecha (IC)

De acuerdo con Wallace (11) el segundo más importante proceso fisiológico involucrado en la obtención de altos rendimientos es la partición de fotosintatos. (El primero es la fotosíntesis, que ya ha sido bastante estudiada). Dice también Wallace (11) que la partición es reconocida en la literatura como un proceso importante, aunque como la fotosíntesis, la partición está involucrada en todos los aspectos de producción y crecimiento.

Ha sido demostrado en investigaciones en varias especies según Wallace (11) que las diferencias varietales en producción son con frecuencias asociadas con una diferencia en partición del peso total de la planta madura excluyendo hojas y peciolos (rendimiento o producción biológica) y el órgano económicamente importante (rendimiento o producción económica). Adicionalmente, estas investigaciones citadas por Wallace (11) demuestran que la alta producción o rendimiento de nuevas variedades es con frecuencia asociado con un alto Índice de Cosecha.

Van Dobbin, citado por Wallace (11) demostró en Holanda que cada nueva y sucesiva alta producción en variedades de trigo y arroz de la llamada "Revolución Verde" también tuvo más alto IC que las variedades que reemplazaron.

Shibles y Weber, citados por Buzzell y Buttery (2), sugirieron que una posible aproximación a maximizar rendimientos en soya (Glycine max L. Merr.) sería seleccionar por una gran desviación de fotosintatos para producción de semillas, por un alto IC, como fué definido por Donald, citado por los mismos autores.

Desde que el mejoramiento en plantas requiere la prueba de rendimiento de muchas líneas, la selección por IC ó Coeficiente de migración como fué sugerido por Beaven, citado por Buzzell y Buttery (2), podía valer la pena si éste es asociado con rendimiento y con la ventaja de que es más fácil y confiable de medir.

Buzzell y Buttery (2), citan tanto a Sing y Stoskopf, quienes reportaron que el IC fué positivamente correlacionado con rendimiento de grano en cereales, como a Fischer y Kertsz quienes establecieron que el IC fué un indicador de la habilidad de rendimiento en trigo (Triticum aestivum L.).

El Índice de Cosecha, usado en soya por Green et al, Shannon et al y otros, citados por Buzzell y Buttery (2), permite un uso económico de mano de obra y tiempo y ofrece una posibilidad para la determinación de plantas rendidoras.

En un experimento realizado por Buzzell y Buttery (2), semilla y peso de planta madura excluyendo hojas y pecíolos de soya (Glycine max L. Merr.), fueron medidos en parcelas por postura para determinar si la evaluación del IC podría ser usado como un criterio de selección. Estos autores concluyeron que el IC fué negativamente asociado con rendimiento, considerando al final al IC de poco valor como un indicador de la habilidad de rendimiento.

Bravo Martínez (1) encontró que el IC está alta y positivamente correlacionado con rendimiento de semilla. Este autor demostró que las variedades altamente rendidoras tuvieron también un alto IC.

Datos recientes, aún no publicados, obtenidos por Sandsted citado por Bravo Martínez (1), mostraron que un alto rendimiento de semilla y un alto IC fueron comunes para un grupo de variedades estudiadas.

4.3. Heredabilidad de los Componentes del rendimiento.

Denis (4), encontró que la selección directa por rendimiento total no es ventajosa en un programa de mejoramiento de este carácter, ya que su heredabilidad y progreso genético esperado son muy bajos. También concluyó que la heredabilidad y el progreso genético esperado fueron intermedios para el componente vainas por planta; para semillas por vaina, la heredabilidad fue alta y el progreso genético esperado intermedio y, finalmente, para peso de 100 semillas tanto la heredabilidad como la ganancia genética esperadas fueron altas.

Coyne (3) encontró que los estimadores de heredabilidad para el rendimiento total de semilla y cada uno de los componentes del rendimiento en frijol (Phaseolus vulgaris L.), fueron muy bajos.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Localización y descripción del sitio experimental.

El presente trabajo se realizó en el Centro de Producción A-

grícola de Oriente de el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, en el departamento de Jutiapa, en una latitud de $14^{\circ}18'25''$ Norte y una longitud de $89^{\circ}53'50''$ oeste.

El centro se encuentra ubicado en el kilómetro 118 de la carretera asfaltada que de la ciudad capital conduce a San Cristobal Frontera, en la aldea Río de la Virgen, del municipio de Jutiapa. El centro está a una altura de 905,79 m sobre el nivel del mar; en 1980 hubo una precipitación de 1200 mm. Existe una temperatura media anual de 28 grados centígrados y una mínima anual de 17 grados centígrados. Los suelos corresponden a la serie Culma. Según análisis del Laboratorio de Suelos del ICTA, éstos son de franco arcillosos a arcillosos, con un PH de 6.0, un contenido de fósforo bajo, un 2.5 % promedio de contenido de materia orgánica; no hay problemas de sodio, la saturación de bases promedio es de 50 y con 10 y 6 meq/100 g. de Ca y Mg, respectivamente. Según la zonificación ecológica de Guatemala de Holdridge (6), ésta región corresponde a la faja de Bosque Sub-tropical seco.

5.2. Materiales Genéticos.

Se utilizaron en el estudio siete genotipos que fueron proporcionados por el Programa de Frijol del ICTA, los cuales presentaban características que los hacían ser buenos progenitores para desarrollar trabajos sobre rendimiento. Estos materiales se encuentran en el Cuadro I.

CUADRO 1: IDENTIFICACION DE LOS MATERIALES GENETICOS.

MATERIAL	CARACTERISTICA
BAT 270	Racimo prolífico
L- 1338	Racimo prolífico
L- 1162	Vaina larga
L- 1194	Vaina larga
G- 3807	Racimo prolífico
BAT 564	Racimo prolífico
L-Ju 78-12	Semilla grande

Fuente: Programa de Frijol
ICTA.

5.3 Metodología experimental

Para el desarrollo del presente estudio se llevaron a cabo cuatro ciclos de cultivo, cada uno con prácticas específicas. Estos ciclos se describen a continuación.

5.3.1 Cruzamientos.

Este constituyó el primer ciclo del trabajo. Las líneas seleccionadas para el estudio, fueron sembradas en bolsas de polietileno negro de 30.5 x 15 cm, en una casa de malla.

5.3.1.1 Tratamiento del suelo.

El suelo utilizado en las bolsas, se trató con Bromuro de Metilo con una dosis de 0.68 Kg por 1.5 m³ de suelo.

5.3.1.2 Siembra.

La siembra se realizó colocando 3 semillas por bolsa, en dos fechas de siembra con una separación de 2 semanas, para obtener un período de floración suficiente para realizar los cruzamientos. Cada línea se sembró en ocho bol-

sas para las que intervenían en un solo cruzamiento y en doce bolsas para las que intervenían en más de un cruzamiento. Este número de bolsas se dividió en dos lotes para lograr las dos épocas de siembra y en consecuencia de floración.

5.3.1.3 Distanciamiento.

Las bolsas fueron colocadas a una distancia de 78 x 36 cm. La razón de usar estas medidas fué lograr la mínima facilidad para realizar los cruzamientos, los cuales se detallan en el Cuadro 2.

CUADRO 2. IDENTIFICACION DE LOS CRUZAMIENTOS.

NUMERO DE CRUZAMIENTO	IDENTIFICACION ICTA	COMBINACION DE CARACTERES BUSCADA
01	L-Ju 78-12xL-1162	Semilla grande+Vaina larga
02	BAT 270 xL-1338	Racimo prolíf.+ Rac. prol.
03	G-3807 xL-1194	Racimo prolíf.+Vaina larga
04	BAT 564 xL-1194	Racimo prolíf.+Vaina larga
05	L-1162 xL-1194	Vaina larga+Vaina larga

El número de veces que se repitió cada cruzamiento, fué el necesario para asegurar la obtención de suficientes semillas híbridas y así lograr una población F_2 lo suficientemente grande para que la selección de los genotipos deseados fuera eficiente. Se realizaron un número mínimo de 10 repeticiones de cada uno de los cruzamientos estudiados, procurando obtener un número mínimo de 12 semillas híbridas

F₁, que es una práctica estandar en programas de cruzamiento.

Al momento de iniciar el estudio, el Programa de Frijol de ICTA no contaba con un número de progenitores suficientes que mostraran caracteres deseables para rendimiento. En consecuencia, los progenitores utilizados en el plan de cruzamientos del trabajo, eran los únicos con que se contaba para la realización del estudio. De ésta cuenta, las combinaciones Racimo prolífico x Semilla grande y Semilla grande x Semilla grande, no se consideraron en el plan de cruzamientos.

Se trató de no combinar progenitores con susceptibilidad a enfermedades. Por ejemplo, el único progenitor con semilla grande (L-Ju 78-12) es susceptible al Virus del Mosaico Dorado y a Roya (Uromyces phaseoli), razón por la cual se combinó únicamente con un progenitor tolerante al Virus del Mosaico Dorado y resistente a Roya. En cada cruzamiento al combinar caracteres, se combinaron por lo menos un progenitor resistente o tolerante a las principales enfermedades de la región sur-oriental de Guatemala.

La combinación Semilla grande x Semilla grande, no se consideró pues existen dudas sobre su aceptación por parte del consumidor.

5.3.1.4 Fertilización.

Se aplicaron 4 g. por bolsa de fertilizante de fórmula 18-46-0, al momento de la siembra, incorporandolo. Una segunda fertilización se hizo con Urea (46-0-0) 20 días después de la siembra a razón de 2 g. por bolsa, al pie de la planta.

5.3.1.5 Control de plagas.

Al momento de la siembra se aplicó Furadán 9G, insecti-

cida y nematicida sistémico, a razón de 1 g. por bolsa, incorporándolo. En el transcurso del ciclo de cultivo, se realizaron aplicaciones de insecticidas, según fué necesario.

5.3.1.6 Control de Enfermedades.

Con la aplicación de Furadán 3G, se disminuyó la aparición de Mosaico Dorado, al mermarse las poblaciones del vector. Así mismo, se protegió las plantas preventivamente.

5.3.1.7 Control de Malezas.

Dadas las condiciones de disposición de las bolsas en la casa de malla, éste se realizó a mano en las bolsas y con azadón fuera de ellas.

5.3.2 Vivero de Crianza.

El vivero de crianza constituyó el segundo ciclo del trabajo. Aquí se sembró la generación F_1 proveniente de la etapa anterior (cruzamientos), con el propósito de observar si había autofecundaciones, o si por el contrario, los materiales exhibían características de los progenitores, principalmente del progenitor masculino.

5.3.2.1 Siembra.

Esta se hizo con máquinas sembradoras de mano. De izquierda a derecha sobre el terreno, en el primer surco, en los primeros 2.5 m se sembró el progenitor femenino, dejando 1 m de separación con los siguientes 2.5 m que se sembraron con el progenitor masculino.

Es de hacer notar que ésta disposición de progenitores con los cruzamientos se realizó tanto en éste como en los siguientes ciclos, y fué con el objeto de comparar las poblaciones con los progenitores y descubrir probables autofecundaciones

para el caso del vivero de crianza, y como una ayuda al seleccionar y evaluar en el caso del vivero de selección y en la prueba de progenies.

5.3.2.2 Distanciamiento.

Se sembró a una distancia de 30 cm entre posturas, con 3 semillas por postura y a 40 cm entre surcos. Los surcos tuvieron una longitud de 6 m.

5.3.2.3 Fertilización.

Se utilizó la fórmula 18-46-0 aplicando una dosis de 35 y 39 Kg/Ha de N y P, respectivamente, al momento de la siembra, al fondo del surco. Una segunda fertilización con Urea, se hizo 20 días después de la siembra a razón de 30 Kg/Ha de N al pié de la planta.

5.3.2.4 Control de Plagas.

Al momento de la siembra se aplicó Furadán 3G a razón de 50 Kg/Ha al fondo del surco. Durante el resto del ciclo de cultivo, se realizaron aplicaciones preventivas.

5.3.2.5 Control de Enfermedades.

Este control fué esencialmente preventivo y se hizo con base en las recomendaciones del Programa de Frijol para la zona, no habiéndose presentado ninguna enfermedad.

5.3.2.6 Control de Malezas.

El control de malezas se hizo manualmente, con azadón, en dos ocasiones durante el ciclo de cultivo.

5.3.3 Vivero de Selección F_2 .

El vivero de selección F_2 constituyó el tercer ciclo del

estudio. Se sembraron las poblaciones F_2 provenientes del vivero de crianza F_1 .

5.3.3.1 Siembra.

Se hizo con máquinas sembradoras de mano. El largo de surcos y disposición de progenitores junto a los cruzamientos se hizo en forma similar al vivero de crianza F_1 como una ayuda al momento de seleccionar.

5.3.3.2 Selección en generación F_2 .

Se seleccionaron plantas individuales revisando por inspección ocular la expresión de componentes del rendimiento y escogiendo las de mayor expresión del carácter o combinación de caracteres, de acuerdo con el objetivo planeado de cada cruzamiento. Se tomaron los datos que se describen en detalle en el párrafo 5.4.

5.3.3.3 Distanciamiento.

Debido a que en ésta etapa del estudio se hicieron selecciones individuales planta por planta, el distanciamiento fué de 30 cm entre posturas, con una semilla por postura y con 80 cm entre surcos. Se sembró sólo una parte de la semilla obtenida del ciclo anterior, para tener una reserva por cualquier contratiempo.

Debido a la ocurrencia de vientos en la región, se sembraron surcos intercalados de maíz a cada 10 surcos de frijol.

5.3.3.4 Fertilización, Control de Plagas, Enfermedades y Malezas.

Se hizo de igual forma que en el vivero de crianza F_1 , con las mismas dosis y formas de aplicación, así como el control preventivo de enfermedades y plagas.

5.3.4 Prueba de Progenies F_3 .

La evaluación de progenies F_3 constituyó el cuarto ciclo

del trabajo. De cada una de las plantas seleccionadas en el vivero de selección F_2 se sembró un surco de progenie F_3 para su evaluación.

La siembra, distanciamiento, fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas, se hizo en igual forma que en el vivero de selección F_2 , con la variante de que se colocaron 2 granos por postura, para asegurar una buena germinación y desarrollo. Los surcos tuvieron una longitud de 7.5 m. Se sembraron surcos de maíz a cada 7 surcos de frijol como barrera contra el viento.

5.3.5 Prácticas Especiales.

5.3.5.1 Preparación del terreno.

En los ciclos segundo, tercero y cuarto, ésta se hizo con tractor, arando a una profundidad de 30 cm y con pases de rastra hasta dejar una buena cama para la semilla. Los camellones se hicieron a cada 80 cm sembrándose en el talud de los mismos.

5.3.5.2 Riego.

Por la continuidad de los ciclos de cultivo, se aplicó riego cuando fué necesario, ya por la presencia de una canícula o período de sequía, o por la llegada del verano.

5.4 Toma de Datos.

5.4.1 En el vivero de crianza F_1 se determinaron las probables autofecundaciones.

5.4.2 En el vivero de selección F_2 fueron tomados los siguientes datos:

- 5.4.2.1 Peso total de planta madura excluyendo hojas y pecíolos: incluyendo las vainas, para cada planta seleccionada, en balanza de precisión.
 - 5.4.2.2 Número de vainas por planta: en forma directa, en cada planta seleccionada.
 - 5.4.2.3 Número de racimos por planta: en forma directa, en cada planta seleccionada.
 - 5.4.2.4 Número de vainas por racimo: dividiendo el número de vainas por planta entre el número de racimos por planta.
 - 5.4.2.5 Número de semillas por vaina: contando todas las semillas en la planta y dividiendo entre el número de vainas por planta.
 - 5.4.2.6 Peso de 100 semillas: en forma directa en balanza de precisión.
 - 5.4.2.7 Peso total de semilla por planta: en forma directa por cada planta, en balanza de precisión.
 - 5.4.2.8 Índice de Cosecha: dividiendo el peso total de semilla entre el peso total de planta madura excluyendo hojas y pecíolos.
- 5.4.3 En la prueba de progenies fueron tomados datos similares pero con variantes en el procedimiento tales como:
- 5.4.3.1 Al momento de la cosecha, se colocaron todas las plantas que componían una progenie en un saco, retirando previamente hojas y pecíolos, contando número de plantas cosechadas, número de vainas total y número de racimos total. El componente vainas por planta se obtuvo dividiendo el número total de

vainas entre el número de plantas cosechadas; de igual manera se procedió para obtener el componente racimos por planta.

El componente vainas por racimo se obtuvo de dividir el número total de vainas entre el número total de racimos

Se pesó cada progenie en conjunto incluyendo vainas y semillas.

Se tomó una muestra al azar de 40 vainas de cada progenie, contándose el número total de semillas para las 40 vainas; luego, dividiendo entre 40 se obtuvo el componente semillas por vaina.

Se separó rastrojo y semilla, sumándose a ésta última la proveniente de la muestra de 40 vainas.

Se tomaron al azar, del total de semillas de cada progenie, 100 semillas y se pesaron, obteniéndose el componente peso de 100 semillas.

Se pesó el rendimiento total de semilla para cada progenie.

Se obtuvo el Índice de Cosecha dividiendo el peso del rendimiento total de semilla entre el peso de la progenie en conjunto, incluyendo vainas y semillas y excluyendo hojas y pecíolos.

El número mínimo de plantas que se tomaron en cuenta para la F_2 y F_3 se hizo con base en la fórmula 4^n en donde n es igual al número de caracteres a evaluar. Se obtuvieron un promedio de 24 pares de comparaciones progenitor-progenie para estimar la heredabilidad en sentido estrecho, en cada cruzamiento.

5.5 Análisis Estadístico.

Los análisis que se realizaron fueron los siguientes, para cada cruzamiento por separado:

5.5.1 Coeficiente de Heredabilidad en sentido estrecho: para cada uno de los componentes del rendimiento estudiados y para el Índice de Cosecha, mediante la expresión:

$$h^2 = 2b$$

en donde b = coeficiente de regresión de la progenie F_3 sobre el progenitor F_2 (7, 5, 3).

5.5.2 En la generación F_2 , correlaciones entre:

- Índice de Cosecha y Vainas por planta
- Índice de Cosecha y Semillas por vaina
- Índice de Cosecha y Peso de 100 semilla
- Índice de Cosecha y Vainas por racimo

5.5.3 En la generación F_3 , correlaciones entre:

- Índice de Cosecha y Vainas por planta
- Índice de Cosecha y Semillas por vaina
- Índice de Cosecha y Peso de 100 semillas
- Índice de Cosecha y Vainas por racimo

Además se calcularon coeficientes de correlación entre sí, de los cuatro componentes primarios del rendimiento: vainas por planta, vainas por racimo, semillas por vaina y peso de 100 semillas, tanto utilizando los datos de plantas individuales en la generación F_2 como utilizando los datos de progenies en la generación F_3 .

6. RESULTADOS

6.1 Cruzamientos

En el Cuadro 3, se puede observar la cantidad de semilla híbrida obtenida para cada cruzamiento en estudio, en total de las dos épocas de floración que se planificaron.

CUADRO 3. CANTIDAD DE SEMILLA HIBRIDA OBTENIDA DE LOS CINCO CRUZAMIENTOS EN ESTUDIO.

CRUZAMIENTO	SEMILLA HIBRIDA OBTENIDA
L-Ju 78-12 x L-1162	51 semillas
BAT 270 x L-1338	76 semillas
G-3807 x L-1194	37 semillas
BAT 564 x L-1194	67 semillas
L-1162 x L-1194	14 semillas

Todas las prácticas planificadas para éste ciclo del trabajo, se realizaron según lo programado. Por el hecho de que los progenitores se sembraron en casa de malla, las condiciones fueron un poco más benignas que a pleno campo y por lo tanto todos los tipos de control fueron esencialmente preventivos.

6.2 Vivero de Crianza.

Se realizó una revisión planta por planta para detectar probables autofecundaciones, no habiéndose encontrado ninguna. Nuevamente, los tipos de control realizados fueron preventivos, habiéndose encontrado algunas plantas con síntomas de Mosaico Dorado, como únicas a las que afectó el vector.

Así mismo, se controló preventivamente con productos químicos específicos tales como Dithane M-45, Agri-mycin 500, Folidol, etc., la probable aparición de enfermedades como Roya (Uromyces phaseoli), Bacteriosis (Xanthomonas phaseoli) y plagas como Picudo de la vaina (Apion godmani) en las épocas en las que por experiencias anteriores se sospechaba podría ocurrir incidencia de éstos patógenos o insectos plaga.

6.3 Vivero de Selección.

De acuerdo con el objetivo de cada uno de los cruzamientos, se procedió a hacer selecciones individuales. Estas selecciones aparecen en el Cuadro 4.

CUADRO 4. NUMERO DE SELECCIONES INDIVIDUALES PARA CADA CRUZAMIENTO EN ESTUDIO.

CRUZAMIENTO	COMBINACION DE CARACTERES BUSCADA	Nº DE SELECCIONES INDIVIDUALES
L-Ju 78-12xL-1162	Semilla grande+Vaina larga	22
BAT 270 xL-1338	Racimo prolíf.+Rac. prolíf.	25
G-3807 xL-1194	Racimo prolíf.+Vaina larga	17
BAT 564 xL-1194	Racimo prolíf.+Vaina larga	24
L-1162 xL-1194	Vaina larga +Vaina larga	31

TOTAL 119

En ésta etapa del estudio, nuevamente ocurrieron algunas pocas plantas con síntomas de Mosaico Dorado. De ésta cuenta, todos los demás tipos de control fueron más que todo preventivos.

Los datos programados para las 119 selecciones individuales aparecen en el Cuadro 5.

6.4 Prueba de Progenies.

La prueba de progenies fué realizada durante la temporada de riego. Ocurrió un ataque incipiente de Roya (Uromyces phaseoli) el cual fué controlado oportunamente.

Los datos de la prueba de progenies aparecen en el Cuadro 6.

El número de plantas cosechadas fué diferente entre las progenies por las siguientes razones:

Por un lado se encontró segregación para el carácter precocidad lo cual afectaba al Índice de Cosecha al obtenerse un alto IC, pero muy bajo rendimiento debido a la maduración precoz responsable de la baja acumulación de materia seca, como lo sugieren Masaya y Wallace (9), Wallace y Munger (12) y Wallace y Ozbun (13).

Por otra parte, hubo diferencias en el número de plantas germinadas y ocurrieron diferencias en el número de plantas que llegaron hasta la madurez por diferentes razones (daño mecánico por labores culturales, viento, etc.).

El Porcentaje de humedad de la semilla en ambas generaciones (F_2 y F_3) no se registró ya que en la generación F_2 (selecciones individuales) la cantidad de semilla obtenida no fué suficiente para realizar la determinación de humedad. Por ésta razón, en las progenies F_3 tampoco se determinó el contenido de humedad. Sin embargo, la semilla de plantas F_2 y progenies F_3 fué secada al sol durante cuatro días consecutivos de baja humedad relativa y por las noches se pusieron en una cámara o cuarto cerrado dentro del cual se dejaba funcionando un aparato deshumecedor marca OASIS, modelo 0-1500, con sistema de condensación de humedad sobre serpentina enfriada a base de gas.

Los pesos en la generación F_2 fueron tomados en una balanza de precisión de 2 platillos, con capacidad de 2 Kg., la cual era suficiente pues los pesos tomados eran de plantas individuales.

En la generación F_3 , éstos pesos fueron tomados en una balanza de cucharón de metal. Solamente el peso de 100 semillas en ésta generación, se tomó con la balanza de precisión.

CUADRO 5 VALORES DE COMPONENTES PRIMARIOS DE RENDIMIENTO Y DE INDICE DE COSECHA EN LAS PLANTAS INDIVIDUALES F₂ EN LOS CINCO CRUZAMIENTOS.

IDENTIFICACION DEL N° DE CRUZAMIENTO Y DE SELECCION INDIVIDUAL	VAINAS POR PLANTA	SEMILLAS POR VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS (grs)	VAINAS POR RACIMO	PESO TOTAL PLANTA MADURA (grs)	PESO TOTAL SEMILLA POR PLANTA (grs)	INDICE DE COSECHA
01-1	26	3.65	26.4	1.52	49.0	23.5	0.47
01-2	28	6.82	23.0	1.64	68.9	43.5	0.63
01-3	28	6.67	23.5	1.64	68.5	44.0	0.64
01-4	29	6.58	23.8	1.61	65.5	44.6	0.68
01-5	38	6.65	24.3	1.72	89.0	59.5	0.66
01-6	26	6.00	25.0	1.44	59.6	37.8	0.63
01-7	34	6.08	20.0	2.12	64.6	41.2	0.63
01-8	37	5.54	25.6	1.76	75.0	47.1	0.62
01-9	19	6.36	23.0	1.26	42.6	27.7	0.65
01-10	22	6.18	22.7	1.46	44.2	28.1	0.63
01-11	23	3.65	10.7	1.53	29.6	16.1	0.54
01-12	24	6.37	22.4	1.50	54.4	33.4	0.61
01-13	32	6.37	23.2	1.77	69.2	44.1	0.63
01-14	27	5.70	30.5	1.58	69.0	43.5	0.63
01-15	34	5.79	23.0	1.88	68.6	43.6	0.63
01-16	22	4.54	20.0	2.20	34.9	20.0	0.57
01-17	32	6.62	23.3	1.60	72.0	47.7	0.66
01-18	34	5.97	23.6	1.70	73.4	47.5	0.64
01-19	26	5.65	24.8	1.73	59.3	35.6	0.60

CONT. CUADRO 5

IDENTIFICACION DEL N° DE CRU- ZAMIENTO Y DE SELECCION IN-- DIVIDUAL	VAINAS POR PLANTA	SEMILLAS POR VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS(grs)	VAINAS POR RACIMO	PESO TOTAL PLANTA MA- DURA (grs)	PESO TOTAL SEMILLA POR PLANTA (grs)	INDICE DE COSECHA
01-20	49	5.04	19.6	1.75	76.6	44.8	0.58
01-21	21	6.14	23.8	2.10	46.9	30.6	0.65
01-22	26	5.76	20.3	2.00	46.2	29.7	0.64
02-1	18	6.44	21.5	1.63	35.2	23.3	0.66
02-2	21	5.47	19.5	1.90	35.0	21.2	0.60
02-3	24	6.41	23.6	1.71	53.0	32.1	0.60
02-4	16	6.12	18.4	1.60	25.7	16.5	0.64 ₃
02-5	23	5.08	21.3	1.53	39.5	24.6	0.62 ₁
02-6	20	6.40	18.9	1.81	35.8	23.0	0.64
02-7	21	4.80	19.0	1.90	34.0	19.2	0.56
02-8	14	5.92	22.6	1.75	30.3	18.3	0.60
02-9	24	5.54	19.8	1.41	39.2	23.6	0.60
02-10	27	5.55	24.2	1.35	54.8	32.2	0.58
02-11	23	6.13	18.7	1.64	42.4	25.8	0.60
02-12	17	5.76	19.6	1.70	30.9	18.5	0.59
02-13	22	5.68	18.8	1.69	35.8	23.3	0.65
02-14	21	5.71	21.3	1.50	35.5	22.3	0.62
02-15	22	6.00	17.5	2.00	37.7	22.7	0.60
02-16	27	4.55	20.3	1.50	43.0	22.8	0.53
02-17	18	6.22	21.1	1.63	41.5	23.4	0.56
02-18	23	5.69	18.8	1.43	40.0	21.3	0.53
02-19	13	5.84	22.0	1.85	28.0	17.0	0.60
02-20	28	6.00	18.2	2.00	50.0	30.0	0.60
02-21	16	6.18	20.6	1.60	33.0	20.3	0.61

CONT. CUADRO 5

IDENTIFICACION DEL N° DE CRU- ZAMIENTO Y DE SELECCION IN-- DIVIDUAL	VAINAS POR PLANTA	SEMILLAS POR VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS (grs)	VAINAS POR RACIMO	PESO TOTAL PLANTA MA- DURA (grs)	PESO TOTAL SEMILLA POR PLANTA (grs)	INDICE DE COSECHA
02-22	30	6.36	20.8	2.00	64.3	39.4	0.61
02-23	27	6.18	23.1	1.80	59.1	38.2	0.64
02-24	11	5.90	17.2	1.22	16.9	11.0	0.65
02-25	18	5.33	22.0	1.50	35.0	20.4	0.58
03- 1	32	4.62	25.3	1.77	60.2	36.2	0.60
03- 2	34	6.79	21.6	1.54	77.2	50.0	0.64
03- 3	22	6.04	23.0	1.83	49.0	31.0	0.63
03- 4	20	5.10	17.5	2.85	28.9	17.8	0.61
03- 5	20	6.25	20.0	2.50	39.3	23.8	0.60
03- 6	34	5.08	22.6	2.61	62.1	38.5	0.61
03-7	30	5.80	23.0	2.00	59.1	36.9	0.62
03- 8	22	4.90	15.4	1.69	33.5	16.5	0.49
03- 9	26	6.42	19.5	1.62	48.6	31.6	0.65
03-10	14	6.28	21.6	1.75	30.3	19.4	0.64
03-11	20	6.55	24.7	1.81	50.0	32.3	0.64
03-12	31	6.12	20.3	1.63	61.0	38.8	0.63
03-13	39	5.00	17.8	3.25	52.5	30.8	0.58
03-14	16	4.81	20.6	2.00	26.4	15.7	0.59
03-15	16	4.81	14.6	1.23	23.8	10.0	0.42
03-16	28	3.67	13.0	1.64	34.5	13.2	0.38
03-17	37	4.56	21.7	1.94	62.6	35.4	0.56

CONT. CUADRO 5

IDENTIFICACION DEL N° DE CRU- ZAMIENTO Y DE SELECCION IN-- DIVIDUAL	VAINAS POR PLANTA	SEMILLAS POR VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS(grs)	VAINAS POR RACIMO	PESO TOTAL PLANTA MA- DURA (grs)	PESO TOTAL SEMILLA POR PLANTA (grs)	INDICE DE COSECHA
04- 1	27	5.74	23.8	1.80	63.9	36.0	0.56
04- 2	33	6.81	24.4	1.94	82.1	51.5	0.62
04- 3	16	5.93	22.8	1.77	33.5	20.9	0.62
04- 4	26	6.50	21.2	1.85	61.4	35.4	0.57
04- 5	24	6.25	21.8	1.84	54.6	33.5	0.61
04- 6	29	6.55	20.5	1.81	63.8	39.0	0.61
04- 7	28	6.60	22.0	1.64	70.5	37.2	0.52
04- 8	33	6.27	25.3	1.94	85.2	52.2	0.61
04- 9	30	6.50	24.3	1.76	74.0	44.8	0.60
04-10	29	7.06	21.3	2.07	70.8	42.6	0.60
04-11	27	6.11	20.9	1.28	57.9	34.0	0.58
04-12	35	5.60	19.5	1.66	68.0	37.6	0.55
04-13	32	5.37	19.5	2.00	59.9	32.7	0.55
04-14	34	6.17	20.9	2.12	71.7	41.0	0.57
04-15	37	6.54	23.0	2.17	92.8	57.3	0.61
04-16	50	6.40	18.2	2.00	91.3	53.1	0.58
04-17	46	6.71	20.7	1.84	100.6	63.3	0.62
04-18	47	3.12	21.9	3.13	51.0	31.9	0.72
04-19	28	7.10	19.0	1.86	61.1	36.7	0.60
04-20	31	6.96	22.3	1.82	79.0	48.0	0.60
04-21	27	6.44	20.8	1.80	57.5	34.9	0.60

CONT. CUADRO 5

IDENTIFICACION DEL N° DE CRU- ZAMIENTO Y DE SELECCION IN-- DIVIDUAL	VAINAS POR PLANTA	SEMILLAS POR VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS (grs)	VAINAS POR RACIMO	PESO TOTAL PLANTA MA- DURA (grs)	PESO TOTAL SEMILLA POR PLANTA (grs)	INDICE DE COSECHA
04-22	38	6.44	19.8	1.65	90.6	49.0	0.54
04-23	31	5.96	20.3	1.55	65.8	37.8	0.57
04-24	44	6.52	21.0	1.91	96.2	59.7	0.62
05- 1	32	6.34	22.2	1.52	73.8	42.6	0.57
05- 2	26	6.57	21.2	1.36	64.2	36.1	0.56
05- 3	27	6.07	21.2	1.58	58.8	34.2	0.58
05- 4	19	3.52	18.6	1.46	31.8	11.0	0.34
05- 5	27	5.70	20.9	1.92	57.6	31.3	0.54
05- 6	30	5.36	21.2	1.76	50.8	29.4	0.57
05- 7	27	5.77	24.0	1.42	63.0	37.7	0.59
05- 8	15	5.66	21.2	1.36	31.8	18.6	0.58
05- 9	22	6.18	18.9	2.00	45.4	25.7	0.56
05-10	43	5.34	17.8	1.95	73.5	41.0	0.55
05-11	27	4.58	19.8	1.88	26.1	13.3	0.50
05-12	26	5.96	24.7	1.85	50.0	38.4	0.76
05-13	24	5.66	22.2	1.71	47.8	29.8	0.62
05-14	23	5.43	23.5	1.35	48.1	29.0	0.60
05-15	26	5.03	24.4	1.73	52.7	30.8	0.58
05-16	20	5.20	22.2	1.33	36.4	23.0	0.63
05-17	38	5.71	22.3	1.72	80.8	49.3	0.61
05-18	23	5.78	23.2	1.53	50.1	30.3	0.60

CONT. CUADRO 5

IDENTIFICACION DEL N° DE CRU- ZAMIENTO Y DE SELECCION IN-- DIVIDUAL	VAINAS POR PLANTA	SEMILLAS POR VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS(grs)	VAINAS POR RACIMO	PESO TOTAL PLANTA MA- DURA (grs)	PESO TOTAL SEMILLA POR PLANTA (grs)	INDICE DE COSECHA
05-19	40	6.02	23.8	1.90	92.4	57.6	0.62
05-20	34	6.26	20.7	1.47	69.4	42.1	0.60
05-21	26	5.80	20.4	1.62	52.6	29.9	0.56
05-22	24	5.75	23.7	1.50	54.3	31.2	0.57
05-23	24	5.79	24.5	1.41	53.2	30.5	0.57
05-24	39	6.64	21.2	1.62	94.5	53.0	0.56
05-25	33	5.39	22.4	1.83	65.2	38.8	0.59
05-26	42	5.73	19.9	1.68	88.7	49.2	0.55
05-27	25	5.40	24.7	1.56	57.6	32.1	0.55
05-28	26	5.92	24.0	1.73	60.5	36.9	0.60
05-29	26	5.88	21.0	1.44	57.5	32.5	0.56
05-30	25	6.36	23.4	1.66	58.0	37.0	0.63
05-31	36	6.19	19.8	1.63	72.3	43.6	0.60

CUADRO 6. RENDIMIENTO, VALORES DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO E INDICE DE COSECHA EN LAS PROGENIES F₃ DE LOS CINCO CRUZAMIENTOS.

IDENTIFI- CACION DE LA PROGE- NIE	N° DE PLAN- TAS QUE CONS- TITUYEN LA PROGENIE	VAINAS POR PLANTA \bar{x}	SEMILLAS POR VAINA \bar{x}	PESO DE 100 SEMILLAS(grs) \bar{x}	VAINAS POR RACIMO \bar{x}	PESO TOTAL DE LA PRO- GENIE(grs)	PESO TOTAL DE SEMILLA DE LA PROGENIE (grs)	INDICE DE COSECHA
01-1	34	17.55	5.90	22.5	1.49	1114	652	0.58
01-2	39	17.41	6.72	20.0	1.48	1269	827	0.65
01-3	47	13.82	6.72	21.0	1.50	1221	788	0.64
01-4	49	12.00	6.42	21.2	1.63	1033	666	0.64
01-5	42	11.26	6.40	19.4	1.58	779	491	0.63
01-6	43	13.48	6.50	21.5	1.56	1122	698	0.62
01-7	50	12.50	6.72	19.9	1.49	1103	719	0.65
01-8	46	15.21	6.62	21.3	1.59	1194	803	0.67
01-9	36	13.16	7.07	21.0	1.36	964	608	0.63
01-10	45	12.51	6.65	23.0	1.52	1155	759	0.65
01-11	30	12.43	6.47	21.1	1.49	679	419	0.61
01-12	37	11.64	6.77	17.0	1.52	694	406	0.58
01-13	21	15.14	6.87	19.4	1.55	545	353	0.64
01-14	39	11.69	6.82	19.9	1.55	889	564	0.63
01-15	45	10.08	6.25	19.6	1.55	780	454	0.57
01-16	38	11.31	6.40	19.5	1.66	677	413	0.61
01-17	45	12.55	6.72	19.7	1.59	950	596	0.62

CONT. CUADRO 6

IDENTIFI- CACION DE LA PROGE- NIE	Nº DE PLAN- TAS QUE CONS- TITUYEN LA PROGENIE	VAINAS POR PLANTA \bar{x}	SEMILLAS POR VAINA \bar{x}	PESO DE 100 SEMILLAS(grs) \bar{x}	VAINAS POR RACIMO \bar{x}	PESO TOTAL DE LA PRO- GENIE(grs)	PESO TOTAL DE SEMILLA DE LA PROGENIE (grs)	INDICE DE COSECHA
01-18	46	14.47	6.30	20.5	1.46	1185	727	0.61
01-19	46	14.17	6.55	19.5	1.64	1167	699	0.59
01-20	47	13.40	6.82	18.8	1.50	987	622	0.63
01-21	32	8.65	6.40	20.7	1.63	484	304	0.62
01-22	44	12.70	6.65	16.5	1.61	869	545	0.62
02-1	42	16.47	6.75	19.3	1.60	1242	794	0.63
02-2	43	13.30	6.47	18.2	1.92	886	556	0.62
02-3	28	11.42	6.90	20.4	1.58	551	355	0.64
02-4	40	12.50	5.60	20.3	1.58	807	505	0.62
02-5	40	14.37	6.77	20.1	1.73	993	608	0.62
02-6	48	11.52	6.52	20.5	1.56	990	579	0.58
02-7	43	10.83	7.00	19.2	1.52	824	525	0.63
02-8	29	9.62	6.47	20.1	1.46	538	333	0.61
02-9	24	11.16	6.17	18.2	1.55	367	235	0.64
02-10	25	13.84	6.95	21.0	1.45	635	418	0.65
02-11	34	10.67	6.32	19.7	1.53	605	382	0.63
02-12	27	11.11	6.57	20.5	1.53	539	337	0.62
02-13	38	9.23	6.17	19.5	1.63	549	350	0.63
02-14	34	9.70	5.55	20.0	1.58	463	298	0.64
02-15	34	13.88	6.60	17.0	1.62	698	434	0.62
02-16	26	18.26	6.95	18.9	1.68	759	495	0.65

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central
 Sección de Tesis

CONT. CUADRO 6

IDENTIFICACION DE LA PROGENIE	Nº DE PLAN - TAS QUE CONS - TITUYEN LA PROGENIE	VAINAS POR PLANTA \bar{X}	SEMILLAS POR VAINA \bar{X}	PESO DE 100 SEMILLAS (grs) \bar{X}	VAINAS POR RACIMO \bar{X}	PESO TOTAL DE LA PROGENIE (grs)	PESO TOTAL DE SEMILLA DE LA PROGENIE (grs)	INDICE DE COSECHA
02-17	45	11.91	6.87	21.3	1.60	1054	645	0.61
02-18	33	14.18	6.57	22.5	1.62	930	586	0.63
02-19	45	13.06	6.55	22.4	1.48	1063	681	0.64
02-20	41	9.65	7.20	20.5	1.55	649	414	0.63
02-21	40	10.15	6.27	20.8	1.68	629	404	0.64
02-22	43	10.16	6.72	16.6	1.55	694	364	0.53
02-23	31	9.67	6.40	19.0	1.59	441	291	0.65
02-24	31	10.64	6.17	16.9	1.64	464	301	0.64
02-25	40	9.70	6.22	20.4	1.59	541	344	0.63
03-1	46	14.80	6.00	21.2	1.74	1052	635	0.60
03-2	42	14.57	6.60	21.1	1.73	1069	669	0.62
03-3	47	13.10	6.25	20.7	1.85	1010	655	0.64
03-4	37	14.75	6.25	18.5	2.17	741	444	0.59
03-5	42	13.00	6.45	20.3	2.00	914	570	0.62
03-6	42	16.95	6.32	21.8	1.90	1126	713	0.63
03-7	34	16.50	6.07	20.4	2.03	829	522	0.62
03-8	31	15.29	6.07	19.7	1.65	764	463	0.60
03-9	46	15.10	7.02	21.4	1.73	1314	868	0.66
03-10	42	12.90	6.32	20.0	1.85	921	571	0.61
03-11	36	14.50	6.50	23.3	2.33	922	577	0.62

CONT. CUADRO 6

IDENTIFI- CACION DE LA PROGE- NIE	Nº DE PLAN- TAS QUE CONS- TITUYEN LA PROGENIE	VAINAS POR PLANTA \bar{x}	SEMILLAS POR VAINA \bar{x}	PESO DE 100 SEMILLAS (grs) \bar{x}	VAINAS POR RACIMO \bar{x}	PESO TOTAL DE LA PRO- GENIE (grs)	PESO TOTAL DE SEMILLA DE LA PROGENIE (grs)	INDICE DE COSECHA
03-12	44	14.77	6.35	23.6	2.02	1151	753	0.65
03-13	52	14.01	6.02	23.0	2.06	1311	845	0.64
03-14	43	13.30	6.27	22.7	2.54	949	606	0.63
03-15	30	14.83	6.30	20.4	1.91	821	520	0.63
03-16	31	26.03	6.42	22.2	2.03	1603	998	0.62
03-17	42	19.5	5.87	21.6	1.73	1390	873	0.62
04-1	45	18.11	6.07	19.0	1.80	1469	907	0.61
04-2	41	14.73	6.87	20.8	1.82	1237	778	0.62
04-3	45	13.37	6.67	20.0	1.76	1115	691	0.61
04-4	48	13.33	6.92	20.4	1.76	1251	724	0.57
04-5	44	17.18	6.60	20.7	1.77	1427	853	0.59
04-6	41	15.14	6.77	19.1	1.76	1274	792	0.62
04-7	46	12.67	7.02	20.8	1.76	1117	680	0.60
04-8	46	13.89	6.75	18.9	1.73	1135	715	0.62
04-9	46	16.73	6.92	20.4	1.79	1473	947	0.64
04-10	49	13.28	7.02	19.7	1.82	1285	780	0.60
04-11	47	16.02	6.47	17.3	1.67	1303	798	0.61
04-12	48	13.14	6.70	16.7	1.77	974	605	0.62
04-13	47	14.23	6.77	19.3	2.00	1198	745	0.62
04-14	46	13.28	6.77	17.4	1.54	970	621	0.64
04-15	45	12.35	6.62	20.8	1.90	1107	694	0.62

CONT. CUADRO 6

IDENTIFI- CACION DE LA PROGE- NIE	Nº DE PLAN- TAS QUE CONS- TITUYEN LA PROGENIE	VAINAS POR PLANTA \bar{x}	SEMILLAS POR VAINA \bar{x}	PESO DE 100 SEMILLAS (grs) \bar{x}	VAINAS POR RACIMO \bar{x}	PESO TOTAL DE LA PRO- GENIE (grs)	PESO TOTAL DE SEMILLA DE LA PROGENIE (grs)	INDICE DE COSECHA
04-16	39	14.94	7.27	17.0	1.63	1003	629	0.62
04-17	47	12.17	6.62	18.0	1.75	1094	661	0.60
04-18	47	13.06	7.52	18.4	1.75	1094	661	0.60
04-19	41	14.97	7.12	17.0	1.87	1080	660	0.61
04-20	42	15.42	6.60	18.5	1.67	1136	652	0.57
04-21	41	18.48	6.87	18.6	2.07	1368	867	0.63
04-22	36	12.55	8.20	18.1	1.58	823	485	0.58
04-23	36	13.38	6.55	17.5	1.86	895	525	0.58
04-24	39	13.87	7.17	17.5	1.64	991	600	0.60
05-1	45	11.46	6.95	20.5	1.62	994	619	0.62
05-2	41	12.80	6.57	22.5	1.39	1117	674	0.60
05-3	36	16.80	7.20	22.5	1.42	1316	808	0.61
05-4	30	17.20	6.82	21.9	1.88	1149	729	0.63
05-5	47	14.10	6.92	24.8	1.58	1547	944	0.61
05-6	39	13.53	6.90	22.5	1.54	1153	709	0.61
05-7	46	14.36	6.25	22.3	1.60	1345	830	0.61
05-8	52	11.32	7.02	21.0	1.61	1369	820	0.59
05-9	51	11.27	6.52	21.2	1.40	1214	713	0.58
05-10	41	15.58	6.75	22.1	1.63	1280	762	0.59
05-11	46	12.30	6.87	20.0	1.41	1081	652	0.60
05-12	37	13.54	7.07	21.7	1.62	1077	660	0.61

CONT. CUADRO 6

IDENTIFI- CACION DE LA PROGE- NIE	Nº DE PLAN- TAS QUE CONS- TITUYEN LA PROGENIE	VAINAS POR PLANTA \bar{x}	SEMILLAS POR VAINA \bar{x}	PESO DE 100 SEMILLAS (grs) \bar{x}	VAINAS POR RACIMO \bar{x}	PESO TOTAL DE LA PRO- GENIE (grs)	PESO TOTAL DE SEMILLA DE LA PROGENIE (grs)	INDICE DE COSECHA
05-13	41	13.36	6.70	21.6	1.48	997	609	0.61
05-14	48	11.37	7.15	19.0	1.41	1074	660	0.61
05-15	51	11.35	6.75	22.5	1.62	1217	756	0.62
05-16	46	10.91	6.57	21.0	1.81	983	609	0.61
05-17	48	10.68	6.20	21.0	2.08	974	594	0.60
05-18	48	11.75	6.50	20.1	1.50	1025	617	0.60
05-19	46	9.39	6.52	18.0	2.08	797	449	0.56
05-20	28	12.85	6.65	18.8	1.51	616	371	0.60
05-21	40	11.60	7.07	19.3	1.83	1023	616	0.60
05-22	47	11.87	6.75	21.8	1.48	1156	671	0.58
05-23	45	14.35	6.77	21.7	1.91	1304	817	0.62
05-24	39	16.33	7.07	21.8	1.53	1308	794	0.60
05-25	40	16.82	7.02	21.4	1.42	1473	907	0.61
05-26	50	11.96	6.75	21.3	1.71	1406	830	0.59
05-27	45	12.88	6.27	23.5	1.87	1325	789	0.59
05-28	47	13.95	6.72	22.4	1.51	1416	872	0.61
05-29	53	11.49	7.02	20.9	1.80	1266	804	0.63
05-30	47	14.55	6.80	21.6	1.93	1549	978	0.63
05-31	42	18.69	6.60	23.0	1.58	1678	1057	0.62

CUADRO 7 COEFICIENTE DE CORRELACION LINEAL SIMPLE EN SELECCIONES INDIVIDUALES DE LA GENERACION F₂ ENTRE COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y ENTRE EL INDICE DE COSECHA Y LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO.

N° DE CRUZAMIENTO	N° DE SELECCIONES INDIVIDUALES	PROGENITORES Y COMBINACION DE CARACTERES BUSCADA	COEFICIENTE DE CORRELACION									
			V/P-IC	S/V-IC	P ₁₀₀ ^S -IC	V/R-IC	V/P-S/V	V/P-P ₁₀₀ ^S	V/P-V/R	S/V-P ₁₀₀ ^S	S/V-V/R	P ₁₀₀ ^S -V/R
01	22	L-Ju 78-12xL-1162 Semilla grande + vaina larga.	0.08 NS	0.90 ***	0.26 NS	0.04 NS	0.07 NS	0.04 NS	0.19 NS	0.38 NS	-0.09 NS	-0.17 NS
02	25	BAT270xL-1338 Racimo prolif. + racimo prolif.	0.25 NS	0.53 **	-0.07 NS	0.07 NS	-0.14 NS	0.14 NS	0.23 NS	0.05 NS	0.25 NS	-0.11 NS
03	17	G-3807 x L-1194 Racimo prolif. + vaina larga	0.09 NS	0.76 ***	0.79 ***	0.25 NS	-0.17 NS	0.18 NS	0.28 NS	0.49 *	-0.12 NS	0.04 NS
04	24	BAT 564xL-1194 Racimo Prolif. + vaina larga	0.10 NS	0.04 NS	0.35 NS	0.37 NS	-0.25 NS	-0.29 NS	0.47 *	0.00457 NS	-0.61 **	0.11 NS
05	31	L-1162 x L-1194 Vaina larga + vaina larga	0.16 NS	0.59 **	0.55 **	0.11 NS	0.37 *	-0.18 NS	0.36 *	0.19 NS	-0.02 NS	-0.22 NS

* Significativo al 5% de nivel de significancia.
 ** Significativo al 1% de nivel de significancia
 *** Significativo al 0.1% de nivel de significancia
 NS No significativo

V/P = Vainas por planta
 S/V = Semillas por vaina
 P₁₀₀^S = Peso de 100 semillas
 V/R = Vainas por racimo
 IC = Indice de Cosecha

CUADRO 8 COEFICIENTES DE CORRELACION LINEAL SIMPLE EN PROGENIES DE LA GENERACION F₃ ENTRE COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y ENTRE INDICE DE COSECHA Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO.

N° DE CRUZA-MIENTO	N° DE SE-LECCIONES INDIVI-DUALES	PROGENITORES Y COM-BINACION DE CARAC-TERES BUSCADA	COEFICIENTE DE CORRELACION									
			V/P-IC	S/V-IC	P ₁₀₀ ^S -IC	V/R-IC	V/P-S/V	V/P-P ₁₀₀ ^S	V/P-V/R	S/V-P ₁₀₀ ^S	S/V-V/R	P ₁₀₀ ^S -V/R
01	22	L-Ju 78-12xL-1162 Semilla grande + vaina larga	0.19 NS	0.50 *	0.26 NS	-0.07 NS	-0.02 NS	0.24 NS	-0.38 NS	-0.31 NS	-0.29 NS	-0.24 NS
02	25	BAT270xL-1338 Racimo prolif. + racimo prolif.	0.18 NS	-0.09 NS	0.28 NS	0.05 NS	0.35 NS	0.04 NS	0.29 NS	0.08 NS	-0.08 NS	-0.28 NS
03	17	G-3807xL-1194 Racimo prolif. + vaina larga	-0.07 NS	0.46 NS	0.60 *	0.04 NS	-0.07 NS	0.17 NS	-0.10 NS	0.10 NS	0.02 NS	0.37 NS
04	24	BAT564xL-1194 Racimo prolif. + vaina larga	0.25 NS	-0.17 NS	-0.03 NS	0.20 NS	-0.37 NS	0.06 NS	0.30 NS	-0.17 NS	-0.30 NS	0.32 NS
05	31	L-1162xL-1194 Vaina larga + vaina larga	0.44 *	0.30 NS	0.31 NS	0.02 NS	0.22 NS	0.53 **	-0.22 NS	-0.09 NS	-0.27 NS	-0.15 NS

* Significativo al 5% de nivel de significancia

** Significativo al 1% de nivel de significancia

NS No significativo

V/P = Vainas por planta

S/V = Semillas por vaina

P₁₀₀^S = Peso de 100 semillas

V/R = Vainas por racimo

IC = Indice de cosecha

CUADRO 9. ESTIMACION DE LA HEREDABILIDAD EN EL SENTIDO ESTRECHO PARA LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO E INDICE DE COSECHA

N° DE CRUZAMIENTO	PARES DE COMPARACIONES PROGENITOR-PROGENIE	PROGENITORES Y COMBINACION DE CARACTERES BUSCADA	HEREDABILIDAD				
			VAINAS POR PLANTA	SEMILLAS POR VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS	VAINAS POR RACIMO	INDICE DE COSECHA
01	22	L-Ju 78-12xL-1162 Semilla grande + vainas largas	0.0872	0.2764	0.1296	0.3304	0.4886
02	25	BAT 270 x L-1338 Racimo prolíf. + racimo prolíf.	0.0998	-0.2350	0.5246	0.0086	-0.1824
03	17	G-3807 x L-1194 Racimo prolíf. + vainas largas	0.2886	0.3212	0.1494	0.2760	0.0786
04	24	BAT 564xL-1194 Racimo prolíf. + vainas largas	-0.1678	-0.1126	0.9622	0.0236	0.1670
05	31	L-1162 x L-1194 Vainas largas + vainas largas	0.1042	-0.0096	-0.0064	0.1168	-0.0562

CUADRO 10. VALORES PROMEDIOS PARA LOS COMPONENTES VAINAS POR PLANTA Y VAINAS POR RACIMO EN LAS GENERACIONES F₂ Y F₃.

CRUZAMIENTO	COMBINACION DE CARACTERES BUSCADA	F ₂		F ₃	
		V/P	V/R	V/P	V/R
L- Ju 78-12 x L- 1162	Semilla grande + vaina larga	28.95	1.54	13.05	1.71
BAT 270 x L- 1338	Racimo prolíf. + racimo prolíf.	20.96	1.59	11.88	1.67
G- 3807 x L- 1194	Racimo prolíf. + vaina larga	25.94	1.96	15.52	1.98
BAT 564 x L- 1194	Racimo prolíf. + vaina larga	32.58	1.77	14.43	1.88
L- 1162 x L- 1194	Vaina larga + vaina larga	27.90	1.64	13.24	1.63

7. DISCUSION DE RESULTADOS

De los 20 coeficientes de correlación lineal simple calculados en la generación F_2 entre el Índice de Cosecha y los cuatro componentes del rendimiento estudiados (Cuadro 7), cuatro son muy altamente significativos (nivel de significancia al 0.1 %) con signo positivo y dos son altamente significativos (nivel de significancia al 1 %) con signo positivo. Los restantes coeficientes son no significativos, encontrándose dos coeficientes de signo negativo.

La correlación entre el componente vainas por planta e Índice de Cosecha fué no significativa para todos los cruzamientos. El único coeficiente con signo negativo observado en ésta correlación fué el del cruzamiento BAT 270 x L-1338.

La correlación entre el componente semillas por vaina y el Índice de Cosecha fué muy altamente significativa para los cruzamientos L-Ju 78-12 x L-1162, G-3807 x L-1194 y L-1162 x L-1194, todas con signo positivo. Para el cruzamiento BAT 270 x L-1338 se encontró altamente significativa. Para el cruzamiento BAT 564 x L-1194, ésta correlación resultó no significativa aunque de signo positivo.

El valor de coeficiente de correlación lineal simple para el componente peso de 100 semillas y el Índice de Cosecha resultó de signo positivo y muy altamente significativo (nivel de significancia al 0.1 %) para el cruzamiento G-3807 x L-1194 y para el cruzamiento L-1162 x L-1194 altamente significativo (nivel de significancia al 1 %) y de signo positivo. Los restantes coeficientes de correlación para éste carácter fueron no significativos y el único de signo negativo fué el del cruzamiento BAT 270 x L-1338.

Para todos los cruzamientos, los coeficientes de correlación entre el componente vainas por racimo y el índice de Cosecha fueron no significativos y de signo positivo.

De los 30 coeficientes de correlación obtenidos entre las diferentes combinaciones entre los cuatro componentes del rendimiento estudiados (Cuadro 7), cuatro fueron de signo positivo y significativos (nivel de significancia al 5 %), uno fué altamente significativo (nivel de significancia al 1 %) pero de signo negativo y todos los restantes coeficientes fueron no significativos habiéndose encontrado 14 coeficientes de signo positivo y 11 coeficientes con signo negativo.

El hecho de que se hayan obtenido un alto número de correlaciones no significativas y de signo positivo o negativo, indica que en general los componentes no se encuentran correlacionados estadísticamente, lo cual resulta ser beneficioso para el potencial empleo del Índice de Cosecha como criterio de selección para rendimiento, pues de alguna manera al estar el Índice de Cosecha relacionado con el rendimiento, el hecho de aplicar el Índice a plantas en donde éste estuviera sustituyendo a el componente que más estuviera contribuyendo al rendimiento total, no significaría menoscabar el valor de cualquiera de los otros componentes.

En los cruzamientos en donde se perseguía aumentar o combinar el número de vainas por racimo, éste efectivamente fué más alto tanto en las plantas F_2 como en las progenies F_3 (Cuadro 10).

La heredabilidad en el sentido estrecho para el Índice de Cosecha y para cada uno de los cuatro componentes del rendimiento estudiados, fué estimada mediante la regresión de las progenies F_3 sobre las plantas progenitoras individual

les F_2 .

En general, los valores de heredabilidad obtenidos para los componentes del rendimiento estudiados, concuerdan en alto grado con los reportados por la literatura, ya que los caracteres relacionados con el rendimiento se reportan en diversos estudios (4, 3, 13) con valores de medios a bajos o muy bajos. En los datos obtenidos se dió el caso de encontrar valores de heredabilidad con signo negativo, los cuales para fines de interpretación y por lógica, fueron considerados como iguales a cero.

Los más altos valores de heredabilidad obtenidos en el presente estudio (Cuadro 9), fueron de 28,86 % para el componente vainas por planta en el cruzamiento G-3807 x L-1194; 27,64 % y 32,12 % para el componente semillas por vaina en los cruzamientos L-Ju 78-12 x L-1162 y G-3807 x L-1194 respectivamente; 52,46 % y 96,22 % para el componente peso de 100 semillas en los cruzamientos BAT 270 x L-1338 y BAT 564 x L-1194, respectivamente; 33,04 % y 27,6 % para el componente vainas por racimo en los cruzamientos L-Ju 78-12 x L-1162 y G-3807 x L-1194 respectivamente, y finalmente 48,86 % para el índice de Cosecha en el cruzamiento L-Ju 78-12 x L-1162.

Del cuadro de valores de heredabilidad (Cuadro 9), se desprende que el índice de Cosecha fué más heredable para el cruzamiento L-Ju 78-12 x L-1162 y en ninguno de los demás cruzamientos tuvo alguna importancia. Todos los restantes valores de heredabilidad para los cuatro componentes del rendimiento, fueron muy bajos o iguales a cero cuando tuvieron signo negativo.

El cumplimiento de el objetivo de un cruzamiento se observa en la generación F_2 . Pero también es importante confir-

mar si el carácter perseguido mostró valores considerables en la generación F_2 por efectos de heterosis o si por el contrario el carácter tuvo un afianzamiento genético, es decir, su expresión se debe al éxito en la recombinación en el cruzamiento.

Esto se puede evaluar a través de los valores de heredabilidad pues si se consiguió mejorar o acentuar el carácter deseado en un cruzamiento y esto es genéticamente explicable, es de esperar que tal carácter tenga algún valor de heredabilidad apreciable. Por tanto debe haber una relación razonable entre el objetivo de cada cruzamiento y el o los componentes que se pretendía mejorar, observando los valores de heredabilidad.

La relación entre el objetivo de cada cruzamiento y los valores de heredabilidad obtenidos para cada componente del rendimiento es de alguna magnitud como se observa en el cuadro de valores de heredabilidad (Cuadro 9). Ahí vemos que por ejemplo en el cruzamiento L-Ju 78-12 x L-1162 la heredabilidad de los componentes semillas por vaina y vainas por racimo, es razonablemente alta lo cual concuerda con el objetivo del cruzamiento. De igual manera, éste es el único cruzamiento en donde el Índice de Cosecha tuvo una heredabilidad alta, debido posiblemente a los valores de heredabilidad igualmente relativamente altos de los dos componentes del rendimiento mencionados.

En el cruzamiento BAT 270 x L-1338 el objetivo del mismo no guarda ninguna relación con el valor más alto de heredabilidad obtenido en el estudio y que fué para el componente peso de 100 semillas. En este caso el valor de heredabilidad para el Índice de Cosecha fué esencialmente igual a cero.

Para el cruzamiento G-3807 x L-1194 los componentes vainas por planta, semillas por vaina y vainas por racimo resultaron con valores de heredabilidad razonablemente altos, lo cual está muy relacionado con el objetivo del cruzamiento, aunque el valor de heredabilidad para el Índice de Cosecha en éste cruzamiento fué demasiado bajo.

Nuevamente en el cruzamiento BAT 564 x L-1194 se presentó el caso de no relación entre el objetivo del cruzamiento y el único componente de rendimiento con más alto valor (96.22 %) que fué peso de 100 semillas. El valor de heredabilidad para el Índice de Cosecha aunque fué diferente a cero, y positivo, fué bajo.

En el cruzamiento L-1162 x L-1194 los valores de heredabilidad para los componentes vainas por planta y vainas por racimo fueron los únicos con alguna cuantía, que aunque positiva, fué muy baja. En adición, la heredabilidad para los otros componentes fué considerada como igual a cero y consecuentemente el valor de heredabilidad para el Índice de Cosecha fué igualmente considerado como igual a cero. En éste mismo cruzamiento, los valores de heredabilidad no concuerdan con el objetivo del mismo, observándose que fué en éste cruzamiento en donde se dieron los más bajos valores de heredabilidad tanto para los cuatro componentes como para el Índice de Cosecha y la total ausencia de relación entre heredabilidad, Índice de Cosecha, componentes del rendimiento y objetivo del cruzamiento.

8. CONCLUSIONES

1. El objetivo del estudio fué evaluar si el Índice de Cosecha puede ser un sustituto de la medición de los componentes del rendimiento (número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas y número de vainas por racimo) y en consecuencia poder utilizarlo como criterio de selección para rendimiento. Esta evaluación tiene que ser realizada entonces observando las correlaciones entre el Índice de Cosecha y los componentes del rendimiento en la generación F_2 por ser en ésta donde se realizan las selecciones individuales.
2. En el Cuadro 7 de coeficientes de correlación lineal simple para la generación F_2 entre Índice de Cosecha y los componentes del rendimiento estudiados, se nota que por ejemplo, en 4 de los 5 cruzamientos hubo una correlación altamente significativa y de signo positivo entre el componente semillas por vaina e Índice de Cosecha; entonces, cuando se quiera seleccionar por el componente semillas por vaina, se puede esperar que el Índice de Cosecha funcione muy eficientemente.
3. También en el mismo Cuadro 7 se notan coeficientes de correlación positivos entre el Índice de Cosecha y el componente peso de 100 semillas, pues en 2 de los 5 cruzamientos, la correlación es altamente significativa y de signo positivo y en un tercer cruzamiento es significativa y de signo positivo solo que al 10 % de nivel de significancia. En el cruzamiento L-Ju 78-12 x L-1162 la correlación es positiva aunque no significativa.

4. En la población F_2 del cruzamiento BAT 270 x L-1338 no hay correlación entre Índice de Cosecha y peso de 100 semillas, pero en todo caso no era el objetivo del cruzamiento aumentar el tamaño de la semilla.

5. En el Cuadro 7 se nota que los coeficientes de correlación entre Índice de Cosecha y el componente vainas por racimo, no son significativos en ningún caso (en la población F_2). Esto puede explicarse observando los valores de correlación entre vainas por racimo y los otros componentes que en muchos de los casos produjeron coeficientes de correlación negativos; por lo tanto, al seleccionar plantas con mayor número de vainas por planta, se estarían obteniendo plantas con un menor número de semillas por vaina o con semillas más pequeñas y eso explica porqué no hay correlación entre el Índice de Cosecha y el componente vainas por racimo. El Índice de Cosecha entonces, tiene la ventaja de identificar plantas en una población segregante en las que al aumentar uno de los componentes, los otros componentes no sufren disminución, sino que se mantienen estables o aumentan paralelamente. En el cuadro de valores de heredabilidad (Cuadro 9), se puede observar, por ejemplo, que para el componente vainas por racimo en los cruzamientos L-Ju 78-12 x L-1162 h G-3807 x L-1194 la heredabilidad es de 33.04 % y 27.6 % respectivamente, lo que indica que sí es posible esperar avance genético al seleccionar únicamente por el componente vainas por racimo. Sin embargo, existe el inconveniente de que en ese caso estaríamos reduciendo los valores de los componentes semillas por vaina o peso de 100 semillas.

6. En general los valores de las correlaciones entre el Índice de Cosecha y los componentes del rendimiento estudiados fueron inferiores en magnitud en las progenies F_3 comparados con las plantas progenitoras F_2 , especialmente en aque-

llos casos en que en las plantas F_2 habían correlaciones positivas y significativas con el Índice de Cosecha (Cuadro 7 y 8).

7. El hecho de que hayan bajado los valores de los coeficientes de correlación en la generación F_3 al hacer la comparación con la generación F_2 , sugiere que es necesario un nuevo ciclo de selección ya sea individual o masalmente en la generación F_3 para fijar los caracteres por los que se seleccionó en la generación F_2 .
8. El Índice de Cosecha parece útil como criterio de selección para los caracteres o componentes difíciles de apreciar visualmente tales como semillas por vaina y peso de 100 semillas. Según el presente estudio no existió correlación significativa entre el Índice de Cosecha y vainas por racimo. Sin embargo, como las correlaciones se hicieron separadamente para las progenies de cada cruzamiento, los cruzamientos con progenies con valores más altos aparecen distribuídas en los cruzamientos hechos para éste propósito específicamente, es decir, los cruzamientos G-3807 x L-1194, BAT 564 x L-1194 y L-1162 x L-1194. Comparando los promedios de las progenies de cada cruzamiento es evidente que estos tres cruzamientos tienen valores más altos de vainas por racimo y en consecuencia de vainas por planta; es por ello que no aparece una correlación significativa entre vainas por racimo ó vainas por planta y el Índice de Cosecha (Cuadro 10).
9. El Índice de Cosecha puede ser utilizado como un sustituto de la medición de algunos componentes del rendimiento, especialmente peso de 100 semillas y semillas por vaina. No funciona con la misma eficiencia para los componentes vainas por racimo ó vainas por planta.

10. El Índice de Cosecha resultó ser más heredable en el cruzamiento L-Ju 78-12 x L-1162 posiblemente debido a que hubo una heredabilidad razonablemente alta en los componentes del rendimiento semillas por vaina, peso de 100 semillas y vainas por racimo (Cuadro 9).
11. En el cruzamiento BAT 270 x L-1338, por ejemplo, se observa una heredabilidad del Índice de Cosecha que es esencialmente igual a cero, aunque existió una heredabilidad alta para peso de 100 semillas. Sin embargo, esto coincide con el hecho de que en las plantas F_2 no hubo correlación entre peso de 100 semillas y el Índice de Cosecha.
12. En el cruzamiento G-3807 x L-1194 la heredabilidad del Índice de Cosecha es baja (7.86 %) aunque la heredabilidad para semillas por vaina, peso de 100 semillas y vainas por racimo es razonablemente alta. Nuevamente en éste cruzamiento en la generación F_2 existieron correlaciones positivas altamente significativas entre el Índice de Cosecha y semillas por vaina y entre el Índice de Cosecha y peso de 100 semillas y no así para Índice de Cosecha y vainas por racimo e Índice de Cosecha y vainas por planta.
13. En el cruzamiento BAT 564 x L-1194 hay una heredabilidad muy alta para el componente peso de 100 semillas y una heredabilidad muy baja para el Índice de Cosecha, comparativamente. Los valores de heredabilidad para los otros componentes del rendimiento son esencialmente cero. En la generación F_2 en éste mismo cruzamiento se observó una correlación negativa altamente significativa entre los componentes semillas por vaina y vainas por racimo. Esto es especialmente deplorable ya que era el objetivo del cruzamiento combinar el carácter Racimo Prolífico con el de Vaina Larga (alto número de semillas por vaina).

14. En el cruzamiento L-1162 x L-1194 los valores de heredabilidad del Índice de Cosecha y del componente semillas por vaina fueron iguales a cero, aún cuando el coeficiente de correlación entre semillas por vaina e Índice de Cosecha en la generación F_2 es muy altamente significativo y de signo positivo. Esto posiblemente se deba a que los dos progenitores son portadores de los mismos genes para el carácter semillas por vaina y en consecuencia se puede pensar que no existe la posibilidad de aditividad de genes para éste carácter en éste cruzamiento.

15. Una vez identificadas o seleccionadas en una población segregante las plantas con la expresión del componente del rendimiento responsable o que contribuye a un mayor valor de Índice de Cosecha, la heredabilidad de dicho carácter y posteriormente sus efectos en el rendimiento dependerán de la naturaleza del componente del rendimiento mismo y de las correlaciones que existan con el resto de componentes del rendimiento, independientemente del Índice de Cosecha. El Índice de Cosecha sólo es útil para seleccionar, pero no es responsable de los valores de heredabilidad del carácter al cual sustituye como criterio de selección.

16. Si existen correlaciones negativas entre dos cualesquiera componentes del rendimiento, la heredabilidad del Índice de Cosecha será baja. Esto ocurre porque al aumentar un componente dado se estará bajando el valor de el otro componente al mismo tiempo. La explicación podría estar en que ocurren ligamientos de genes o asociaciones fisiológicas, es decir, efectos pleiotrópicos de un mismo gene.

9. RECOMENDACIONES

1. En futuros estudios sobre el Índice de Cosecha, iniciar con un ensayo de progenitores para seleccionar los progenitores que presenten mayores valores respecto a los componentes del rendimiento que se estudien. Esto es para no caer en una selección de progenitores con base en apreciaciones visuales, lo cual podría estar afectando los resultados obtenidos en el presente estudio.
2. Estudiar la variación en el número de vainas por racimo en las diferentes posiciones en que los racimos pueden crecer en la plantaraya que se ha observado que los racimos tienden a ser más numerosos en la base del tallo principal y de las ramas, lo cual favorece o aumenta el valor del Índice de Cosecha, al haber menos follaje.
3. En futuros trabajos sobre el Índice de Cosecha, tomar en cuenta el dato de vainas en el tallo principal y en las ramas, pues ésto pareciera que afecta al Índice de Cosecha al haber mayor cantidad de follaje en plantas con mayor número de vainas en las ramas.

10. BIBLIOGRAFIA

1. BRAVO MARTINEZ, A. Characterization of high yielding dry bean (Phaseolus vulgaris L.) Cultivars by simplified growth analysis. Tesis Ph. D. New York, Cornell University, 1975. pp 106-169.
2. BUZZELLI, R. I. and BUTTERY, B. R. Soybean harvest index in hill-plots. Crop Science 17:6 1977. pp 968-970.
3. COYNE, D. P. Correlación, heredabilidad y selección de los componentes del rendimiento en frijol. Proceedings of The American Society for Horticultural Science, 93:3 1968. pp 388-396.
4. DENIS, J. C. Estimación de la heredabilidad del rendimiento y sus componentes primarios en el frijol común (Phaseolus vulgaris L.); correlaciones fenotípicas y genotípicas entre estos caracteres. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1976. 46p.
5. FALCONER, D. S. Introduction to quantitative genetics. New York, The Ronald Press, 1972. pp 165-185
6. HOLDRIDGE, L. R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura SCIDA, 1958. 19p.
7. LEIVA, O. y TEMPLE, S. R. Herencia, heredabilidad de la precocidad del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en el trópico. In: Memoria Anual PCCMCA 1978. 24a. San Salvador, El Salvador. 10-14 de Julio de 1978. San Salvador, CENTA, 1978. pp L21/1-L21/12.

8. MASAYA, P. y LEIVA, O. Perspectivas del mejoramiento del frijol en Centroamérica y El Caribe. Guatemala, ICTA 1980. pp 1-5. Presentado en la Primera Reunión Técnica de Semillas de Centroamérica y El Caribe. San José, Costa Rica. 1-3 Septiembre 1980.
9. _____ . and WALLACE, D. H. Inheritance of maturity and photoperiod-temperature response of two determinate cultivars of beans (Phaseolus vulgaris L.) Inédito.
10. POEY, D. F. Los componentes del rendimiento y su aplicación en la investigación de cultivos. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Boletín Técnico No 3. 1978. 17p.
11. WALLACE, D. H. Physiological-genetics studies of yield in dry beans (Phaseolus vulgaris L.) 1973-74 Report and renewal request for 1974-75. Presented to The Rockefeller Foundation. 75p. mimeo.
12. _____ . y MUNGER, H. M. Estudio de las bases fisiológicas para las diferencias en rendimiento. II Variaciones en la distribución de materia seca entre los órganos aéreos en algunas variedades de frijol seco. Crop Science 6:6 1966. pp 503-507.
13. _____ . and OZBUN, J. L. Breeding for higher bean yields. In: Bean Improvement Cooperative Annual Report No 6 1970. ppll.

V. B. O.
Olga Ramirez



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O

