

**EVALUACIÓN DE DOS POBLACIONES DE HABICHUELA (*Phaseolus vulgaris*
L.) PARA SER UTILIZADAS EN EL MODELO DE SIMULACIÓN CROPGRO**

Por

Marcos D. Saliceti Rivera

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

en

Agronomía

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ
2005

Aprobado por:

James S. Beaver, Ph.D.
Presidente, Comité Graduado

Fecha

Elvin Román Paoli, Ph.D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Ricardo Goenaga, Ph.D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Miguel Muñoz, Ph.D.
Director de Departamento

Fecha

Bryan Brunner, Ph.D.
Representante de Estudios Graduados

Fecha

Abstract

Crop simulation models help in the development of production strategies for future crops and in making tactical decisions during the life cycle of the crop. It is necessary, however, to collect field data to validate the model for a specific production location. In December 2003 and January 2004, two bean (*Phaseolus vulgaris* L.) populations were planted at the Isabela Substation of the Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico to validate the CROPGRO model. One hundred and eighteen F₈ lines from the ICA Pijao x Montcalm cross and seventy six F₁₀ lines from the Jamapa x Calima cross were evaluated. Randomized complete blocks designs with four replication for the ICA Pijao x Montcalm population and three replication for the Jamapa x Calima population were employed. The phenological and agronomic characteristics were determined and the yield components were estimated. The genetic coefficients were calculated using phenology stages to validate the crop simulation model CROPGRO in Puerto Rico. Temperature, rainfall and soil data were also collected to validate the model in the northwest region of Puerto Rico. Significant differences were observed among lines for all variables evaluated in the experiment. The narrow sense heritability estimates were intermediate for all yield components, except for individual seed weight and number of seeds per pod, which were high. Indeterminate lines had mean seed yields that ranged from 874 kg/ha to 3395 kg/ha. The mean for indeterminate lines was 1903 kg/ha. Determinate lines had maximum and minimum mean seed yields of 1325 kg/ha and 3280 kg/ha, respectively. The mean for the determinate lines was 2174 kg/ha. The lines from Jamapa x Calima cross had mean seed yields ranging from 168 kg/ha to 2047 kg/ha. The mean seed yield of this population was 890 kg/ha.

Resumen

Los modelos de simulación de cultivos permiten definir estrategias de producción en la etapa de planificación de un cultivo futuro o ayudar a tomar decisiones tácticas durante el ciclo de vida del cultivo. Sin embargo, es necesario coleccionar datos de campo para validar el modelo para una región específica de producción. Se sembraron ensayos en la Subestación de Isabela de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico en diciembre de 2003 y enero de 2004 para evaluar 118 líneas F_8 de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) del cruce ICA Pijao x Montcalm y 76 líneas F_{10} del cruce Jamapa x Calima. Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro réplicas para la población ICA Pijao x Montcalm y tres réplicas para la población Jamapa x Calima. Se determinó para cada línea las características fenológicas y agronómicas y se estimaron los componentes de rendimiento. Se calcularon los coeficientes genéticos utilizando las etapas fenológicas para validar el modelo de simulación CROPGRO en Puerto Rico. Se coleccionaron, además, datos de temperatura, precipitación y datos de suelo para validar el modelo en el área noroeste de Puerto Rico. Hubo diferencias significativas entre las líneas para todas las variables bajo estudio. Los estimados de heredabilidad en el sentido estrecho demostraron ser intermedios para todos los componentes de rendimiento, excepto para peso de semilla individual y número de semillas por vainas que resultó ser alto en ambas poblaciones. Las líneas indeterminadas presentaron rendimientos de semilla promedio que variaron entre 874 kg/ha hasta 3395 kg/ha, siendo 1903 kg/ha el promedio entre las líneas. Las líneas determinadas presentaron valores máximos y mínimos de rendimiento de semilla de 1325 kg/ha y 3280 kg/ha, respectivamente. El promedio para estas líneas fue de 2174 kg/ha. Las líneas del

cruce Jamapa x Calima presentaron medias de rendimiento de semilla de entre 168 kg/ha hasta 2047 kg/ha. El promedio fue de 890 kg/ha.

Agradecimientos

- A Dr. James S. Beaver por haberme aceptado como su estudiante y contagiarme con su entusiasmo en la investigación científica.
- A Dr. Elvin Román Paoli por su ayuda incondicional y continuo asesoramiento.
- A Dr. Ricardo Goenaga por interesarse en esta investigación.
- A los empleados de la Estación Experimental Agrícola Sub-estación de Isabela por ayudarme a realizar los trabajos de campo que sin su ayuda la tarea hubiese sido más difícil.
- A mis padres por brindarme todo su apoyo incondicional.
- A mis compañeros de estudio José Aponte y Nancy González quienes me apoyaron y me ayudaron en todo momento.
- A Pedro Márquez por facilitarme los datos climatológicos.

Tabla de Contenido

	Página
Lista de Cuadros	viii
Lista de Gráficas	xii
Lista de Apéndices	xiv
Introducción	1
Revisión de Literatura	3
Materiales y Métodos	10
Localización	10
Preparación del terreno	10
Tratamientos	10
Diseño experimental	11
Características evaluadas	12
Componentes de rendimiento	16
Estimados de heredabilidad	16
Análisis estadístico	18
Resultados y Discusión	19
Análisis de la varianza de los coeficientes genéticos para líneas F_8 de la población ICA Pijao x Montcalm	20
Líneas indeterminadas	20
Líneas determinadas	29
Análisis de la varianza de los coeficientes genéticos para las líneas F_{10} de la población Jamapa x Calima	38

Componentes de rendimiento para líneas F ₈ de la población ICA Pijao x Montcalm	47
Líneas indeterminadas	47
Líneas determinadas	58
Componentes de rendimiento para líneas F ₁₀ de la población Jamapa x Calima	70
Estimados de heredabilidad	80
Conclusión	83
Literatura Citada	88
Apéndices	91

Lista de Cuadros

Cuadro	Página
1. Coeficientes genéticos para habichuela del módulo BEANGRO	7
2. Variables de ecotipo del módulo SOYGRO	8
3. Etapas fenológicas para habichuela común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) según el módulo BEANGRO.	9
4. Temperatura y precipitación promedio en Isabela, Puerto Rico durante los meses de diciembre 2003 a abril 2004.	19
5. Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, número de nudos por planta y madurez fisiológica de las líneas F ₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	21
6. Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos SD-PM, SFDUR y SDPDV de las líneas F ₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	22
7. Promedio general y promedio máximo y mínimo de líneas F ₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, SD-PM, SFDUR, SDPDV, SIZLF, WTPSD, madurez fisiológica y número de nudos por planta.	28
8. Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, SFDUR, número de nudos por planta y madurez fisiológica de las líneas F ₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	29
9. Cuadro de análisis de varianzas para el coeficiente genético SDPDV de las líneas F ₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	30
10. Promedio general y promedio máximo y mínimo de líneas F ₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, SD-PM, SFDUR, SDPDV, SIZLF, WTPSD, madurez fisiológica y número de nudos por planta.	35

11.	Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, madurez fisiológica y número de nudos por planta de líneas F ₁₀ de la población Jamapa x Calima.	39
12.	Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos SD-PM, SFDUR y SDPDV de líneas F ₁₀ de la población Jamapa x Calima.	39
13.	Promedio general y promedio máximo y mínimo de líneas F ₁₀ de la población Jamapa x Calima para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, SD-PM, SFDUR, SDPDV, SIZLF, WTPSD, madurez fisiológica y número de nudos por planta.	43
14.	Cuadro de análisis de varianzas para componentes de rendimiento de las líneas F ₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	47
15.	Promedios de las líneas con los rendimientos más altos y más bajos de líneas F ₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	49
16.	Promedios de número de vainas por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	51
17.	Promedios de número de semillas por vaina para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	52
18.	Promedios de peso de semilla individual para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	54
19.	Promedios de peso de semilla total por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	55
20.	Promedios de número de semillas por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	57
21.	Cuadro de análisis de varianzas para componentes de rendimiento de las líneas F ₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	59
22.	Promedios de las líneas con los rendimientos más altos y más bajos de líneas F ₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	60

23.	Promedios de número de vainas por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	62
24.	Promedios de número de semillas por vaina para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	63
25.	Promedios de peso de semilla individual para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	65
26.	Promedios de peso de semilla total por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	66
27.	Promedios de número de semillas por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	68
28.	Cuadro de análisis de varianzas para los componentes de rendimiento de líneas F ₁₀ de la población Jamapa x Calima.	70
29.	Promedios de las líneas con los rendimientos más altos y más bajos de líneas de la población Jamapa x Calima.	71
30.	Promedios de número de vainas por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.	73
31.	Promedios de número de semillas por vaina para líneas de la población Jamapa x Calima.	74
32.	Promedios de peso de semilla individual para líneas de la población Jamapa x Calima.	76
33.	Promedios de peso de semilla total por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.	77
34.	Promedios de número de semillas por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.	79
35.	Estimados de heredabilidad para componentes de rendimiento de las poblaciones ICA Pijao x Montcalm y Jamapa x Calima.	80
36.	Estimados de heredabilidad para coeficientes genéticos de líneas de las poblaciones ICA Pijao x Montcalm y Jamapa x Calima.	81

37. Estimados de heredabilidad para madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal de líneas de las poblaciones ICA Pijao x Montcalm y Jamapa x Calima.

82

Lista de Gráficas

Gráficas	Página
1. Distribución de días fototermales desde la emergencia hasta florecida (EM-FL) para líneas de crecimiento indeterminado de la población ICA Pijao x Montcalm.	23
2. Distribución de días fototermales desde siembra hasta madurez fisiológica para líneas de crecimiento indeterminado de la población ICA Pijao x Montcalm.	26
3. Distribución de días fototermales desde emergencia hasta florecida (EM-FL) para líneas de crecimiento determinado de la población ICA Pijao x Montcalm.	31
4. Distribución de días fototermales desde siembra hasta madurez fisiológica de líneas de crecimiento determinado de la población ICA Pijao x Montcalm.	33
5. Distribución de días fototermales desde emergencia hasta florecida (EM-FL) de líneas de la población Jamapa x Calima.	40
6. Distribución de días fototermales desde siembra hasta madurez fisiológica para líneas de la población Jamapa x Calima.	44
7. Distribución de rendimiento para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	50
8. Distribución de número de vainas por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	51
9. Número de semillas por vaina para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	53
10. Distribución de peso de semilla individual de líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	54
11. Distribución de peso de semilla total por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	56
12. Distribución de número de semillas por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	57

13.	Distribución de rendimiento para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	61
14.	Distribución de número de vainas por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	62
15.	Distribución de número de semillas por vaina para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	64
16.	Distribución de peso de semilla individual para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	65
17.	Distribución de peso de semilla total por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	67
18.	Distribución de número de semillas por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	69
19.	Distribución de rendimiento para líneas de la población Jamapa x Calima.	72
20.	Distribución de número de vainas por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.	73
21.	Distribución de número de semillas por vaina para líneas de la población Jamapa x Calima.	75
22.	Distribución de peso de semilla individual para líneas de la población Jamapa x Calima.	76
23.	Distribución de peso de semilla total por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.	78
24.	Distribución de número de semillas por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.	79

Lista de Apéndices

Apéndice	Página
1. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F_8 indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	92
2. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F_8 determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	96
3. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F_{10} de la población Jamapa x Calima.	98
4. Datos climatológicos para los meses de diciembre a abril 2004.	102
5. Coeficientes genéticos para líneas F_8 indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	105
6. Coeficientes genéticos para líneas F_8 determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	107
7. Coeficientes genéticos para líneas F_{10} de la población Jamapa x Calima.	108
8. Promedios de madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	112
9. Promedios de madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.	114
10. Promedios de madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal para líneas de la población Jamapa x Calima.	115
11. Coeficientes genéticos no determinados en el estudio de líneas de crecimiento determinado e indeterminado de la población ICA Pijao x Montcalm y Jamapa x Calima.	117
12. Análisis de suelo predio ICA Pijao x Montcalm.	118
13. Análisis de suelo predio Jamapa x Calima.	119

Introducción

El cultivo de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) es de suma importancia para el Caribe y otros lugares tropicales debido a su alto contenido de proteínas y carbohidratos. El cultivo de habichuela es una buena alternativa para los agricultores en Puerto Rico. Es un cultivo de alto valor comercial y Puerto Rico posee un ambiente favorable para su siembra. Por otro lado, hay muchos factores bióticos y abióticos que afectan a este cultivo y por ende a su rendimiento.

Según Meira y Guevara (2003) los modelos pueden ayudar a la comprensión de interacciones genéticas-fisiológicas-ambientales, con una integración interdisciplinaria. Los modelos tienen varias aplicaciones actuales y potenciales en respuesta a temas relacionados con investigación, manejo del cultivo y planificación. Los modelos permiten definir estrategias de producción en la etapa de planificación de un cultivo futuro o ayudar a tomar decisiones tácticas durante el ciclo del cultivo tales como: prácticas culturales, fertilización, riego y el uso de plaguicidas. El uso de modelos de simulación podría ayudar a realizar más investigaciones en menos tiempo. Un modelo de simulación podría determinar la viabilidad de un cultivo en una región en particular con un clima específico y estimar el rendimiento final del cultivo. Para esto el modelo de simulación integra diversas variables como son temperatura, precipitación y características del suelo para simular las condiciones de crecimiento del cultivo en un ambiente específico y establecer el comportamiento y / o reacción del cultivo a estas condiciones.

Se necesita obtener los datos mínimos para realizar simulaciones de un cultivo. Se debe obtener datos de los coeficientes genéticos para poder determinar los aspectos

fisiológicos de los cultivares más importantes y validar el modelo. Sin embargo, para el cultivo de habichuela en Puerto Rico, no existen los datos necesarios para utilizar un modelo de simulación en computadora. Por tal razón, se debe coleccionar los datos necesarios para verificar, calibrar y validar el modelo utilizando poblaciones de habichuela que representan el rango de características fenológicas y agronómicas de los cultivos sembrados en Puerto Rico. El uso de los modelos de simulación requiere la identificación de los coeficientes genéticos más importantes de este cultivo.

La estimación de coeficientes genéticos y los parámetros de suelo proveen un importante paso preliminar en el uso de modelos de cultivos para tomar decisiones en cuanto al manejo de una finca (Heiniger et al., 1997), estimación de rendimiento (Hodges et al., 1987; citado de Mavromantis et al., 2001), predecir el desarrollo de nuevos cultivares (Liu et al., 1989; citado de Mavromantis et al., 2001) y probar mejoramiento de los modelos.

Para este trabajo se utilizó el modelo de simulación CROPGRO y su módulo BEANGRO. Se obtuvieron los datos mínimos para un modelo de simulación con el propósito de verificar los datos y calibrar el modelo utilizando los datos de clima y suelo apropiados para Puerto Rico.

Los objetivos de esta investigación eran:

- (1) Estimar los coeficientes genéticos utilizados por el módulo BEANGRO para las líneas de dos poblaciones de habichuela,
- (2) Estimar componentes de rendimiento para cada línea y
- (3) Calcular las heredabilidades en el sentido estrecho de los coeficientes genéticos, madurez fisiológica y rendimiento de dos poblaciones de habichuela.

Revisión de Literatura

Los modelos de simulación de cultivos del Sistema de Apoyo de Decisiones para la Transferencia de la Agrotecnología (DSSAT), (Hoogenboom et al., 1999) utilizan archivos de datos para clima, suelo y manejo del cultivo. Estos archivos se utilizan para proveer en la simulación un ambiente parecido al ambiente en donde crece el cultivo. El DSSAT, además, incluye varios programas de aplicación para análisis estacionales (Thornton & Hoogenboom, 1994), rotación de cultivo y análisis secuencial (Thornton et al., 1995) y análisis espacial a escala de campo o regional (Engel et al., 1997; Thornton et al., 1997). Los modelos proveen una de las mejores aproximaciones del comportamiento de los cultivos, integrando nuestro entendimiento de los procesos complejos de las plantas influenciados por el clima, suelo y condiciones de manejo (White & Hoogenboom, 2003).

Varios modelos han sido incorporados en el proyecto del Sistema de Apoyo de Decisiones para la Transferencia de la Agrotecnología (DSSAT) de la Red de Sitios Indicadores Internacionales para la Transferencia de la Agrotecnología (IBSNAT), el cual incluye un sistema de manejo de base de datos, modelos de simulación de cultivos y programas de aplicación (Hoogenboom et al., 1992). Hoy día, los modelos de simulación forman parte del Consorcio para la Aplicación de Sistemas Agrícolas (International Consortium for Agricultural System Application, ICASA).

CROPGRO es un modelo de simulación dinámico que simula el crecimiento y desarrollo para un amplio rango de cultivos. Estos cultivos incluyen soya (*Glycine max* L. Merr), maní (*Arachis hypogaea* L.), frijol (*Vigna unguiculata* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.), (Boote et al., 1998a, citado de

Nielsen et al., 2002). CROPGRO simula el desarrollo vegetativo y reproductivo como función de la temperatura, fotoperiodo e interacción con factores de sequía y otros factores de estrés. El modelo predice el número de nudos en el tallo principal, altura del follaje, ancho del follaje, profundidad de las raíces y ocurrencia de cada fase de crecimiento, incluyendo germinación, emergencia, iniciación de florecida, anthesis, ocurrencia de primera vaina y primera semilla, madurez fisiológica y madurez de cosecha (Boote et al. , 1998b, citado de Nielsen et al., 2002). Este es un modelo mecanístico para leguminosas de grano que incluye desarrollo del cultivo, balance de carbono y balance de nitrógeno y agua en el suelo (Boote et al., 2002). El modelo CROPGRO ha sido extensamente evaluado por su habilidad para predecir crecimiento y rendimiento de habichuela soya bajo un amplio rango de condiciones (Sexton et al., 1998).

BEANGRO es un módulo de CROPGRO de crecimiento para habichuela que fue desarrollado como una herramienta de múltiples propósitos para investigación agrícola y los cuales corren en computadoras personales IBM o sus clones (Hoogenboom et al., 1994). El modelo responde a un rango de datos incluyendo fecha de siembra, clima diario (temperatura máxima y mínima, radiación solar, precipitación y fotoperiodo), tipo y características de suelo, selección del cultivar, prácticas de siembra (espacio entre surcos y plantas) y riego (White et al., 1995). Este modelo hace estimados diarios de crecimiento de materia seca, índice de área foliar (LAI), desarrollo del cultivo, peso final de la semilla, fotosíntesis, crecimiento, repartición de los asimilados, y otros componentes de habichuela utilizando sub-rutinas para procesos específicos (White et al., 1995). El modelo ha sido designado para utilizarse en micro-computadoras y sus datos y resultados siguen los archivos estándares de IBSNAT, (Harrison et al., 1990). Su

estructura es similar a los modelos de SOYGRO y PNUTGRO para soya y maní, respectivamente (Hoogenboom et al., 1992). BEANGRO incluye muchas características que se han propuesto para simplificar su uso, permitiendo a los investigadores con diversos intereses utilizarlo sin ningún conocimiento detallado de los códigos del modelo (White et al., 1995). Este puede ser aplicado a un rango de problemas, incluyendo mecanismos de adaptación a déficit de agua (Hoogenboom et al., 1988), sistemas agrícolas (Hoogenboom & Thornton, 1990; citado de White et al., 1995) y planificación de uso de terrenos utilizando Sistemas de Información Geográfica (GIS), (Lal et al., 1993).

Los modelos de leguminosas poseen tres archivos que cuantifican parámetros para cada cultivo. Especifican características morfológicas y fisiológicas de un genotipo en particular. En estos archivos se pueden encontrar todos los datos específicos requeridos para realizar una simulación. Uno de los archivos está relacionado con las características específicas del cultivar dentro de un grupo de ecotipos y se le conoce como el archivo “CULTivar”. El segundo archivo se relaciona con las características del ecotipo y se le conoce como “ECOtype”. El tercer archivo menciona las características específicas de una especie o cultivo en particular y se le conoce como “SPEcies”. El archivo de “ECO” representa las variables que son utilizadas para definir un grupo de cultivares con las mismas características de crecimiento y desarrollo (Tsuji et al., 1994).

Muchos modelos de cultivo utilizan el concepto de coeficientes genéticos para caracterizar variedades o híbridos (Ritchie et al., 1989, citado por Hoogenboom et al., 1992). Los modelos de los cultivos pueden ser utilizados para evaluar el valor de los rasgos genéticos sobre el desarrollo de los cultivos bajo diferentes ambientes y manejo

(Duncan et al., 1978; Landivar et al., 1983; Salado-Navarro et al., 1986a). Los coeficientes genéticos son interpretaciones matemáticas que son designadas para imitar los resultados fenotípicos de genes bajo diferentes ambientes (Boote et al., 2003). Son un conjunto de parámetros que describen la interacción genotipo x ambiente (IBSNAT, 1993). Resumen cómo cuantitativamente un cultivar en particular responde a factores ambientales (Román-Paoli et al., 2000). Estos coeficientes pueden ser determinados utilizando ambientes controlados o bajo condiciones de campo (Hunt et al., 1993).

Boote et al. (2003) desarrolló un cuadro con los coeficientes genéticos para el cultivo de soya (*Glycine max* L. Merr.), muy parecidos a los propuestos por DSSAT v. 4.0 (Tsuji et al., 1994) para habichuela. Estos están caracterizados por 15 rasgos del cultivar (Cuadro 1) y por un sub-conjunto de rasgos de ecotipo que varían muy poco (Cuadro 2). Estos rasgos del cultivar incluyen 2 rasgos de sensibilidad al fotoperiodo (CSDL, PPSEN), 5 importantes fases del ciclo de vida (EM-FL, FL-SH, FL-SD, SD-PM y FL-LF), tasa máxima de fotosíntesis en las hojas (P_{max}) definido a un peso específico de la hoja, concentración de nitrógeno en las hojas, temperatura y CO_2 , algunos rasgos vegetativos (SLAVR, SIZLF, XFRT) y algunos rasgos reproductivos (WTPSD, SFDUR, SDPDV y PODUR).

Cuadro 1. Coeficientes genéticos para habichuela del módulo BEANGRO.

Coeficientes genéticos	Descripción
CSDL	Largo del día crítico corto, bajo el cual el desarrollo reproductivo progresa sin ningún efecto del largo del día.
PPSEN	Respuesta relativa del desarrollo a fotoperiodo con el tiempo.
EM-FL	Tiempo que transcurre en una planta entre su emergencia (V_0) y la aparición de la primera flor (R_1).
FL-SH	Tiempo que transcurre entre primera flor (R_1) y primera vaina (R_3).
FL-SD	Tiempo que transcurre entre primera flor (R_1) y aparición de las primeras semillas en las vainas (R_5).
SD-PM	Tiempo que transcurre entre aparición de primera semilla (R_5) y madurez fisiológica (R_7).
FL-LF	Tiempo transcurrido entre primera flor (R_1) y el final de la expansión de las hojas.
LFMAX	Tasa máxima de fotosíntesis en hojas a niveles saturados de luz, temperatura óptima.
SLAVAR	Área específica de la hoja del cultivar bajo condiciones de crecimiento óptimo.
SIZLF	Tamaño máximo de las hojas trifoliadas.
XFRT	Fracción máxima de crecimiento diario que es distribuido entre semillas y vainas.
WTPSD	Peso máximo por semilla.
SFDUR	Duración del llenado de la vaina bajo condiciones de crecimiento óptimo.
SDPDV	Promedio de semillas por vaina bajo condiciones de crecimiento óptimo.
PODUR	Tiempo transcurrido para el cultivar hasta que el cultivo se carga completamente de vainas bajo condiciones óptimas.

También el cuadro establecido por Boote incluye cinco rasgos del archivo de ecotipo que son utilizados frecuentemente para caracterizar cultivares (Cuadro 2). Se refieren a la fracción de proteínas y aceites en la semilla, respectivamente, y están predeterminadas para el cultivo de habichuela común (entrevista personal Román-Paoli). En adición CROPGRO tiene un archivo de especies que contiene rasgos que caracteriza cada

especie; pero que son constantes para cultivares dentro de una especie (Boote et al., 2003).

Cuadro 2. Variables de ecotipo del módulo SOYGRO.

Variable	Descripción
R1PRO	Incremento en sensibilidad al largo del día después de la antesis.
FL-VS	Tiempo transcurrido desde la primera flor (R_1) hasta la última hoja del tallo principal.
THRESH	Razón máxima de semilla más la vaina en la madurez.
SDPRO	Fracción de proteínas en la semilla.
SDLIP	Fracción de lípidos en la semilla.

Los modelos tienen además ciertas etapas fenológicas que describen el crecimiento del cultivo (Cuadro 3). Aunque se sabe que el hábito de crecimiento afecta los patrones del desarrollo y de las características morfológicas y fenológicas, el modelo no considera el hábito de crecimiento del cultivo.

El modelo incluye, además, la fecha cuando el 50 % de las plantas completan la fase juvenil, la fecha cuando el 50 % de las plantas completan inducción floral, la fecha cuando el 50 % de las plantas con el último nudo en el tallo principal, el tiempo de expansión de la última hoja, la fecha de comienzo de la simulación, la fecha de siembra y la fecha de la cosecha.

Cuadro 3. Etapas fenológicas para habichuela común (*Phaseolus vulgaris* L.) según el módulo BEANGRO.

Etapa	Descripción
V ₀	50 % de cotiledones están sobre la superficie del suelo (Emergencia).
V ₁	50 % de las plantas con hojas unifoliadas completamente abiertas en el primer nudo.
V ₂	50 % de las plantas con hojas completamente abiertas en el primer nudo después del nudo unifoliado.
V ₃	50 % de las plantas con 3 nudos en el tallo principal después del nudo unifoliado.
V _n	50 % de las plantas con n número de nudos en el tallo principal después del nudo unifoliado. Continúa así hasta llegar a la etapa R ₁ .
R ₁	50 % de las plantas con primera flor en cualquier nudo.
R ₂	50 % de las plantas con flores inmediatamente después de la última hoja expandida.
R ₃	50 % de las plantas con vainas de 0.5 cm de largo en cualquiera de los 4 nudos luego de la última hoja expandida.
R ₄	50 % de las plantas con vainas de 2.0 cm de largo en cualquiera de los 4 nudos luego de la última hoja expandida.
R ₅	50 % de las plantas con semillas que comienzan a desarrollarse.
R ₆	50 % de las plantas con vainas que tengan semillas verdes en su tamaño óptimo entre los nudos 1 y 4 con hojas completamente expandidas.
R ₇	50 % de las plantas con vainas de color amarillo.

El concepto de heredabilidad en el sentido estrecho se refiere a la cantidad de varianza genética aditiva expresada como una proporción de la varianza fenotípica total (Bernardo, 2002). Es decir, explica cuanto efecto del ambiente influye en una característica cuantitativa como es el caso de rendimiento. Las heredabilidades se interpretan como altas, intermedias o bajas. Este estimado de heredabilidad determina la cantidad de progreso que se puede realizar seleccionando y recombinando los mejores individuos en una población (Bernardo, 2002).

Materiales y Métodos

Localización

Las líneas de las dos poblaciones de habichuela se sembraron en la Subestación de Isabela de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. La Subestación se encuentra en la región costera noroeste de Puerto Rico a una longitud de 67.3° O y a una latitud de 18.28° N a una elevación de 128 metros sobre el nivel del mar.

Preparación del terreno

El terreno se aró y se rastrelló según lo recomienda el Conjunto Tecnológico para la Producción de Habichuelas de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico (Beaver et al., 1992) para dejarlo lo más uniforme posible. Luego de la siembra y mientras las plantas estaban pequeñas se removieron las malezas mecánicamente utilizando una cultivadora y deshierbo manual. Al momento de la siembra se aplicó un abono granular 10-10-10 a una razón de 500 kg/ha. Se aplicó riego suplementario para asegurar una buena hidratación de las plantas y por ende reducir la posibilidad de estrés. El control de plagas y enfermedades se realizó según lo recomienda el Conjunto Tecnológico para la Producción de Habichuelas de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico (Beaver et al., 1992).

Tratamientos

Se seleccionaron 118 líneas F₈ de habichuela del cruce ICA Pijao x Montcalm. Estas líneas fueron desarrolladas utilizando el método de selección de semilla única, es decir, que existiera uniformidad en tamaño y color de cada semilla. Se dividieron las líneas en un grupo de 36 líneas de hábito de crecimiento determinado (como el progenitor

Montcalm) y otro grupo de 82 líneas de hábito de crecimiento indeterminado (como el progenitor ICA Pijao). ICA Pijao es de origen mesoamericano y tiene semillas pequeñas (0.19 g) de color negro brillante; mientras que el padre Montcalm es de origen andino y tiene semillas de color rojo tamaño grande (0.55 g) con una forma arriñonada. Se realizaron dos ensayos para reducir el riesgo de competencia entre los surcos de plantas con diferentes hábitos de crecimiento. Estos ensayos se sembraron el 24 de diciembre de 2003.

Además, se sembró un tercer ensayo que consta de 76 líneas F_{10} del cruce Jamapa x Calima provenientes de Dr. Eduardo Vallejos de la Universidad de Florida. El padre Jamapa es de origen mesoamericano, su hábito de crecimiento es indeterminado y tiene semillas color negro de tamaño pequeño (0.21 g); mientras que Calima es de origen andino con hábito de crecimiento determinado y tiene semillas grandes (0.57 g) de color rojo moteado. La siembra de este ensayo se efectuó el 23 de enero de 2004.

Diseño experimental

Para los ensayos de las líneas de la población ICA Pijao x Montcalm se estableció un experimento con un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro réplicas. Un surco sencillo por línea con un largo de dos metros constituyó la unidad experimental. Para estos ensayos se sembraron 20 semillas por surco. La distancia entre surcos fue de 0.60 m y la distancia entre plantas dentro de los surcos fue de 0.10 m.

Para el ensayo del cruce Jamapa x Calima se estableció un experimento con un diseño de bloques completos aleatorizados con tres réplicas. Un surco sencillo por línea con un largo de dos metros constituyó la unidad experimental. Para este ensayo se

sembraron 25 semillas por surco. La distancia entre surcos fue de 0.60 m y la distancia entre plantas dentro de los surcos fue de 0.10 m.

Características evaluadas

Para estos ensayos se colectó un conjunto mínimo de datos que incluye datos de suelo (serie de suelo, color, contenido de arcilla, limo y arena) y clima diario. Este último incluye temperatura mínima y máxima y precipitación que se obtuvieron de los datos recopilados diariamente desde el 23 de diciembre de 2003 hasta el 30 abril de 2004 por la estación climatológica de la Subestación de Isabela. Se ubicaron tensiómetros a una profundidad de 15 cm en el suelo para monitorear la humedad del suelo. El tipo de suelo predominante en la Estación Experimental Agrícola Sub-estación de Isabela es de la serie Coto del orden Oxisol (Very-fine kaolinitic, isohyperthermic).

Se evaluaron las etapas fenológicas (Cuadro 3) de las líneas en los tres ensayos y se determinaron los coeficientes genéticos más relevantes para el modelo de simulación. Cada etapa fenológica se estableció cuando el 50 % o más de las plantas en cada surco se encontraban en la etapa correspondiente y según descrito en el Cuadro 3. Los ensayos se monitorearon cada tres días para asegurar una medida más precisa de las etapas. Una vez el surco se encontraba en una etapa se anotaba la fecha de ese día.

La etapa V_0 se determinó en el momento en que se podía apreciar los cotiledones de las plantas sobre la superficie del suelo. La etapa V_1 se determinó tan pronto la planta produjo las primeras hojas completamente expandidas conocidas como las hojas unifoliadas en el primer nudo producido en el tallo principal. La etapa V_2 se adjudicó en el momento en que las plantas produjeron las primeras hojas trifoliadas en el primer nudo del tallo principal a partir del nudo unifoliado. Para adjudicar esta etapa fue necesario

esperar a que los bordes de las hojas se despegaran; es decir, que no hubiera contacto entre los límites de las hojas. La etapa V_3 se determinó cuando el tallo principal produjo el tercer nudo a partir del nudo unifoliado (cuarto nudo contando el unifoliado). Es importante mencionar que las hojas trifoliadas no deben tener los bordes unidos. Esto es importante establecerlo en cada nudo hasta llegar a la fase reproductiva. Las etapas vegetativas continuaron adjudicándose mientras la planta continuaba produciendo nudos en el tallo principal. A cada etapa luego de V_3 se le conoce como V_n donde n es el número de nudos en el tallo principal. La fase vegetativa del cultivo finalizó en el momento en que las plantas comenzaron a producir la primera flor. Esta etapa conocida como R_1 establece el comienzo de la fase reproductiva del cultivo. La etapa R_1 se estableció cuando cualquier flor encontrada en cualquier nudo de la planta abrió sus pétalos (anthesis). La etapa R_2 se estableció tan pronto abrió la flor que se encontraba después de la última hoja expandida; es decir, luego de la última hoja producida y expandida en la planta. La etapa R_3 se estableció cuando al menos una de las vainas encontradas en uno de los cuatro nudos superiores median aproximadamente 0.5 cm de largo. Para esto fue necesario verificar aquellas flores que estaban abiertas porque las vainas comenzaron a crecer dentro de la flor. Dentro de la flor se pudo encontrar vainas que tenían el tamaño. La etapa R_4 se estableció igual que la etapa R_3 , pero estas debían tener un largo de 2.0 cm. La etapa R_5 se estableció en el momento en que en las vainas comenzaron a desarrollar semillas. Esta evaluación se realizó tan pronto se observó un agrandamiento de las vainas de la planta. La etapa R_6 se determinó cuando las semillas estaban verdes. Esto se determinó cuando se observó que las vainas estaban muy grandes

y anchas. La etapa R₇ se estableció cuando al menos una vaina comenzó a cambiar de color verde a color amarillo.

De las 15 variables de los coeficientes genéticos sólo se tomaron en consideración nueve variables debido a que las demás requieren de pruebas de laboratorio o equipos sofisticados. Estas variables a considerar son EM-FL, FL-SH, FL-SD, SD-PM, SIZFL, WTPSD, SFDUR, SDPDV Y PODUR (Cuadro 1). Las variables que no se consideraron se tomarán de los coeficientes genéticos establecidos en el modelo de líneas cuyo origen (andino o mesoamericano) sea parecido a los padres de las líneas del estudio y son las siguientes: CSDL, PPSN, LFMAX, SLAVR, XFRT, FL-LF (Cuadro 1).

Los coeficientes genéticos se determinaron utilizando días fototermales acumulados entre las etapas fenológicas. Los días fototermales se definen como la cantidad de calor requerido máximo y mínimo de un organismo para que pueda este desarrollarse de un punto hasta otro en su ciclo de vida. Los días fototermales son una aproximación de un día normal si la temperatura es alta (entrevista, Boote). La variable EM-FL se determinó tomando el tiempo entre V₀ y R₁, la variable FL-SH se obtuvo tomando el tiempo entre R₁ y R₃, FL-SD fue el tiempo transcurrido entre R₁ y R₅, SD-PM se determinó utilizando el tiempo transcurrido entre las etapas R₅ y R₇. Todas estas variables se expresaron en días fototermales. Días fototermales se expresaron primero estableciendo las unidades de calor sumando la acumulación del promedio de temperaturas máximas y mínimas diarias y restándoles la temperatura base para el cultivo [1]. Luego el resultado se dividió entre 14 unidades de calor para convertir unidades de calor en días fototermales (entrevista, Boote). El modelo establece que para el cultivo de habichuela la temperatura base es de 5 °C. Esta es la temperatura mínima que puede alcanzar un cultivo sin que se detengan

todos los procesos del cultivo. Por debajo de esta temperatura el cultivo no presenta ningún tipo de cambio.

$$[1] \quad \Sigma([\text{Tempt. Max.} + \text{Tempt. Min} / 2] - \text{Tempt. Base}) / 14 \text{ unidades de calor}$$

La variable SIZLF se determinó midiendo el área máxima alcanzada por las hojas trifoliadas. Básicamente se midió el área de la hoja más grande. Para tomar este dato se utilizaron solamente medidas provenientes de los padres debido a que iba a ser muy difícil estimarlo para todos los surcos, además, de que se destruiría demasiado material vegetativo. Se colectaron muestras de los surcos de los padres cada tres semanas y se pasaron por un medidor de área foliar LICOR modelo LI-3100. Estas muestras incluyeron solamente hojas con los peciolo de cada planta. Se midió, además, el área foliar de las plantas midiendo el área de cada una de las hojas de la planta.

La variable WTPSD se obtuvo mediante el peso fresco máximo por semilla en gramos utilizando los componentes de rendimiento para cada línea.

Para la variable SFDUR se midió el tiempo transcurrido desde R₅ hasta R₆ para determinar el tiempo de duración de llenado del grano y se determinó el tiempo utilizando días fototermiales.

La variable SDPDV se determinó contando el número de semillas por vaina de las plantas luego de cosechadas. Para esto se utilizó el número de semillas por vaina de los componentes de rendimiento para cada ensayo.

PODUR, esta variable se determina tomando el tiempo que transcurre entre producción de vainas. Este coeficiente genético también se expresa en días fototermiales. Este coeficiente genético al fin y al cabo no se consideró para este estudio debido a que el

modelo de simulación no establece claramente como medir el coeficiente genético. No existe mucha literatura relacionada a este tema por lo que sólo se puede contar con la información provista por el modelo el cual no es muy explícito. Para este coeficiente genético se midió el tiempo transcurrido entre R_1 y R_7 lo que está erróneo (entrevista – Boote).

Para estimar biomasa se utilizaron las plantas escogidas para medir área foliar. A éstas se les tomó datos de número de hojas, número de vainas y junto con vástago y raíces se les tomó peso seco.

Componentes de Rendimiento

Se calcularon los promedios de los componentes de rendimiento de las líneas de los tres ensayos. Los componentes de rendimiento incluyen rendimiento por planta, número de vainas por planta, número de semillas por planta y peso de semilla individual. Los componentes de rendimiento se determinaron utilizando la siguiente fórmula:

$$[2] \quad \text{Rendimiento/planta} = \# \text{ vainas/planta} * \# \text{ semillas/planta} * \text{peso semilla individual}$$

Estimados de heredabilidad

Se calcularon, además, las heredabilidades en el sentido estrecho de los coeficientes genéticos, madurez fisiológica, número de nudos en el tallo principal y componentes de rendimiento. Las heredabilidades en el sentido estrecho se calcularon mediante el método de análisis de componentes de varianza (Hallauer y Miranda, 1988) de los cuadrados medios esperados, correspondientes a un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro réplicas para líneas determinadas e indeterminadas del cruce ICA Pijao x Montcalm y tres réplicas para líneas del cruce Jamapa x Calima.

Para interpretar las heredabilidades se estableció como una heredabilidad baja aquellas variables que presentaron resultados menor o igual que 0.39. Las heredabilidades intermedias fueron aquellas cuyas variables presentaron resultados entre los valores de 0.40 a 0.59, incluyéndolos. Las heredabilidades altas fueron las variables que presentaron resultados mayor o igual que 0.60.

La varianza genética aditiva (σ^2_A) y los estimados de heredabilidad en el sentido estrecho, fueron calculados utilizando la variabilidad entre las líneas. Se corrigió la heredabilidad tomando en consideración la generación de autofecundación de las líneas (Hallauer y Miranda, 1988).

La heredabilidad en el sentido estrecho se calculó utilizando la siguiente fórmula (Takegami, 2000);

$$[3] \quad h^2_{SE} = \sigma^2_A / \sigma^2_P$$

Donde σ^2_A es la varianza genética aditiva y se determinó de la siguiente manera:

Para líneas de crecimiento determinado e indeterminado del cruce ICA
Pijao x Montcalm;

$$[4] \quad \sigma^2_A (\text{entre líneas } F_8) = (CM_{\text{Trat.}} - CM_{\text{Error}} / 4) / 1.984$$

Para líneas del cruce Jamapa x Calima;

$$[5] \quad \sigma^2_A (\text{entre líneas } F_{10}) = (CM_{\text{Trat.}} - CM_{\text{Error}} / 3) / 1.996$$

La varianza fenotípica se determinó:

$$[6] \quad \sigma^2_P = [\sigma^2_A + (\sigma^2_E / r)]$$

donde σ^2_E es el cuadrado medio del error y r el número de réplicas. El error estándar en el sentido estrecho se calculó de la siguiente manera:

$$[7] \quad SE (h^2_A) = \left(\frac{2}{(r)^2} [CM^2_{\text{trat}/n+1} + CM^2_e / (r-1)(n-1) + 2] \right)^{1/2}$$

Análisis estadístico

Los resultados de los tres ensayos fueron evaluados mediante el análisis de la varianza utilizando el programa estadístico INFOSTAT (INFOSTAT, 2004). Las heredabilidades de las poblaciones de las líneas avanzadas F_8 de ICA Pijao x Montcalm y las líneas F_{10} de Jamapa x Calima fueron determinadas para rendimiento y sus componentes. Además, se estimó la heredabilidad en el sentido estrecho para los coeficientes genéticos, número de nudos por línea y tiempo transcurrido entre siembra y madurez fisiológica (R_7). Los valores de diferencia mínima significativa ($DMS = 0.05$) fueron estimados para comparaciones de medias de líneas avanzadas F_8 y F_{10} dentro de cada población.

Resultados y Discusión

Las temperaturas máximas, mínimas y precipitación para cada mes del estudio en la Estación Experimental Agrícola, Subestación de Isabela se presentan en el Cuadro 4. Las condiciones climáticas para el ensayo fueron favorables debido a que en estos meses las temperaturas fueron frescas. Para el mes de febrero hubo poca precipitación por lo que se compensó con la aplicación de riego, mientras que para los demás meses la precipitación fue adecuada para el desarrollo del cultivo. La humedad inicial del suelo en la fecha de siembra se estimó a capacidad de campo debido a la alta precipitación de los días anteriores.

Cuadro 4. Temperatura y precipitación promedio en Isabela, Puerto Rico durante los meses de diciembre 2003 a abril 2004.

Año	Mes	Temperaturas (° C)		Temperatura Promedio (° C)		Precipitación (mm)
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
2003	diciembre	35.0	17.2	28.8	21.0	4.3
	enero	30.0	14.4	25.5	18.5	5.0
2004	febrero	31.1	10.0	27.2	18.1	1.7
	marzo	31.1	14.4	28.1	19.9	3.4
	abril	31.7	15.6	29.1	19.9	2.4

La germinación de las semillas fue intermedia para los ensayos. Un promedio de 67.3 % de las semillas de las líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm germinaron. Para las líneas de hábito de crecimiento determinado la

germinación fue de 67.7 % en promedio. Las líneas de la población Jamapa x Calima presentaron un promedio de 73.1 % de las semillas germinadas.

La cantidad de surcos evaluados para las etapas fenológicas de líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm consistió de 85.7 %, mientras que para líneas determinadas fue de 86.8 %. Las líneas de la población Jamapa x Calima promediaron 88.2 % de los surcos utilizados para estimar las etapas fenológicas. El criterio utilizado para eliminar el resto de los surcos y no utilizarlos para estimar las etapas fenológicas se basa en el hecho de que no poseían el 50 % de las plantas germinadas o el 50 % de las plantas necesarias para adjudicar la etapa fenológica según descrito en el Cuadro 3.

Análisis de la varianza de los coeficientes genéticos para líneas F₈ de la población ICA Pijao x Montcalm

Líneas indeterminadas

Los coeficientes genéticos que se presentan en este estudio se utilizarán para validar el modelo de simulación de habichuela BEANGRO para Puerto Rico. Sin embargo, para propósitos de investigación se pueden utilizar para seleccionar aquellas líneas que presenten mayor o menor precocidad. Todos los coeficientes genéticos presentados en este estudio muestran el tiempo transcurrido entre las diferentes etapas fenológicas descritas según el coeficiente genético. El coeficiente genético SDPDV describe el número de semillas por vaina, por lo tanto, es muy importante identificar aquellas líneas cuyo SDPDV sea el mayor. Esto mismo ocurre con los coeficientes genéticos SIZLF y WTPSD que muestran el tamaño máximo de hojas trifoliadas y el peso máximo por semilla, respectivamente. En el caso del coeficiente genético WTPSD

es importante identificar líneas con este coeficiente genético mayor para propósitos de rendimiento.

Cuadro 5. Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, número de nudos por planta y madurez fisiológica de las líneas F₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Fuente de Variación	gl	EM-FL	FL-SH	FL-SD	Número nudos por planta	Madurez Fisiológica
		CM				
Línea	81	20.7*	7.6*	25.1*	0.91*	84.8*
Bloque	3	33.2 ^{NS}	38.6*	90.7*	3.6*	44.0 ^{NS}
Error	196	14.1	3.9	9.9	0.45	35.2
CV	---	7.7	21.8	17.8	11.1	8.3
DMS (0.05)	---	5.7	3.0	4.8	1.0	9.0

* Significativo a $p \leq 0.05$.

NS = No Significativo.

Cuadro 6. Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos SD-PM, SFDUR y SDPDV de las líneas F_8 indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Fuente de Variación	SD-PM		SFDUR		SDPDV	
	gl	CM	gl	CM	gl	CM
Línea	81	40.6*	81	16.7*	81	2.7*
Bloque	3	33.6 ^{NS}	3	16.3 ^{NS}	3	1.8 ^{NS}
Error	194	19.5	179	10.1	243	1.7
CV	---	30.6	---	33.3	---	32.9
DMS (0.05)	---	6.7	---	5.0	---	1.8

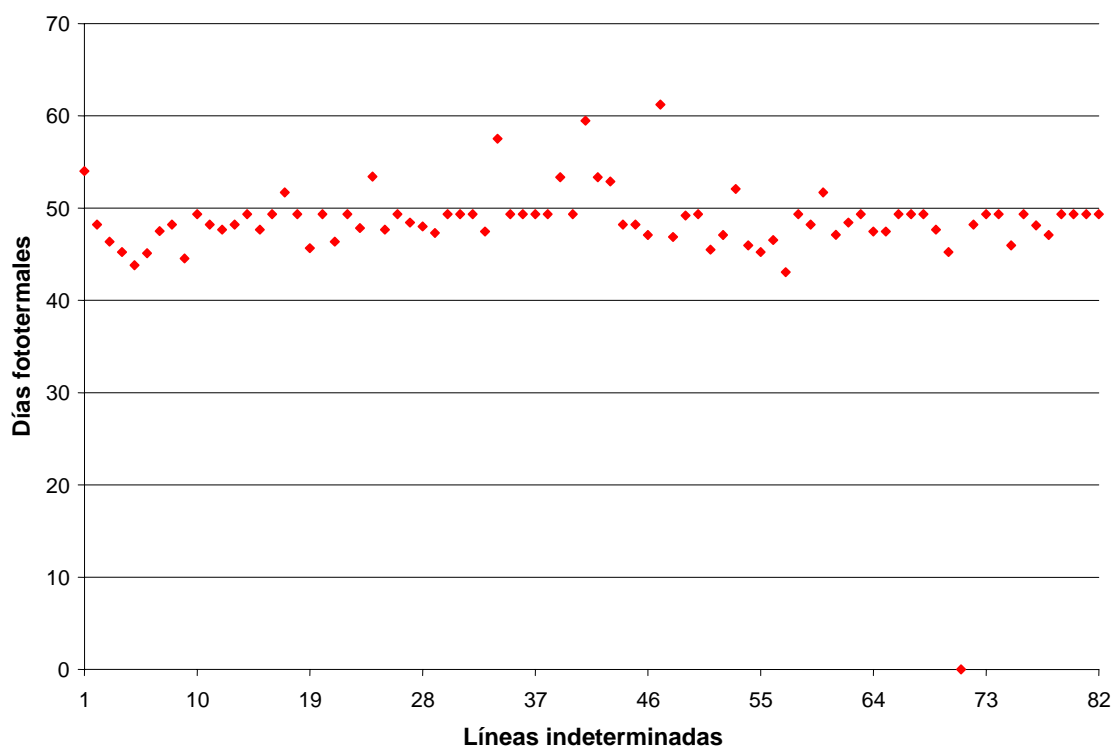
* Significativo a $p \leq 0.05$.

NS = No Significativo.

Para líneas indeterminadas el cruce ICA Pijao x Montcalm se encontraron diferencias significativas entre líneas F_8 para todos los coeficientes genéticos (Cuadro 5 y 6). Se estimaron los coeficientes genéticos utilizando las etapas fenológicas determinadas durante los meses de estudio. El promedio general del coeficiente genético EM-FL para todas las líneas con hábito de crecimiento indeterminado fue de 48.9 días fototermales. Se encontró que la línea PR0426-57 tuvo el coeficiente genético EM-FL menor con una acumulación de 44.6 días fototermales. El padre ICA Pijao promedió 52.1 días fototermales, siendo significativamente mayor que la línea PR0426-57. La línea indeterminada más tardía fue la PR0426-47 con un promedio de 61.3 días fototermales acumulados (Cuadro 7). En la Gráfica 1 se puede apreciar la distribución de los días fototermales para cada línea para el tiempo transcurrido desde el momento de la

emergencia hasta la fecha de florecida (EM-FL). Se puede observar que la mayoría de las líneas se ubican entre 42 y 50 días fototermales aproximadamente. Esta gráfica también presenta que existe poca variabilidad genética entre líneas debido a la concentración de las líneas entre rangos muy parecidos. Aunque existen diferencias significativas entre líneas estas se concentran entre rangos muy parecidos.

Gráfica 1. Distribución de días fototermales desde la emergencia hasta florecida (EM-FL) para líneas de crecimiento indeterminado de la población ICA Pijao x Montcalm.



El coeficiente genético FL-SH promedió 9.1 días fototermales. Se encontró para este coeficiente genético que la línea PR0426-57 presentó el tiempo más corto entre primera flor (R_1) y primera vaina (R_3), acumulando un promedio de 6.6 días fototermales.

Al compararla con el padre ICA Pijao se encontró que es significativamente menor, el cual promedió 10.2 días fototermales. La línea que promedió el mayor tiempo entre una etapa y la otra fue la PR0426-41 con 15.3 días fototermales acumulados (Cuadro 7).

En el caso del coeficiente genético FL-SD las líneas promediaron 17.8 días fototermales acumulados. La línea PR0426-63 promedió el menor tiempo transcurrido entre primera flor (R_1) y aparición de las primeras semillas en las vainas (R_5) con la acumulación de 12.6 días fototermales. El padre ICA Pijao acumuló 16.5 días fototermales, siendo de esta manera significativamente mayor a la línea PR0426-63. Con un promedio de 36.8 días fototermales acumulados ubicamos a la línea PR0426-34 con el promedio mayor (Cuadro 7).

Para el coeficiente genético SD-PM las líneas promediaron 14.5 días fototermales. Se encontró que la línea de menor tiempo transcurrido entre aparición de la primera semilla (R_5) y madurez fisiológica (R_7) fue la línea PR0426-55 con un promedio de 7.4 días fototermales acumulados. ICA Pijao presentó una media de 14.6 días fototermales acumulados, siendo de esta forma significativamente mayor a la línea PR0426-55. La línea PR0426-22 promedió el mayor tiempo con 25.2 días fototermales acumulados (Cuadro 7).

El coeficiente genético SFDUR establece la duración del llenado de la vaina y se determina desde el momento en que se comienzan a desarrollar las semillas en las vainas (R_5) hasta la madurez fisiológica del cultivo (R_7). El promedio para las líneas fue de 9.6 días fototermales acumulados. El tiempo más corto lo fue para la línea PR0426-75 con 5.2 días fototermales acumulados. El padre ICA Pijao presentó un promedio de 7.4 días fototermales acumulados, siendo significativamente mayor a la línea PR0426-75. La

línea PR0426-34 promedió un tiempo de 18.1 días fototermales, siendo significativamente más alto (Cuadro 7).

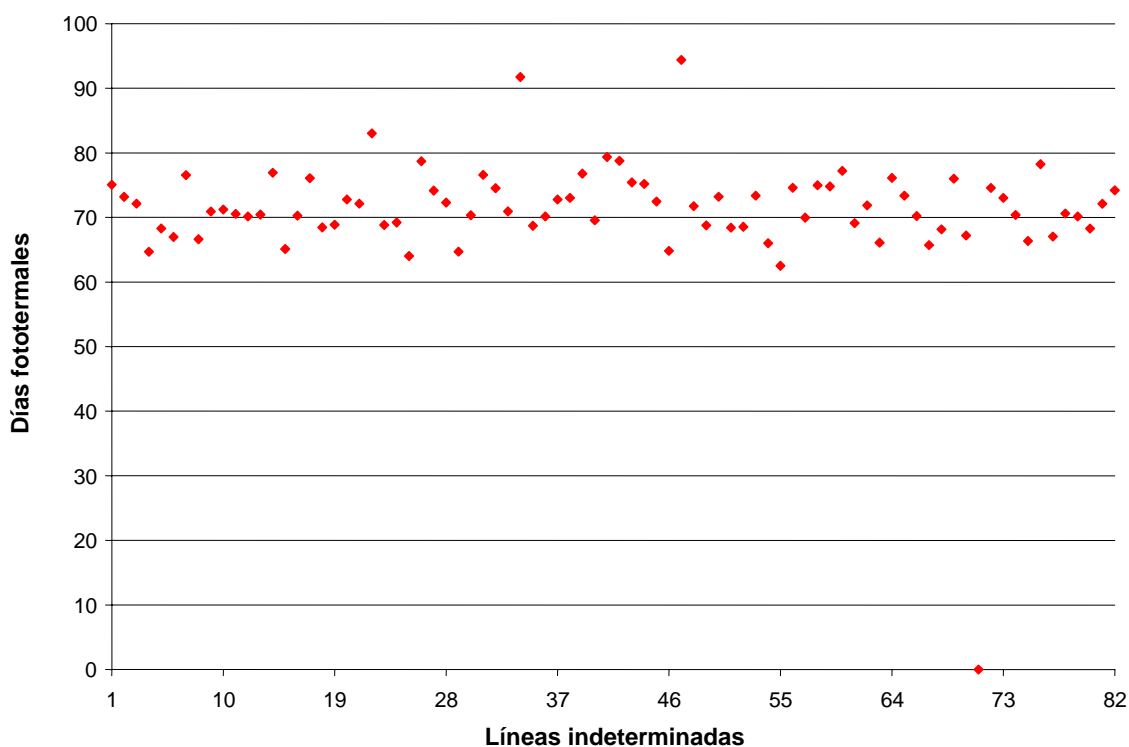
El coeficiente genético SDPDV promedió 4.0 semillas por vaina. La línea que presentó el mayor promedio de semillas por vaina fue la PR0426-44 con 9.5, siendo significativamente la más alta. El padre ICA Pijao promedió 5.2 semillas por vaina y es significativamente menor a la línea PR0426-44. La línea que promedió el menor número de semillas por vaina fue la PR0426-40 con 2.5 semillas por vaina (Cuadro 7).

El coeficiente genético SIZLF, un estimado del tamaño máximo de las hojas trifoliadas, no se obtuvo para todas las líneas debido a la dificultad de tomar esta variable para los 328 surcos que comprendían este ensayo y en segundo lugar por el número limitado de plantas por unidad experimental. Este coeficiente genético exige coleccionar muestras de plantas cada 2 a 3 semanas y un mínimo de 4 plantas por surco. Debido a estas circunstancias lo que se hizo fue coleccionar 1 planta por surco cada 3 semanas de cada padre por réplica y se estimó el coeficiente genético para cada línea F_8 indeterminada. De esta forma obtuvimos un promedio de 230.9 cm^2 en la etapa de mayor crecimiento de la planta para líneas indeterminadas.

También se estimó el coeficiente genético WTPSD (peso máximo por semilla), utilizando los componentes de rendimiento de las líneas indeterminadas. Se encontraron diferencias significativas entre líneas (ver Cuadro 14 “Peso semilla individual”). Se encontró que el promedio fue de 0.26 g. La línea que promedió el menor peso fue la PR0426-23 con una media de 0.16 g. El padre ICA Pijao promedió un total de 0.19 g por semilla en el momento de la cosecha. La línea con la media más alta lo fue PR0426-80 con 0.41 g (Cuadro 7).

Para la etapa de madurez fisiológica se observaron diferencias significativas. El promedio fue de 72.0 días fototermales. Se encontró que la línea PR0426-55 promedió los días fototermales más bajos. La media para esta línea fue de 62.5 días fototermales. Esta línea demostró ser significativamente menor que el padre ICA Pijao el cual promedió 75.1 días fototermales. La línea PR0426-47 demostró ser significativamente mayor al padre ICA Pijao con una media de 94.4 (Cuadro 7).

Gráfica 2. Distribución de días fototermales desde siembra hasta madurez fisiológica para líneas de crecimiento indeterminado de la población ICA Pijao x Montcalm.



En la Gráfica 2 se puede apreciar la distribución de los días fototermales entre las líneas de crecimiento indeterminado para el tiempo transcurrido desde la siembra hasta

madurez fisiológica. La mayoría de las líneas se concentraron entre los 62 y 80 días fototermales aproximadamente. La gráfica muestra que existe poca variabilidad genética entre las líneas debido a la concentración de las mismas.

El promedio de nudos para todas las líneas fue de 6.1. Para el número de nudos por planta se encontró que la línea PR0426-23 presentó una media baja de 4.7. El padre ICA Pijao fue significativamente mayor con una media de 6.0 nudos por planta. La línea que presentó el mayor número de nudos por planta fue la PR0426-75 con media de 7.1. Esta línea demostró ser significativamente mayor que el padre ICA Pijao (Cuadro 7).

Cuadro 7. Promedio general y promedio máximo y mínimo de líneas F_8 indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, SD-PM, SFDUR, SDPDV, SIZLF, WTPSD, madurez fisiológica y número de nudos por planta.

EM-FL[†]		SFDUR[†]	
Línea	Media	Línea	Media
PR0426-57	44.6	PR0426-75	5.2
ICA Pijao	52.1	ICA Pijao	7.4
PR0426-47	61.3	PR0426-34	18.1
Promedio	48.9	Promedio	9.6

FL-SH[†]		SDPDV	
Línea	Media	Línea	Media
PR0426-57	6.6	PR0426-40	2.5
ICA Pijao	10.2	ICA Pijao	5.2
PR0426-41	15.3	PR0426-44	9.5
Promedio	9.1	Promedio	4.0

FL-SD[†]		SIZLF (cm²)
Línea	Media	Media
PR0426-63	12.6	230.9
ICA Pijao	16.5	
PR0426-34	36.8	
Promedio	17.8	

SD-PM[†]		WTPSD (g)	
Línea	Media	Línea	Media
PR0426-55	7.4	PR0426-23	0.16
ICA Pijao	14.6	ICA Pijao	0.19
PR0426-22	25.2	PR0426-80	0.41
Promedio	14.5	Promedio	0.23

Número nudos por planta		Madurez Fisiológica[†]	
Línea	Media	Línea	Media
PR0426-23	4.7	PR0426-55	62.5
ICA Pijao	6.0	ICA Pijao	75.1
PR0426-75	7.1	PR0426-47	94.4
Promedio	6.1	Promedio	72.0

[†] Expresado en días fototermales

Líneas determinadas

Para la población ICA Pijao x Montcalm se encontraron diferencias significativas entre líneas F_8 para todos los coeficientes genéticos, excepto, el coeficiente genético SFDUR (Cuadro 8 y 9). Se estimaron los coeficientes genéticos utilizando las etapas fenológicas estimadas durante los meses de estudio.

Cuadro 8. Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, SD-PM, SFDUR, número de nudos por planta y madurez fisiológica de las líneas F_8 determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Fuente de Variación	gl	EM-FL	FL-SH	FL-SD	SD-PM	SFDUR	Madurez fisiológica	Número nudos por planta
Líneas	35	12.6*	4.0*	9.6*	80.1*	1.1 ^{NS}	55.8*	0.53*
Bloque	3	4.2 ^{NS}	0.4 ^{NS}	2.7 ^{NS}	76.7*	3.8*	122.8*	0.20 ^{NS}
Error	86	3.2	2.5	5.9	25.8	1.1	22.0	0.21
CV	---	4.0	20.4	15.6	14.4	12.8	5.3	8.8
DMS (0.05)	---	2.8	2.4	3.8	7.9	1.6 ^{NS}	7.3	0.22

* Significativo a $p \leq 0.05$.

NS = No significativo

Cuadro 9. Cuadro de análisis de varianzas para el coeficiente genético SDPDV de las líneas F₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

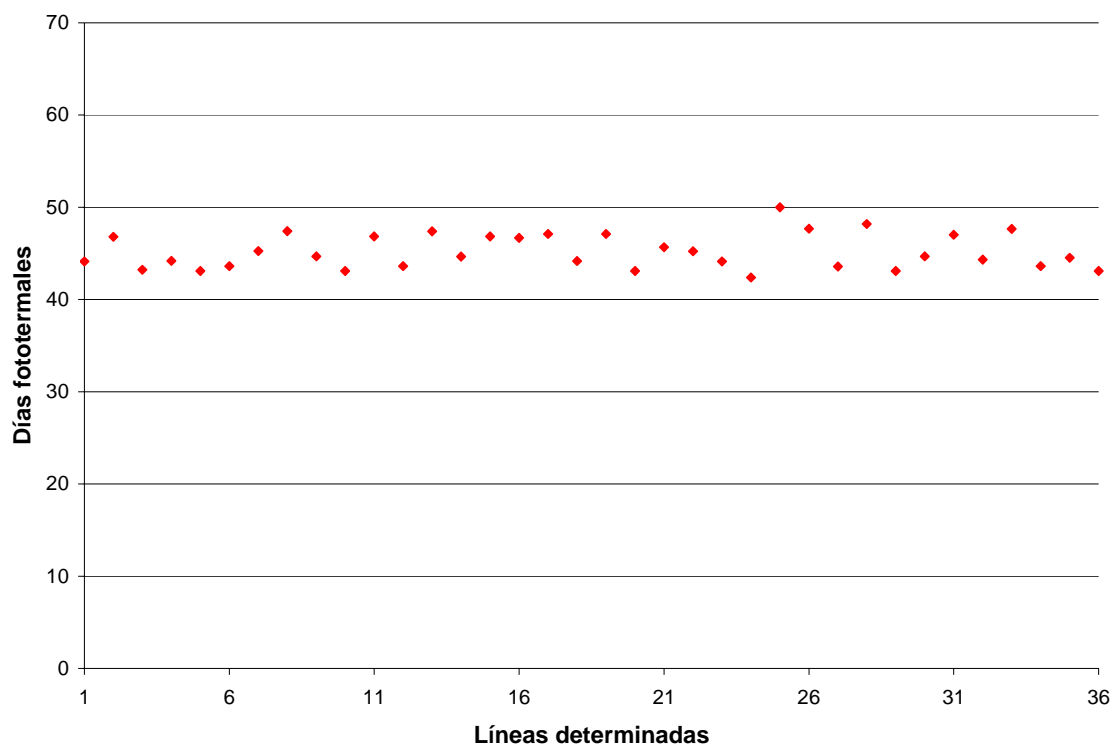
Fuente de Variación	SDPDV	
	gl	CM
Líneas	35	1.0*
Bloque	3	0.05 ^{NS}
Error	105	0.12
CV	---	9.4
DMS (0.05)	---	0.49

* Significativo a $p \leq 0.05$.

NS = No significativo

El coeficiente genético EM-FL promedió 45.2 días fototermales. La línea que promedió el tiempo menor fue la línea PR0425-24 con una media de 42.4 días fototermales acumulados. El padre Montcalm promedió 43.1 días fototermales; mientras que la línea que se tardó más en completar el coeficiente genético fue la línea PR0425-25 con 50.0 días fototermales acumulados (Cuadro 10).

Gráfica 3. Distribución de días fototermales desde emergencia hasta florecida (EM-FL) para líneas de crecimiento determinado de la población ICA Pijao x Montcalm.



En la Gráfica 3 se presenta la distribución de los días fototermales desde la emergencia hasta florecida para líneas de crecimiento determinado. Se puede apreciar que estas líneas tienen una distribución uniforme. Esto evidencia posiblemente que existe una baja variabilidad genética para esta característica entre líneas.

En el caso del coeficiente genético FL-SH, la media fue de 7.7 días fototermales acumulados. La línea de menor tiempo entre la etapa R_1 y R_3 fue la PR0425-22 con 5.5 días fototermales. El padre Montcalm presentó un promedio de 7.7 días fototermales acumulados. Por otro lado, la línea que promedió el mayor tiempo fue la PR0425-25 con 10.8 días fototermales (Cuadro 10).

Para el coeficiente genético FL-SD el promedio fue de 15.6 días fototermales. La línea de menor tiempo fue la PR0425-14 con 13.2 días fototermales. El padre Montcalm promedió 15.5 días fototermales entre las etapas R₁ y R₅. La línea que acumuló el promedio mayor de días fototermales fue la línea PR0425-28 con 22.2 (Cuadro 10).

El coeficiente genético SD-PM presentó una media de 35.7 días fototermales. La línea que acumuló menos días fototermales fue la línea PR0425-28 con 18.7. El padre Montcalm acumuló un promedio de 33.5 días fototermales. La línea que acumuló mayor tiempo fue la línea PR0425-32 con 45.4 días fototermales (Cuadro 10).

El coeficiente genético SFDUR no presentó diferencias significativas entre líneas. El promedio para todas las líneas determinadas fue de 8.1 días fototermales. La línea que promedió la menor acumulación de días fototermales fue la línea PR0425-28 con 6.6. El padre Montcalm acumuló un promedio de 8.0 días fototermales. La línea de mayor acumulación fue la PR0425-32 con 9.3 días fototermales (Cuadro 10).

Para el coeficiente genético SDPDV el promedio fue de 3.7 semillas por vaina. La línea PR0425-17 promedió el mayor número de semillas por vaina con 5.1. El padre Montcalm promedió 3.5 semillas por vaina. La línea que promedió el menor número de semillas por vaina fue la línea PR0425-16 con 2.8 (Cuadro 10).

Al igual que en el ensayo de líneas F₈ indeterminadas del cruce ICA Pijao x Montcalm, el coeficiente genético SIZLF se estimó de la misma forma. Para este ensayo de líneas F₈ determinadas del cruce ICA Pijao x Montcalm el coeficiente genético SIZLF promedió un total de 196.1 cm².

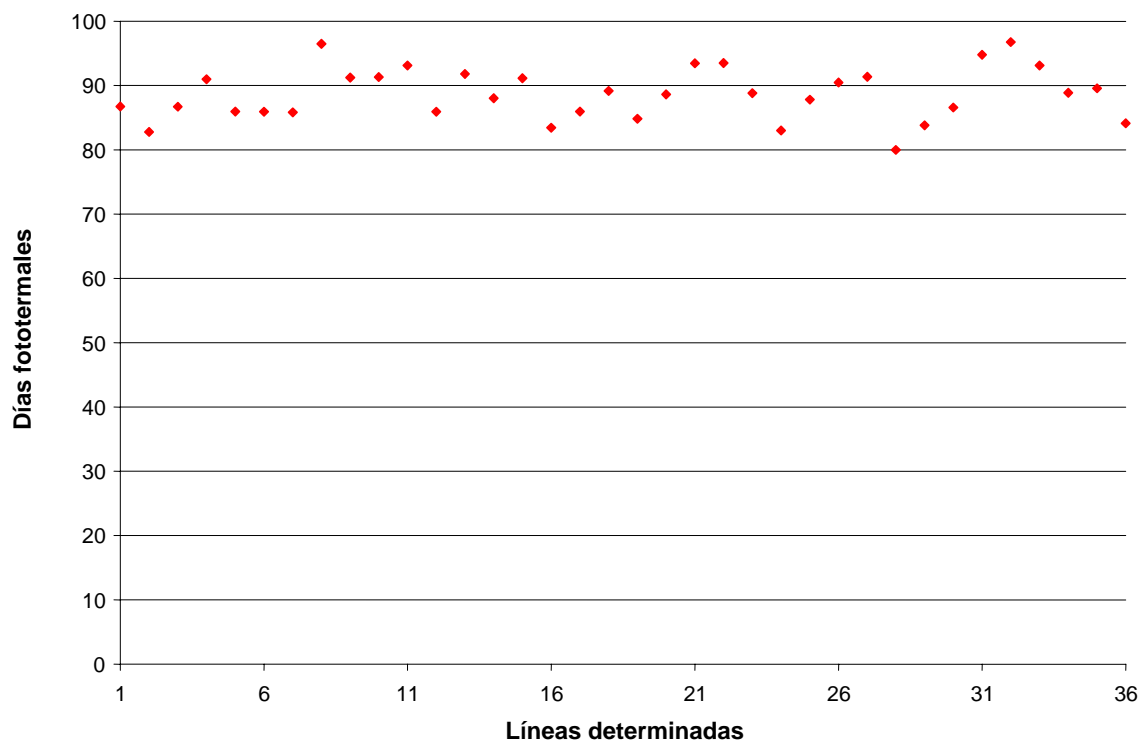
Se encontraron diferencias significativas entre líneas (ver Cuadro 21 “Peso semilla individual”). El coeficiente genético WTPSD promedió 0.28 g. La línea que

obtuvo la media más baja lo fue la PR0425-3 con 0.18 g. Montcalm presentó una media de 0.55 g, siendo la media más alta (Cuadro 10).

Se evaluó la etapa de madurez fisiológica para las líneas F₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm. Además, se evaluó el número de nudos por plantas. Estas presentaron diferencias significativas entre ellas (Cuadro 8).

Para la etapa de madurez fisiológica se observaron diferencias significativas. El promedio para todas las líneas fue de 88.7. Se encontró que la línea PR0425-28 promedió los días fototermales más bajos. La media para esta línea fue de 80.0. Esta línea demostró ser significativamente menor que el padre Montcalm el cual promedió 84.1 días fototermales. La línea PR0425-32 demostró ser significativamente diferente al padre Montcalm. Esta línea presentó una media de 96.6 días fototermales (Cuadro 10).

Gráfica 4. Distribución de días fototermales desde siembra hasta madurez fisiológica de líneas de crecimiento determinado de la población ICA Pijao x Montcalm.



En la Gráfica 4 se presenta la distribución de los días fototermales entre líneas de crecimiento determinado para el tiempo transcurrido entre siembra y la etapa de madurez fisiológica. En la gráfica se puede apreciar que existe una distribución uniforme entre las líneas de crecimiento determinado. Esta no presenta que existe una gran variabilidad genética entre líneas.

Cuadro 10. Promedio general y promedio, máximo y mínimo de líneas F₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, SD-PM, SFDUR, SDPDV, SIZLF, WTPSD, madurez fisiológica y número de nudos por planta.

EM-FL[†]		SFDUR[†]	
Línea	Media	Línea	Media
PR0425-24	42.4	PR0425-28	6.6
Montcalm	43.1	Montcalm	8.0
PR0425-25	50.0	PR0425-10	9.3
Promedio	45.2	Promedio	8.1

FL-SH[†]		SDPDV	
Línea	Media	Línea	Media
PR0425-22	5.5	PR0425-16	2.8
Montcalm	7.7	Montcalm	3.5
PR0425-25	10.8	PR0425-17	5.1
Promedio	7.7	Promedio	3.7

FL-SD[†]		SIZLF (cm²)	
Línea	Media	Media	
PR0425-14	13.2	196.1	
Montcalm	15.5		
PR0425-28	22.2		
Promedio	15.6		

SD-PM[†]		WTPSD (g)	
Línea	Media	Línea	Media
PR0425-28	18.7	PR0425-3	0.18
Montcalm	33.5	Montcalm	0.55
PR0425-32	45.4		
Promedio	35.7	Promedio	0.28

Número de nudos por planta		Madurez Fisiológica	
Línea	Media	Línea	Media
PR0425-24	4.5	PR0425-28	80.0
Montcalm	5.0	Montcalm	84.1
PR0425-2	6.0	PR0425-8	96.6
Promedio	5.3	Promedio	88.7

[†] Expresado en días fototermales

Para el número de nudos por planta se encontró que el promedio fue de 5.3. La línea PR0425-24 presentó una media baja de 4.5. El padre Montcalm fue significativamente mayor a la línea PR0425-24 con una media de 5.0 nudos por planta. La línea que presentó el mayor número de nudos por planta fue la PR0425-2 con una media de 6.0 (Cuadro 10).

Se observaron diferencias entre líneas de hábito de crecimiento determinado e indeterminado de la población ICA Pijao x Montcalm para los coeficientes genéticos al comparar líneas de ambos hábitos de crecimiento. Para el coeficiente genético EM-FL se encontró que la línea PR0425-24 fue menor (42.4) que la línea PR0426-57 (44.6). Esto resulta lógico debido a que la línea PR0426-57 tiene hábito de crecimiento indeterminado en comparación con la línea PR0425-24 cuyo hábito de crecimiento es del tipo determinado.

Para un programa de mejoramiento es importante determinar aquellas líneas que presenten el coeficiente genético EM-FL más corto. Las líneas que presenten este coeficiente genético más corto se designan como líneas precoces. Esta sería una buena característica porque el tiempo desde emergencia a florecida es menor y sería deseable seleccionar líneas que puedan llegar más rápido a la fase reproductiva, porque se acorta el tiempo. Aunque esta es una buena característica, debería combinarse con líneas que presenten buenos rendimientos.

Lo mismo ocurre con el coeficiente genético FL-SH, pero, con la línea PR0425-22 que resultó ser menor (5.5) que la línea PR0426-57 (6.6) de las líneas indeterminadas. La línea PR0426-57 es de crecimiento indeterminado en comparación con la línea PR0425-22 que tiene hábito de crecimiento determinado. Al igual que con el coeficiente genético EM-FL, el coeficiente genético FL-SH debería ser menor porque es deseable

obtener líneas que presenten los tiempos más cortos entre primera flor y primera vaina producida en la planta.

Para el coeficiente genético FL-SD se encontró que la línea PR0425-14 de líneas determinadas fue menor (13.2) que la línea PR0426-63 (12.6) de las líneas indeterminadas. Esto se debe a las mismas razones antes mencionadas.

El coeficiente genético SD-PM presentó la media más baja (7.4) en líneas de crecimiento indeterminado con la línea PR0426-55, la línea PR0425-28 fue mayor (18.7). En este caso la línea determinada presentó la media más corta. En este coeficiente genético es importante establecer que aunque es deseable líneas con estos coeficientes genéticos cortos, este en particular debería ser más largo porque esto implicaría que la semilla tendría más tiempo para poder desarrollarse. Es decir, se traduce en rendimientos más altos porque las semillas tendrían más oportunidad de recibir mayor cantidad de fotosintatos.

El coeficiente genético SFDUR fue menor (5.2) para líneas de crecimiento indeterminado con la línea PR0426-75. La línea determinada presentó el resultado más alto con la línea PR0425-28 (6.6) para el coeficiente genético SFDUR.

El coeficiente genético SFDUR tiene la peculiaridad que se comportó idéntico al coeficiente genético SD-PM. El coeficiente genético SD-PM define el tiempo transcurrido desde la aparición de la primera semilla en la vaina hasta madurez fisiológica del cultivo. El coeficiente genético SFDUR define el tiempo de duración de llenado de la vaina. Por lo tanto, se puede ver que el coeficiente genético SFDUR es dependiente del coeficiente genético SD-PM. Esto se explica debido a que el coeficiente genético SFDUR no se completa hasta que la planta entra en la etapa de desarrollo final de las semillas. Esto ocurre a escasos días de la planta entrar en madurez fisiológica.

La línea indeterminada PR0426-44 presentó el coeficiente genético SDPDV, número de semillas por vaina, mayor (9.5). La línea determinada PR0425-17 fue menor (5.1).

Al comparar las líneas determinadas e indeterminadas se puede apreciar que existe diferencia para el coeficiente genético WTPSD. Como se puede apreciar la línea indeterminada PR0426-80 fue menor (0.40) que la determinada Montcalm (0.55).

Análisis de la varianza de los coeficientes genéticos para las líneas F₁₀ de la población Jamapa x Calima

Para líneas F₁₀ de la población Jamapa x Calima se obtuvieron los coeficientes genéticos más relevantes para este estudio. Para esto se utilizaron las etapas fenológicas estimadas durante los meses de estudio. Estas presentaron diferencias significativas para los diferentes coeficientes genéticos considerados para este estudio (Cuadro 11 y 12).

Cuadro 11. Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, madurez fisiológica y número de nudos por planta de líneas F_{10} de la población Jamapa x Calima.

Fuente de Variación	gl	EM-FL	FL-SH	FL-SD	Madurez Fisiológica	Número nudos por planta
Líneas	74	92.6*	50.8*	66.8*	141.7*	2.9*
Bloque	2	92.3*	638.8*	615.3*	211.7 ^{NS}	17.2*
Error	124	14.9	33.2	40.6	72.3	0.82
CV	---	8.9	48.0	29.5	11.3	17.1
DMS (0.05)	---	6.7	10.1	11.1	14.8	1.6

* Significativo a $p \leq 0.05$.

NS = No Significativo.

Cuadro 12. Cuadro de análisis de varianzas para los coeficientes genéticos SD-PM, SFDUR y SDPDV de líneas F_{10} de la población Jamapa x Calima.

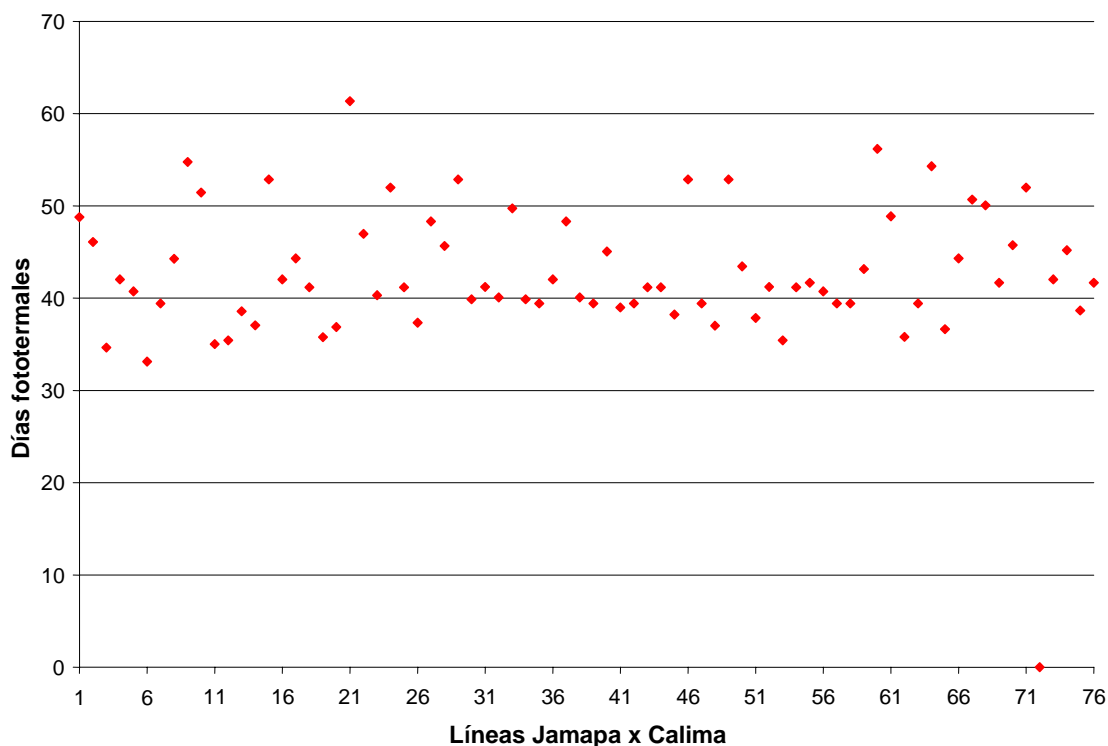
Fuente de Variación	SD-PM		SFDUR		SDPDV	
	gl	CM	gl	CM	gl	CM
Líneas	74	171.7*	75	61.7*	75	1.1*
Bloque	2	10.6 ^{NS}	2	3.4 ^{NS}	2	1.4*
Error	118	37.3	114	13.1	149	0.19
CV	---	25.8	---	27.6	---	16.4
DMS (0.05)	---	10.9	---	6.5	---	0.71

* Significativo a $p \leq 0.05$.

NS = No Significativo.

El coeficiente genético EM-FL promedió 43.2 días fototermales acumulados. La línea que produjo el tiempo menor fue la línea PR0430-6 con un promedio de 33.1 días fototermales acumulados. El padre Jamapa promedió 41.7 días fototermales; mientras que el padre Calima promedió un total de 38.7. La línea que se tardó más fue la línea PR0430-21 con 62.1 días fototermales acumulados (Cuadro 13).

Gráfica 5. Distribución de días fototermales desde emergencia hasta florecida (EM-FL) de líneas de la población Jamapa x Calima.



En la Gráfica 5 se presenta la distribución de los días fototermales para las líneas determinadas. Se observa que la distribución de estas líneas se concentra principalmente entre 35 a 50 días fototermales aproximadamente. Se puede observar, además, que

existen líneas que se encuentran por encima de este rango lo que indica variabilidad genética entre las líneas, pero, no es mucha.

El coeficiente genético FL-SH promedió una media de 12.1 días fototermales. Se encontró que la línea PR0430-7 presentó el tiempo más corto entre la apertura de la primera flor (R_1) y la formación de la primera vaina (R_3), acumulando un promedio de 2.6 días fototermales. Al compararla con los padres Jamapa y Calima se encontró que es significativamente menor. Los padres promediaron 10.4 y 10.5 días fototermales, respectivamente. La línea que promedió el mayor tiempo entre una etapa y la otra fue la PR0430-46 con 27.3 días fototermales acumulados (Cuadro 13).

En el caso del coeficiente genético FL-SD las líneas promediaron valores de 21.9 días fototermales. PR0430-7 promedió el menor tiempo transcurrido entre primera flor (R_1) y aparición de las primeras semillas en las vainas (R_5) con la acumulación de 2.7 días fototermales. Los padres Jamapa y Calima acumularon 18.9 y 20.2 días fototermales, respectivamente, siendo de esta manera significativamente mayores a la línea PR0430-7. Con un promedio de 35.0 días fototermales acumulados ubicamos en último lugar a la línea PR0430-46 (Cuadro 13).

Para el coeficiente genético SD-PM se encontró que las líneas promediaron 23.5 días fototermales. La línea que promedió el menor tiempo transcurrido entre aparición de la primera semilla (R_5) y madurez fisiológica (R_7) del cultivo fue la PR0430-21 con un promedio de 8.0 días fototermales acumulados. Jamapa presentó una media de 13.4 días fototermales acumulados y Calima 29.4, siendo de esta forma significativamente mayores a la línea PR0430-21. La línea PR0430-20 promedió el mayor tiempo con 38.3 días fototermales acumulados (Cuadro 15).

Para el coeficiente genético SFDUR el promedio para las líneas fue de 13.1 días fototermales. El tiempo más corto lo presentó la línea PR0430-29 con 6.3 días fototermales acumulados. El padre Jamapa presentó un promedio de 8.1 y el padre Calima 16.5 días fototermales acumulados. La línea PR0430-3 promedió un tiempo de 25.0 días fototermales, siendo significativamente más alto que los padres (Cuadro 13).

Para el coeficiente genético SDPDV las líneas promediaron 2.7 semillas por vaina. El mayor promedio de semillas por vaina fue el padre Jamapa con 5.0, siendo significativamente más alta. El padre Calima promedió 2.2 semillas por vaina y es significativamente menor al padre Jamapa. La línea que promedió el menor número de semillas por vaina fue la PR0430-42 con 1.6 (Cuadro 13).

Al igual que en el ensayo de líneas F_8 determinadas e indeterminadas del cruce ICA Pijao x Montcalm, el coeficiente genético SIZLF se estimó de la misma forma. En el ensayo de líneas F_{10} de la población Jamapa x Calima el coeficiente genético SIZLF promedió un total de 155.3 cm² para el padre Jamapa y 147.3 cm².

Se encontraron diferencias significativas entre líneas para el coeficiente genético WTPSD (ver Cuadro 20 “Peso semilla individual”). El promedio para el coeficiente genético WTPSD fue de 0.30 g. La línea PR0430-46 presentó una media de 0.18 g. El coeficiente genético WTPSD promedió 0.21 g para el padre Jamapa y para el padre Calima el coeficiente genético WTPSD promedió un valor de 0.57 g (Cuadro 13).

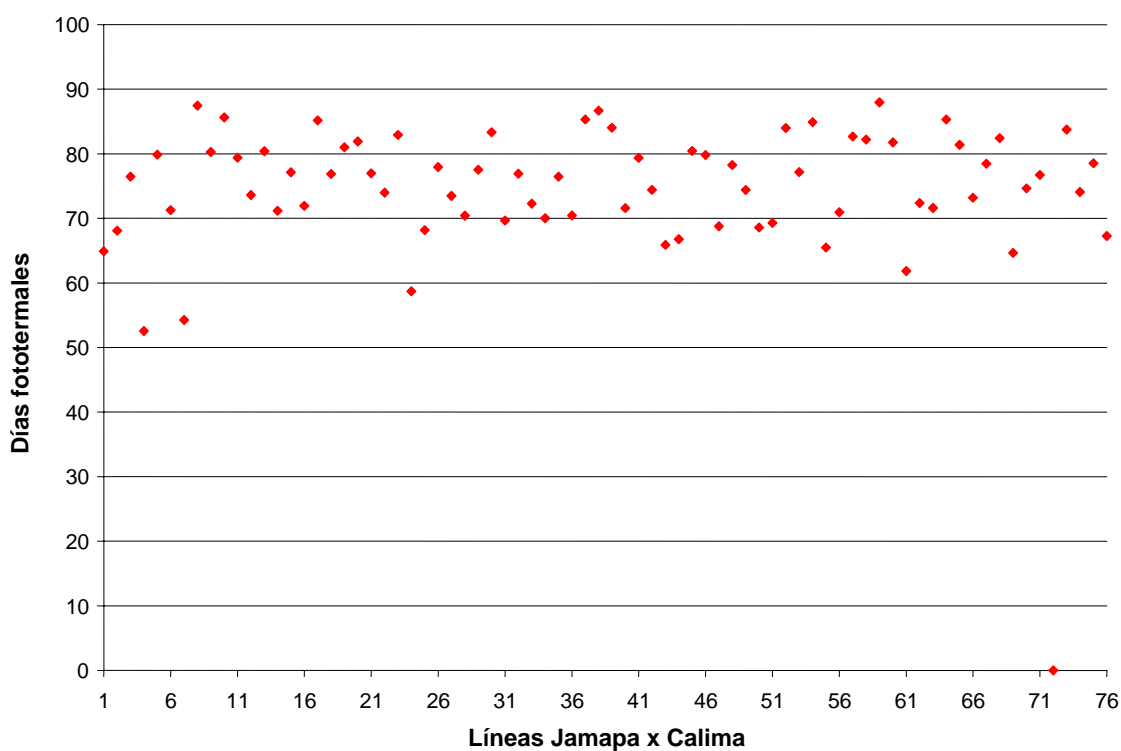
Cuadro 13. Promedio general y promedio máximo y mínimo de líneas F_{10} de la población Jamapa x Calima para los coeficientes genéticos EM-FL, FL-SH, FL-SD, SD-PM, SFDUR, SDPDV, SIZLF, WTPSD, madurez fisiológica y número de nudos por planta.

EM-FL[†]		SFDUR[†]	
Línea	Media	Línea	Media
PR0430-6	33.1	PR0430-29	6.3
Jamapa	41.7	Jamapa	8.1
Calima	38.7	Calima	16.5
PR0430-21	62.1	PR0430-3	25.0
Promedio	43.2	Promedio	13.1
FL-SH[†]		SDPDV	
Línea	Media	Línea	Media
PR0430-7	2.6	PR0430-42	1.6
Jamapa	10.4	Jamapa	5.0
Calima	10.5	Calima	2.2
PR0430-46	27.3		
Promedio	12.1	Promedio	2.7
FL-SD[†]		SIZLF (cm²)	
Línea	Media	Media	
PR0430-7	2.7	Jamapa	
Jamapa	18.9	155.3	
Calima	20.2		
PR0430-46	35.0	Calima	
Promedio	21.9	147.3	
SD-PM[†]		WTPSD (g)	
Línea	Media	Línea	Media
PR0430-21	8.0	PR0430-46	0.18
Jamapa	13.4	Jamapa	0.21
Calima	29.4	Calima	0.57
PR0430-20	38.3	Promedio	0.30
Promedio	23.5		
Número nudos por planta		Madurez Fisiológica[†]	
Línea	Media	Línea	Media
PR0430-62	2.6	PR0430-4	52.5
Jamapa	5.7	Jamapa	67.3
Calima	5.0	Calima	78.5
PR0430-24	7.7	PR0430-59	88.0
Promedio	5.2	Promedio	75.4

[†] Expresado en días fototermales

Para la etapa de madurez fisiológica se observaron diferencias significativas entre las líneas (Cuadro 11). Las líneas promediaron un total de 75.4 días fototermales. Se encontró que la línea PR0430-4 promedió los días fototermales más bajos. La media para esta línea fue de 52.5. Esta línea demostró ser significativamente menor que los padres Jamapa y Calima los cuales promediaron 67.3 y 78.5 días fototermales, respectivamente. La línea PR0430-59 presentó una media de 88.0 días fototermales (Cuadro 13).

Gráfica 6. Distribución de días fototermales desde siembra hasta madurez fisiológica para líneas de la población Jamapa x Calima.



En la Gráfica 6 se presenta la distribución de los días fototermales por línea para el tiempo transcurrido entre la siembra y la etapa de madurez fisiológica de líneas determinadas. Se observa que la variabilidad genética entre líneas es baja. El rango para estas líneas varía de 78 a 98 días fototermales aproximadamente.

Para el número de nudos por planta se encontró que el promedio fue de 5.2. La línea PR0430-62 presentó una media baja de 2.6. El padre Jamapa fue significativamente mayor a esta línea con una media de 5.7 nudos por planta. El padre Calima presentó una media de 5.0. La línea que presentó el mayor número de nudos por planta fue la PR0430-24 con una media de 7.7. Esta línea no es significativamente diferente del padre Jamapa, pero, significativamente mayor que el padre Calima (Cuadro 13).

Al comparar las líneas de las dos poblaciones se encontró que la línea PR0430-6 de la población Jamapa x Calima promedió el tiempo menor (33.1) para el coeficiente genético EM-FL en comparación con la línea PR0425-24 (42.4) determinada de la población ICA Pijao x Montcalm. Esto se debe principalmente que las líneas de la población Jamapa x Calima son de porte mucho más bajo que la población ICA Pijao x Montcalm que presentan un porte mucho más alto. Por ende el desarrollo y crecimiento de estas líneas es mucho más corto.

El coeficiente genético FL-SH de la línea PR0430-7 de la población Jamapa x Calima fue menor (2.6) que la línea PR0425-22 (5.5) de las líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm y menor que PR0426-57 (6.6) de las líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm. La diferencia entre ambas líneas

de la población ICA Pijao x Montcalm no es mucha. La línea PR0425-22 es de hábito de crecimiento determinado.

El coeficiente genético FL-SD de la línea PR0430-7 de la población Jamapa x Calima fue menor (2.7) que la línea PR0425-14 (13.2) y menor que la línea PR0426-63 (12.6) de las líneas indeterminadas. Al igual que con el coeficiente genético anterior no existe mucha diferencia entre ambas líneas.

El coeficiente genético SD-PM de la línea PR0430-21 fue menor (8.0) que la línea PR0425-28 (18.7) de las líneas determinadas, pero, mayor que la línea PR0426-55 (7.4) de las líneas indeterminadas. En este caso se asume que el porte de las líneas podría tener algún efecto sobre este coeficiente genético. En este caso la línea indeterminada PR0426-55 fue menor que la línea PR0430-21, pero, la diferencia no es mucha. Quizás la línea indeterminada es mucho más precoz en este sentido.

Para el coeficiente genético SFDUR la línea PR0430-29 fue mayor (6.3) que la línea determinada PR0425-28 (6.6) y mayor que la línea indeterminada PR0426-75 (5.2). Aplicamos en este caso la misma teoría de precocidad mencionada antes.

En cuanto al coeficiente genético SDPDV la línea PR0430-42 de la población Jamapa x Calima presentó la media más baja (1.6). La línea determinada de la población ICA Pijao x Montcalm PR0425-16 presentó una media de 2.8 y la indeterminada PR0426-40 presentó una media de 2.5, siendo esta menor que la determinada, pero, mayor que la PR0430-42 de la población Jamapa x Calima.

Se encontró que el padre Calima (0.57) fue mayor que el padre determinado Montcalm (0.55). Se encontró que la línea indeterminada PR0426-80 (0.40) fue menor a estas dos líneas.

Componentes de rendimiento para líneas F₈ de la población ICA Pijao x Montcalm

Líneas indeterminadas

Se encontraron diferencias significativas para rendimiento de semilla entre líneas F₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm (Cuadro 14).

Cuadro 14. Cuadro de análisis de varianzas para componentes de rendimiento de las líneas F₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Fuente de Variación	gl	Número semillas / planta	Número vainas / planta	Número semillas / vaina	Peso semilla individual (g)	Peso total semilla / planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
		CM					
Líneas	81	1716.4*	86.7*	1.1*	0.01*	113.9*	1139245*
Bloque	3	5707.0*	388.7*	0.04 ^{NS}	0.0042*	535.8*	5357982*
Error	243	540.0	30.3	0.26	3.60 x 10 ⁻⁰⁴	39.9	399293
CV	---	31.1	28.7	13.0	7.4	33.2	33.2
DMS (0.05)	---	32.4	7.7	0.71	0.03	8.8	880

* Significativo a $p \leq 0.05$.

NS = No Significativo.

Los promedios de rendimiento de semilla para estas líneas variaron de 874 kg/ha a 3395 kg/ha. El promedio general de las líneas fue de 1903 kg/ha. Las líneas PR0426-54 y PR0426-32 produjeron los rendimientos más altos comparadas con el padre ICA Pijao. Los promedios de rendimiento para las líneas PR0426-54 y PR0426-32 fueron 3395 kg/ha y 3350 kg/ha, respectivamente. El promedio de rendimiento para el padre ICA Pijao fue de 2330 kg/ha. Las líneas PR0426-67 y PR0426-34 produjeron los rendimientos promedios más bajos (Cuadro 15).

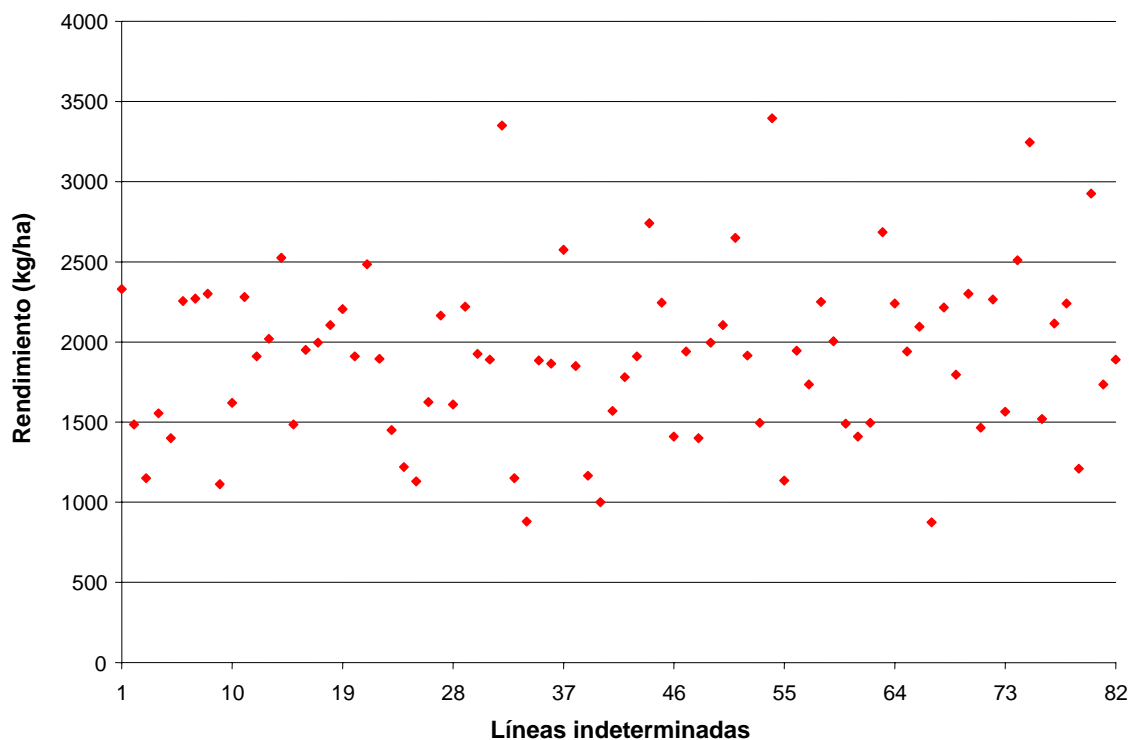
La línea PR0426-54 presentó la media más alta porque posee el peso de semilla por planta y peso de semilla total mayor con promedios de 34.0 g y 339.5 g, respectivamente. La línea PR0426-32 presentó los componentes de rendimiento número de semilla por planta, número de vainas por planta, número de semilla total y número de vainas total más altos. Estos promediaron valores de 142.3, 32.9, 1423 y 328.5, respectivamente.

Cuadro 15. Promedios de las líneas con los rendimientos más altos y más bajos de líneas F_8 indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Rendimiento (kg/ha)
Líneas con rendimientos más altos	
PR0426-32	3350
PR0426-54	3395
Líneas con rendimientos más bajos	
PR0426-67	874
PR0426-34	880
Padre indeterminado ICA Pijao	2330
Promedio	1903
DMS (0.05)	880
C.V. (%)	33

En la gráfica 7 se puede apreciar que la distribución de los promedios de rendimiento de semillas de las líneas indeterminadas no están uniformemente distribuidas; por lo tanto; existe alta variabilidad genética.

Gráfica 7. Distribución de rendimiento para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

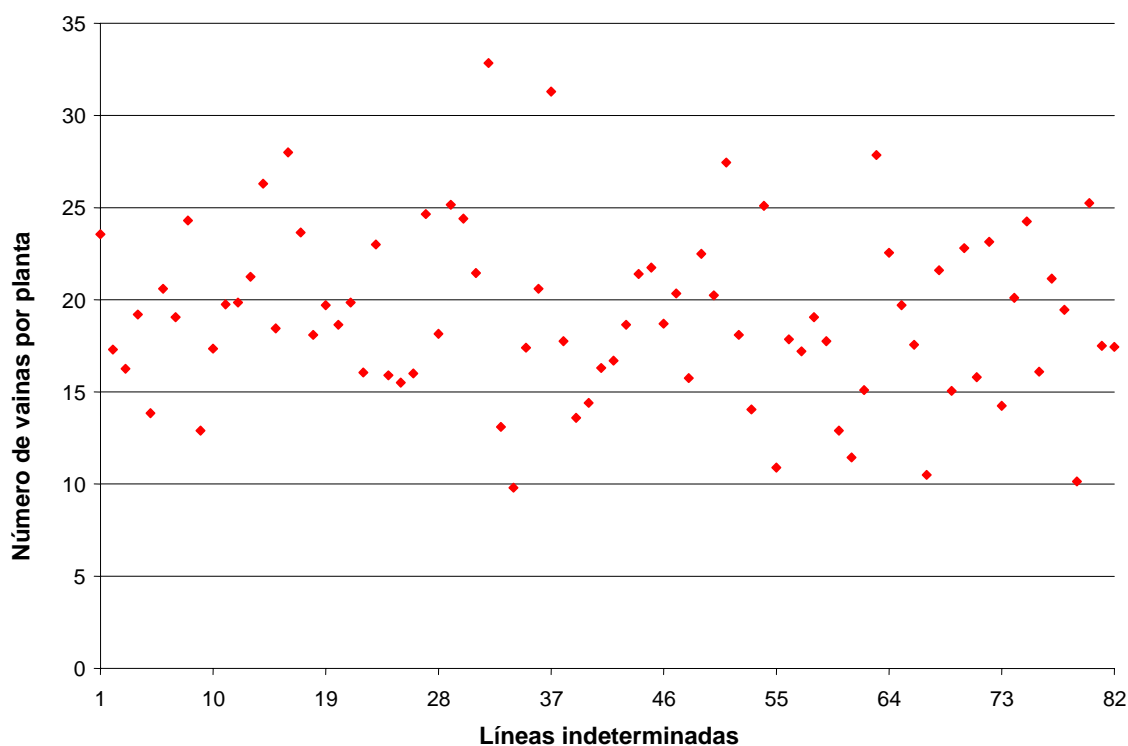


Se encontraron diferencias significativas entre las líneas para el número de vainas por planta (Cuadro 14). Se encontró que la línea PR0426-32 fue la de mayor producción de vainas por plantas con una media de 32.9, superando al padre ICA Pijao que promedió 23.6. La línea de menor producción fue la línea PR0426-34 con una media de 9.8 vainas por planta (Cuadro 16). En la gráfica 8 se puede observar que las líneas indeterminadas no tuvieron una distribución normal para la característica de número de vainas por planta; por lo tanto; existe variabilidad genética entre líneas.

Cuadro 16. Promedios de número de vainas por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Número de vainas por planta
PR0426-32	32.9
ICA Pijao	23.6
PR0426-34	9.8
Promedio	19.2

Gráfica 8. Distribución de número de vainas por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.



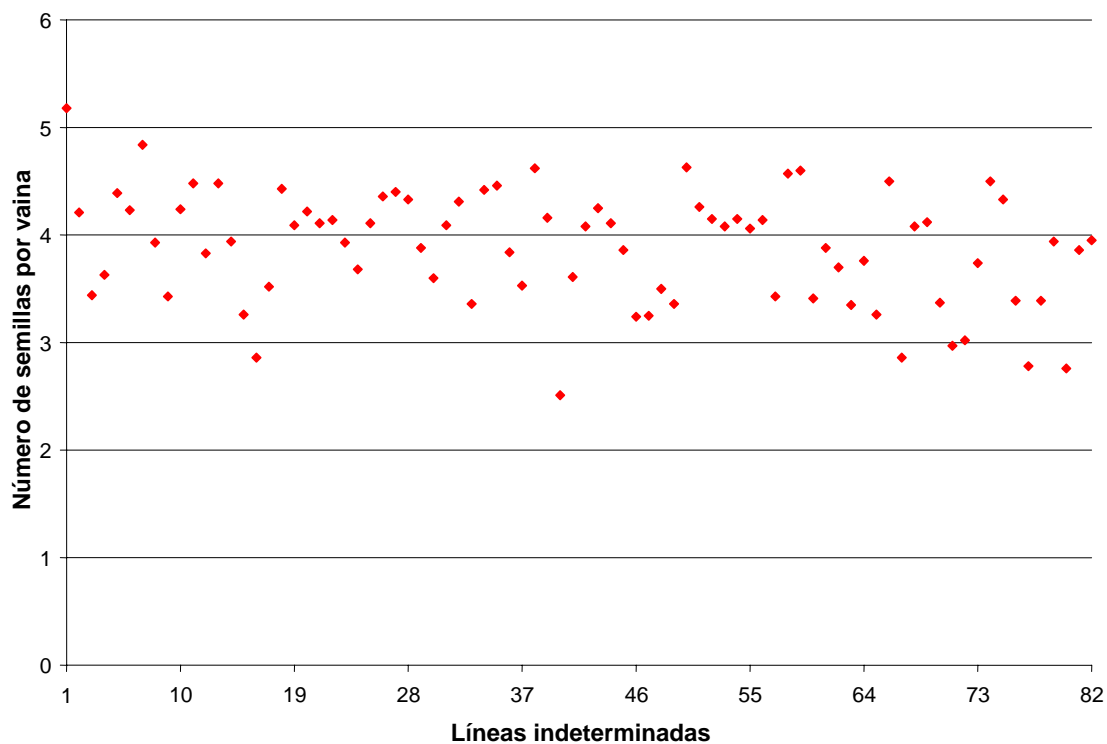
Se encontraron diferencias significativas entre las líneas para el número de semillas por vaina (Cuadro 14). El rango de número de semillas por vaina varió de 2.5

hasta 5.2. Se encontró que la línea con el número de semillas por vainas mayor fue el padre ICA Pijao (Cuadro 17). El promedio de esta línea fue de 5.2. La línea de menor producción fue la PR0426-40 con 2.5. La distribución de los promedios del número de semillas por vaina es bastante uniforme. No existe una alta variabilidad genética. (Gráfica 9).

Cuadro 17. Promedios de número de semillas por vaina para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Número de semillas por vaina
ICA Pijao	5.2
PR0426-40	2.5
Promedio	4.0

Gráfica 9. Número de semillas por vaina para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

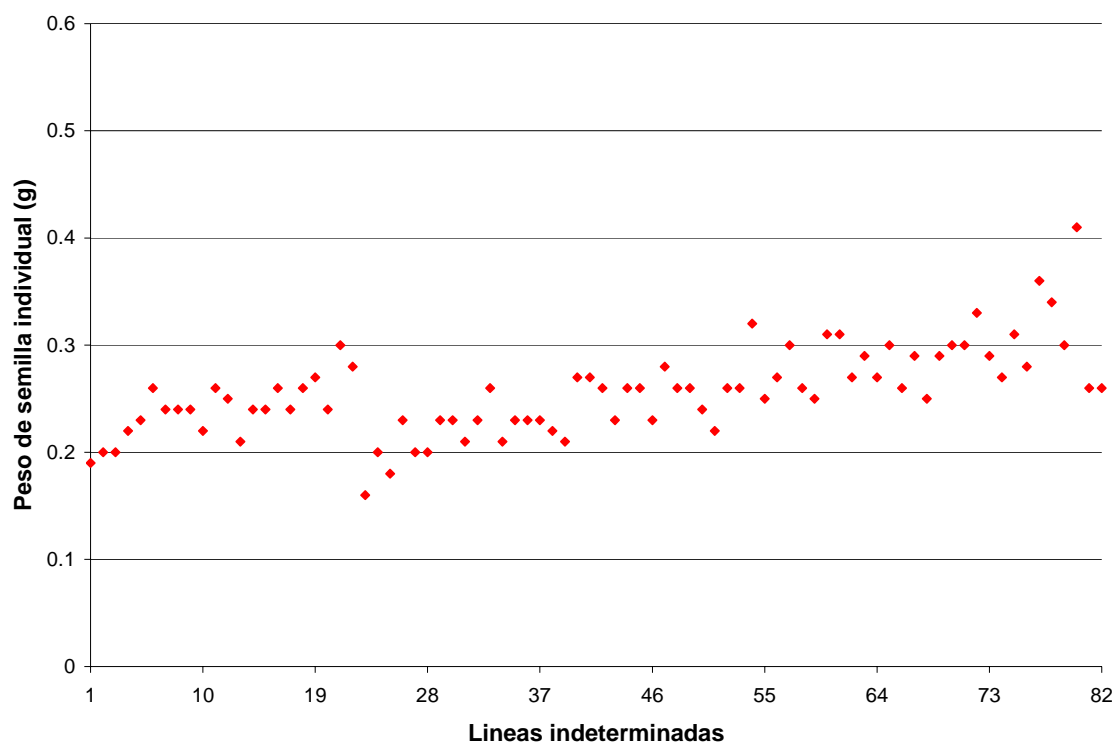


En el caso de peso de semilla individual la línea PR0426-80 promedió 0.41 g por semilla superando significativamente en el peso promedio de semilla individual al padre ICA Pijao y las demás líneas (Cuadro 18). El promedio de peso de semilla individual para ICA Pijao fue de 0.19 g. La línea que promedió el peso de semilla individual menor fue la PR0426-23 con 0.16 g. La distribución de los promedios de los pesos de semilla individual fueron uniformes. Existe poca variabilidad genética entre líneas (Gráfica 10).

Cuadro 18. Promedios de peso de semilla individual para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Peso semilla individual
PR0426-80	0.41
ICA Pijao	0.19
PR0426-23	0.16
Promedio	0.26

Gráfica 10. Distribución de peso de semilla individual de líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

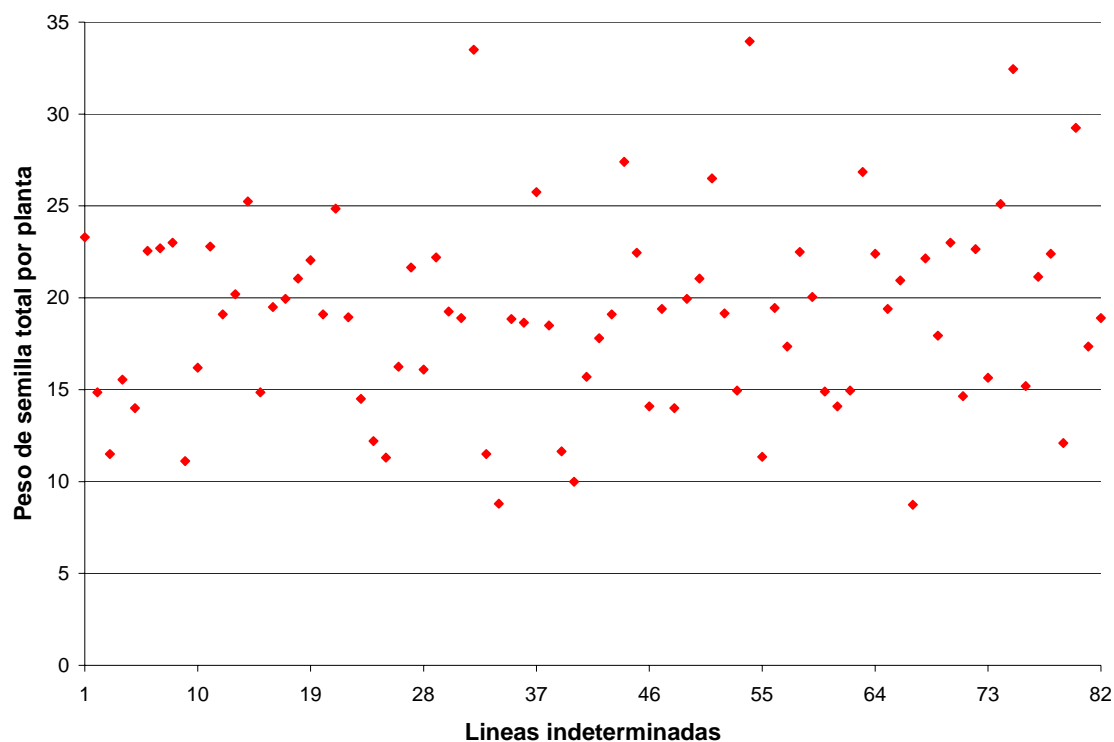


La línea que promedió el peso total de semilla por planta mayor fue la PR0426-54 con 34.0 g (Cuadro 19). El padre ICA Pijao presentó un promedio de 23.3 g. La línea que presentó el peso total de semillas menor por planta fue la PR0426-67 con 8.7 g. La distribución de los promedios de peso de semilla total no fue muy uniforme. Existe bastante variabilidad genética (Gráfica 11)

Cuadro 19. Promedios de peso de semilla total por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Peso de semilla total por planta
PR0426-54	34.0
ICA Pijao	23.3
PR0426-67	8.7
Promedio	18.8

Gráfica 11. Distribución de peso de semilla total por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

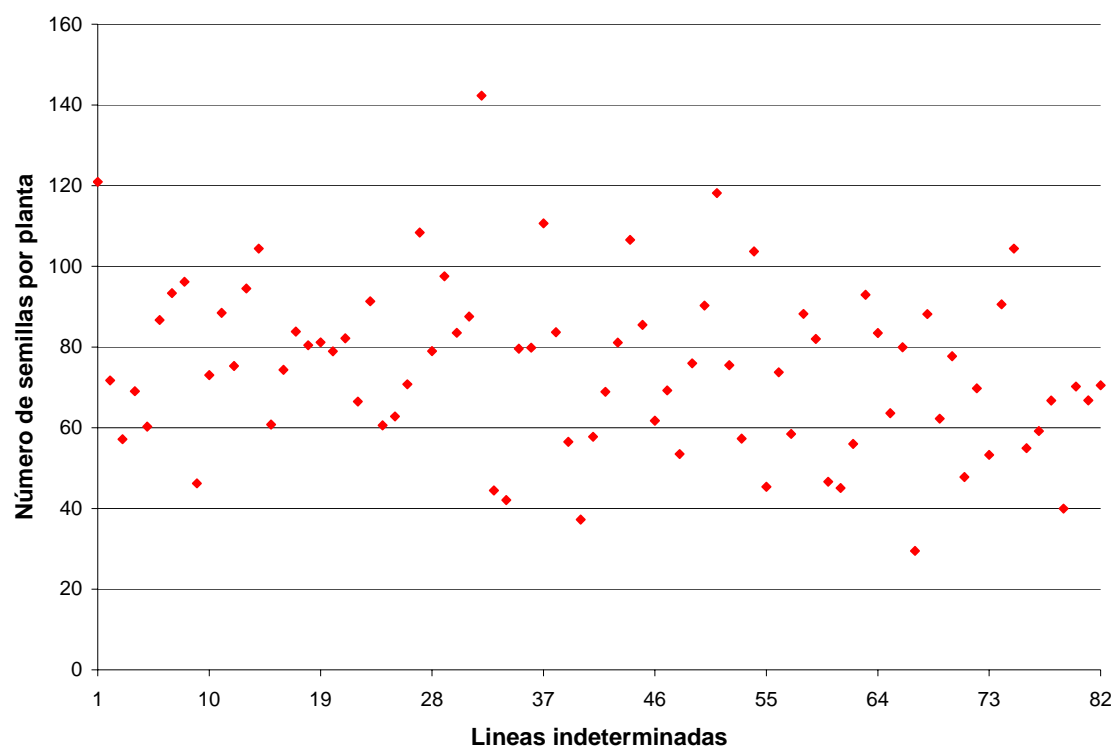


Para el número de semillas por planta el promedio fue de 74.8. La línea PR0426-67 promedió 29.5 semillas por planta, siendo de esta forma la línea más baja en producción de semillas. El padre ICA Pijao promedió 121.0, siendo mayor que la línea PR0426-67, pero, menor que la línea PR0426-32 la cual promedió 142.3 semillas por planta (Cuadro 20).

Cuadro 20. Promedios de número de semillas por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Número de semillas por planta
PR0426-67	29.5
ICA Pijao	121.0
PR0426-32	142.3
Promedio	74.8

Gráfica 12. Distribución de número de semillas por planta para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.



En la gráfica 12 se puede observar que la mayoría de las líneas se encuentran entre los rangos de 60 a 90 semillas por planta aproximadamente. Existen valores atípicos que demuestran líneas de menor y mayor producción. Se puede apreciar que las líneas no tienen una distribución muy uniforme; por lo tanto; se asume que existe variabilidad genética.

Líneas determinadas

Hubo diferencias significativas entre líneas F₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm para rendimiento de semillas (Cuadro 21). Los rendimientos promedios de las líneas fueron de 2174 kg/ha. Las líneas PR0425-35 y PR0425-32 presentaron los rendimientos más altos, con promedios de 3280 kg/ha y 2945 kg/ha, respectivamente (Cuadro 22). Sin embargo, estos rendimientos no fueron significativamente mayores al padre Montcalm cuyo promedio de rendimiento fue de 2495 kg/ha. PR0425-7 y PR0425-22 fueron las líneas que presentaron los rendimientos más bajos con promedios de 1325 kg/ha y 1360 kg/ha, respectivamente. Estos rendimientos son mucho más bajos que el padre Montcalm.

La línea PR0425-35 y PR0425-32 presentaron los promedios de rendimiento mayores porque poseen los componentes de rendimiento de peso de semilla total y peso de semilla por planta mayores. Para la línea PR0425-35 los promedios de estos componentes fueron de 328.0 g y 32.8 g, respectivamente. La línea PR0425-32 presentó valores promedios de 294.5 g y 29.5 g, respectivamente para los mismos componentes.

Cuadro 21. Cuadro de análisis de varianzas para componentes de rendimiento de las líneas F_8 determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Fuente de Variación	gl	Número semillas / planta	Número vainas / planta	Número semillas / vaina	Peso semilla individual (g)	Peso total semilla / planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
		CM					
Líneas	35	1420.9*	112.6*	1.0*	0.02*	86.4*	863562.1*
Bloque	3	1167.8 ^{NS}	73.2 ^{NS}	0.05 ^{NS}	0.00026 ^{NS}	77.6 ^{NS}	776402.8 ^{NS}
Error	105	434.4	30.1	0.12	0.0013	34.5	345376.1
CV	---	26.1	25.2	9.4	12.7	27.0	27.0
DMS (0.05)	---	29.2	7.7	0.5	0.1	8.2	824.0

* Significativo a $p \leq 0.05$.

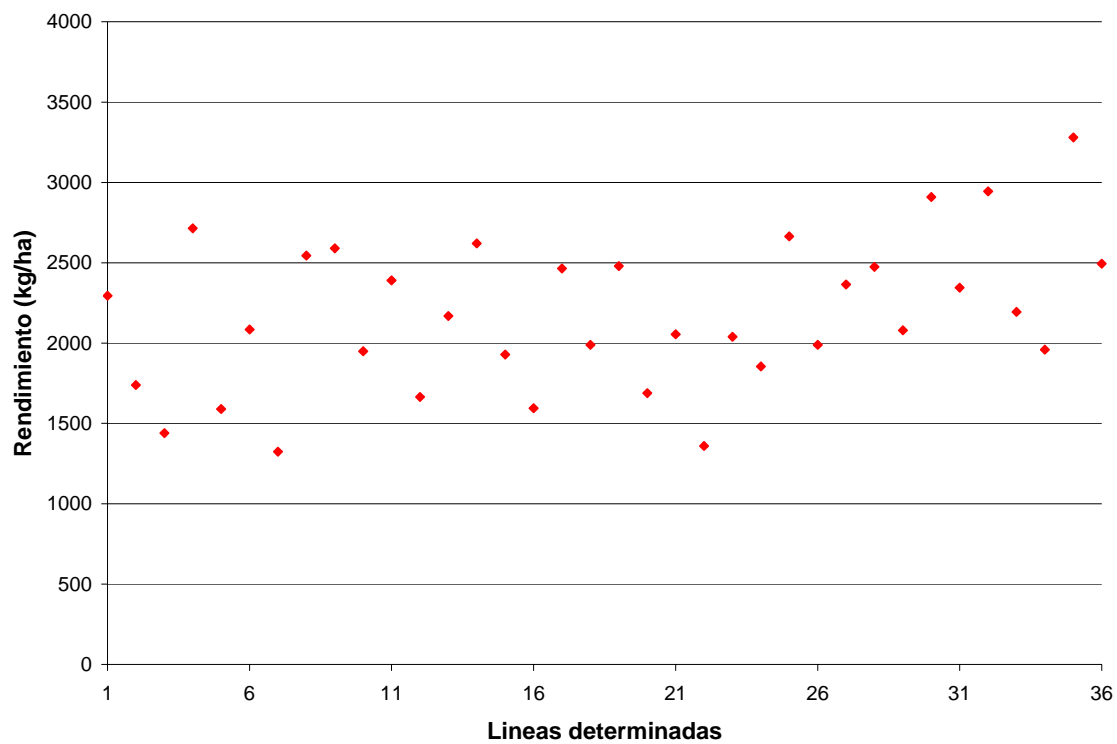
NS = No Significativo.

Cuadro 22. Promedios de las líneas con los rendimientos más altos y más bajos de líneas F_8 determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Rendimiento (kg/ha)
Líneas con rendimientos más altos	
PR0425-32	2945
PR0425-35	3280
Líneas con rendimientos más bajos	
PR0425-7	1325
PR0425-22	1360
Padre determinado	
Montcalm	2495
Promedio	
	2174
DMS (0.05)	
	824
C.V. (%)	
	27.0

En la gráfica 13 se presenta la distribución de rendimiento para líneas determinadas. Se observa que los datos de rendimiento en esta gráfica tienen una distribución normal desde 1500 kg/ha hasta 2500 kg/ha. Existe variabilidad genética entre líneas.

Gráfica 13. Distribución de rendimiento para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

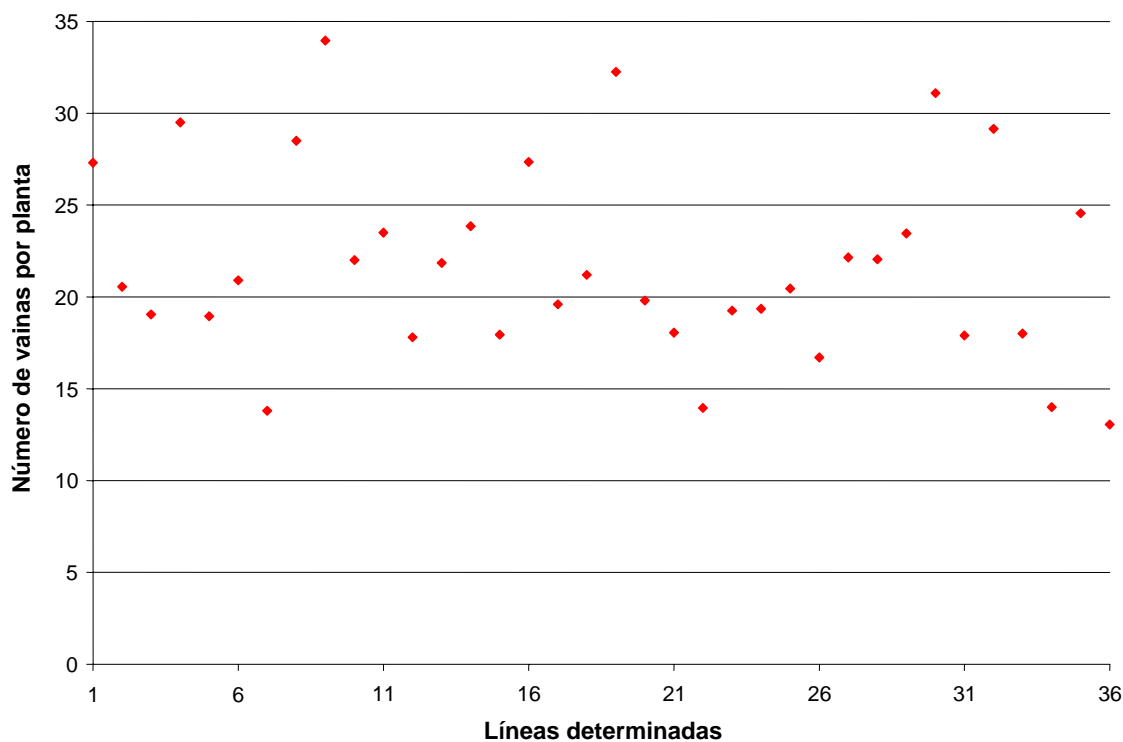


Se encontró que la línea PR0425-9 tuvo un mayor número de vainas por planta que el padre Montcalm con promedio de 34.0. Montcalm produjo el menor número, de 13.1 vainas por planta (Cuadro 25). La distribución de los promedios es un poco uniforme por lo que se puede asumir que existe variabilidad genética entre líneas (Gráfica 14).

Cuadro 23. Promedios de número de vainas por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Número de vainas por planta
PR0425-9	34.0
Montcalm	13.1
Promedio	21.7

Gráfica 14. Distribución de número de vainas por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

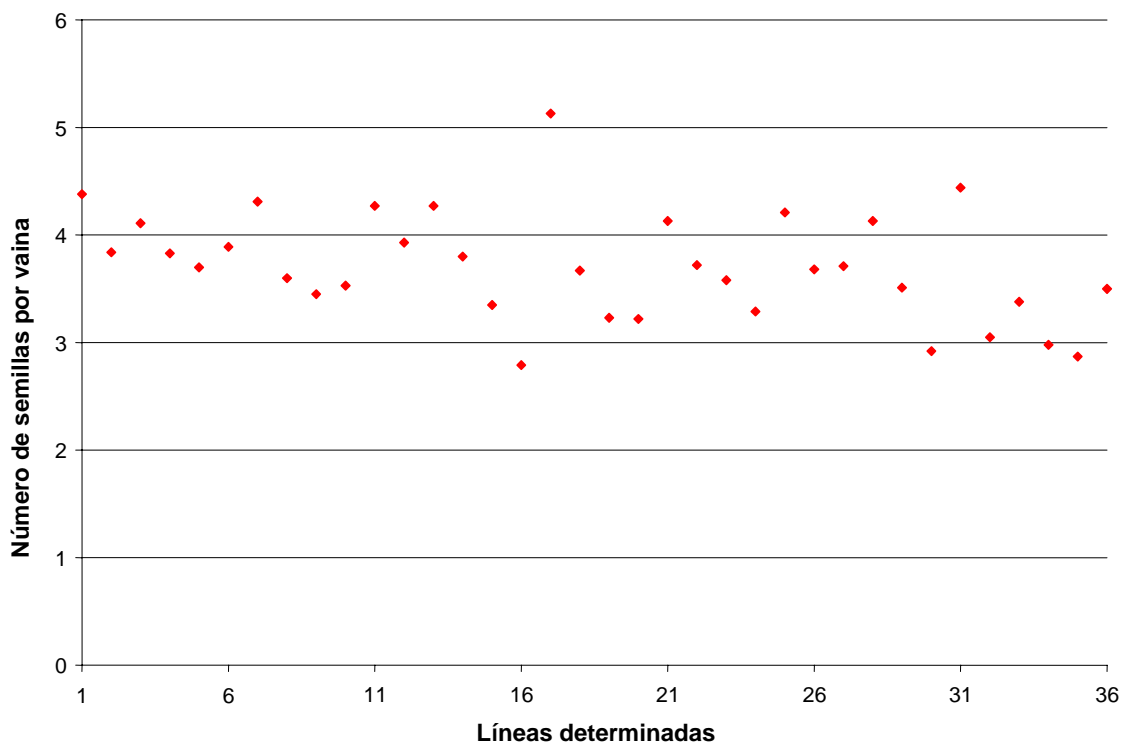


La línea PR0425-17 superó significativamente en el número de semillas por vaina al padre Montcalm con un promedio de 5.1 semillas por vaina. Montcalm promedió un total de 3.5 semillas por vaina. La línea PR0425-16 promedió el valor menor de semillas por vainas con 2.8 (Cuadro 24). En la gráfica 15 se puede observar que las líneas tuvieron una distribución uniforme desde 3.0 hasta 4.5 aproximadamente. La variabilidad genética no es muy alta.

Cuadro 24. Promedios de número de semillas por vaina para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Número de semillas por vaina
PR0425-17	5.1
Montcalm	3.5
PR0425-16	2.8
Promedio	3.7

Gráfica 15. Distribución de número de semillas por vaina para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

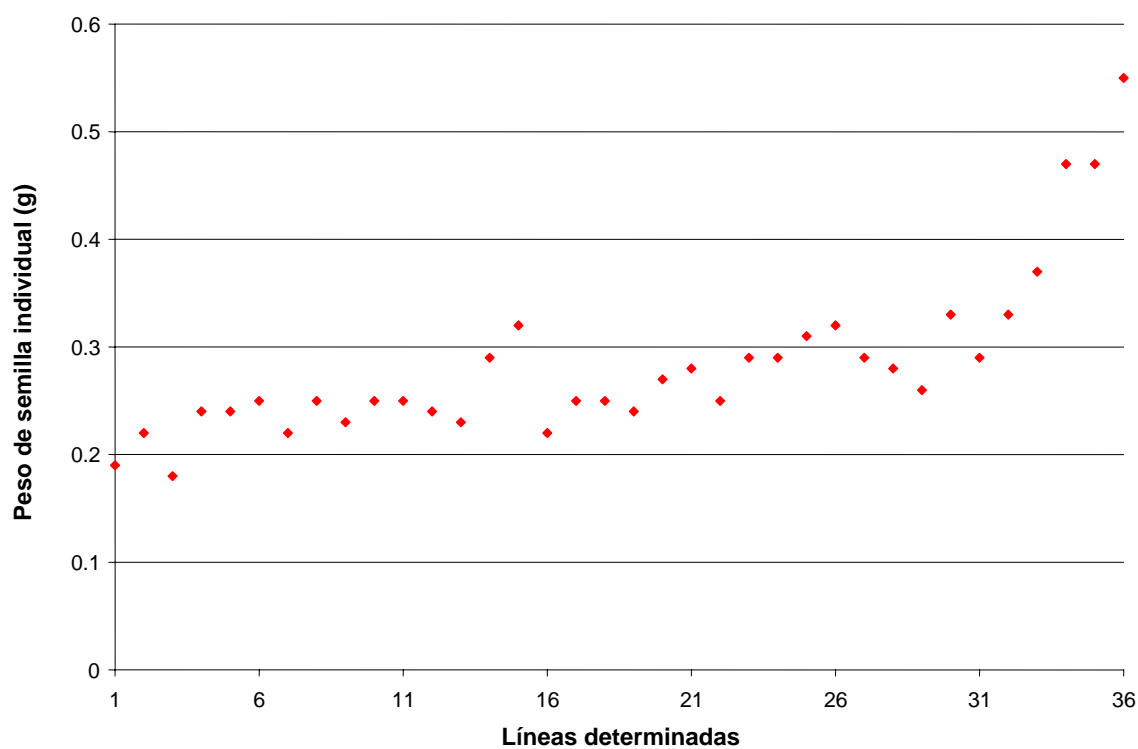


El peso promedio de semilla individual de las líneas varió de 0.18 g hasta 0.55 g. La línea Montcalm presentó el peso mayor con una media de 0.55 g. La línea con el peso de semilla más bajo fue la PR0425-3 con 0.18 g (Cuadro 25). En la gráfica 16 se puede apreciar que las líneas tienen una distribución normal y la variabilidad genética no es muy alta, aunque se aprecian líneas que presentan datos muy por encima de la distribución normal. Estos pueden presentar variabilidad genética para estas líneas para la característica de peso de semilla individual.

Cuadro 25. Promedios de peso de semilla individual para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Peso de semilla individual (g)
Montcalm	0.55
PR0425-3	0.18
Promedio	0.28

Gráfica 16. Distribución de peso de semilla individual para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

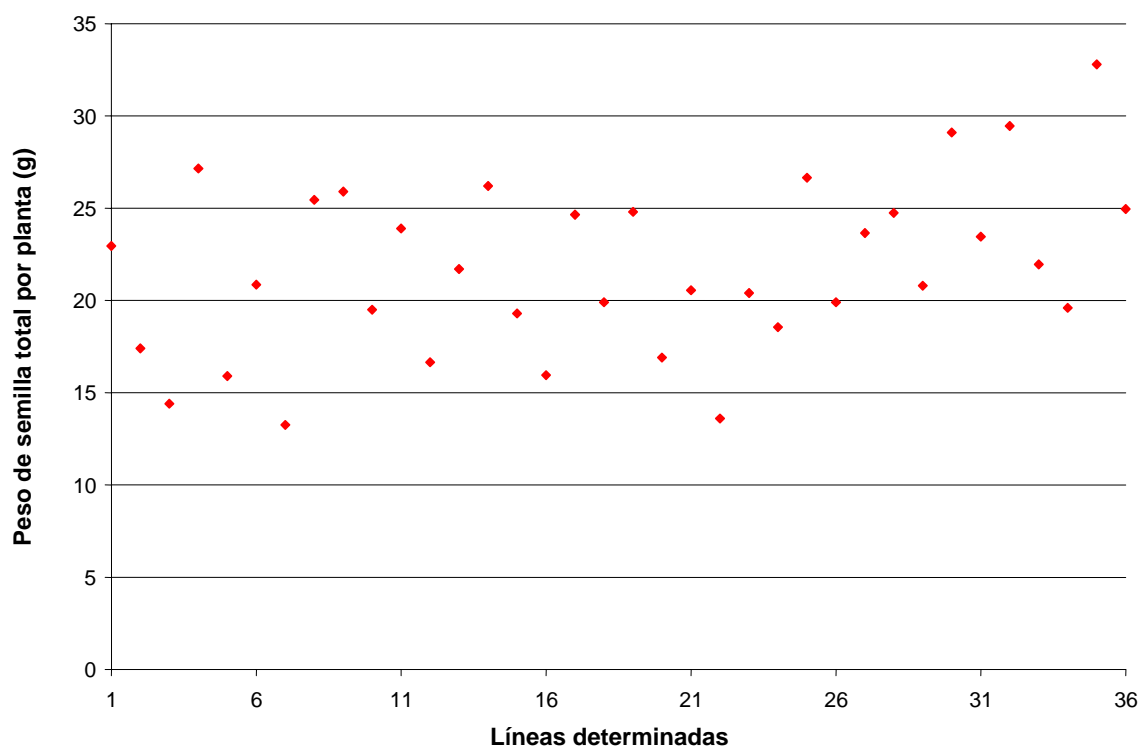


Para el peso de semilla total por planta se encontró que los promedios variaron desde 13.3 g hasta 32.8 g. La línea PR0425-35 presentó el valor mayor con una media de 32.8 g. El padre Montcalm promedió un peso de semilla por planta de 25.0 g. La línea de menor peso de semilla por planta fue la PP0425-7 con 13.3 g (Cuadro 26). En la gráfica 17 se aprecia que no existe mucha uniformidad en la distribución de las líneas para el peso de semilla total, por lo tanto, existe variabilidad genética.

Cuadro 26. Promedios de peso de semilla total por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Peso de semilla total por planta (g)
PR0425-35	32.8
Montcalm	25.0
PR0425-7	13.3
Promedio	21.7

Gráfica 17. Distribución de peso de semilla total por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.



Para el número de semillas por planta el promedio fue de 79.8. La línea PR0425-34 promedió 42.0 semillas por planta, siendo de esta forma la línea más baja en producción de semillas. El padre Montcalm promedió 45.0, siendo mayor que la línea PR0425-34, pero, menor que la línea PR0425-1 la cual promedió 119.5 semillas por planta (Cuadro 27).

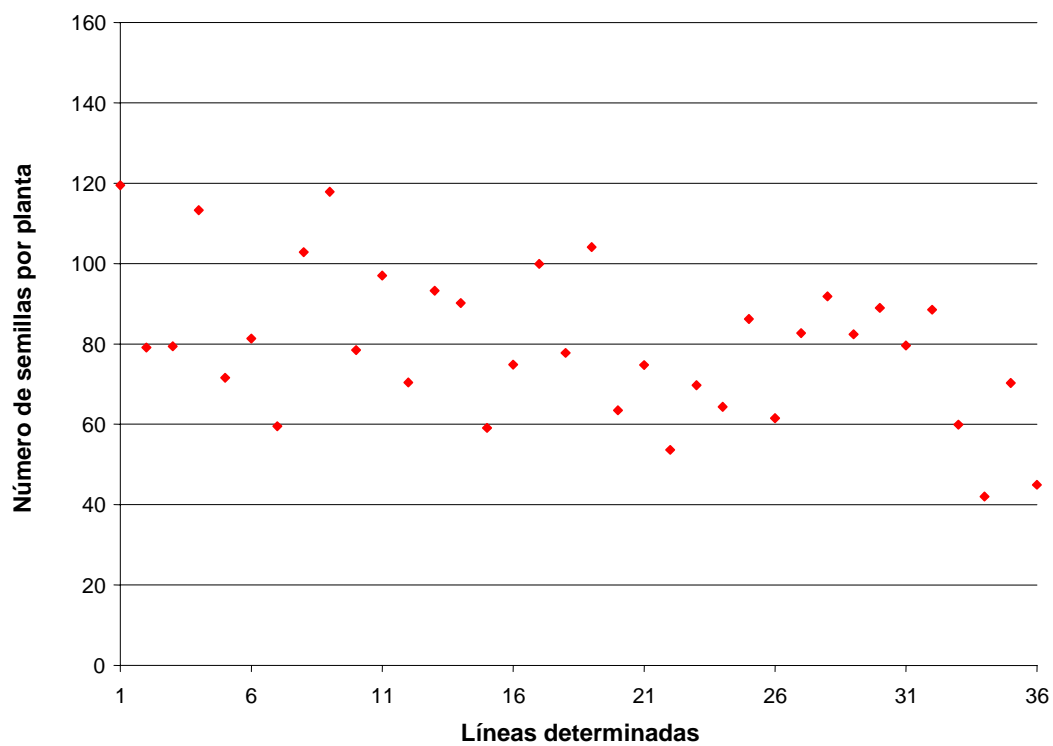
Cuadro 27. Promedios de número de semillas por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Número de semillas por planta
PR0425-34	42.0
Montcalm	45.0
PR0425-1	119.5
Promedio	79.8

En la grafica 18 se observa que las líneas no tienen una distribución normal.

Estas presentan valores entre 60.0 a 82.0 semillas por planta. Podemos inferir que existe variabilidad genética entre líneas.

Gráfica 18. Distribución de número de semillas por planta para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.



Componentes de rendimiento para líneas F₁₀ de la población Jamapa x Calima

Se encontraron diferencias significativas entre líneas F₁₀ para los componentes de rendimiento (Cuadro 28).

Cuadro 28. Cuadro de análisis de varianzas para los componentes de rendimiento de líneas F₁₀ de la población Jamapa x Calima.

Fuente de Variación	gl	Número semillas / planta	Número vainas / planta	Número semillas / vaina	Peso semilla individual (g)	Peso total semilla / planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
		CM					
Líneas	75	401.1*	29.4*	1.1*	0.01*	2984.3*	298424.8*
Bloque	2	1484.5*	99.3*	1.3*	0.00034 ^{NS}	12777.2*	1277714.9*
Error	149	102.1	9.6	0.2	6.7 x 10 ⁻⁴	921.2	92193.2
CV	---	32.7	27.3	16.4	8.8	34.0	34.0
DMS (0.05)	---	16.3	5.0	0.7	0.04	49.1	491.2

* Significativo a $p \leq 0.05$.

NS = No Significativo.

El promedio general de rendimiento de las líneas fue de 890 kg/ha. Las líneas de la población Jamapa x Calima presentaron promedios que varían desde 168 kg/ha hasta 2047 kg/ha. Las líneas PR0430-22 y PR0430-66 presentaron los rendimientos de semilla más altos, siendo estos de 2047 kg/ha y 1593 kg/ha, respectivamente. Los rendimientos de estas líneas fueron mayores que los padres Jamapa y Calima. Las líneas que presentaron el rendimiento más bajo fueron la PR0430-49 y PR0430-27. Estas líneas presentaron los rendimientos significativamente más bajos que los padres Jamapa y

Calima. Los promedios de rendimiento de los padres Jamapa y Calima fueron similares. Estos fueron de 1367 kg/ha y 1277 kg/ha, respectivamente (Cuadro 29).

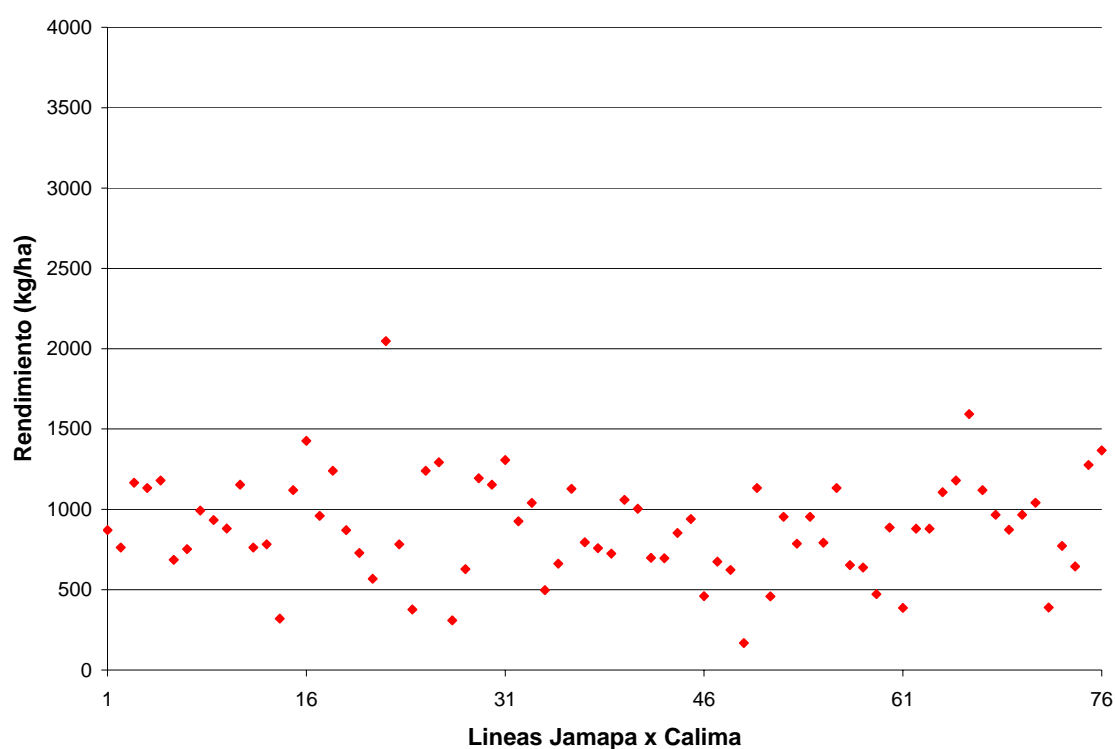
La línea PR0430-22 presentó el promedio más alto porque posee los componentes de rendimiento peso de semilla total y peso de semilla por planta más altos. Estos componentes promediaron valores de 204.7 g y 20.5 g, respectivamente. La línea PR0430-66 presentó el segundo rendimiento mayor porque los componentes de peso de semilla total y peso de semilla por planta fueron los mayores luego de la línea PR0430-22. Los promedios para estos componentes fueron de 159.3 g y 15.9 g, respectivamente.

Cuadro 29. Promedios de las líneas con los rendimientos más altos y más bajos de líneas de la población Jamapa x Calima.

Línea	Rendimiento (kg/ha)
Líneas con rendimientos más altos	
PR0430-66	1593
PR0430-22	2047
Líneas con rendimientos más bajos	
PR0430-49	168
PR0430-27	309
Padres	
Jamapa	1367
Calima	1277
Promedio	890
DMS (0.05)	491
C.V. (%)	34.0

La distribución de los datos de rendimiento para líneas de la población Jamapa x Calima no son uniformes (Gráfica 19). Esta presenta que los datos de rendimiento se concentran principalmente entre 600 kg/ha a 1000 kg/ha. También la gráfica muestra que las líneas varían mucho en potencial de rendimiento; por lo tanto; la variabilidad genética es alta.

Gráfica 19. Distribución de rendimiento para líneas de la población Jamapa x Calima.



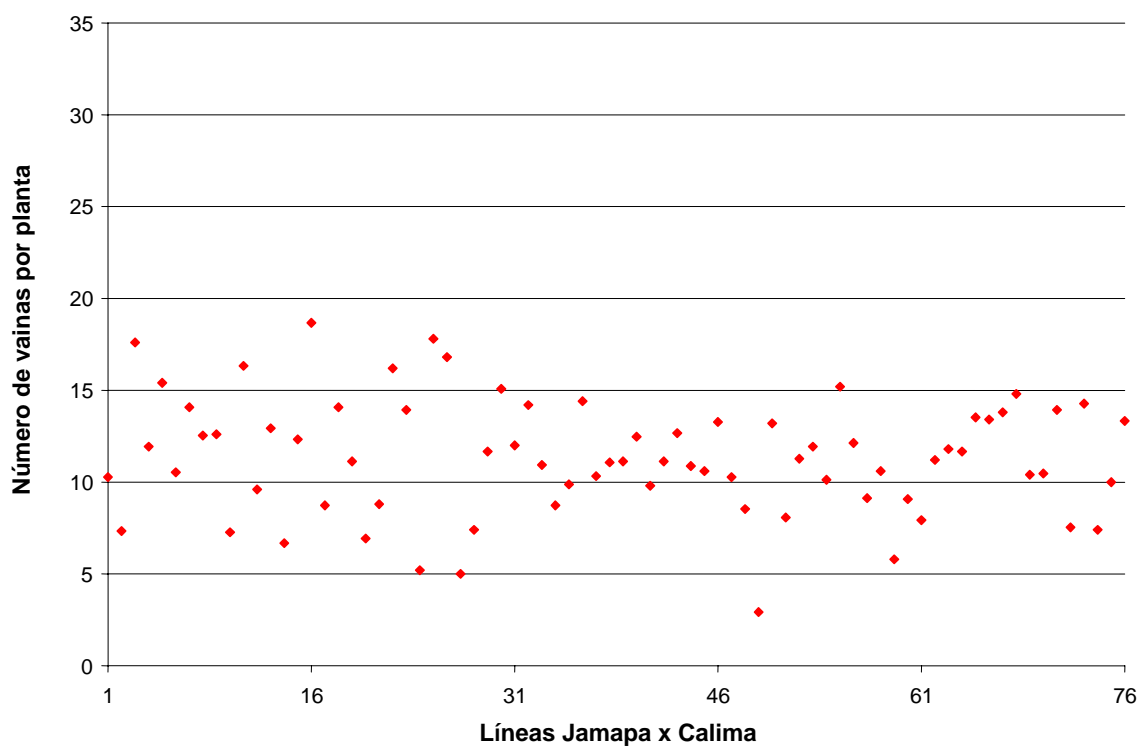
La línea de mayor producción de vainas por planta y con una media de 18.7 fue la línea PR0430-16. Esta línea superó a los padres Jamapa y Calima cuyas medias fueron de 13.3 y 10.0, respectivamente. La línea de menor número de vainas por planta fue la PR0430-49 con un promedio de 2.9 (Cuadro 30). La gráfica 20 muestra que no existe

uniformidad entre líneas para el número de vainas por planta. Se puede observar que la variabilidad genética es alta.

Cuadro 30. Promedios de número de vainas por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.

Línea	Número de vainas por planta
PR0430-16	18.7
Jamapa	13.3
Calima	10.0
PR0430-49	2.9
Promedio	11.3

Gráfica 20. Distribución de número de vainas por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.

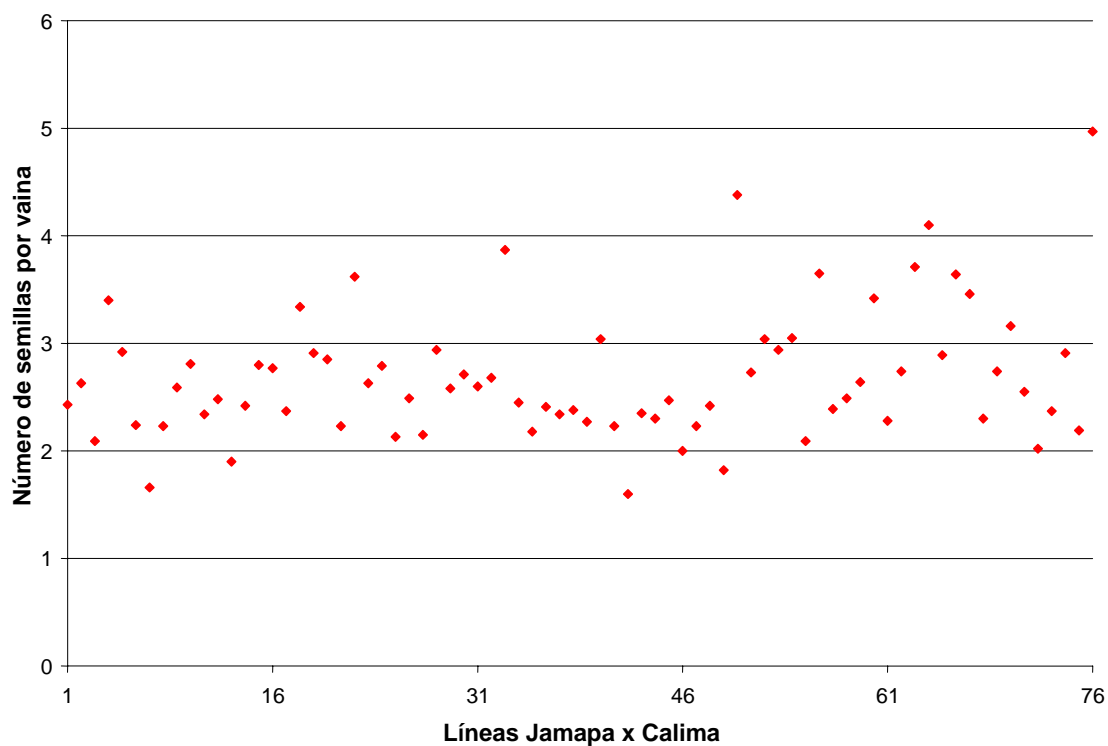


El padre Jamapa superó significativamente al padre Calima y muchas líneas en la población en el número de semillas por vaina. El promedio de semillas por vaina fue de 5.0, mientras que el padre Calima obtuvo una media de 2.2 (Cuadro 31). La distribución de los promedios de número de semillas por vaina fue bastante uniforme (Gráfica 21).

Cuadro 31. Promedios de número de semillas por vaina para líneas de la población Jamapa x Calima.

Líneas	Número de semillas por vaina
Jamapa	5.0
Calima	2.2
PR0430-42	1.6
Promedio	2.7

Gráfica 21. Distribución de número de semillas por vaina para líneas de la población Jamapa x Calima.

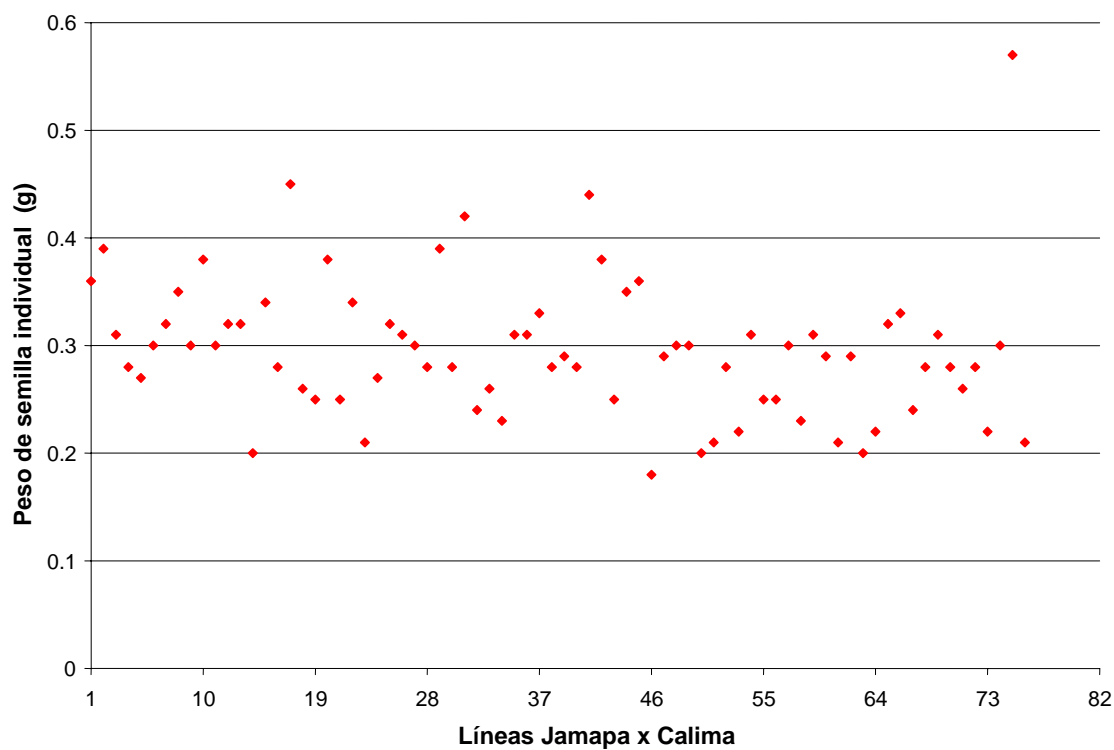


El promedio de peso de semilla individual fue de 0.30 g. Se encontró que el padre Calima produjo el peso de semilla individual mayor con un promedio de 0.57g. Jamapa presentó un promedio de 0.21 g y la línea con el promedio más bajo fue la PR0430-46 con 0.18 g (Cuadro 32). En la gráfica 22 se aprecia bastante uniformidad en la distribución de las líneas. Existe variabilidad genética.

Cuadro 32. Promedios de peso de semilla individual para líneas de la población Jamapa x Calima.

Líneas	Peso de semilla individual (g)
Jamapa	0.21
Calima	0.57
PR0430-46	0.18
Promedio	0.30

Gráfica 22. Distribución de peso de semilla individual para líneas de la población Jamapa x Calima.

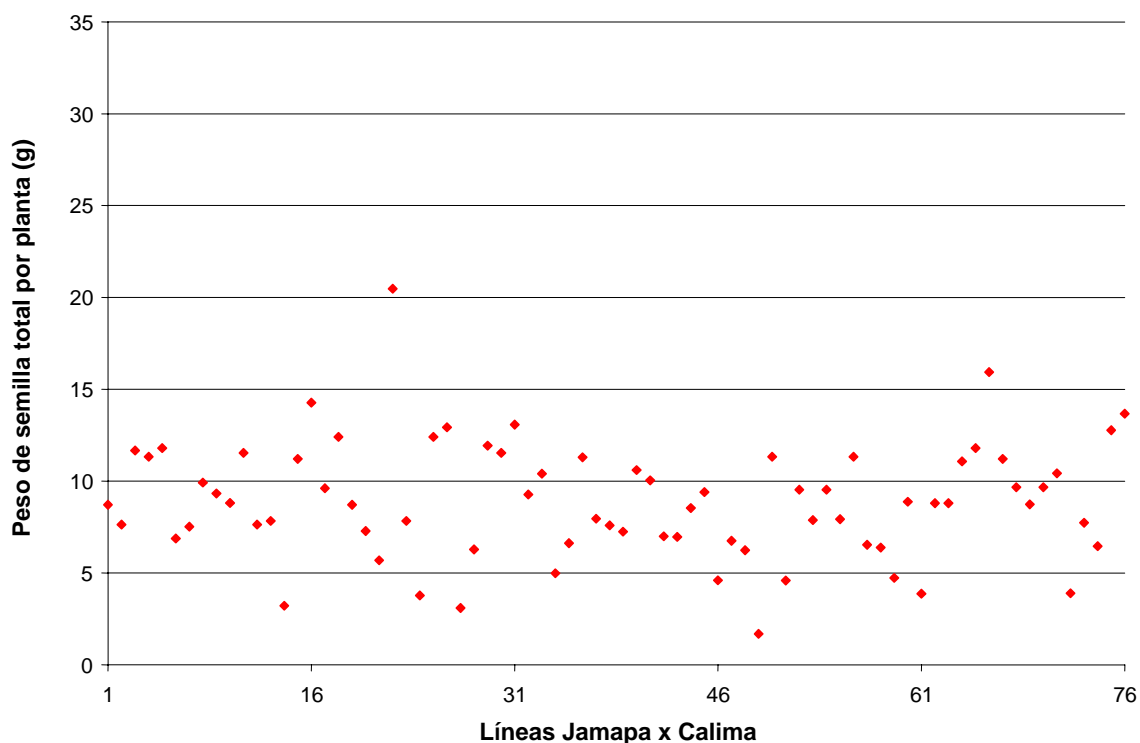


El promedio de peso de semilla total por planta varió desde 1.7 g hasta 20.5 g. La línea PR0430-22 presentó el promedio mayor con una media de 20.5 g. El padre Jamapa presentó una media de 13.7 g; mientras que el padre Calima presentó una media de 12.8 g. La línea que presentó el peso menor fue la PR0430-49 con 1.7 g (Cuadro 33). La distribución de las líneas fue bastante uniforme. Se muestra un poco de variabilidad genética (Gráfica 23).

Cuadro 33. Promedios de peso de semilla total por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.

Línea	Peso de semilla total por planta (g)
PR0430-22	20.5
Jamapa	13.7
Calima	12.8
PR0430-49	1.7
Promedio	8.9

Gráfica 23. Distribución de peso de semilla total por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.

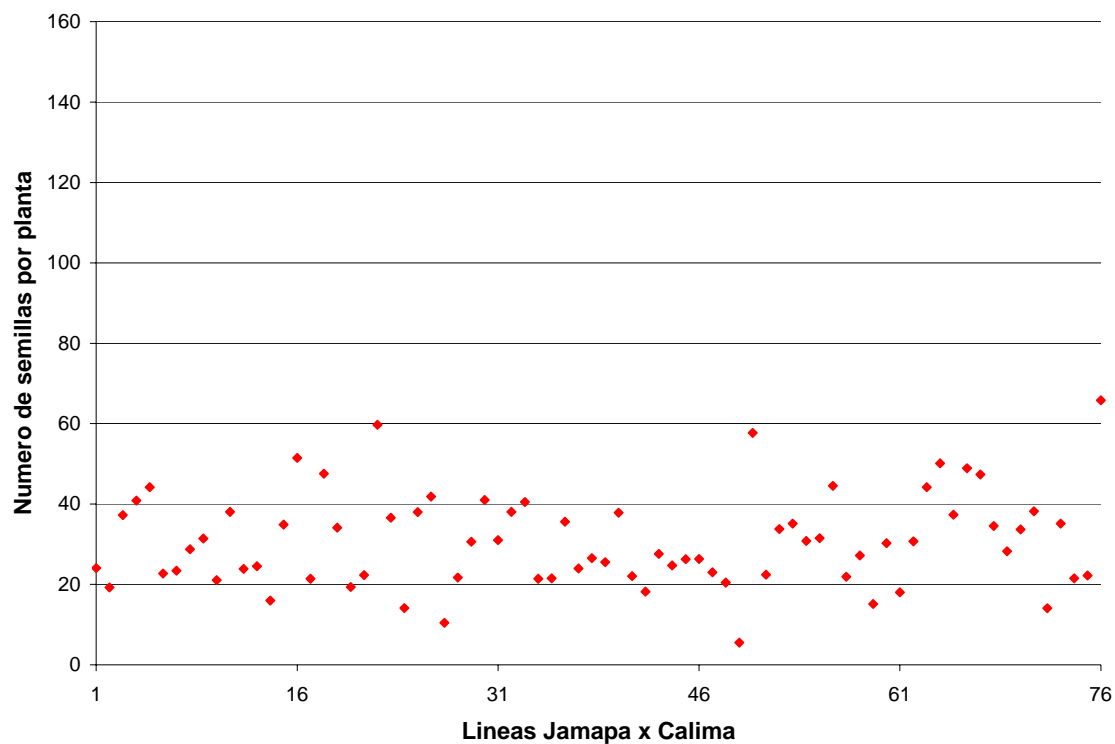


Para el número de semillas por planta el promedio fue de 30.8. La línea PR0430-49 promedió 5.5 semillas por planta, siendo de esta forma la línea más baja en producción de semillas. El padre Jamapa promedió 65.8, siendo mayor que la línea PR0430-49 y mayor que el padre Calima el cual promedió 22.2 (Cuadro 34). En la Gráfica 24 se muestra que las líneas no tienen una distribución normal. Se muestra variabilidad genética entre líneas.

Cuadro 34. Promedios de número de semillas por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.

Línea	Número de semillas por planta
PR0430-49	5.5
Jamapa	65.8
Calima	22.2
Promedio	30.8

Gráfica 24. Distribución de número de semillas por planta para líneas de la población Jamapa x Calima.



Estimados de heredabilidad

Las heredabilidades en el sentido estrecho para rendimiento de semilla y sus componentes presentaron valores intermedios en general (≥ 0.43 a $0.59 \leq$). En el caso de rendimiento de semilla, las 3 poblaciones presentaron heredabilidades intermedias (≥ 0.43 a $0.53 \leq$) (Cuadro 35). Esto significa que dentro de las poblaciones estudiadas sería posible seleccionar para un mayor rendimiento de semilla. Sin embargo, sería más efectivo evaluar para rendimiento de líneas avanzadas en ensayos replicados. En el caso de número de semillas por planta se encontró que su heredabilidad fue intermedia (≥ 0.52 a $0.59 \leq$) para las poblaciones de ICA Pijao x Montcalm y Jamapa x Calima. Se observó lo mismo para heredabilidades del número de vainas por planta (≥ 0.48 a $0.58 \leq$). El número de semillas por vaina presentó una heredabilidad alta (≥ 0.62 a $0.91 \leq$) para ambas poblaciones. Peso de semilla individual presentó estimados de heredabilidad altos (≥ 0.87 a $0.97 \leq$) en las 2 poblaciones en estudio. Esto indica que el efecto del ambiente sobre las características es mínimo. Se encontraron heredabilidades intermedias (≥ 0.43 a $0.53 \leq$) para peso de semilla total por planta.

Cuadro 35. Estimados de heredabilidad para componentes de rendimiento de las poblaciones ICA Pijao x Montcalm y Jamapa x Calima.

Población	Líneas	Núm. semillas / planta	Peso total semillas / planta (g)	Núm. vainas / planta	Núm. semillas / vainas	Peso individual de semilla (g)	Rendimiento (kg/ha)
ICA Pijao x Montcalm							
	Indeterminadas	0.52 ± 0.24	0.48 ± 0.23	0.48 ± 0.23	0.62 ± 0.25	0.93 ± 0.30	0.48 ± 0.23
	Determinadas	0.53 ± 0.36	0.43 ± 0.28	0.58 ± 0.37	0.91 ± 0.44	0.97 ± 0.46	0.43 ± 0.34
Jamapa x Calima							
	Combinados	0.59 ± 0.26	0.53 ± 0.25	0.51 ± 0.25	0.71 ± 0.28	0.87 ± 0.30	0.53 ± 0.25

En el Cuadro 36, se puede observar que las heredabilidades en el sentido estrecho resultaron ser bajos (≥ 0.00 y ≤ 0.35) para la mayoría de los coeficientes genéticos. Es decir, las características tienen una alta influencia del ambiente. Por lo tanto, es muy importante seleccionar líneas avanzadas para ser más efectivos. Los coeficientes genéticos que resultaron ser altos fueron SDPDV para las líneas determinadas del cruce ICA Pijao x Montcalm, EM-FL, SD-PM, SFDUR y SDPDV para líneas del cruce Jamapa x Calima. Los valores de heredabilidad alta variaron de 0.64 hasta 0.88. Los coeficientes genéticos que presentaron heredabilidades intermedias (≥ 0.44 y ≤ 0.59) fueron FL-SD de líneas indeterminadas, EM-FL y SD-PM de líneas determinadas.

Cuadro 36. Estimados de heredabilidad para coeficientes genéticos de líneas de las poblaciones ICA Pijao x Montcalm y Jamapa x Calima.

Coeficientes genéticos	ICA Pijao x Montcalm		Jamapa x Calima
	Indeterminadas	Determinadas	Combinados
EM-FL	0.19 ± 0.20	0.59 ± 0.37	0.72 ± 0.28
FL-SH	0.32 ± 0.21	0.23 ± 0.30	0.21 ± 0.21
FL-SD	0.44 ± 0.22	0.24 ± 0.31	0.24 ± 0.22
SD-PM	0.35 ± 0.22	0.51 ± 0.36	0.64 ± 0.27
SFDUR	0.25 ± 0.20	0.00 ± 0.27	0.65 ± 0.27
SDPDV	0.23 ± 0.20	0.88 ± 0.43	0.71 ± 0.28

Las heredabilidades para madurez fisiológica fueron intermedias (0.42) para las líneas indeterminadas y determinadas (0.44). Las líneas Jamapa x Calima presentaron heredabilidades bajas (0.32) para madurez fisiológica.

Las heredabilidades para el número de nudos por planta fueron bajas (0.34) de líneas indeterminadas. Para líneas determinadas y Jamapa x Calima las heredabilidades para número de nudos por planta fueron intermedias (≥ 0.43 y ≤ 0.56).

Cuadro 37. Estimados de heredabilidad para madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal de líneas de las poblaciones ICA Pijao x Montcalm y Jamapa x Calima.

Población	Líneas	Madurez Fisiológica	Núm. nudos / planta
ICA Pijao x Montcalm	Indeterminadas	0.42 ± 0.22	0.34 ± 0.22
	Determinadas	0.44 ± 0.34	0.43 ± 0.34
Jamapa x Calima	Combinados	0.32 ± 0.23	0.56 ± 0.26

Conclusión

En este estudio se determinaron los coeficientes genéticos de dos poblaciones de habichuela para validar el módulo de simulación BEANGRO del modelo CROPGRO. La primera población ICA Pijao x Montcalm se dividió en dos ensayos cada uno caracterizado por su hábito de crecimiento. Se añadió un tercer ensayo compuesto por la población de líneas del cruce Jamapa x Calima. Para estimar los coeficientes genéticos se procedió a evaluar las etapas fenológicas para cada línea. En términos generales las líneas para cada población presentaron diferencias significativas entre líneas para los coeficientes genéticos. La estimación de estos coeficientes genéticos es de mucha utilidad no sólo para el modelo de simulación, sino también para poder identificar diferencias entre líneas dentro de una misma población. Estos coeficientes genéticos se pueden utilizar para identificar aquellas líneas que presenten características de menor o mayor precocidad. También se estimaron los componentes de rendimiento para las líneas de cada población. Se pudieron observar diferencias significativas entre líneas dentro de sus respectivas poblaciones. Se presentaron líneas que promediaron los rendimientos más altos que los progenitores de su respectiva población.

Para líneas de crecimiento indeterminado se encontró que la línea PR0426-54 presentó el rendimiento más alto con 3395 kg/ha. Esta línea presentó, además, la característica de peso de semillas por planta altos. En cuanto a los coeficientes genéticos esta línea obtuvo el tiempo desde emergencia hasta florecida (EM-FL) corto, con un promedio de 45.4 días fototermales. Por otro lado, se encuentra entre las líneas que promediaron tiempo más largo para el coeficiente FL-SD, tiempo desde florecida hasta formación de semillas, con una media de 18.9 días fototermales.

Para líneas de crecimiento determinado de la población ICA Pijao x Montcalm se encontró que la línea PR0425-35 promedió un rendimiento de 3280 kg/ha. Presentó además, los resultados de peso de semilla individual y peso de semilla por planta más altos con medias de 0.47 g y 32.8 g, respectivamente. En cuanto a coeficientes genéticos, presentó el coeficiente genético SFDUR más corto con una media de 6.0 días fototermiales. Esto indica que esta línea combina alto rendimiento con un llenado de semillas en la vaina más rápido.

Entre líneas de la población Jamapa x Calima se encontró que la línea PR0430-22 presentó el rendimiento mayor con 2047 kg/ha. Esta línea presentó un tiempo de florecida (EM-FL) de 47.0 días fototermiales, siendo un tiempo muy largo.

Además, se estimó el tiempo transcurrido desde la fecha de siembra hasta madurez fisiológica. De esta forma se determinaron aquellas líneas que mostraron mayor precocidad. Para madurez fisiológica se encontró que las líneas más precoces fueron la PR0426-55 de las líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm, la PR0425-27 de las líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm y la PR0430-4 de la población Jamapa x Calima. Estas líneas demostraron ser hasta más precoces que los padres.

Además, se estimó las heredabilidades en el sentido estrecho para los componentes de rendimiento y estos presentaron resultados diversos. Para peso individual de semillas y número de semillas por planta, las heredabilidades fueron altas para las dos poblaciones del estudio. Los demás componentes de rendimiento presentaron heredabilidades intermedias para las dos poblaciones. Esto significa que para un programa de mejoramiento genético se debe mejorar directamente para rendimiento.

En este caso que la heredabilidad para peso de semilla individual es alta, se podría mejorar con mayor facilidad que otras características.

En términos generales se puede recomendar, para propósitos de producción la línea PR0426-54. Esta recomendación se hace basándose en primer lugar en el alto rendimiento que presentó esta línea en el estudio, aunque posee un tiempo intermedio entre emergencia y florecida dentro de esta población. El tiempo desde siembra hasta madurez fisiológica es de 66.0 días fototermales lo cual es un tiempo básicamente corto. El color de grano de esta línea es crema, con hábito de crecimiento indeterminado. Aunque la línea presenta buenas características se debería evaluar su resistencia a enfermedades.

Es importante aclarar que el coeficiente genético WTPSD es básicamente lo mismo que medir el peso de semilla individual. Por esta razón, se hace referencia a los cuadros de análisis de varianzas de los componentes de rendimiento para esta característica. Cuando se vaya a utilizar el apéndice para hacer referencia a estos datos se debe buscar la sección de componentes de rendimiento para cada población específicamente peso de semilla individual.

Al comparar los datos obtenidos para este estudio con los datos del modelo, podemos establecer que existe similitud entre ellos. Es importante aclarar que aunque exista esta similitud existen datos que se encuentran muy por encima o muy por debajo de los datos del modelo. Esto se debe principalmente a que el comportamiento entre las líneas no es igual.

En este estudio se encontró una serie de problemas que podrían afectar los resultados del mismo y no hacerlos muy preciso. En primer lugar, el modelo de

simulación no es muy específico cuando ofrece una descripción de cómo medir los parámetros del modelo en cuanto a etapas fenológicas y coeficientes genéticos se refiere. Por ejemplo, el coeficiente genético PODUR se debía determinar en este estudio, pero, cuando se interpreta la descripción ofrecida por el modelo se entiende que se debe medir el tiempo que tarda el cultivar hasta cargarse completamente de vainas. Al preguntarle al Dr. Ken Boote (mediante correo electrónico), este me indicó que la descripción correcta es medir el tiempo que transcurre entre la formación de cada vaina hasta que se cargue el cultivar completamente de vainas.

En segundo lugar, la literatura relacionada con los modelos de simulación de habichuela es muy pobre, lo que indica que sólo dependemos del modelo para utilizar una guía para medir estos parámetros.

En tercer lugar, debido a la gran cantidad de plantas que se deben evaluar, muchos de estos datos deben ser estimados. Por ejemplo, es sumamente difícil poder determinar el número de nudos en el tallo principal para un mínimo de 10 a 12 plantas por surco y un total de 700 surcos. Cuando las plantas están en aproximadamente 4 nudos en el tallo principal es mucho más fácil y preciso determinarlos, pero, cuando las plantas tienen 6, 7, 8, 9 y hasta más nudos en el tallo principal es muy difícil.

Una recomendación que puedo sugerir para poder determinar los coeficientes genéticos a partir de las etapas fenológicas es que en vez de utilizar varias poblaciones sólo se utilice una población y si la misma es pequeña sería más adecuado.

Por otro lado, recomiendo para estudios futuros evaluar en primer lugar los componentes de rendimiento. Una vez calculados los componentes de rendimiento, se deben seleccionar las líneas que presenten las características más deseables como por

ejemplo, rendimiento (kg/ha), y luego estimar los coeficientes genéticos de las líneas seleccionadas. Esto para reducir las poblaciones y validar el modelo con las mejores líneas, además, de reducir costos.

Literatura Citada

- Beaver, J.S., R. Echávez-Badel, A.M. Armstrong y E.C. Schröder. 1992. Conjunto tecnológico para la producción de habichuelas. Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas. 34 pp.
- Bernardo, R. 2002. Breeding for quantitative traits in plants. Stemma Press. pp. 109
- Boote, K.J., J.W. Jones, W.D. Batchelor, E.D. Nafziger, y O. Myers. 2003. Genetic coefficients in the CROPGRO-Soybean model: Links to field performance and genomics. *Agronomy Journal* 95:32-51.
- Boote, K.J., M.I. Minguéz, y F. Sau. 2002. Adapting the CROPGRO legume model to simulate growth of faba bean. *Agronomy Journal* 94:743-756.
- Duncan, W.G., D.E. McCloud, R.L. McGraw, y K.J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. *Crop Sci.* 18:1015-1020.
- Engel, T., G. Hoogenboom, J.W. Jones, y P. W. Wilkens. 1997. AEGIS/WIN a computer program for the application of crop simulation models across geographic areas. *Agronomy Journal* 89:919-928.
- Hallauer, A.R. y J.B. Miranda, Fo. 1988. *Quantitative Genetics in Maize Breeding* (2^{ed}). Iowa state University Press, Ames. 468 pp.
- Harrison, S. R., Thornton, P. K y Dent, J. B. 1990. The IBSNAT project and agricultural experimentation in developing countries. *Experimental Agriculture* 26:369-380.
- Heiniger, R.W., R.L. Vanderlip, y S.M. Welch. 1997. Developing guidelines for replanting grain sorghum: I. Validation and sensitivity analysis of the SORKAM sorghum growth model. *Agronomy Journal* 89:75-83.
- Hoogenboom, G., J.W. Jones y K.J. Boote. 1992. Modeling growth, development, and yield of grain legumes using SOYGRO, PNUTGRO, and BEANGRO: A review. *Transactions of the ASAE* 35(6): 2043-2056.
- Hoogenboom, G., J.W. Jones y J.W. White. 1988. Use of models in studies of drought stress. In *Research on Drought Tolerance in Common Bean*, 192-230 (Eds J.W. White, G. Hoogenboom, F. Ibarra and S. P. Singh). Cali, Colombia: CIAT.
- Hoogenboom, G., J.W. White, J.W. Jones y K.J. Boote. 1994. BEANGRO: A process-oriented dry bean model with a versatile user interface. *Agronomy Journal* 86:182-190.

Hoogenboom, G., P.W. Wilkens, y G.Y. Tsuji. 1999. DSSAT v.3. Vol.4. Univ. of Hawaii, Honolulu.

Hunt, L.A., S. Pararajasingham, J.W. Jones, G. Hoogenboom, D.T. Imamura, y R.M. Ogoshi. 1993. GENCALC: Software to facilitate the use of the crop models for analyzing field experiments. *Agronomy Journal* 85:1090-1094.

Internacional Benchmark Site Network for Agrotechnology Transfer. 1993. The IBSNAT decade. Department of Agronomy and soil Science, Collage of Tropical Agricultura and Human Resources, University of Hawaii, Honolulu, Hi.

InfoStat (2004). *InfoStat version 2004*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina.

Lal, H., Hoogenboom, G., J.-P. Calixte, Jones, J.W. y Beinroth, F.H. 1993. Using crop simulation models and GIS for regional productivity analysis. *Transactions of the ASAE* 36: 175-184.

Landivar, J.A., D.N. Baker, y J.N. Jenkins. 1983. Application of GOSSYM to genetic feasibility studies: II. Analyses of increasing photosynthesis, specific leaf weight and longevity of leaves in cotton. *Crop Sci.* 23:504-510.

Mavromantis, T; K.J. Boote, J.W. Jones, A. Irmak, D. Shinde y G. Hoogenboom. 2001 Developing genetic coefficients for crop simulation models with data from crop performance trials. *Crop Sci.* 41:40-51

Meira, Santiago y E. Guevara. 2003. Uso de modelos de simulación como herramienta para la toma de decisiones en el cultivo de soja. www.elsitioagricola.com

Nielsen, D.C., L. Ma, L.R. Ahuja, y G. Hoogenboom. 2002. Simulating soybean water stress effects with RZWQM and CROPGRO models. *Agronomy Journal* 94:1234-1243.

Román Paoli, E., S.M. Welch y R.L. Vanderlip. 2000. Comparing genetic coefficient estimation methods using the CERES-Maize model. *Agric. Syst.* 65:29-41.

Salado-Navarro, L.R., T.R. Sinclair, y K. Hinson. 1986a. Yield and reproductive growth of simulated and field-grown soybean: I. Seed filling duration. *Crop Sci.* 26:966-970.

Sexton, P.J., W.D. Batchelor, K.J. Boote, y R.M. Shibles. 1998. Evaluation of CROPGRO for prediction of soybean nitrogen balance in midwestern environment. *Transactions of the ASAE* 41:1543-1548.

Takegami, J.C. 2000. Estudio de herencia a la mustia hilachosa (*Rhizoctonia solania* Kühn) en habichuela común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez. 62 p.

Thornton, P.K., H.W.G. Booltink y J.J. Stoorvogel. 1997. A computer program for geostatistical and spatial analysis of crop model output. *Agronomy Journal* 89:620-627.

Thornton, P.K., y G. Hoogenboom. 1994. A computer program to analyze single season crop model outputs. *Agronomy Journal* 86:860-868.

Thornton, P.K., G. Hoogenboom, P.W. Wilkens, y W.T. Bowen. 1995. A computer program to analyze multiple season crop model outputs. *Agronomy Journal* 87:131-136.

Tsuji, G.Y., G. Uehara y S. Balas (eds.). 1994. DSSAT v3. University of Hawaii. Honolulu, Hawaii. V.2 p. 48, 183-184, 212-213.

White, J. W. y G. Hoogenboom. 2003. Gene-based approaches to crop simulation: Past experience and future opportunities. *Agronomy Journal* 95:52-64.

White, J. W., G. Hoogenboom, J.W. Jones, y K.J. Boote. 1995. Evaluation of the dry bean model BEANGRO V1.01 for crop production research in a tropical environment. *Exp. Agric.* 31:241-254.

Apéndices

Apéndice 1. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₈ indeterminadas del cruce ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Número Vainas Total / Parcela	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual (g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0426-1	235.5	23.5	1209.5	5.2	121.0	233.0	19.2	0.19	23.3	2330
PR0426-2	173.0	17.3	717.5	4.2	71.8	148.5	20.9	0.20	14.9	1485
PR0426-3	162.5	16.3	571.5	3.4	57.1	115.0	19.8	0.20	11.5	1150
PR0426-4	192.0	19.2	690.5	3.6	69.1	155.5	22.4	0.22	15.6	1555
PR0426-5	138.5	13.9	603.0	4.4	60.3	140.0	23.0	0.23	14.0	1400
PR0426-6	206.0	20.6	867.0	4.2	86.7	225.5	23.6	0.26	22.6	2255
PR0426-7	190.5	19.1	933.5	4.8	93.4	227.0	24.0	0.24	22.7	2270
PR0426-8	243.0	24.3	962.0	3.9	96.2	230.0	24.1	0.24	23.0	2300
PR0426-9	129.0	12.9	462.5	3.4	46.3	111.2	24.6	0.24	11.1	1112
PR0426-10	173.5	17.4	730.5	4.2	73.1	162.0	22.2	0.22	16.2	1620
PR0426-11	197.5	19.8	884.5	4.5	88.5	228.0	26.5	0.26	22.8	2280
PR0426-12	198.5	19.9	753.0	3.8	75.3	191.0	25.3	0.25	19.1	1910
PR0426-13	212.5	21.3	945.0	4.5	94.5	202.0	21.9	0.21	20.2	2020
PR0426-14	263.0	26.3	1044.0	3.9	104.4	252.5	24.1	0.24	25.3	2525
PR0426-15	184.5	18.5	608.0	3.3	60.8	148.5	24.4	0.24	14.9	1485
PR0426-16	280.0	28.0	743.5	2.9	74.4	195.0	25.5	0.26	19.5	1950
PR0426-17	236.5	23.7	838.5	3.5	83.9	199.5	24.7	0.24	20.0	1995
PR0426-18	181.0	18.1	804.5	4.4	80.5	210.5	26.0	0.26	21.1	2105
PR0426-19	197.0	19.7	811.5	4.1	81.2	220.5	27.4	0.27	22.1	2205
PR0426-20	186.5	18.7	789.5	4.2	79.0	191.0	24.5	0.24	19.1	1910
PR0426-21	198.5	19.9	821.5	4.1	82.2	248.5	30.0	0.30	24.9	2485
PR0426-22	160.5	16.1	665.0	4.1	66.5	189.5	28.8	0.28	19.0	1895

Apéndice 1. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₈ indeterminadas del cruce ICA Pijao x Montcalm. (Continuación).

Línea	Número Vainas Total / Parcela	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual (g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0426-23	230.0	23.0	913.5	3.9	91.4	145.0	15.1	0.16	14.5	1450
PR0426-24	159.0	15.9	606.0	3.7	60.6	122.0	18.0	0.20	12.2	1220
PR0426-25	155.0	15.5	628.0	4.1	62.8	113.0	18.3	0.18	11.3	1130
PR0426-26	160.0	16.0	707.5	4.4	70.8	162.5	23.4	0.23	16.3	1625
PR0426-27	246.5	24.7	1084.0	4.4	108.4	216.5	20.6	0.20	21.7	2165
PR0426-28	181.5	18.2	790.0	4.3	79.0	161.0	20.3	0.2	16.1	1610
PR0426-29	251.5	25.2	975.5	3.9	97.6	222.0	22.8	0.23	22.2	2220
PR0426-30	244.0	24.4	835.5	3.6	83.6	192.5	24.2	0.23	19.3	1925
PR0426-31	214.5	21.5	875.5	4.1	87.6	189.0	22.2	0.21	18.9	1890
PR0426-32	328.5	32.9	1423.0	4.3	142.3	335.0	22.3	0.23	33.5	3350
PR0426-33	131.0	13.1	444.5	3.4	44.5	115.0	26.3	0.26	11.5	1150
PR0426-34	98.0	9.8	421.0	4.4	42.1	88.0	21.6	0.21	8.8	880
PR0426-35	174.0	17.4	796.0	4.5	79.6	188.5	23.7	0.23	18.9	1885
PR0426-36	206.0	20.6	798.5	3.8	79.9	186.5	23.1	0.23	18.7	1865
PR0426-37	313.0	31.3	1106.5	3.5	110.7	257.5	23.2	0.23	25.8	2575
PR0426-38	177.5	17.8	837.0	4.6	83.7	185.0	22.4	0.22	18.5	1850
PR0426-39	136.0	13.6	565.0	4.2	56.5	116.5	20.7	0.21	11.7	1165
PR0426-40	144.0	14.4	372.5	2.5	37.3	100.0	26.9	0.27	10.0	1000
PR0426-41	163.0	16.3	577.5	3.6	57.8	157.0	27.4	0.27	15.7	1570
PR0426-42	167.0	16.7	689.0	4.1	68.9	178.0	25.8	0.26	17.8	1780
PR0426-43	186.5	18.7	811.0	4.3	81.1	191.0	22.8	0.23	19.1	1910
PR0426-44	214.0	21.4	1065.5	4.1	106.6	274.0	25.1	0.26	27.4	2740

Apéndice 1. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₈ indeterminadas del cruce ICA Pijao x Montcalm. (Continuación).

Línea	Número Vainas Total / Parcela	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual(g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0426-45	217.5	21.8	855.0	3.9	85.5	224.5	26.8	0.26	22.5	2245
PR0426-46	187.0	18.7	617.5	3.2	61.8	141.0	23.8	0.23	14.1	1410
PR0426-47	203.5	20.4	692.5	3.3	69.3	194.0	28.1	0.28	19.4	1940
PR0426-48	157.5	15.8	535.0	3.5	53.5	140.0	26.3	0.26	14.0	1400
PR0426-49	225.0	22.5	759.5	3.4	76.0	199.5	27.2	0.26	20.0	1995
PR0426-50	202.5	20.3	903.0	4.6	90.3	210.5	25.6	0.24	21.1	2105
PR0426-51	274.5	27.5	1181.5	4.3	118.2	265.0	22.9	0.22	26.5	2650
PR0426-52	181.0	18.1	755.0	4.2	75.5	191.5	25.3	0.26	19.2	1915
PR0426-53	140.5	14.1	573.0	4.1	57.3	149.5	25.9	0.26	15.0	1495
PR0426-54	251.0	25.1	1037.0	4.2	103.7	339.5	31.1	0.32	34.0	3395
PR0426-55	109.0	10.9	453.5	4.1	45.4	113.5	25.2	0.25	11.4	1135
PR0426-56	178.5	17.9	737.5	4.1	73.8	194.5	27.2	0.27	19.5	1945
PR0426-57	172.0	17.2	584.5	3.4	58.5	173.5	29.5	0.30	17.4	1735
PR0426-58	190.5	19.1	882.0	4.6	88.2	225.0	27.6	0.26	22.5	2250
PR0426-59	177.5	17.8	820.0	4.6	82.0	200.5	24.2	0.25	20.1	2005
PR0426-60	129.0	12.9	466.5	3.4	46.7	149.0	31.4	0.31	14.9	1490
PR0426-61	114.5	11.5	450.5	3.9	45.1	141.0	28.9	0.31	14.1	1410
PR0426-62	151.0	15.1	560.0	3.7	56.0	149.5	26.7	0.27	15.0	1495
PR0426-63	278.5	27.9	929.5	3.4	93.0	268.5	29.0	0.29	26.9	2685
PR0426-64	225.5	22.6	835.0	3.8	83.5	224.0	26.3	0.27	22.4	2240
PR0426-65	197.0	19.7	636.0	3.3	63.6	194.0	30.0	0.30	19.4	1940
PR0426-66	175.5	17.6	799.5	4.5	80.0	209.5	26.8	0.26	21.0	2095

Apéndice 1. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₈ indeterminadas del cruce ICA Pijao x Montcalm. (Continuación).

Línea	Número Vainas Total / Parcela	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual (g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0426-67	105.0	10.5	295.0	2.9	29.5	87.4	28.5	0.29	8.7	874
PR0426-68	216.0	21.6	881.5	4.1	88.2	221.5	25.0	0.25	22.2	2215
PR0426-69	150.5	15.1	622.5	4.1	62.3	179.5	28.7	0.29	18.0	1795
PR0426-70	228.0	22.8	777.5	3.4	77.8	230.0	29.9	0.30	23.0	2300
PR0426-71	158.0	15.8	478.0	3.0	47.8	146.5	30.0	0.30	14.7	1465
PR0426-72	231.5	23.2	697.5	3.0	69.8	226.5	33.1	0.33	22.7	2265
PR0426-73	142.5	14.3	533.0	3.7	53.3	156.5	29.7	0.29	15.7	1565
PR0426-74	201.0	20.1	906.0	4.5	90.6	251.0	27.7	0.27	25.1	2510
PR0426-75	242.5	24.3	1044.0	4.3	104.4	324.5	30.9	0.31	32.5	3245
PR0426-76	161.0	16.1	549.5	3.4	55.0	152.0	28.9	0.28	15.2	1520
PR0426-77	211.5	21.2	592.0	2.8	59.2	211.5	35.9	0.36	21.2	2115
PR0426-78	194.5	19.5	667.5	3.4	66.8	224.0	33.9	0.34	22.4	2240
PR0426-79	101.5	10.2	400.0	3.9	40.0	121.0	35.2	0.30	12.1	1210
PR0426-80	252.5	25.3	702.0	2.8	70.2	292.5	41.2	0.41	29.3	2925
PR0426-81	175.0	17.5	668.0	3.9	66.8	173.5	25.3	0.26	17.4	1735
PR0426-82	174.5	17.5	705.0	4.0	70.5	189.0	26.4	0.26	18.9	1890

Apéndice 2. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₈ determinadas del cruce ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Número Vainas Total	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual (g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0425-1	273.0	27.3	1195.0	4.4	119.5	229.5	40.0	0.19	23.0	2295
PR0425-2	205.5	20.5	791.0	3.8	79.1	174.0	49.7	0.22	17.4	1740
PR0425-3	190.5	19.1	794.0	4.1	79.4	144.0	37.9	0.18	14.4	1440
PR0425-4	295.0	29.5	1133.0	3.8	113.3	271.5	48.7	0.24	27.2	2715
PR0425-5	189.5	19.0	716.0	3.7	71.6	159.0	52.0	0.24	15.9	1590
PR0425-6	209.0	20.9	813.5	3.9	81.4	208.5	52.6	0.25	20.9	2085
PR0425-7	138.0	13.8	595.0	4.3	59.5	132.5	43.9	0.22	13.3	1325
PR0425-8	285.0	28.5	1028.5	3.6	102.9	254.5	49.3	0.25	25.5	2545
PR0425-9	339.5	34.0	1179.0	3.5	117.9	259.0	54.8	0.23	25.9	2590
PR0425-10	220.0	22.0	784.5	3.5	78.5	195.0	50.3	0.25	19.5	1950
PR0425-11	235.0	23.5	970.0	4.3	97.0	239.0	49.7	0.25	23.9	2390
PR0425-12	178.0	17.8	704.0	3.9	70.4	166.5	48.7	0.24	16.7	1665
PR0425-13	218.5	21.9	932.5	4.3	93.3	217.0	47.3	0.23	21.7	2170
PR0425-14	238.5	23.9	902.0	3.8	90.2	262.0	58.4	0.29	26.2	2620
PR0425-15	179.5	18.0	591.0	3.4	59.1	193.0	65.7	0.32	19.3	1930
PR0425-16	273.5	27.4	748.5	2.8	74.9	159.5	56.5	0.22	16.0	1595
PR0425-17	196.0	19.6	999.5	5.1	100.0	246.5	49.5	0.25	24.7	2465
PR0425-18	212.0	21.2	777.5	3.7	77.8	199.0	52.2	0.25	19.9	1990
PR0425-19	322.5	32.3	1041.0	3.2	104.1	248.0	47.9	0.24	24.8	2480
PR0425-20	198.0	19.8	635.0	3.2	63.5	169.0	53.8	0.27	16.9	1690
PR0425-21	180.5	18.1	747.5	4.1	74.8	205.5	56.2	0.28	20.6	2055
PR0425-22	139.5	14.0	536.5	3.7	53.7	136.0	51.6	0.25	13.6	1360
PR0425-23	192.5	19.3	697.0	3.6	69.7	204.0	59.2	0.29	20.4	2040

Apéndice 2. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₈ determinadas del cruce ICA Pijao x Montcalm. (Continuación).

Línea	Número Vainas Total	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual (g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0425-24	193.5	19.4	643.5	3.3	64.4	185.5	59.2	0.29	18.6	1855
PR0425-25	204.5	20.5	862.0	4.2	86.2	266.5	64.2	0.31	26.7	2665
PR0425-26	167.0	16.7	615.5	3.7	61.6	199.0	66.2	0.32	19.9	1990
PR0425-27	221.5	22.2	827.0	3.7	82.7	236.5	58.9	0.29	23.7	2365
PR0425-28	220.5	22.1	918.5	4.1	91.9	247.5	66.0	0.28	24.8	2475
PR0425-29	234.5	23.5	824.0	3.5	82.4	208.0	64.3	0.26	20.8	2080
PR0425-30	311.0	31.1	889.5	2.9	89.0	291.0	66.1	0.33	29.1	2910
PR0425-31	179.0	17.9	796.0	4.4	79.6	234.5	59.7	0.29	23.5	2345
PR0425-32	291.5	29.2	885.0	3.1	88.5	294.5	66.6	0.33	29.5	2945
PR0425-33	180.0	18.0	599.0	3.4	59.9	219.5	76.4	0.37	22.0	2195
PR0425-34	140.0	14.0	420.0	3.0	42.0	196.0	95.5	0.47	19.6	1960
PR0425-35	245.5	24.6	702.5	2.9	70.3	328.0	94.0	0.47	32.8	3280
PR0425-36	130.5	13.1	449.5	3.5	45.0	249.5	111.8	0.55	25.0	2495

Apéndice 3. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₁₀ del cruce Jamapa x Calima.

Línea	Número Vainas Total	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual (g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0430-1	102.7	10.3	240.7	2.4	24.1	87.1	35.9	0.4	8.7	871
PR0430-2	73.3	7.3	192.7	2.6	19.3	76.3	39.7	0.4	7.6	763
PR0430-3	176.0	17.6	372.7	2.1	37.3	116.7	31.7	0.3	11.7	1167
PR0430-4	119.3	11.9	408.7	3.4	40.9	113.3	27.6	0.3	11.3	1133
PR0430-5	154.0	15.4	442.0	2.9	44.2	118.0	27.2	0.3	11.8	1180
PR0430-6	105.3	10.5	227.3	2.2	22.7	68.7	29.7	0.3	6.9	687
PR0430-7	140.7	14.1	234.0	1.7	23.4	75.2	31.8	0.3	7.5	752
PR0430-8	125.3	12.5	287.3	2.2	28.7	99.2	35.4	0.4	9.9	992
PR0430-9	126.0	12.6	314.0	2.6	31.4	93.3	29.4	0.3	9.3	933
PR0430-10	72.7	7.3	210.7	2.8	21.1	88.1	48.6	0.4	8.8	881
PR0430-11	163.3	16.3	380.7	2.3	38.1	115.3	30.6	0.3	11.5	1153
PR0430-12	96.0	9.6	238.7	2.5	23.9	76.3	32.1	0.3	7.6	763
PR0430-13	129.3	12.9	245.3	1.9	24.5	78.3	32.2	0.3	7.8	783
PR0430-14	66.7	6.7	160.0	2.4	16.0	32.1	19.9	0.2	3.2	321
PR0430-15	123.3	12.3	348.7	2.8	34.9	112.0	34.2	0.3	11.2	1120
PR0430-16	186.7	18.7	514.7	2.8	51.5	142.7	28.2	0.3	14.3	1427
PR0430-17	87.3	8.7	214.0	2.4	21.4	96.1	43.8	0.5	9.6	961
PR0430-18	140.7	14.1	475.3	3.3	47.5	124.0	26.6	0.3	12.4	1240
PR0430-19	111.3	11.1	341.3	2.9	34.1	87.1	28.7	0.3	8.7	871
PR0430-20	69.3	6.9	193.3	2.9	19.3	72.8	38.0	0.4	7.3	728
PR0430-21	88.0	8.8	223.3	2.2	22.3	56.8	25.8	0.3	5.7	568
PR0430-22	162.0	16.2	597.3	3.6	59.7	204.7	34.6	0.3	20.5	2047
PR0430-23	139.3	13.9	366.0	2.6	36.6	78.3	22.0	0.2	7.8	783
PR0430-24	52.0	5.2	141.3	2.8	14.1	37.7	26.6	0.3	3.8	377

Apéndice 3. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₁₀ del cruce Jamapa x Calima. (Continuación).

Línea	Número Vainas Total	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual (g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0430-25	178.0	17.8	380.0	2.1	38.0	124.0	32.4	0.3	12.4	1240
PR0430-26	168.0	16.8	418.7	2.5	41.9	129.3	31.6	0.3	12.9	1293
PR0430-27	50.0	5.0	104.7	2.2	10.5	30.9	29.6	0.3	3.1	309
PR0430-28	74.0	7.4	217.3	2.9	21.7	62.8	27.1	0.3	6.3	628
PR0430-29	116.7	11.7	306.0	2.6	30.6	119.3	39.7	0.4	11.9	1193
PR0430-30	150.7	15.1	410.0	2.7	41.0	115.3	28.1	0.3	11.5	1153
PR0430-31	120.0	12.0	310.0	2.6	31.0	130.7	41.6	0.4	13.1	1307
PR0430-32	142.0	14.2	380.7	2.7	38.1	92.7	24.9	0.2	9.3	927
PR0430-33	109.3	10.9	405.3	3.9	40.5	104.0	25.2	0.3	10.4	1040
PR0430-34	87.3	8.7	214.0	2.5	21.4	49.8	23.3	0.2	5.0	498
PR0430-35	98.7	9.9	215.3	2.2	21.5	66.2	31.0	0.3	6.6	662
PR0430-36	144.0	14.4	356.0	2.4	35.6	112.9	31.9	0.3	11.3	1129
PR0430-37	103.3	10.3	240.0	2.3	24.0	79.5	32.9	0.3	8.0	795
PR0430-38	110.7	11.1	265.3	2.4	26.5	75.9	28.1	0.3	7.6	759
PR0430-39	111.3	11.1	255.3	2.3	25.5	72.5	28.7	0.3	7.3	725
PR0430-40	124.7	12.5	378.7	3.0	37.9	106.0	28.2	0.3	10.6	1060
PR0430-41	98.0	9.8	220.7	2.2	22.1	100.4	43.7	0.4	10.0	1004
PR0430-42	111.3	11.1	182.0	1.6	18.2	69.9	34.4	0.4	7.0	699
PR0430-43	126.7	12.7	276.0	2.4	27.6	69.6	25.2	0.3	7.0	696
PR0430-44	108.7	10.9	247.3	2.3	24.7	85.3	33.5	0.4	8.5	853
PR0430-45	106.0	10.6	262.7	2.5	26.3	94.0	35.1	0.4	9.4	940
PR0430-46	132.7	13.3	263.3	2.0	26.3	46.0	17.9	0.2	4.6	460
PR0430-47	102.7	10.3	230.0	2.2	23.0	67.5	28.3	0.3	6.8	675

Apéndice 3. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₁₀ del cruce Jamapa x Calima. (Continuación).

Línea	Número Vainas Total	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual (g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0430-48	85.3	8.5	204.7	2.4	20.5	62.4	30.6	0.3	6.2	624
PR0430-49	29.3	2.9	55.3	1.8	5.5	16.8	30.0	0.3	1.7	168
PR0430-50	132.0	13.2	577.3	4.4	57.7	113.3	20.9	0.2	11.3	1133
PR0430-51	80.7	8.1	224.0	2.7	22.4	45.8	20.7	0.2	4.6	458
PR0430-52	112.7	11.3	338.0	3.0	33.8	95.3	27.5	0.3	9.5	953
PR0430-53	119.3	11.9	351.3	2.9	35.1	78.7	22.4	0.2	7.9	787
PR0430-54	101.3	10.1	308.0	3.1	30.8	95.3	31.3	0.3	9.5	953
PR0430-55	152.0	15.2	315.3	2.1	31.5	79.3	24.7	0.3	7.9	793
PR0430-56	121.3	12.1	445.3	3.7	44.5	113.3	25.7	0.3	11.3	1133
PR0430-57	91.3	9.1	219.3	2.4	21.9	65.3	29.9	0.3	6.5	653
PR0430-58	106.0	10.6	272.0	2.5	27.2	63.8	23.2	0.2	6.4	638
PR0430-59	58.0	5.8	151.3	2.6	15.1	47.3	31.2	0.3	4.7	473
PR0430-60	90.7	9.1	302.7	3.4	30.3	88.7	29.5	0.3	8.9	887
PR0430-61	79.3	7.9	180.7	2.3	18.1	38.7	21.5	0.2	3.9	387
PR0430-62	112.0	11.2	307.3	2.7	30.7	88.0	28.6	0.3	8.8	880
PR0430-63	118.0	11.8	442.0	3.7	44.2	88.0	20.5	0.2	8.8	880
PR0430-64	116.7	11.7	501.3	4.1	50.1	110.7	21.8	0.2	11.1	1107
PR0430-65	135.3	13.5	373.3	2.9	37.3	118.0	32.6	0.3	11.8	1180
PR0430-66	134.0	13.4	489.3	3.6	48.9	159.3	32.8	0.3	15.9	1593
PR0430-67	138.0	13.8	473.3	3.5	47.3	112.0	23.9	0.2	11.2	1120
PR0430-68	148.0	14.8	345.3	2.3	34.5	96.7	27.3	0.3	9.7	967
PR0430-69	104.0	10.4	282.7	2.7	28.3	87.3	30.2	0.3	8.7	873
PR0430-70	104.7	10.5	336.7	3.2	33.7	96.7	28.8	0.3	9.7	967

Apéndice 3. Medias de rendimiento y sus componentes para líneas F₁₀ del cruce Jamapa x Calima. (Continuación).

Línea	Número Vainas Total	Número Vainas / Planta	Número Semillas Total	Número Semillas / Vaina	Número Semillas / Planta	Peso Semilla Total (g)	Peso 100 Semillas (g)	Peso / Semilla Individual (g)	Peso Semilla / Planta (g)	Rendimiento (kg/ha)
PR0430-71	139.3	13.9	382.0	2.6	38.2	104.2	24.7	0.3	10.4	1042
PR0430-72	81.0	8.1	164.0	2.1	16.4	45.7	27.9	0.3	4.6	457
PR0430-73	142.7	14.3	351.3	2.4	35.1	77.3	22.2	0.2	7.7	773
PR0430-74	74.0	7.4	215.3	2.9	21.5	64.5	29.9	0.3	6.5	645
PR0430-75	100.0	10.0	222.0	2.2	22.2	127.7	52.6	0.6	12.8	1277
PR0430-76	133.3	13.3	658.0	5.0	65.8	136.7	21.7	0.2	13.7	1367

Apéndice 4. Datos climatológicos para los meses de diciembre a abril 2004.

Fecha	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitación (mm)
24-Dec	29.4	20.6	-----
25-Dec	29.4	20.0	0.0
26-Dec	28.9	21.1	16.3
27-Dec	28.9	20.6	2.3
28-Dec	28.3	20.0	0.5
29-Dec	28.9	19.4	0.0
30-Dec	27.2	19.4	1.8
31-Dec	22.2	17.2	0.0
1-Jan	27.2	17.2	0.3
2-Jan	28.3	16.7	2.3
3-Jan	28.3	15.6	10.4
4-Jan	27.8	19.4	12.7
5-Jan	27.8	15.0	29.5
6-Jan	25.6	23.9	0.0
7-Jan	27.8	22.8	0.0
8-Jan	27.8	19.4	0.3
9-Jan	30.0	18.3	0.0
10-Jan	28.3	19.4	20.3
11-Jan	28.3	21.1	1.3
12-Jan	29.4	19.4	0.0
13-Jan	27.8	20.6	1.0
14-Jan	27.8	16.7	0.0
15-Jan	27.8	19.4	0.0
16-Jan	30.0	19.4	0.0
17-Jan	25.0	15.6	31.8
18-Jan	27.8	18.9	3.0
19-Jan	26.1	14.4	0.0
20-Jan	29.4	19.4	0.0
21-Jan	23.3	21.1	30.7
22-Jan	23.3	21.1	0.0
23-Jan	21.1	14.4	0.0
24-Jan	21.1	15.6	0.0
25-Jan	19.4	17.2	0.0
26-Jan	20.0	17.2	0.0
27-Jan	20.0	18.3	0.0
28-Jan	21.1	18.9	0.0
29-Jan	21.7	20.6	11.4
30-Jan	21.1	18.9	0.0
31-Jan	21.1	18.9	0.0
1-Feb	22.8	20.0	0.0
2-Feb	23.9	17.2	0.0
3-Feb	26.1	20.0	0.0

Apéndice 4. Datos climatológicos para los meses de diciembre a abril 2004. (Continuación).

Fecha	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitación (mm)
4-Feb	28.3	19.4	0.0
5-Feb	28.3	21.7	0.0
6-Feb	26.7	21.7	2.5
7-Feb	28.3	21.1	0.5
8-Feb	28.3	19.4	0.0
9-Feb	28.3	21.1	5.1
10-Feb	27.8	16.7	5.8
11-Feb	27.2	18.3	0.0
12-Feb	28.3	21.1	0.0
13-Feb	28.9	19.4	0.0
14-Feb	28.3	15.0	0.0
15-Feb	28.3	15.0	0.0
16-Feb	29.4	18.9	0.0
17-Feb	30.6	20.0	6.9
18-Feb	28.3	17.8	0.3
19-Feb	27.8	18.9	0.0
20-Feb	28.9	21.1	1.5
21-Feb	26.7	15.6	7.6
22-Feb	26.7	13.3	7.1
23-Feb	28.3	16.7	1.5
24-Feb	27.8	19.4	0.3
25-Feb	28.3	17.2	0.0
26-Feb	29.4	17.8	0.0
27-Feb	31.1	18.9	10.2
28-Feb	20.0	11.7	0.0
29-Feb	15.6	10.0	0.5
1-Mar	25.6	20.6	7.6
2-Mar	26.7	20.6	0.8
3-Mar	27.2	21.1	0.3
4-Mar	27.2	20.0	1.8
5-Mar	27.2	20.0	0.0
6-Mar	28.9	22.2	0.0
7-Mar	28.3	20.0	0.5
8-Mar	31.1	18.9	0.0
9-Mar	29.4	19.4	0.0
10-Mar	28.3	19.4	0.0
11-Mar	30.0	21.7	2.5
12-Mar	28.3	21.1	0.0
13-Mar	29.4	16.1	0.0
14-Mar	28.9	16.7	1.0
15-Mar	28.9	22.2	3.8
16-Mar	28.9	23.9	0.0
17-Mar	28.9	20.0	0.0

Apéndice 4. Datos climatológicos para los meses de diciembre a abril 2004. (Continuación).

Fecha	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitación (mm)
18-Mar	28.9	19.4	4.1
19-Mar	26.7	20.0	4.8
20-Mar	27.2	21.1	0.0
21-Mar	26.7	20.0	0.0
22-Mar	29.4	14.4	10.9
23-Mar	29.4	18.9	0.0
24-Mar	29.4	21.1	4.6
25-Mar	27.8	20.6	5.3
26-Mar	26.7	21.1	0.5
27-Mar	28.9	15.0	42.2
28-Mar	25.6	22.8	13.0
29-Mar	26.1	21.1	0.8
30-Mar	26.7	18.3	0.0
31-Mar	27.8	20.0	0.0
1-Apr	31.7	20.6	0.3
2-Apr	27.8	20.6	0.0
3-Apr	29.4	15.6	1.5
4-Apr	31.1	15.6	6.9
5-Apr	28.3	20.0	0.5
6-Apr	29.4	21.1	0.0
7-Apr	28.9	21.1	0.0
8-Apr	29.4	16.1	0.0
9-Apr	26.1	20.6	0.0
10-Apr	31.1	16.1	2.5
11-Apr	27.8	21.1	0.0
12-Apr	28.9	20.6	0.0
13-Apr	28.9	20.0	0.0
14-Apr	28.9	20.6	0.0
15-Apr	28.9	20.6	0.0
16-Apr	29.4	21.1	0.0
17-Apr	29.4	15.6	0.0
18-Apr	31.7	16.7	0.3
19-Apr	27.8	16.1	15.2
20-Apr	28.9	21.7	14.5
21-Apr	28.9	21.7	0.3
22-Apr	29.4	21.7	9.9
23-Apr	28.9	21.7	0.5
24-Apr	30.0	22.8	0.0
25-Apr	26.7	21.7	0.0
26-Apr	29.4	21.1	0.3
27-Apr	29.4	21.7	18.3
28-Apr	29.4	20.6	0.3
29-Apr	29.4	21.1	0.3
30-Apr	28.9	20.6	0.0

Apéndice 5. Coeficientes genéticos para líneas F₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	EM-FL	FL-SH	FL-SD	SD-PM	SIZLF	SFDUR	SDPDV
PR0426-1	52.1	10.2	16.5	14.6	230.9	7.4	5.2
PR0426-2	48.5	9.4	18.4	16.1	230.9	10.9	4.2
PR0426-3	46.3	10.0	19.3	16.5	230.9	9.3	3.4
PR0426-4	44.9	7.4	16.8	11.2	230.9	6.9	3.6
PR0426-5	45.2	8.3	16.8	14.9	230.9	8.3	4.4
PR0426-6	46.2	7.3	16.1	12.0	230.9	6.7	4.2
PR0426-7	48.6	9.3	17.9	20.0	230.9	13.5	4.8
PR0426-8	48.5	9.3	17.1	9.5	230.9	7.1	3.9
PR0426-9	45.7	8.4	17.5	15.8	230.9	8.9	3.4
PR0426-10	49.3	10.6	20.1	13.1	230.9	8.0	4.2
PR0426-11	47.7	8.9	18.4	14.3	230.9	9.2	4.5
PR0426-12	46.5	8.4	18.3	15.1	230.9	10.2	3.8
PR0426-13	48.5	8.9	17.2	13.1	230.9	8.3	4.5
PR0426-14	49.0	8.7	17.6	19.9	230.9	14.2	3.9
PR0426-15	48.4	8.6	15.0	8.7	230.9	5.9	3.3
PR0426-16	49.3	10.0	20.1	12.1	230.9	8.7	2.9
PR0426-17	51.8	9.8	20.4	15.6	230.9	11.0	3.5
PR0426-18	49.4	10.0	18.7	9.0	230.9	5.6	4.4
PR0426-19	46.6	7.4	15.7	13.7	230.9	11.6	4.1
PR0426-20	49.3	9.6	18.8	14.6	230.9	10.1	4.2
PR0426-21	46.3	10.7	19.0	14.5	230.9	8.7	4.1
PR0426-22	49.7	9.9	20.5	25.2	230.9	15.0	4.1
PR0426-23	47.9	9.6	17.5	12.5	230.9	7.6	3.9
PR0426-24	52.2	10.7	16.2	9.7	230.9	8.4	3.7
PR0426-25	48.4	9.1	17.4	9.8	230.9	8.0	4.1
PR0426-26	52.2	11.9	22.4	16.3	230.9	10.2	4.4
PR0426-27	48.7	10.3	19.9	16.7	230.9	11.0	4.4
PR0426-28	47.0	8.9	17.2	16.9	230.9	10.7	4.3
PR0426-29	47.8	8.6	14.6	11.8	230.9	6.9	3.9
PR0426-30	49.0	10.2	17.0	12.5	230.9	8.1	3.6
PR0426-31	49.3	9.1	17.0	17.9	230.9	9.8	4.1
PR0426-32	49.5	8.5	18.4	16.5	230.9	12.0	4.3
PR0426-33	47.9	9.6	17.3	14.4	230.9	9.9	3.4
PR0426-34	57.8	15.1	36.8	21.6	230.9	18.2	4.4
PR0426-35	49.3	8.2	13.5	12.7	230.9	7.0	4.5
PR0426-36	49.3	8.3	14.3	13.1	230.9	8.3	3.8
PR0426-37	49.3	9.1	16.9	14.6	230.9	9.0	3.5
PR0426-38	49.3	7.6	17.2	14.9	230.9	9.7	4.6
PR0426-39	52.4	10.3	19.9	15.6	230.9	9.7	4.2
PR0426-40	49.3	9.3	19.1	10.4	230.9	7.3	2.5
PR0426-41	55.8	15.3	23.6	14.7	230.9	9.4	3.6
PR0426-42	52.4	10.4	17.9	18.0	230.9	8.1	4.1
PR0426-43	51.8	7.5	18.1	15.4	230.9	11.6	4.3

Apéndice 5. Coeficientes genéticos para líneas F₈ indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm (Continuación).

Línea	EM-FL	FL-SH	FL-SD	SD-PM	SIZLF	SFDUR	SDPDV
PR0426-44	48.3	7.6	18.0	18.5	230.9	13.4	9.5
PR0426-45	47.7	8.5	16.3	16.0	230.9	9.0	3.9
PR0426-46	47.7	9.6	17.2	8.4	230.9	5.6	3.2
PR0426-47	61.3	7.7	16.7	25.0	230.9	9.4	3.3
PR0426-48	47.9	8.5	16.9	16.1	230.9	9.3	3.5
PR0426-49	49.2	9.8	17.5	10.9	230.9	7.2	3.4
PR0426-50	49.5	9.3	20.0	14.9	230.9	10.4	4.6
PR0426-51	45.8	7.8	14.7	14.1	230.9	7.5	4.3
PR0426-52	47.7	9.3	16.9	13.3	230.9	9.4	4.2
PR0426-53	51.4	13.7	22.2	13.4	230.9	10.2	4.1
PR0426-54	45.4	8.9	18.9	11.8	230.9	9.0	4.2
PR0426-55	46.3	9.7	17.9	7.4	230.9	6.8	4.1
PR0426-56	46.8	7.3	16.6	19.5	230.9	10.0	4.1
PR0426-57	44.6	6.6	14.7	17.0	230.9	12.4	3.4
PR0426-58	49.3	9.9	18.1	17.1	230.9	9.0	4.6
PR0426-59	48.7	10.3	21.8	15.9	230.9	12.0	4.6
PR0426-60	51.1	8.7	19.5	17.5	230.9	13.2	3.4
PR0426-61	47.7	9.1	19.5	13.2	230.9	10.0	3.9
PR0426-62	47.8	7.6	19.8	15.2	230.9	12.0	3.7
PR0426-63	49.5	7.8	12.6	10.1	230.9	8.6	3.4
PR0426-64	48.1	8.0	17.1	19.6	230.9	13.4	3.8
PR0426-65	47.9	8.9	18.5	16.8	230.9	11.9	3.3
PR0426-66	49.4	7.3	14.7	13.7	230.9	9.6	4.5
PR0426-67	49.4	7.5	16.1	8.1	230.9	6.6	2.9
PR0426-68	49.3	7.8	13.3	10.7	230.9	12.4	4.1
PR0426-69	48.4	7.4	17.0	19.4	230.9	9.8	4.1
PR0426-70	45.3	7.7	16.5	13.2	230.9	8.7	3.4
PR0426-71	----	----	----	----	230.9	----	3.0
PR0426-72	48.5	10.4	19.3	17.7	230.9	13.4	3.0
PR0426-73	49.7	8.1	17.3	14.4	230.9	10.1	3.7
PR0426-74	49.3	9.3	15.9	12.2	230.9	8.0	4.5
PR0426-75	47.2	9.5	17.5	8.9	230.9	5.2	4.3
PR0426-76	49.3	7.8	16.8	20.8	230.9	12.4	3.4
PR0426-77	48.7	9.3	13.9	10.9	230.9	6.4	2.8
PR0426-78	46.9	10.4	19.5	13.6	230.9	9.0	3.4
PR0426-79	49.7	8.6	15.2	11.9	230.9	7.9	3.9
PR0426-80	49.3	8.9	17.3	10.1	230.9	8.8	2.8
PR0426-81	49.7	7.2	14.2	15.5	230.9	11.7	3.9
PR0426-82	49.6	10.2	19.9	15.8	230.9	8.9	4.0

Apéndice 6. Coeficientes genéticos para líneas F₈ determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	EM-FL	FL-SH	FL-SD	SD-PM	SIZLF	SFDUR	SDPDV
PR0425-1	44.1	6.3	14.2	35.4	196.1	8.0	4.4
PR0425-2	46.8	7.6	15.5	28.2	196.1	6.0	3.8
PR0425-3	43.2	8.1	16.2	35.3	196.1	6.0	4.1
PR0425-4	44.2	6.8	14.4	26.2	196.1	4.0	3.8
PR0425-5	43.1	7.5	15.3	35.4	196.1	8.0	3.7
PR0425-6	43.6	6.8	14.4	35.4	196.1	8.0	3.9
PR0425-7	45.3	7.8	15.8	32.9	196.1	8.0	4.3
PR0425-8	47.4	7.9	16.0	41.1	196.1	8.9	3.6
PR0425-9	44.7	7.1	14.9	39.2	196.1	8.0	3.5
PR0425-10	43.1	6.9	14.9	41.3	196.1	9.1	3.5
PR0425-11	46.9	8.3	15.9	38.1	196.1	8.0	4.3
PR0425-12	43.6	6.5	14.4	35.4	196.1	8.0	3.9
PR0425-13	47.4	8.4	14.4	37.3	196.1	6.9	4.3
PR0425-14	44.7	6.0	13.2	36.8	196.1	8.0	3.8
PR0425-15	46.9	7.7	16.8	35.3	196.1	8.0	3.4
PR0425-16	46.7	8.5	16.6	28.1	196.1	4.0	2.8
PR0425-17	47.1	8.1	16.1	30.7	196.1	7.9	5.1
PR0425-18	44.2	6.8	14.2	38.9	196.1	9.1	3.7
PR0425-19	47.1	8.0	15.7	30.0	196.1	7.9	3.2
PR0425-20	43.1	8.4	16.3	38.1	196.1	8.0	3.2
PR0425-21	45.7	6.6	13.8	39.8	196.1	2.0	4.1
PR0425-22	45.2	5.5	13.3	40.7	196.1	4.0	3.7
PR0425-23	44.1	7.4	14.6	37.1	196.1	8.0	3.6
PR0425-24	42.4	8.6	15.9	33.4	196.1	8.4	3.3
PR0425-25	50.0	10.8	18.7	30.0	196.1	6.0	4.2
PR0425-26	47.7	8.6	16.3	35.1	196.1	7.9	3.7
PR0425-27	43.6	8.3	15.5	39.8	196.1	2.0	3.7
PR0425-28	48.2	9.8	22.2	18.7	196.1	6.6	4.1
PR0425-29	43.1	7.2	16.2	32.4	196.1	9.0	3.5
PR0425-30	44.7	7.2	15.3	34.2	196.1	9.0	2.9
PR0425-31	47.0	9.3	17.2	39.7	196.1	8.0	4.4
PR0425-32	44.3	6.6	13.8	45.5	196.1	7.0	3.1
PR0425-33	47.7	8.4	16.2	37.4	196.1	4.0	3.4
PR0425-34	43.6	6.5	14.6	38.1	196.1	8.0	3.0
PR0425-35	44.5	9.3	17.1	35.9	196.1	6.0	2.9
PR0425-36	43.1	7.7	15.5	33.5	196.1	8.0	3.5

Apéndice 7. Coeficientes genéticos para líneas F₁₀ de la población Jamapa x Calima.

Línea	EM-FL	FL-SH	FL-SD	SD-PM	SFDUR	SDPDV
PR0430-1	48.8	8.4	12.9	11.8	8.0	2.4
PR0430-2	46.1	12.0	17.4	14.8	11.4	2.6
PR0430-3	35.4	9.9	26.9	33.9	25.0	2.1
PR0430-4	42.8	5.1	9.8	14.5	11.0	3.4
PR0430-5	40.7	15.9	26.8	29.5	13.8	2.9
PR0430-6	33.1	7.9	16.5	30.1	17.6	2.2
PR0430-7	40.2	2.6	2.7	13.3	8.1	1.7
PR0430-8	43.9	16.0	28.5	34.7	19.1	2.2
PR0430-9	54.8	15.0	22.2	19.4	7.7	2.6
PR0430-10	52.2	12.9	21.0	24.0	8.8	2.8
PR0430-11	35.0	9.7	26.2	35.9	24.8	2.3
PR0430-12	35.4	10.2	21.0	31.5	22.1	2.5
PR0430-13	38.6	8.6	25.2	30.8	18.0	1.9
PR0430-14	37.1	9.1	21.0	28.8	20.8	2.4
PR0430-15	52.9	12.6	17.5	19.4	8.1	2.8
PR0430-16	41.7	14.1	22.2	17.0	8.0	2.8
PR0430-17	44.3	10.6	21.6	32.7	14.8	2.4
PR0430-18	41.2	14.6	25.6	25.3	10.0	3.3
PR0430-19	35.8	8.8	20.6	35.9	21.2	2.9
PR0430-20	36.5	9.6	24.2	38.3	19.4	2.9
PR0430-21	62.1	24.3	30.9	8.0	8.4	2.2
PR0430-22	47.0	12.9	21.4	18.8	9.9	3.6
PR0430-23	40.3	12.1	23.3	32.7	15.8	2.6
PR0430-24	52.0	8.1	10.3	13.4	8.4	2.8
PR0430-25	41.2	12.5	21.1	15.7	10.0	2.1
PR0430-26	37.3	9.9	21.5	33.3	19.4	2.5
PR0430-27	48.3	12.5	21.4	16.6	8.9	2.2
PR0430-28	45.7	11.9	18.2	26.5	10.1	2.9
PR0430-29	52.9	20.9	30.7	10.8	6.3	2.6
PR0430-30	39.9	6.0	15.6	35.5	18.5	2.7
PR0430-31	41.2	13.0	18.4	16.2	7.3	2.6
PR0430-32	39.7	14.9	27.9	28.2	16.1	2.7
PR0430-33	49.7	11.8	18.9	16.6	9.0	3.9
PR0430-34	39.9	12.3	22.8	17.1	11.8	2.5
PR0430-35	39.1	4.5	19.8	29.6	15.2	2.2
PR0430-36	42.0	9.4	17.9	17.5	9.0	2.4
PR0430-37	48.3	17.9	28.2	25.1	13.5	2.3
PR0430-38	40.8	12.6	25.8	33.8	19.4	2.4
PR0430-39	40.2	12.7	32.1	25.2	13.4	2.3
PR0430-40	45.1	10.2	18.7	16.1	9.4	3.0
PR0430-41	39.0	7.6	17.7	32.4	16.2	2.2
PR0430-42	40.2	8.2	16.3	24.0	9.4	1.6
PR0430-43	41.2	8.7	16.8	16.2	10.7	2.4
PR0430-44	41.2	7.9	15.6	17.6	9.4	2.3
PR0430-45	38.2	7.3	20.5	33.7	21.7	2.5

Apéndice 7. Coeficientes genéticos para líneas F₁₀ de la población Jamapa x Calima (Continuación).

Línea	EM-FL	FL-SH	FL-SD	SD-PM	SFDUR	SDPDV
PR0430-46	52.9	27.3	35.0	16.3	8.6	2.0
PR0430-47	40.2	10.6	19.4	16.5	8.2	2.2
PR0430-48	37.0	7.8	19.6	33.7	19.8	2.4
PR0430-49	52.9	14.7	21.5	14.5	9.5	1.8
PR0430-50	43.5	11.7	20.2	13.9	8.6	4.4
PR0430-51	37.8	12.7	22.3	23.3	14.3	2.7
PR0430-52	41.2	15.3	26.6	31.7	15.6	3.0
PR0430-53	35.4	10.2	22.9	33.3	19.0	2.9
PR0430-54	41.2	7.2	18.9	34.1	17.1	3.1
PR0430-55	41.7	11.0	18.6	14.0	9.0	2.1
PR0430-56	41.5	12.6	25.4	17.3	13.0	3.7
PR0430-57	39.4	8.8	18.5	34.1	14.4	2.4
PR0430-58	40.2	15.4	29.7	26.9	18.6	2.5
PR0430-59	43.2	12.2	24.6	33.4	16.8	2.6
PR0430-60	56.2	18.6	28.5	16.1	8.0	3.4
PR0430-61	48.9	14.8	19.7	13.7	7.3	2.3
PR0430-62	36.5	14.5	26.8	28.4	22.1	2.7
PR0430-63	39.4	11.2	21.5	19.4	10.8	3.7
PR0430-64	54.3	24.1	32.2	19.4	9.9	4.1
PR0430-65	36.6	8.7	21.1	34.1	16.8	2.9
PR0430-66	44.3	11.6	20.7	18.0	8.6	3.6
PR0430-67	50.7	18.2	26.7	20.3	9.0	3.5
PR0430-68	50.1	18.3	25.5	20.6	11.4	2.3
PR0430-69	41.7	7.0	15.6	15.7	9.8	2.7
PR0430-70	45.7	17.7	26.2	15.3	9.0	3.2
PR0430-71	52.0	14.4	20.2	26.5	12.7	2.6
PR0430-72	-----	-----	-----	-----	-----	2.0
PR0430-73	42.8	13.0	26.8	29.7	15.5	2.4
PR0430-74	45.2	16.3	26.2	16.1	8.1	2.9
PR0430-75	38.7	10.5	20.2	29.4	16.5	2.2
PR0430-76	41.7	10.4	18.9	13.4	8.1	5.0

**Apéndice 7. Coeficientes genéticos para líneas F₁₀ de la población
Jamapa x Calima (Continuación).**

Línea	SIZLF (J)	SIZLF (C)
PR0430-1	155.3	147.3
PR0430-2	155.3	147.3
PR0430-3	155.3	147.3
PR0430-4	155.3	147.3
PR0430-5	155.3	147.3
PR0430-6	155.3	147.3
PR0430-7	155.3	147.3
PR0430-8	155.3	147.3
PR0430-9	155.3	147.3
PR0430-10	155.3	147.3
PR0430-11	155.3	147.3
PR0430-12	155.3	147.3
PR0430-13	155.3	147.3
PR0430-14	155.3	147.3
PR0430-15	155.3	147.3
PR0430-16	155.3	147.3
PR0430-17	155.3	147.3
PR0430-18	155.3	147.3
PR0430-19	155.3	147.3
PR0430-20	155.3	147.3
PR0430-21	155.3	147.3
PR0430-22	155.3	147.3
PR0430-23	155.3	147.3
PR0430-24	155.3	147.3
PR0430-25	155.3	147.3
PR0430-26	155.3	147.3
PR0430-27	155.3	147.3
PR0430-28	155.3	147.3
PR0430-29	155.3	147.3
PR0430-30	155.3	147.3
PR0430-31	155.3	147.3
PR0430-32	155.3	147.3
PR0430-33	155.3	147.3
PR0430-34	155.3	147.3
PR0430-35	155.3	147.3
PR0430-36	155.3	147.3
PR0430-37	155.3	147.3
PR0430-38	155.3	147.3
PR0430-39	155.3	147.3
PR0430-40	155.3	147.3
PR0430-41	155.3	147.3
PR0430-42	155.3	147.3
PR0430-43	155.3	147.3
PR0430-44	155.3	147.3

**Apéndice 7. Coeficientes genéticos para líneas F₁₀ de la población
Jamapa x Calima (Continuación).**

Línea	SIZLF (J)	SIZLF (C)
PR0430-45	155.3	147.3
PR0430-46	155.3	147.3
PR0430-47	155.3	147.3
PR0430-48	155.3	147.3
PR0430-49	155.3	147.3
PR0430-50	155.3	147.3
PR0430-51	155.3	147.3
PR0430-52	155.3	147.3
PR0430-53	155.3	147.3
PR0430-54	155.3	147.3
PR0430-55	155.3	147.3
PR0430-56	155.3	147.3
PR0430-57	155.3	147.3
PR0430-58	155.3	147.3
PR0430-59	155.3	147.3
PR0430-60	155.3	147.3
PR0430-61	155.3	147.3
PR0430-62	155.3	147.3
PR0430-63	155.3	147.3
PR0430-64	155.3	147.3
PR0430-65	155.3	147.3
PR0430-66	155.3	147.3
PR0430-67	155.3	147.3
PR0430-68	155.3	147.3
PR0430-69	155.3	147.3
PR0430-70	155.3	147.3
PR0430-71	155.3	147.3
PR0430-72	155.3	147.3
PR0430-73	155.3	147.3
PR0430-74	155.3	147.3
PR0430-75	155.3	147.3
PR0430-76	155.3	147.3

Apéndice 8. Promedios de madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Madurez Fisiológica	Número nudos
PR0426-1	75.1	6.0
PR0426-2	73.2	5.3
PR0426-3	72.2	5.8
PR0426-4	64.7	6.5
PR0426-5	68.3	5.3
PR0426-6	67.0	6.5
PR0426-7	76.6	5.8
PR0426-8	66.6	6.0
PR0426-9	70.9	5.5
PR0426-10	71.2	5.8
PR0426-11	70.6	5.8
PR0426-12	70.2	5.6
PR0426-13	70.5	6.0
PR0426-14	77.0	5.6
PR0426-15	65.1	6.6
PR0426-16	70.3	5.3
PR0426-17	76.1	6.0
PR0426-18	68.5	6.4
PR0426-19	68.9	6.8
PR0426-20	72.8	5.5
PR0426-21	72.2	6.0
PR0426-22	83.0	6.0
PR0426-23	68.9	4.7
PR0426-24	69.2	6.6
PR0426-25	64.0	6.6
PR0426-26	78.7	5.7
PR0426-27	74.2	6.3
PR0426-28	72.3	5.5
PR0426-29	64.7	6.0
PR0426-30	70.3	5.6
PR0426-31	76.6	6.3
PR0426-32	74.6	6.6
PR0426-33	71.0	5.8
PR0426-34	91.7	6.2
PR0426-35	68.7	6.0
PR0426-36	70.2	6.3
PR0426-37	72.8	7.0
PR0426-38	73.0	6.5
PR0426-39	76.8	5.8
PR0426-40	69.6	7.0
PR0426-41	79.4	6.0
PR0426-42	78.8	6.3
PR0426-43	75.4	6.7
PR0426-44	75.2	6.4

Apéndice 8. Promedios de madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal para líneas indeterminadas de la población ICA Pijao x Montcalm. (Continuación).

Línea	Madurez Fisiológica	Número nudos
PR0426-45	72.5	5.8
PR0426-46	64.8	5.5
PR0426-47	94.4	6.4
PR0426-48	71.7	5.9
PR0426-49	68.8	7.0
PR0426-50	73.2	6.3
PR0426-51	68.4	5.4
PR0426-52	68.6	6.3
PR0426-53	73.4	5.5
PR0426-54	66.0	5.6
PR0426-55	62.5	5.5
PR0426-56	74.6	5.2
PR0426-57	70.0	6.3
PR0426-58	75.0	5.8
PR0426-59	74.8	5.1
PR0426-60	77.2	6.5
PR0426-61	69.1	5.8
PR0426-62	71.9	6.8
PR0426-63	66.1	6.9
PR0426-64	76.1	6.0
PR0426-65	73.4	6.3
PR0426-66	70.2	6.4
PR0426-67	65.7	6.4
PR0426-68	68.1	6.0
PR0426-69	76.0	6.6
PR0426-70	67.2	6.0
PR0426-71	-----	-----
PR0426-72	74.6	5.5
PR0426-73	73.0	7.0
PR0426-74	70.4	6.3
PR0426-75	66.3	7.1
PR0426-76	78.3	6.3
PR0426-77	67.1	6.9
PR0426-78	70.6	6.3
PR0426-79	70.2	6.4
PR0426-80	68.3	6.8
PR0426-81	72.1	6.9
PR0426-82	74.2	6.2

Apéndice 9. Promedios de madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal para líneas determinadas de la población ICA Pijao x Montcalm.

Línea	Madurez Fisiológica	Número nudos
PR0425-1	86.7	5.5
PR0425-2	62.0	6.0
PR0425-3	65.0	5.0
PR0425-4	44.9	5.0
PR0425-5	86.0	5.0
PR0425-6	85.9	4.8
PR0425-7	85.8	5.3
PR0425-8	96.5	5.3
PR0425-9	91.2	5.3
PR0425-10	91.3	4.8
PR0425-11	93.1	5.0
PR0425-12	85.9	4.8
PR0425-13	91.8	5.5
PR0425-14	88.0	5.8
PR0425-15	91.1	6.0
PR0425-16	41.1	5.5
PR0425-17	86.0	5.8
PR0425-18	89.2	5.3
PR0425-19	84.8	5.8
PR0425-20	88.6	4.8
PR0425-21	22.7	5.0
PR0425-22	46.2	5.5
PR0425-23	88.8	5.3
PR0425-24	83.0	4.5
PR0425-25	65.8	5.4
PR0425-26	90.5	6.0
PR0425-27	22.2	5.5
PR0425-28	80.0	5.5
PR0425-29	83.8	5.0
PR0425-30	86.6	5.5
PR0425-31	94.8	5.3
PR0425-32	73.2	5.7
PR0425-33	46.4	5.6
PR0425-34	88.9	5.3
PR0425-35	66.7	5.3
PR0425-36	84.1	5.0

Apéndice 10. Promedios de madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal para líneas de la población Jamapa x Calima.

Línea	Madurez Fisiológica	Número nudos
PR0430-1	64.9	7.3
PR0430-2	68.1	6.0
PR0430-3	76.5	3.7
PR0430-4	52.5	5.2
PR0430-5	79.9	3.7
PR0430-6	71.3	4.0
PR0430-7	54.2	5.6
PR0430-8	87.5	4.1
PR0430-9	80.3	6.7
PR0430-10	85.6	7.2
PR0430-11	79.4	3.7
PR0430-12	73.6	4.7
PR0430-13	80.4	4.7
PR0430-14	71.2	4.0
PR0430-15	77.1	6.7
PR0430-16	71.9	5.6
PR0430-17	85.2	5.3
PR0430-18	76.9	4.3
PR0430-19	81.0	4.3
PR0430-20	81.9	4.2
PR0430-21	77.0	6.8
PR0430-22	74.0	5.0
PR0430-23	82.9	4.3
PR0430-24	58.7	7.7
PR0430-25	68.2	5.3
PR0430-26	77.9	4.0
PR0430-27	73.5	6.7
PR0430-28	70.4	6.0
PR0430-29	77.5	6.7
PR0430-30	83.3	5.3
PR0430-31	69.7	5.7
PR0430-32	76.9	3.7
PR0430-33	72.3	6.3
PR0430-34	70.0	5.0
PR0430-35	76.5	4.6
PR0430-36	70.5	6.0
PR0430-37	85.3	5.3
PR0430-38	86.7	4.2
PR0430-39	84.0	3.6
PR0430-40	71.6	6.3
PR0430-41	79.4	4.7
PR0430-42	74.4	5.6
PR0430-43	65.9	5.3
PR0430-44	66.8	6.0
PR0430-45	80.4	5.0

Apéndice 10. Promedios de madurez fisiológica y número de nudos en el tallo principal para líneas de la población Jamapa x Calima. (Continuación).

Línea	Madurez Fisiológica	Número nudos
PR0430-46	79.8	4.0
PR0430-47	68.8	5.7
PR0430-48	78.3	4.3
PR0430-49	74.4	7.0
PR0430-50	68.6	6.7
PR0430-51	69.3	4.0
PR0430-52	84.0	4.7
PR0430-53	77.2	4.0
PR0430-54	84.9	5.7
PR0430-55	65.5	5.3
PR0430-56	70.9	6.2
PR0430-57	82.7	5.0
PR0430-58	82.2	4.7
PR0430-59	88.0	5.3
PR0430-60	81.8	6.3
PR0430-61	61.9	4.0
PR0430-62	72.4	2.6
PR0430-63	71.6	6.0
PR0430-64	85.3	5.3
PR0430-65	81.4	4.3
PR0430-66	73.2	5.7
PR0430-67	78.5	5.0
PR0430-68	82.4	5.7
PR0430-69	64.6	5.7
PR0430-70	74.6	5.3
PR0430-71	76.7	7.0
PR0430-72	-----	-----
PR0430-73	83.7	3.8
PR0430-74	74.1	5.0
PR0430-75	78.5	5.0
PR0430-76	67.3	5.7

Apéndice 11. Coeficientes genéticos no determinados en el estudio de líneas de crecimiento determinado e indeterminado de la población ICA Pijao x Montcalm y Jamapa x Calima.

Líneas	ECO #	PPSEN	CSDL	FL-LF	LFMAX	SLAVR	XFRT
ICA Pijao	MESIND	0.0	12.2	18.0	1.0	300.0	1.0
Montcalm	ANDDDET	0.0	12.2	10.0	1.0	295.0	1.0
Jamapa	MESIND	0.0	12.2	18.0	1.0	320.0	1.0
Calima	ANDDDET	0.0	12.2	7.0	1.0	295.0	1.0

Apéndice 12. Análisis de suelo predio ICA Pijao x Montcalm

Taxonomía	Very-fine,kaolinitic, isohyperthermic
Orden	Oxisol
Serie	Coto
Color	Pardo rojizo

Características de suelo (15 cm profundidad)
Contenido de nutrientes (ppm)

Potasio	Magnesio	Calcio
269 MA	88 A	1900 MA

% saturación de bases

% K	% Mg	% Ca	% H
6.3	6.7	86.2	0.9

Características generales

ph	% materia orgánica	C.I.C. (meq./100g)	H (meq./100g)	Estimado N liberado (lbs./A)
7.0	2.0	11.0	0.1	84 M

Apéndice 13. Análisis de suelo predio Jamapa x Calima

Taxonomía	Very-fine,kaolinitic, isohyperthermic
Orden	Oxisol
Serie	Coto
Color	Pardo rojizo

Características de suelo (15 cm profundidad)
Contenido de nutrientes (ppm)

Potasio	Magnesio	Calcio
143 A	72 B	1170 A

% saturación de bases

% K	% Mg	% Ca	% H
4.4	7.1	69.5	19

Características generales

ph	% materia orgánica	C.I.C. (meq./100g)	H (meq./100g)	Estimado N liberado (lbs./A)
5.8 B	1.9	8.4	1.6	82 M
