REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Grafius, J.** 1966. Rate of change lodging resistance, yield, and test weight in varietal mixture of oats, *Avena sativa* L. Crop. Science. USA. 6(4):369-370.

2. **Hagedoorn, A.** 1950. Planta breeding. Londres, Crosbey Jackwood. 134 p.

3. **Jennsen, N.** 1952. Intra-varietal diversification in oat breeding. Agron. J. USA. 44(1): p. 30-34.

4. **Maldonado, R.D.** 1975. Mezcla de variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.). Tesis Ing. Agr. Ibagué, Universidad del Tolima. 95 p.

5. **Pahlen, A.** 1975. Rendimiento y estabilidad en mezclas interespecíficas. Fitotécnica Latinoamericana, San José. 11(1): p. 10-11.

6. **Patarroyo M., F.** 1980. Análisis de crecimiento del ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) bajo diferentes condiciones de suministros de agua, Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. 104 pp. Tesis M. S.

7. **Probst, A.** 1957. Performance of variety biends in soybeans. Agron. J. USA. 49(2): p. 148-150.

EPOCAS DE SIEMBRA DE FRIJOL VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris*) "CARGAMANTO" EN RELEVO CON MAIZ (*Zea mays*) EN EL ORIENTE ANTIOQUEÑO

17848

Jesús A. Rivera G.; Manuel J. Ríos B.; Juan Carlos Pérez V.*

RESUMEN

En el Centro Regional de Investigación "La Selva", localizado en el municipio de Rionegro, departamento de Antioquia, Colombia, se realizó un estudio para determinar la mejor época de siembra de fríjol voluble (*Phaseolus vulgaris*) "Cargamanto" en relevo con maíz. Se efectuaron siembras periódicas cada 2 meses a partir de octubre de 1978 hasta agosto de 1980. La última siembra se recolectó en febrero de 1981. Como tutores se plantaron 4 genotipos de maíces obtenidos por el Programa de Maíz para clima frío moderado. Las siembras de estos tutores se hicieron periódicamente cada 2 meses, inciando en febrero de 1978 para relevarlos 180 días después de la siembra. Los resultados indicaron que la mejor época para sembrar fríjol voluble "Cargamanto" fue en abril, con rendimiento de 1.428 kg/ha y en segundo lugar, la de agosto con 992 kg/ha.

Palabras Claves Adicionales: Tutores, relevo, asociación maíz fríjol, maíces ICA V.402, ICA V.453, montaña, clima frío moderado.

* Ingeniero Agrónomo, M.S. Programas de Maíz; Ingeniero Agrónomo, M.S. Programa de Leguminosas de Grano. ICA, CRI "La Selva", Rionegro (Antioquia). Apartado aéreo 100, e I.A. Convenio ICA-FENALCE. CRI La Selva, Rionegro (Antioquia).

ABSTRACT

Planting Dates for the Bean Cultivar "Cargamanto" in Relay Intercropping with Corn at the East Region of Antioquia.

An experiment was carried out at ICA's "La Selva" Experimental Station, in order to determine the best sowing date for the climbing bean "Cargamanto" (*Phaseolus vulgaris*) in relay with maize. Periodical bean planting were done every other month, from October 1978 up to August 1980. The last harvest was obtained on February 1981. Four corn genotypes, adapted to the mild cold climate, were used as stakes for the climbing bean; the maize genotypes were planted every two months from February 1978; the relay was doing intercropping with bean 180 days after the maize was sowed. The obtained results indicated that the best sowing date for "Cargamanto" bean cultivar, was Abril with a yield of 1.428 kilograms per hectare, following by the one done in August with a production of 992 kilograms per hectare.

Additional Index Words: Stakes, relay, maize-bean intercropping, corn cultivars ICA V.402, ICA V.453, maiz montaña, mild cold climate.

El departamento de Antioquia se destaca por ser una de las principales zonas cultivadoras de fríjol en el país. Anualmente se siembran allí unas 40.000 ha, de las cuales aproximadamente 30.000 se cultivan en la zona de clima frío moderado del Oriente Antioqueño, con una variedad de fríjol "Cargamanto", de hábito voluble o de enredadera. Hasta hace algunos años, la época de siembra para el maíz eran los meses de febrero y marzo, en tanto que el fríjol en relevo se sembraba en el segundo semestre, en los meses de agosto y septiembre. Supuestamente para esta época, como después lo comprobaron Díaz y Rivera (4), el maíz ha llegado a su madurez fisiológica, no habiendo competencia entre las dos especies. Este sistema de siembra, como dice García (7), es típico del departamento de Antioquia. Sin embargo, las condiciones de precipitación en la zona y los buenos precios del fríjol han llevado a los agricultores a hacer siembras de maíz y de fríjol durante todo el año, con rendimientos variables según la época de siembra. Por esta causa, se ha observado, según Rivera y Díaz (13), una disminución considerable en la resistencia del tallo de maíz como tutor, mayor incidencia de las enfermedades foliares y reducción en los rendimientos de maíz, principalmente.

En cuanto a las épocas de siembra para el fríjol, salvo la información presentada por Díaz et al (3) para el Oriente Antioqueño, es poco lo que se tiene para nuestro medio, en contraposición con otros países como Brasil en donde Pereira et al (11) encontraron como la mejor época las dos últimas semanas de enero. Leal y otros (10) pudieron obtener la conclusión de que la mejor época para sembrar fríjol es el mes de abril. Algo similar encontraron Karel (9) en Tanzania y Ageeb (2) en Sudán (segunda y tercera semana de abril).

Para definir la época óptima de siembra de fríjol voluble en el Oriente Antioqueño, en el CRI "La Selva" se llevó a cabo un experimento durante 2 años consecutivos, sembrando fríjol voluble variedad "Cargamanto" en relevo cada 2 meses. Para estar en concordancia con el sistema, previamente se efectuaron siembras periódicas de maíz, durante el mismo lapso de tiempo, con 4 genotipos de períodos vegetativos y características diferentes. Las siembras de maíz se iniciaron en febrero de 1978 y las de fríjol en octubre del mismo año.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se efectuó en el CRI "La Selva" ubicado en el Oriente Antioqueño a una altura de 2.120 m.s.n.m., con una precipitación de 1850 mm anuales y una temperatura media de 17°C, condiciones estas que corresponden al clima frío moderado colombiano. Se utilizó la variedad de fríjol "Cargamanto", cuyas características más destacables son: fríjol de enredadera hábito IVB, hojas grandes de color verde intenso, flores blancas, vainas largas distribuidas a lo largo del tallo. El lapso de tiempo de floración es prolongado (25 días), la cual se inicia 65 días después de la germinación. El período vegetativo es de 150 días. La maduración no es uniforme. Las semillas son redondas y angulares en los extremos, de color crema moteado de rojo, las cuales adquieren un color café cuando se les somete a periodos largos de almacenamiento. Como tutores se utilizaron 4 genotipos de maíz, así: Diacol H.401, ICA V.453, Montaña Mejorado y Montaña variedad regional, cuyas características se expresan en la Tabla 1.

El fríjol "Cargamanto" fue sembrado consecutivamente cada 2 meses a partir de octubre de 1978 hasta agosto de 1980. La recolección de esta última siembra se hizo en febrero de 1981, de tal manera que entre la primera siembra de fríjol y la recolección de la última transcurrieron 28 meses.

Los tutores, aprovechados de un ensayo para época de siembra en maíz, fueron sembrados en un diseño de parcelas divididas, donde los maíces fueron las parcelas principales y las épocas febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre, las subparcelas. Se hicieron 3 repeticiones y parcelas de 4 x 10 surcos con 10 sitios cada uno, en el sistema de siembra en cuadro a 0.92 m, con 3 plantas de maíz y 2 de fríjol por sitio (35.444 plantas/ha de maíz y 23.629 plantas/ha de fríjol).

Cuando el tallo de alguno de los maíces fue deficiente como soporte para el fríjol, se reforzó con tutores individuales de madera. Se determinó el rendimiento del fríjol por parcela, se tradujo a kg/ha y se midieron los componentes de rendimiento tales como número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento por planta en gramos, todo con base en 6 plantas por parcela (144 observaciones por cada época, así: 4 tutores x 3 repeticiones x 2 años x 6 plantas/parcela). Finalmente, se efectuaron los análisis de varianza para cada una de las variables y las respectivas pruebas de rangos múltiples de Duncan.

TABLA 1. Características de planta de los maíces utilizados como tutores para las siembras en relevo de maíz con Fríjol "Cargamanto".

Variedad o Híbrido	Origen Genético	Altura de Planta m	Altura de Maz. Superior m	Características	Periodo Vegetativo a Madurez Fisiológica	Resistencia de Tallo en Post-maduración
Diacol H.401	Híbrido varietal de una colección de la Raza Montaña Amarillo x DV.ETO.	2.80	1.30	Delgado	180 días	Mala
ICA V.453	Segundo ciclo de selección mazorca x surco en un compuesto de maíces blancos de Kenia, Ecuador y Colombia de clima frío moderado.	3.00	1.50	Grueso	200 días	Buena
Montaña (M)	Segundo ciclo de selección mazorca x surco en un compuesto de 50 colecciones de la Raza Montaña Amarilla.	3.20	1.65	Grueso	220 días	Muy buena
Montaña	Variedad Regional Amarilla, perteneciente a la Raza Montaña.	3.50	1.80	Grueso	230 días	Muy buena

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en cada una de las épocas y sus correspondientes análisis estadísticos se reportan en las Tablas 2 y 3, respectivamente.

TABLA 2. Rendimiento en kg/ha del fríjol "Cargamanto". Promedio de dos años consecutivos para cada época de siembra. Octubre de 1978 a Agosto de 1980.

Epoca de siembra	kg/ha	% dela mejor época
Octubre	853 a	60
Diciembre	620 b	43
Febrero	611 b	42
Abril	1.428 c	100
Junio	799 a	56
Agosto	992 a	69

Letras iguales indican que no hay diferencias significativas, según la prueba de Duncan, 5%.

TABLA 3. Análisis de variancia del efecto de las épocas de siembra sobre los rendimientos de fríjol voluble, variedad "Cargamanto".

Fuente de Variación	GL	CM
Repeticiones/años	4	76698.95
Años	1	1683073.77**
Tutores (variedad)	3	147721.85
Años x tutores	3	64709.11
Error (a)	12	76248.93
Epocas de relevo	5	2210198.83**
Años x época de relevo	5	1152144.85**
Tutores x épocas de relevo	15	79803.27
Años x tutores x épocas	15	55260.35
Error (b)	80	75557.96
Total	143	198485.19

CV (a) = 31.22%.
CV (b) = 31.08%.
** = Significancia al 1%.

La Tabla 3 está indicando diferencias significativas al 1% en las épocas de relevo y en la interacción años por época. Los rendimientos encontrados señalan que la mejor época de siembra de fríjol "Cargamanto" en relevo con maíz en el Oriente Antioqueño es la del mes de abril, cuyos rendimientos son de 1.428 kg/ha. Siguen las siembras de agosto con 992, octubre con 853 y junio con 799 kg/ha, aunque según la Prueba de Duncan (Tabla 2) no hay diferencias estadísticas entre estas tres épocas. Finalmente, las peores épocas fueron diciembre y febrero con 820 y 811 kg/ha, respectivamente.

Idénticos resultados encontraron Díaz et al. (3) en el sentido de que en el Oriente Antioqueño, los mejores rendimientos para fríjol voluble tipo "Cargamanto" se obtienen con siembras en el primer semestre, y que desde el punto de vista de la rentabilidad, la mejor se alcanzó con el sistema maíz en relevo con fríjol voluble. En cuanto al tutor utilizado, (genotipos de maíz) no hay efectos significativos en los rendimientos del fríjol desde el punto de vista estadístico (Tabla 3), lo cual puede deberse a que los tutores se doblaron a una altura aproximada de 1.20 m formando una espaldera, como se acostumbra en la región. Posiblemente a ello se debe la diferencia encontrada con los datos reportados por Edje (6), al utilizar tutores de 1, 2, 3 y 4 metros de altura para un fríjol voluble agresivo Tipo IV, en donde la diferencia en el rendimiento de semilla se atribuyó a la diferencia de altura de las espalderas utilizadas, cuyo coeficiente de correlación fue de 0.91.

Se destaca, pues, que los rendimientos de fríjol en el caso del Oriente Antioqueño se pueden duplicar con el factor época de siembra (611 a 1.428 kg/ha). Concuerdan estos datos con los encontrados en el Brasil por Pereira et al.(11), al evaluar durante 7 años, 5 épocas de siembra de fríjol entre el 15 de enero y el 15 de marzo; ellos concluyeron que las dos últimas semanas de enero eran la mejor época y que el factor época de siembra podría duplicar los rendimientos.

Es de anotar que según las estadísticas de precipitación en el Oriente Antioqueño, ésta no es limitante para la época de siembra, puesto que se presentan lluvias en cantidades variables en todos los meses del año. Esta situación contrasta con los resultados reportados por Karel (9) quien, al evaluar 6 épocas de siembra comenzando el 7 de abril de 1982, llegó a la conclusión general de que la mejor época para la siembra de fríjol está dentro de los 15 días de iniciadas las lluvias (segunda y tercera semana de abril); para éste caso sí fue un factor limitante.

Con respecto a los rendimientos bajos para las otras épocas de siembra, febrero o diciembre, no puede hablarse de estrés de humedad que fuera a afectar al fríjol ni en la época de siembra, ni en la época reproductiva que es la fase más sensible, según Ageeb (2) o Robins y Domingo (14), quienes afirman que períodos de sequía 15 días antes de la maduración reducen los rendimientos, ya que en ninguno de los casos hubo déficit de agua, pues las condiciones de humedad fueron muy buenas para el desarrollo de los cul-

tivos correspondientes a cada una de las épocas de siembra, como puede deducirse de la distribución de lluvias que se aprecia en la Figura 1 y de los análisis que sobre aspectos climáticos hace Rivera (12).

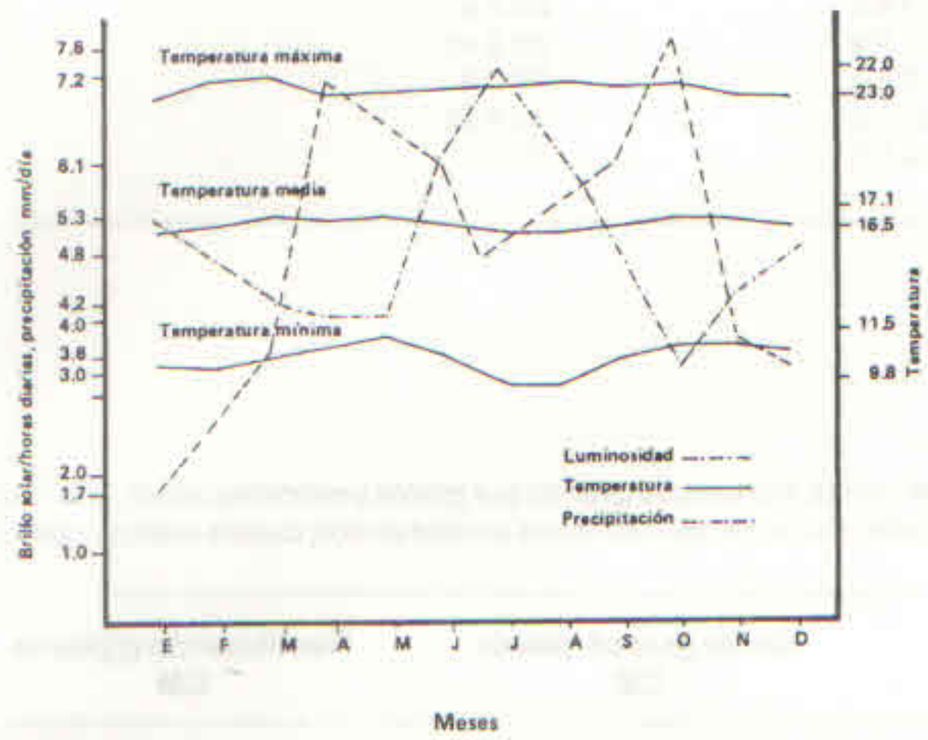

FIGURA 1. Variaciones por día/mes de la precipitación, temperatura y brillo solar durante los años 1977 a 1980 en el CRI "La Selva".

Lo anterior hace pensar en otros factores, verbigracia la luminosidad, que tal como lo estableció Rivera (12) en el caso del maíz, influye sobre la época de floración femenina y ésta a su vez en los rendimientos, o como lo determinaron Ishag et al (8) con relación a la temperatura alta del aire, la cual incide en los bajos rendimientos del fríjol, al aumentar la tasa de mortalidad de las plantas. Son pues dos factores que conviene tener en cuenta en posteriores estudios.

En cuanto a componentes de rendimiento, Díaz (5), en México, estudiando variedades de fríjol de semiguía, encontró que el rendimiento está correlacionado positiva y significativamente con la materia seca total de la planta, el área foliar, el número de vainas por planta, semillas por vaina y tamaño de las semillas.

En el presente estudio se analizaron el número de vainas, el número de granos por planta y el rendimiento por planta, con base en 6 plantas/parcela (Tabla 4). Los valores más altos correspondieron, para todas las variables estudiadas, a las siembras del mes de abril. Los análisis de varianza respectiva (Tabla 5) indican que en los componentes de rendimientos analizados hubo diferencia significativa para las épocas analizadas en 2 años consecutivos. Algo similar encontró Ageeb (2) en Sudán, en donde la fecha de siembra tuvo un efecto significativo sobre el número de vainas/planta, el peso de 100 semillas y la altura de la planta. Así mismo, Acevedo (1), al estudiar los factores climáticos en el cultivo de fríjol asociado con maíz, concluye que las épocas afectan el peso seco de semillas/planta, el peso seco de vaina/planta y el número de semillas/vaina. Leal y otros (10), al evaluar en 1977 el comportamiento de 10 cultivares de frijol en 4 épocas de siembra a intervalos de 15 días en el Distrito de Ouro Preto, Brasil, observaron que los componentes de rendimiento tendieron a disminuir cuando se sembró el fríjol en las épocas de menor precipitación; para éste, la mejor época de siembra fue abril.

Teniendo en cuenta que el sistema de cultivo del maíz en relevo con fríjol voluble debe considerarse en forma integral y que, dadas las condiciones climáticas del Oriente Antioqueño, ambas especies pueden sembrarse durante todo el año, es necesario analizar las épocas, no sólo desde el punto de vista de optimización de los rendimientos de cada especie en particular, sino mirando el aspecto económico en su conjunto.

Según Rivera y Díaz (13), la mejor época para siembra de maíz tanto por rendimiento como para usarse como tutor, es el mes de marzo para hacer el relevo cuando el cultivo haya alcanzado su madurez fisiológica, la cual según Díaz y Rivera (4) ocurre aproximadamente en agosto-septiembre. Para la siembra de fríjol "Cargamanto" la mejor época es abril y, en segunda opción, agosto, según los datos de este estudio (Tablas 2 y 4).

El sistema de siembra del maíz en marzo y el relevo de fríjol en agosto maximiza los rendimientos del maíz. El sistema de siembra de maíz en septiembre y relevo de fríjol en abril minimiza la producción de maíz y maximiza la de fríjol, con el agravante de que las condiciones del tutor son malas, siendo necesario reforzar con estacas de madera, que son de alto costo.

La relación de precios en el mercado de fríjol-maíz es de 3.5 a 1. Con base en los anteriores planteamientos, puede pensarse en futuros estudios de factibilidad para el relevo o para tutoreo con estacas o espalderas, de manera que sirvan para varias cosechas.

TABLA 4. Componentes de rendimiento por planta para seis épocas de siembra del fríjol voluble variedad "Cargamanto", en dos años consecutivos.

Epoca siembra del Fríjol	No. de Vainas	No. de Granos	Rendimiento (g)
Octubre	14.86 b	69.8 ab	37.4 bc
Diciembre	10.68 a	54.6 a	26.5 a
Febrero	14.29 b	63.9 a	28.8 ab
Abril	21.09 c	115.8 c	59.7 d
Junio	13.88 ab	67.2 a	28.4 ab
Agosto	16.83 b	85.9 b	43.8 c

Prueba de Duncan, 5%; letras iguales no hay significancia.

TABLA 5. Análisis de variancia, combinado para dos años, del número de vainas, número de granos por planta y rendimiento en granos por planta, del fríjol "Cargamanto" sembrado en seis épocas, durante dos años consecutivos en relevo con cuatro maíces como tutores.

Fuentes de variación	G.L.	No. de vainas CM	No. de granos/planta CM	Rendimiento g/planta CM
Repeticiones/años	4	575.75	15.689.80	0.0052
Años	1	2575.56	98230.00	0.0314
Tutores	3	397.73	36.924.28	0.0122
Años x Tutores	3	279.97	6.759.10	0.0007
Error (a)	12	770.24	20.458.43	0.0058
Epocas de relevo	5	10456.75 **	415.341.91	0.1398 **
Años x épocas de relevo	5	7382.01 **	257.620.03	0.0975 **
Tutores x épocas de relevo	15	332.40	12.877.03	0.0032
Años x tutores x épocas de relevo	15	457.90	10.234.89	0.0033
Error (b)	80	681.12	19.657.43	0.0062
Total	143	1200.69	40.710.65	
C.V. (a) %		30.30	33.16	33.85
(b) %		28.49	32.51	34.99

** Significancia al 1%.

CONCLUSIONES

En el caso del Oriente Antioqueño y de acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento, la mejor época para la siembra de frijol voluble "Cargamanto" en relevo con maiz es el mes de abril, caso en el cual este cultivo debe ser sembrado en el período octubre a noviembre; esta alternativa permite asegurar un tutor para la mejor época de siembra de fríjol, en caso de no poderla efectuar en el mes de abril; otra época apropiada y bastante generalizada es la del mes de agosto, caso para el cual el maíz debe sembrarse entre febrero y abril, período que según Rivera y Díaz (13), es el más indicado para sembrar dicho cultivo, tanto para efectos de rendimiento, como para las características del tallo y soporte del fríjol.

Si como se ha venido discutiendo, la caña del maiz para relevo sirve de tutor y no hay efecto del tipo de maiz utilizado sobre los rendimientos del frijol, es de suponerse que para el frijol monocultivo con cualquier clase de tutor, el efecto de la época de siembra sea el mismo que ya se analizó en párrafos anteriores. De otra manera, queda la alternativa de que en siembras de monocultivo puede el agricultor pensar en sembrar en ambos semestres, teniendo en cuenta que la mejor época para hacerlo es la del mes de abril.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Acevedo, S.F.J.** 1975. Influencia de la radiación solar y otros componentes del microclima sobre el cultivo del fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con maíz (*Zea mays*). Tesis de M.S. Turrialba, Univ. de Costa Rica. 1975.

2. **Ageeb, O.A.A.** 1981. Fiel beans. *En*: Ed.-Damer, Sudán, Hudeiba Research Station Annual Report 1976-1977. Ed.-Damer pp. 10-12. Ing.

3. **Díaz, A.C.; Ríos, B., M.J.; Rivera G., J.A.** 1983. Evaluación de diferentes arreglos en el sistema de siembra maíz-fríjol en términos de productividad y rendimiento económico en el Oriente Antioqueño. Revista ICA. Vol. 18, 251-259.

4. **Díaz, A.C.; Rivera G., J.A.** 1976. Caracterización de genotipos de maíz. I -Madurez fisiológica y duración del período de llenado del grano. *En*: VIII Reunión de Maiceros de la Zona Andina. Guayaquil, Ecuador. pp. 148-158.

5. **Díaz, M.F.** 1974. Estudio preliminar sobre algunos componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis M.S. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Postgraduados. 127 p.

6. **Edje, O.T.** 1984. Effects of trellis height on seed yield and quality of dry beans. Bean Improvement Cooperative. Annual Report. 27:142-144.

7. **Garcia M., Susana.** 1978. Principios básicos de la asociación de cultivos. Curso de Fríjol. CIAT. Junio 1978. Mimeografiado. 8 p.

8. **Ishag, H.M.; Ayoub, A.T.** 1974. Effect of sowing date and soil type on yield, yield components an survival of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *En*: Resúmenes Analíticos sobre Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT. Vol. IV: 75. Diciembre 1979.

9. **Karel, A.K.** 1982. Investigations on the effect of time of planting on insect pests and yield of common beans. *Phaseolus vulgaris* L. *En*: Resúmenes Analíticos sobre Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Vol. IX (3); p. 25. Diciembre 1984.

10. **Leal, E.C.; Oliveira, M.A.S.; Raposo, J.A.** 1979. Competicao de cultivares de feijao (*Phaseolus*) en diferentes épocas de plantio. *En*: Resúmenes Analíticos sobre Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT. Vol. (1):39. Abril 1985.

11. **Pereira, J.; Vieira, I.F.; Guazzelli, R.J.** 1974. Epoca de planteo feijai (*Phaseolus vulgaris* L.). *En*: Resúmenes Analíticos sobre Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT. Vol. VIII(30):31 p. Diciembre 1983.

12. **Rivera G., J.A.** 1984. Efecto de la luz, la precipitación y la temperatura sobre los rendimientos del maíz (*Zea mays* L.). *En*: XI Reunión de Maiceros de la Zona Andina y II Latinoamericana del Maíz. pp. 303-328. Palmira-Colombia. Diciembre 2-7 de 1984.

13. **Rivera G., J.A.; Díaz A., C.** 1983. Efecto de la época de siembra en el comportamiento de cuatro maíces adaptados a los climas fríos moderados de Colombia. *En*: X Reunión de Especialistas en Maíz de la Zona Andina. Abril 1983. Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.

14. **Robins, J.S.; Domingo, C.E.** 1956. Moisture deficit in relations to the growth and development of dry beans. Agron. J. 48:67-70.