



# Resultados de las investigaciones en maíz-fríjol

## Introducción

**H**ASTA principio de los años 70, el Programa de Maíz, del C.R.I. La Selva, y en general el de todo el país, orientaba sus investigaciones hacia la obtención de genotipos mejorados para monocultivo.

Ante la necesidad sentida por los agricultores, conocida a través del Programa de Desarrollo Rural del Oriente Antioqueño, se creó la gran inquietud para que el Programa de Maíz ampliara sus trabajos al campo de los cultivos múltiples, principalmente a las asociaciones de maíz y de frijol; para ello se requería inicialmente la obtención de genotipos de tallos resistentes capaces de sostener la carga en el relevo con frijol voluble del tipo "Cargamanto". A partir de ese entonces, se han realizado investigaciones para las diferentes modalidades del cultivo maíz-fríjol.

A continuación se reportan, en forma muy concisa, tanto resultados ya publicados como otros que están en proceso de publicación. Al final del presente documento se relacionan las referencias bibliográficas correspondientes a cada uno de los resúmenes presentados en el texto.

1. Genotipos de maíz aptos para la asociación y relevo con frijol, y época de relevo según la maduración fisiológica. (Refs. 1,2,3,9,12).

Los maíces mejorados para el clima frío moderado han sido producidos teniendo en cuenta no sólo su capacidad productiva sino sus características agronómicas aptas para la asociación y el relevo con frijol. Asimismo, se hacen los estudios fisiológicos para determinar su maduración fisiológica y la época más adecuada de relevo.

Los tres maíces comerciales actuales son:

**ICA V.402**, adaptada para altitudes entre 2.000 y 2.450 m. Fue seleccionada de la Raza Montaña. Es amarilla. Su planta es muy alta y su tallo es muy fuerte y con abundantes raíces nodales que con buenas prácticas agronómicas puede durar en pie por más de un año, cubriendo todo el tiempo que dura el sistema de relevo con frijol voluble. La maduración fisiológica se presenta a los 195 días, por lo que la siembra del frijol para el relevo puede hacerse a partir de los 175 días después de la siembra.

**ICA H.403**. Híbrido varietal amarilló, de alto rendimiento. Planta alta y tallo resistente a la carga de frijol. Es adaptado principalmente a la zona marginal cafete-

*Cargo:* Programa Nacional de Maíz para el Clima Frío Moderado. Jefe Seccional. Centro Regional de Investigación La Selva. Apartado Aéreo 100. Rionegro. Antioquia. Colombia.

*Ingeniero Agrónomo, 1962. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.*

*Maestro en Ciencias, 1970. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México.*

*Especialidad: Genética y Fitomejoramiento.*

*Experiencia: 26 años.*

*Genotipos de maíz liberados: Once para la Zona Andina: tres en Clima Medio, ocho en Clima Frío Moderado y Frío, para cultivo puro y para asociación y relevo con otras especies, y uno para el Caribe.*

*Bibliografía: Ha escrito 54 artículos científicos, técnicos y divulgativos.*

*Congresos: Ha asistido a 15 congresos, reuniones, seminarios y simposios en varios países de América.*

*Profesor de Genética General, Fitomejoramiento, Cultivos, en la Universidad de Córdoba, Universidad Nacional de Medellín, Instituto Politécnico Colombiano.*

*Cargos técnicos: Ha sido Jefe de las Seccionales de Maíz en Tibaitatá (Bogotá), La Selva (Rionegro, Antioquia), Tulio Ospina (Medellín), Turipaná (Montería). Actualmente en La Selva. Varias veces encargado de la Coordinación del Programa.*

*Cargos técnicos administrativos: Ha sido Director Regional de Investigación, Director Regional (E) de Desarrollo Agrícola, Director del C.R.I. La Selva, Director (E) E.E. Tulio Ospina.*



ra y clima frío moderado en altitudes entre 1.800 y 2.200 metros. La maduración fisiológica se presenta a los 186 días post-siembra, por lo cual debe relevarse a partir de los 160 días post-siembra.

ICA V.453. Variedad blanca, de alto rendimiento y mazorca muy grande. Sus plantas son altas y vigorosas. Su adaptación está entre 2.000 y 2.400 m.s.n.m. La maduración fisiológica se presenta a los 185 días después de la siembra, por lo que debe relevarse a partir de los 160 días. Si a ICA H.403 e ICA V.453 se les retrasa mucho la época de siembra del relevo, puede presentarse volcamiento posterior por la carga del mismo relevo.

2. Prácticas agronómicas para el relevo maíz-frijol voluble.

**Epocas de siembra para maíz relevo frijol.** (Ref. 9,11)

Entre los años 1979 y 1981 se hizo el estudio sobre épocas de siembra en maíz y frijol voluble variedad "Cargamanto". Los maíces utilizados fueron ICA V.453, ICA V.402 (Montaña Mejorada), Diacol H.401 y Montaña Amarillo (variedad regional). Los maíces se sembraron cada dos meses a mediados de febrero, abril, junio, agosto y octubre durante tres años consecutivos. El frijol en agosto, octubre, diciembre, febrero, abril y junio, durante dos años consecutivos. Los resultados mostraron:

- Tanto para maíz como para frijol, hay grandes diferencias en rendimiento según las épocas de siembra. Asimismo, los componentes de rendimiento se modifican sustancialmente. En maíz, el desarrollo vegetativo varía según la época.

- La mejor época para sembrar maíz monocultivo y/o con fines de relevo utilizando genotipos de 6 1/2 a 9 meses de período vegetativo es en febrero-marzo, teniendo como límite mediados de abril.

Para frijol voluble tipo "Cargamanto", la mejor época de siembra para monocultivo es abril y como relevo agosto-septiembre.

**El aporque como práctica cultural en maíz relevo frijol voluble** (Ref. 6).

Los experimentos se realizaron en los años 1981 y 1982.

Se utilizaron los genotipos de maíz ICA V.402, ICA V.453, Diacol H. 401 y Montaña Regional y el frijol ICA Viboral ("Cargamanto").

\* El aporque se realizó al maíz a los 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra, utilizando como testigo el "no

*Se han realizado investigaciones para obtener maíces con tallos capaces de sostener la carga del frijol "Cargamanto".*



aporque". El frijol se relevó aproximadamente 165 días después de la siembra del maíz.

Los resultados indicaron que el aporque al maíz no incide sobre los rendimientos de éste ni de la leguminosa, pero sí influye sobre el volcamiento del maíz tanto en monocultivo como para su utilización en relevo con frijol voluble y, para evitarlo, debe realizarse aproximadamente a partir de los 65 días post-germinación.

**Control químico de malezas en Maíz x = Frijol.** (Ref. 13).

Se están realizando investigaciones para determinar el mejor y más eficiente control de malezas en maíz monocultivo (para relevo) y asociado con frijol voluble.

Las variedades utilizadas son maíz ICA V.453 y frijol ICA Viboral. Los herbicidas son: para maíz (o): Atrazina, Linuron, Alaclor, Pendimetalina y mezclas de ellos. Para maíz asociado: Linuron, Metribuzina, Prometina, Alaclor, Metolaclor, Pendimetalina y mezclas.

Los resultados iniciales (aún no concluyentes) indican como promisorios los siguientes:

Maíz Monocultivo: Atrazina + Linuron (1,5 + 1,0) kg/ha, Atrazina + Metolaclor 1,5 + 1,5) kg/ha. Ambos en preemergencia.

Maíz x Frijol: Alaclor (2,5 kg/ha); Linuron (2,0 kg/ha); Linuron + Metribuzina + Pendimetalina (1,0 + 0,3 + 1,5 kg/ha); Prometina + Metolaclor (1,5 + 1,5 kg/ha).

**Evaluación de cinco sistemas de labranza.** (Ref. 13).

Se encuentran en proceso estudios sobre cinco diferentes modalidades de labranza para tratar de disminuir costos y riesgos por excesivo laboreo del suelo.

Se utilizan el maíz ICA V.402 y el frijol ICA Viboral, en tres sistemas de cultivo: Maíz Monocultivo (T1), Asociado (T2) y en Relevo (T3).

Hasta el momento, los resultados están indicando como mejores tratamientos (L.1, T3) y (L.2, T3).

3. Competencia interespecífica en maíz-frijol. (Ref. 5).

Se midió el efecto de la competencia entre el maíz ICA V.402 y los frijoles ICA Viboral (voluble) y Diacol Catio (arbusivo) bajo los sistemas de asociación, relevo e intercalamiento. Los resultados indican:

ICA V.402, cuando se cultivó asociado con frijol voluble disminuyó su producción en 15%; y cuando simultáneamente se asoció con voluble e intercaló con arbusivo disminuyó 16%.

ICA V.402 asociado o intercalado con Diacol Catio no disminuyó su producción.

ICA Viboral y Diacol Catio mermaron la producción de grano, en 63% y 45% respectivamente, cuando se les asoció e intercaló con ICA V.402.

ICA Viboral sufrió reducción en la producción en 68% cuando se asoció con maíz y simultáneamente se intercaló con Diacol Catio.

ICA Viboral no sufrió pérdidas cuando se relevó con maíz, se relevó e intercaló con Diacol Catio.

Diacol Catio, no redujo el rendimiento cuando se intercaló con ICA Viboral.

Ambos frijoles rindieron menos en el segundo semestre que en el primero, con reducciones del 82% y 35% para Diacol Catio e ICA Viboral, respectivamente.

**4. Evaluación de diferentes arreglos maíz x = // frijol en términos económicos. (Ref. 4).**

Estudios económicos para ver la rentabilidad de la siembra en asociación y relevo, en el cual se incluyeron desde monocultivos de maíz y frijoles voluble y arbustivo hasta siembras que comprendían cinco cosechas en el año así: maíz asociado con frijol voluble intercalado con arbustivo (una cosecha de maíz, dos de frijol voluble y dos de frijol arbustivo). La combinación de mejor rendimiento por peso invertido fue maíz relevo frijol voluble y en segundo lugar maíz intercalado frijol arbustivo, relevado con frijol voluble.

**5. Determinación de variedades de maíz y frijol voluble más eficientes para la asociación. (Ref. 7)**

Se utilizaron siete maíces y siete frijoles, unos adaptados, otros no, a las condiciones del C.R.I. La Selva así:

Maíces: ICA V.453, ICA V.402, Regional, todos adaptados; MB.442, medianamente adaptado y MB.58, MB.512 e ICA V.507 desadaptados.

Frijoles: ICA Viboral, Cargamanto agricultor, Cargamanto selección 71 y Radical, adaptados. Líneas 32980, 32983 y la variedad Mortiño, desadaptados. Se asociaron todos con todos y también se evaluaron los monocultivos para los 14 genotipos.

Se determinaron como las mejores combinaciones para asociación, por los altos rendimientos y características en esa modalidad de cultivo: ICA V.453 x Radical e ICA V.453 x ICA Viboral. En estas combinaciones ICA V.453 redujo sus rendimientos en relación con los respectivos monocultivos en 8%, Radical en 54% e ICA Viboral en 53%.

En general se encontró que maíces bien adaptados y de plantas vigorosas

TIPO DE LABRANZA	L.0 (conven- cional)	L.1	L.2	L.3	L.4
Arada	X				
Rastrillada o rotavitiada	X	X			
Siembra a chuzo		X	X	X	X
Siembra en la base del caballón de la cosecha anterior			X	X	
Siembra con azadón	X				
Fertilización en corona	X				
Fertilización a chuzo		X	X	X	X
Control manual de malezas	X				
Control químico de malezas		X	X	X	X
Aporque	X	X			
No aporque				X	X
Aporque del caballón anterior			X		
Siembra sin labranza					X

aniquilan a frijoles poco agresivos y/o desadaptados. Frijoles agresivos, de mucho follaje, agobian a maíces débiles y/o poco adaptados ocasionando mucho vuelco y pésimos rendimientos en maíz.

Se requiere pues un buen equilibrio de competencia interespecífica como el encontrado con las combinaciones antes descritas.

**6. Mejoramiento simultáneo de maíz y frijol asociados para optimizar rendimientos y disminuir competencia. (Ref. 10).**

Como consecuencia de las evaluaciones de diferentes genotipos de maíz y frijol asociados, anteriormente descritos, se realizó un estudio sobre selección simultánea en las dos especies. Hasta el momento se han obtenido cuatro ciclos de selección masal tanto en maíz ICA V.453 como en los frijoles Radical e ICA Viboral.

Las evaluaciones realizadas durante tres años consecutivos han mostrado la efectividad en la selección en las dos especies así:

- a) ICA V.453 seleccionada en asociación y sembrada en monocultivo aumentó los rendimientos en 10% (ciclo 3) en comparación con el maíz no seleccionado.
- b) Frijol Radical, seleccionado bajo asociación y evaluado en monocultivo aumentó los rendimientos en 13% (ciclo 1) en comparación con el frijol no se-

leccionado. ICA Viboral sólo aumentó sus rendimientos en 4% (ciclo 2).

- c) Cuando se sembraron el maíz y el frijol seleccionados simultáneamente en asociación, y se compararon con la siembra asociada pero no seleccionada se obtuvieron también resultados positivos así:

ICA V.453 C3 x Radical C1, rindieron 11% y 28% más que ICA V.453 CO x Radical CO (sin selección), respectivamente.

ICA V.453 C4 x ICA Viboral C3, rindió 18% y 24% más que ICA V.453 CO x ICA Viboral CO (sin selección) respectivamente.

- d) Se deduce entonces que, seleccionando simultáneamente las dos especies, se aumentan los rendimientos en monocultivo y se disminuyen las pérdidas en la asociación por competitividad específica.

**Bibliografía**

1. Díaz A., C.; Rivera G., J.A. 1976. Caracterización de genotipos de maíz. I. Madurez fisiológica y duración del período de llenado del grano. VIII Reunión de Maiceros de la Zona Andina. Guayaquil, Ecuador. Octubre 1976.
2. Díaz A., C.; Rivera G., J.A. 1978. Caracterización de genotipos de maíz. II. Acumulación de materia seca y determinación del índice de cosecha en maíces adaptados a las zonas frías moderadas de Antioquia. Revista ICA. 13: 21-32.

3. Díaz A., C.; Rivera G., J.A. 1980. ICA V.402. Primera variedad mejorada de maíz Montaña Amarillo para zonas frías moderadas colombianas. ICA. Plegable de Divulgación N° 153. Agosto de 1980.
4. Díaz A., C.; Rivera G., J.A.; Ríos B., M.J. 1983. Evaluación de diferentes arreglos en el sistema de siembra Maíz-Frijol en el Oriente Antioqueño. Instituto Colombiano Agropecuario. Revista ICA. 18: 251-259.
5. Díaz A., C.; Rivera G., J.A.; Ríos B., M.J. 1988. Efecto de la competencia en el sistema de siembra Maíz/Frijol. 18p. (Aprobada para publicación en Revista ICA).
6. Rivera G., J.A.; Pérez V., J.C. 1988. El aporque como práctica de cultivo en maíz (*Zea mays*) monocultivo y en relevo con frijol voluble (*Phaseolus vulgaris*). 25p. Aprobada para publicación en Revista ICA.
7. Rivera G., J.A. 1981. Reporte de resultados sobre el comportamiento de maíz y frijol voluble sembrados en asocio durante 1979 y 1980. En informe de las realizaciones del Programa de Maíz del C.R.I. La Selva 1981. Apéndice 9p.
8. Rivera G., J.A.; Díaz A., C. 1977. ICA V.453 Variedad sintética de maíz para zonas frías moderadas. Plegable Divulgativo ICA. Código 04-4.3- 126-77.
9. Rivera G., J.A.; Díaz A., C. 1982. Efecto de las épocas de siembra en el comportamiento de cuatro maíces adaptados a los climas fríos moderados de Colombia. X Reunión de Especialistas en Maíz de la Zona Andina. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia 1983. p. 121-133.
10. Rivera G., J.A.; Pérez V., J.C.; Arboleda R., F. 1988. Asociación Maíz-Frijol. Selección Simultánea en maíz ICA V.453 y los

**Seleccionando simultáneamente el maíz y el frijol, se aumentan los rendimientos en monocultivo y se disminuyen las pérdidas en la asociación por competitividad específica.**



fríjoles volubles ICA Viboral y Radical. Informe Anual de Maíz 1987. C.R.I. La Selva. pp. 31- 36.

11. Rivera G., J.A.; Ríos B., M.J.; Pérez V., J.C. 1986. Epocas de siembra para frijol voluble (*Phaseolus vulgaris*) "Cargamanto" en relevo con maíz (*Zea mays*) en el Oriente Antioqueño. 20 p. (Aprobada para publicación en Revista ICA).
12. Rivera G., J.A.; Arboleda R., F.; Pérez V.,

J.C. 1987. ICA H.403 Híbrido varietal amarillo para clima frío moderado. Plegable Divulgativo ICA N° 208. Código 04-4.3-208-87.

13. Rivera G., J.A.; Pérez V., J.C. 1988. Control químico de malezas en maíz (o), Maíz x Frijol y sistemas de labranza para maíz (o), Maíz x Frijol y Maíz = Frijol. Informe de las realizaciones del Programa de Maíz del C.R.I. La Selva durante 1988. (En proceso).

## HISTORIA DE LA INVESTIGACION DEL MAIZ EN COLOMBIA

(Viene de pág 59)

### Segunda Epoca Cooperación Internacional, 1950-1962 (Continuación)

Como se puede ver, aquí se empezó a pensar en un Banco de Germoplasma que acogiera todas las colecciones nacionales y extranjeras, anteriores y posteriores a 1950.

También pensando en los maíces mejorados anteriores (Tabla 1) y en los futuros, hubo necesidad de establecer una nomenclatura que fijase, en la mente de los agricultores principalmente, el esfuerzo investigativo. Aquí nació el nombre de RO-COL (Rockefeller-Colombia) precedido por una numeración acorde con la altitud de adaptación de los maíces generados en los cinco Centros Básicos mencionados.

#### Período 1950-1952

Durante 1950 y 1951 se desarrollaron los primeros maíces mejorados resultantes del convenio. Ellos fueron Rocol V.1 en Montería, Rocol V. 101 en Palmira y Rocol H.201 en Medellín (Tabla 4) (Ver página 140).

Entre 1951 y 1952 se dio especial énfasis a los trabajos en Montería, Palmira y Medellín y, muy significativamente para el

país maicero, se hizo el primer aumento de semilla, y su posterior distribución a los agricultores, de Rocol V.1 para el Sinú, Palmira V.1 y V.2 para el Valle del Cauca y Rocol V.101 para el Valle del Cauca y el del Patía. Aquí vale la pena acotar que en el Patía aún hoy en día se conoce un maíz regional con el nombre de "Ropol". También se llevó el Rocol V.101 para el Valle del Tolima en Armero en donde se aumentó en 5 ha y se distribuyó toda la semilla producida (Anónimo, sf).

Entre 1952 y 1953, se produjeron los primeros híbridos dobles, o de cuatro líneas, en Colombia. Ello fue en Medellín, con el Rocol H.202 y el Rocol H.203 para los climas medios del país.

1952 fue significativo para el Programa por la iniciación de sus investigaciones en clima frío. La Fundación Hospital San Carlos y la Fundación Rockefeller, compraron las Haciendas El Rubí y El Sosiego, cerca de Funza, Cundinamarca. La OIE empezó a administrarlas, bajo el nombre de "Tibaitatá" \*, y nació el Programa de Maíz para "tierra fría" (2.300 metros o

(Pasa a pág. 67)

\* Conformación de varios vocablos chibchas: ti-ba-ita-la. Su significado podría ser "Manejo de cultivo bajo control manual". (Varona, 1957. Dirección Tibaitatá. Información personal).