

## EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROYA (*UROMYCES PHASEOLI* (PERS.) WINT VAR. *TYPICA* ARTH) EN 25 VARIEDADES DE FRIJOL COMÚN *PHASEOLUS VULGARIS* L.

Alexander Bernal Cabrera,<sup>1</sup> Aliany Cuevas Abreu,<sup>2</sup> Edilio Quintero Fernández,<sup>1</sup> Reinaldo Quiñones Ramos,<sup>2</sup> Manuel Díaz Castellanos<sup>2</sup>, Orlando Saucedo Castillo<sup>1</sup> e Idalia Herrera OFarril<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Central de Las Villas. Centro de Investigaciones Agropecuarias. Carretera a Camajuaní Km 5½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, alexanderbc@uclv.edu.cu

<sup>2</sup> Universidad Central de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carretera a Camajuaní Km 5½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

### RESUMEN

La roya del frijol común (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth.) es considerada uno de los problemas más importantes que afectan la producción del cultivo en Latinoamérica y el trópico en general. Con el objetivo de evaluar la resistencia de 25 variedades comerciales de frijol común a la infección por este agente patógeno y comparar sus respuestas mediante el empleo de la metodología de evaluación, informada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia en 1979, se desarrolló un experimento en la Estación Experimental Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas, en el período comprendido de enero a abril de 2011, sobre un suelo pardo mullido, para lo que se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las evaluaciones se realizaron a partir del inicio de los síntomas de la enfermedad con una frecuencia semanal en 15 plantas seleccionadas al azar por variedad de los dos surcos centrales. Los resultados evidenciaron diferencias en la respuesta de las variedades comerciales ante la roya del frijol, así como se encontraron variedades susceptibles y resistentes a la infección por este hongo fitopatógeno. Además, se clasificó la variedad Guamá 23 como inmune a la infección por *Uromyces phaseoli* var. *typica*. Este trabajo constituye una herramienta para los futuros programas de mejoramiento genético del cultivo del frijol común en Cuba.

Palabras claves: *Phaseolus vulgaris*, roya, frijol común, resistencia, variedad

### ABSTRACT

Common bean rust (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth.) is considered one of the most important diseases that affect the crop production in Latin America and the tropics in general. The objective of this work was to assess the response of common bean commercial varieties to this pathogen infection, as well as to compare their reaction using the methodology informed in 1979 by the Colombian International Center of Tropical Agriculture. These experiments were developed in the Agricultural Experimental Station belonging to the Agricultural Sciences Faculty of Las Villas Central University, in the period between January to April 2011 on a brown soil in a design of random blocks with three repetitions. The evaluations were carried out weekly starting from the beginning of disease symptoms in 15 plants for variety in two central rows. Results evidenced differences in the response of commercial varieties as well as a different behaviour to the infection for this phytopathogen fungus. Varieties Guamá 23 and CIAP 24 were classified as resistant to the infection for *Uromyces phaseoli* var. *typica*. This work constitutes a fundamental tool for future programs on genetic improvement of common bean cultivation in Cuba.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, rust, common bean, resistance, variety

### INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), de origen americano, económicamente es el cultivo más importante en el mundo, y ocupa más del 80 % de la superficie sembrada con este género [Singh y Voyset, 1997]. Su mayor área de producción se concentra en América Latina, donde se localiza cerca del 45 % de la producción

mundial, y representa, además, la región de mayor consumo del grano [Morales, 2000]. Esta leguminosa es muy rica en proteínas, fibras naturales y otros elementos, y es un buen complemento de los cereales y otras fuentes principales de carbohidratos [Paredes et al., 2006; León et al., 2008].

Entre las principales enfermedades fúngicas que ataca al frijol se encuentra la roya, la cual es causada por el hongo fitopatógeno *Uromyces phaseoli* (Pers) Wint. var. *typica* Arthur [González, 1988]. Su incidencia abarca todo el territorio nacional y se produce de noviembre a febrero, y son diciembre y enero los meses de mayor de incidencia. Por esta razón las siembras tempranas evaden la enfermedad, pero las que se realizan de noviembre a enero son severamente afectadas [Quintero *et al.*, 2004].

Por todo lo anteriormente mencionado, disponer de un método de evaluación y selección de variedades resistentes a la infección por *U. phaseoli* sería de gran utilidad como complemento para los programas de mejoramiento genético del cultivo a esta importante enfermedad, y así poder llevar a cada ambiente particular las variedades de mejor adaptación.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta de 25 variedades comerciales de frijol común ante el agente causal de la roya.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental Agrícola Álvaro Barba Machado, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, sobre un suelo pardo mullido [Hernández *et al.*, 1999], en el período comprendido entre enero y abril de 2011. Se estudió el grado de resistencia de 25 variedades de frijol común, registradas en la lista oficial de variedades comerciales [Minag, 2009] (Tabla 1), a la infección por *Uromyces phaseoli* var. *typica* sembradas en la época tardía (enero-febrero), según Quintero (2000), para lo que se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, en parcelas de cuatro sucros de 0,45 m y 4 m de largo, con un área de 7,2 m<sup>2</sup>.

**Tabla 1. Variedades comerciales de frijol utilizadas en los estudios**

|                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| CIAP 24 (C1)              | Guamá 23 (C17)             |
| BAT 304 (C2)              | BAT 832 (C18)              |
| Delicias 364 (C3)         | Mulangri 112 (C19)         |
| Cuba Cueto 25-9B (C4)     | Rosas (C20)                |
| BAT 58 (Tazumal) (C5)     | Wacute (C21)               |
| BAT 93 (Engañador) (C8)   | Hatuey 24 (C22)            |
| Holguín 518 (C9)          | Bolita 42 (C23)            |
| BAT 482 (Chévere) (C10)   | CIAP 7247 (C24)            |
| Cuba Cueto 25-9R (C11)    | Milagro Villaclareño (C25) |
| Red Kloud (C12)           | Lengua de fuego (C26)      |
| INIVIT Punti blanco (C14) | Güira 89 (C27)             |
| Velasco Largo (C15)       | ICA Pijao (C30)            |
| Cuba Cueto 25-9N (C16)    |                            |

La preparación del suelo se realizó mediante el método tradicional y el surcado se hizo con tracción animal. Se utilizó semilla básica. En todos los casos la siembra se realizó el 13 de enero. Las atenciones culturales consistieron en labores de control mecánico de malezas y tres riegos por aspersión. No se aplicó fertilización con productos químicos, y la infección se produjo de forma natural en el campo. El inicio de los síntomas coincidió con la etapa fenológica de floración, la cual varió para cada variedad.

Los muestreos se realizaron semanalmente en 15 plantas tomadas al azar de los dos surcos centrales de cada

variedad hasta el llenado de las vainas (setenta días). Para las evaluaciones se utilizó la metodología propuesta por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (1979), la cual toma como criterio la intensidad de la infección, expresada como el porcentaje del área foliar cubierta por manchas necróticas o pústulas esporulantes. Esta se calculó mediante la fórmula de Townsend y Heuberger [Ciba-Geygi, 1981] (Tabla 2). Para la determinación del tipo de pústula se midieron 20 pústulas en una muestra de 10 plantas/variedad. Las mediciones de las uredosporas se realizaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico con aumento de 128 X.

**Tabla 2. Escala evaluativa empleada en los estudios**

| <i>Grado</i> | <i>Descripción</i>                   |
|--------------|--------------------------------------|
| 1            | 0 % de afectación del área foliar    |
| 2            | 5 % de afectación del área foliar    |
| 3            | 10 % de afectación del área foliar   |
| 4            | 50 % de afectación del área foliar   |
| 5            | > 50 % de afectación del área foliar |

**Tipos de pústulas**

| <i>Tipo</i> | <i>Descripción</i>  |
|-------------|---|
| 1           | <i>Inmune.</i> Sin evidencias de infección  |
| 2           | <i>Resistente.</i> Manchas necróticas sin esporulación  |
| 3           | <i>Moderadamente resistente.</i> Con pústulas formadas, pero con un diámetro menor de 300 µ                 |
| 4           | <i>Moderadamente susceptible.</i> Pústulas formadas con un diámetro de 300-500 µ                            |
| 5           | <i>Susceptible.</i> Pústulas formadas con un diámetro > 500 µ y frecuentemente rodeadas por halo cloróticos |

Para la interpretación de los datos se aplicó un agrupamiento en clústeres que incluyeron las dos variables medidas en cada variedad. También a partir de las observaciones reales en cada variedad se construyeron gráficas que permitieron agrupar las variedades de acuerdo con diferentes rangos, que se establecieron para las mediciones con arreglo a la metodología empleada. Para estos procedimientos se utilizaron los paquetes SPSS versión 15.0 del 2006 y el Statgraphics versión 5.1 de 2000, ambos sobre Windows.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La enfermedad en el cultivo apareció a partir de los cuarenta y nueve días después de la siembra en las variedades BAT 832, Cuba Cueto 25-9N, Güira 89, CIAP 7247, BAT 58, Bolita 42, Holguín 518, BAT 304, Milagro Villaclareño e ICA Pijao, en coincidencia con la etapa fenológica de formación de los botones florales, mientras en el resto de las variedades esta se inició a partir de los cincuenta y tres días después de la siembra (inicio de la floración). En todos los casos la intensidad de la enfermedad se incrementó con la edad de la planta, lo que concuerda con estudios realizados por Vargas (1980).

En la *Fig. 1* se muestran los agrupamientos de las variedades de frijol a partir de la respuesta a la infección con este hongo fitopatógeno. El análisis de clúster evidenció que los grupos formados se empiezan a ramificar a distancias muy bajas, lo que indica que estos son compactos y que la diversidad intragrupos es muy baja.

Al realizar un corte de hasta un 20 % al dendrograma se observa la formación de cuatro grupos. El grupo 1 aglomeró la mayoría de las variedades (21), que representan el 84 % del total y muestran todas las respuestas de susceptibilidad a la enfermedad. Los grupos 2 y 3, representados por las variedades Red Kloud e INIVIT Punti blanco (8 %) y BAT 93 (4 %), respectivamente tuvieron una respuesta similar a la infección por este agente patógeno (intermedio), pero a la vez se diferenciaron en el tipo de pústula, la cual en esta última variedad fue 4. El grupo 4 estuvo representado por la variedad Guamá 23 (4 %) con respuesta inmune ante la enfermedad (*Fig. 1*).

Por otra parte, al relacionar la intensidad de ataque de la enfermedad con el tipo de pústula en las variedades en estudio, se encontró que se representan en cuatro cuadrantes (*Fig. 2 y Tabla 3*).

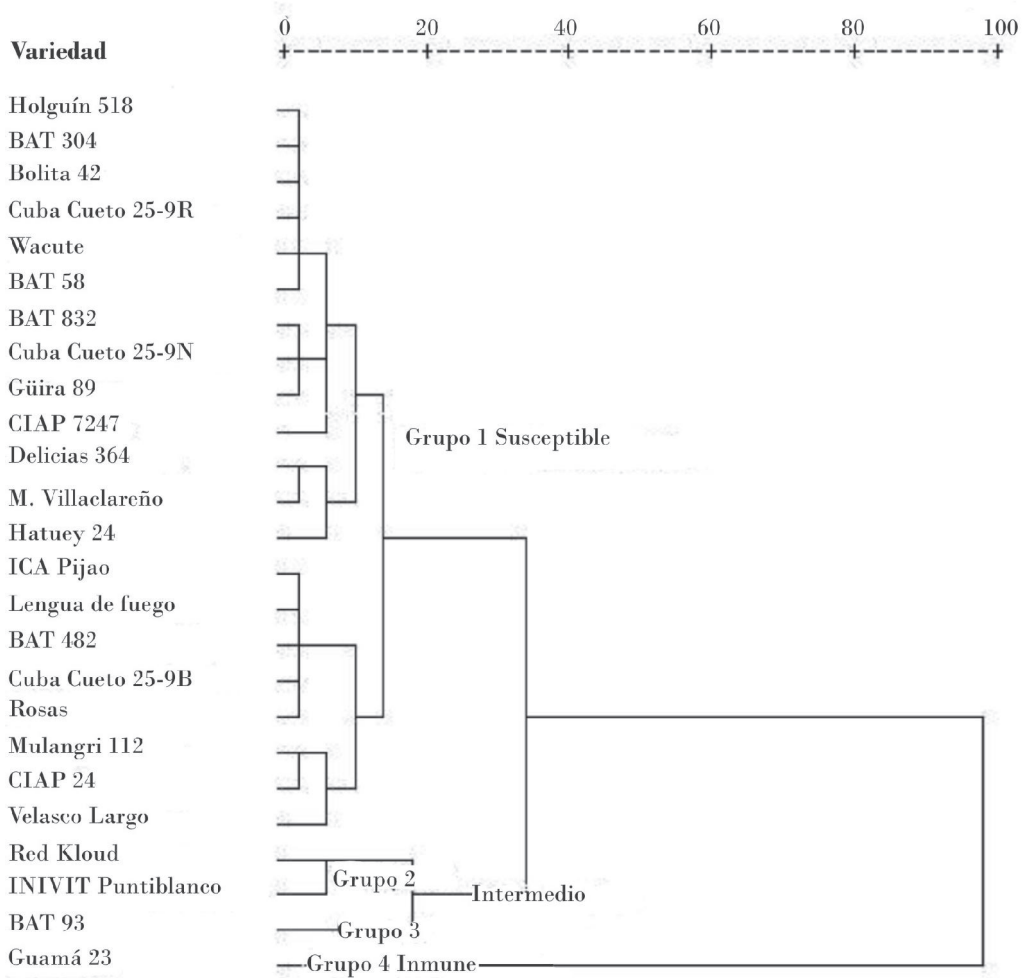


Figura 1. Dendrograma obtenido a partir de la evaluación de la roya en variedades de frijol a los sesenta y tres días de la siembra.

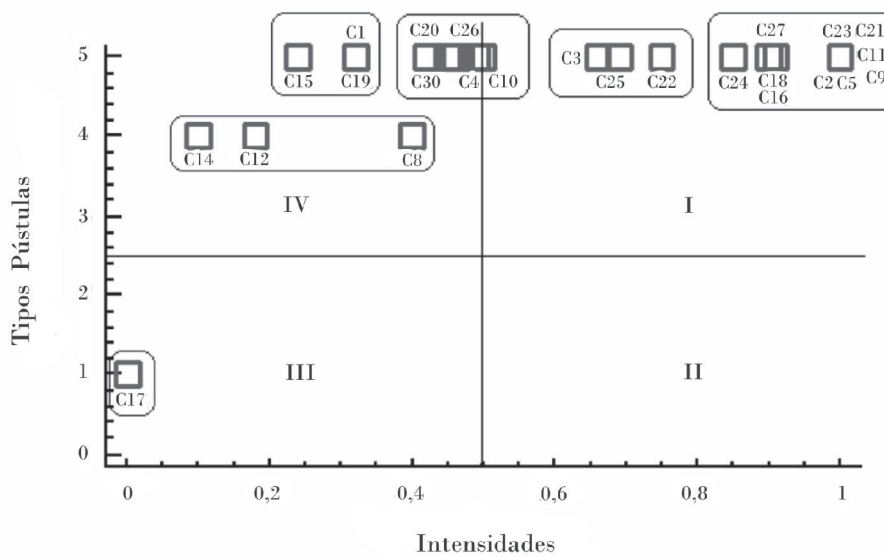


Figura 2. Representación gráfica de la dispersión de las variedades a la infección por *U. phaseoli* en el último muestreo (sesenta y tres días).

C1: CIAP-24, C2: BAT-304, C3: Delicias 364, C4: Cuba Cueto 25-9B, C5: Bat-58, C8: BAT-93, C9: Holguín 518, C10: BAT-482, C11: Cuba Cueto 25-9R, C12: Red Kloud, C14: INIVIT Puntiblanco, C15: Velasco Largo, C16: Cuba Cueto 25-9N, C17: Guamá 23, C18: BAT-832, C19: Mulangri 112, C20: Rosas, C21: Wacute, C22: Hatuey 24, C23: Bolita 42, C24: CIAP-7247, C25: Milagro Villaclareño, C26: Lengua de fuego, C27: Güira 89, C30: ICA Pijao.

El cuadrante I ubicó las variedades con mayores valores de intensidad de ataque de la enfermedad (66-100 %) y tipo de pústula 5 (susceptible); mientras que en el cuadrante IV se situaron las variedades con menores porcentajes de infección al hongo fitopatógeno (24-50 %) y tipo de pústula 5 (susceptible). Estas se caracterizaron por tener presencia de pústulas generalmente grandes, redondeadas y esporuladas (mayor de 500 a 800  $\mu$  de diámetro) frecuentemente rodeadas con halos. Este resultado explica la estrecha relación que existe entre el tamaño de las pústulas y la intensidad del ataque, al encontrarse una menor severidad y tamaño de las pústulas, lo cual significa que reproducen pobremente el inóculo (autoinfección) a pesar de recibir mucho inóculo (aloinfección). En este último cuadrante, excepción hacen las variedades Red Kloud, INIVIT Punti blanco y BAT 93, con intensidades de ataque que variaron en el intervalo de 10-40 % y tipo de pústula 4 (intermedio). La explicación a este hecho está dada por el tipo

de pústula que presentaron estas últimas variedades. En el cuadrante III se situó la variedad Guamá 23 con respuesta inmune al hongo patógeno, debido a que no se observó la presencia de síntomas de la enfermedad y presentar tipo de pústula 1 (ausencia a simple vista de pústulas de roya).

De manera general estos resultados indican que se puede contar con niveles aceptables de resistencia a la roya en la mayoría de los tipos de frijoles demandados por los consumidores, y fueron en este caso fundamentalmente los colores rojo y jaspeado los que demostraron tener mayor correspondencia con la resistencia de las variedades al agente causal de la roya, a diferencia de los granos de color negro que resultaron, en su mayoría, ser susceptibles a la infección por *U. phaseoli*. Esto contradice estudios de autores como Viñals *et al.* (2002), quienes indican que los frijoles de color negro, con un lugar prioritario en la comida típica cubana, demuestran mayor resistencia a la roya en siembras de época tardía.

**Tabla 3. Agrupamiento de las variedades por cuadrantes según la intensidad de la infección y tipo de pústula**

| Cuadrante | Variedades                              | Intervalo de intensidad (%) | Tipo de pústula | Categoría de respuesta |
|-----------|---|-----------------------------|-----------------|------------------------|
| I         | C18,C16,C27,C24,C5,C21<br>C11,C23,C9,C2 | 85-100                      | 5               | Susceptible            |
|           | C22,C3,C25                              | 66-75                       | 5               | Susceptible            |
| II        | –                                       | –                           | –               | –                      |
| III       | C17                                     | 0                           | 1               | Inmune                 |
| IV        | C12,C14,C8                              | 10-40                       | 4               | Intermedia             |
|           | C10,C4,C30,C26,C20                      | 42-50                       | 5               | Susceptible            |
|           | C1,C19,C15                              | 24-32                       | 5               | Susceptible            |

C1: CIAP-24, C2: BAT-304, C3: Delicias 364, C4: Cuba Cueto 25-9B, C5: Bat-58, C8: BAT-93, C9: Holguín 518, C10: BAT-482, C11: Cuba Cueto 25-9R, C12: Red Kloud, C14: INIVIT Puntiblanco, C15: Velasco Largo, C16: Cuba Cueto 25-9N, C17: Guamá 23, C18: BAT-832, C19: Mulangri 112, C20: Rosas, C21: Wacute, C22: Hatuey 24, C23: Bolita 42, C24: CIAP-7247, C25: Milagro Villalareño, C26: Lengua de fuego, C27: Güira 89, C30: ICA Pijao.

Resultados similares fueron informados por Quintero *et al.* (2004), quienes evaluaron una colección de 72 variedades de frijol en época tardía durante la campaña 2003-2004 en áreas de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad Central de las Villas, y observaron que el 69,4 % de las variedades muestreadas fueron susceptibles a la infección natural por la roya, aspecto este que debe tenerse en cuenta en el planeamiento de las siembras para evitar su uso en las épocas de mayor incidencia de la enfermedad.

Por otra parte, los resultados en cuanto al grado de susceptibilidad de las variedades ICA Pijao, CIAP 7247 y Mulangri 112 no concuerdan con los observados por Bernal *et al.* (2004), quienes notificaron respuestas de resistencia e inmunidad a la infección por *U. phaseoli* en estas variedades, a pesar de que los experimentos se realizaron en la misma época de siembra y se utilizó igual metodología de evaluación de la enfermedad. Estos resultados indican la necesidad de la evaluación local y con cierta periodicidad de la respuesta de las

variedades a la roya del frijol, debido a que puede sufrir algunas variaciones entre localidades y entre años, en dependencia de la diversidad de patotipos de este hongo fitopatógeno, como lo demuestra el estudio realizado en el Vivero Internacional de la Roya del Frijol [CIAT, 1979; Llanes, 2005].

De manera similar, la respuesta de susceptibilidad a la roya del frijol de las variedades ICA Pijao, Güira 89, Hatuey 24, Cuba Cueto 25-9B, Velasco Largo, BAT 304 y BAT 832 concuerdan con los resultados cosechados por González (1988); sin embargo, otras variedades como Bolita 42, Rosas, Mulangri 112 y BAT 482 (susceptibles), BAT 93 y Red Kloud (resistencia intermedia), y Guamá 23 (inmune), sus respuestas a la infección por el agente patógeno no se correspondieron con los resultados de esta autora, lo que indican la necesidad de avanzar aceleradamente en estudios genéticos con esta variedad que permitan incorporar sus potencialidades para introducir resistencia a esta enfermedad en los sistemas de producción del frijol.

Finalmente son notorios los resultados con la variedad Guamá 23, la cual manifestó inmunidad a la infección por *U. phaseoli* bajo condiciones de alta presión de inóculo en campo. Este resultado ha sido igualmente observado por otros investigadores en experimentos de campo; sin embargo, no se brinda información sobre características específicas de la variedad para inferir en este tipo de respuesta, lo que sugiere profundizar en los estudios con esta variedad. Estas condiciones estuvieron garantizadas a partir del alto porcentaje de variedades susceptibles encontrados en este trabajo.

## CONCLUSIONES

- La fecha de siembra tardía afectó la fenología de las variedades de frijol estudiadas, lo que marcó diferencias en la respuesta de las variedades comerciales ante la roya.

- Se encontraron variedades susceptibles y resistentes a la infección por *Uromyces phaseoli* con el empleo de la metodología de evaluación utilizada.
- La variedad Guamá 23 presentó inmunidad a la infección por *Uromyces phaseoli*.

## REFERENCIAS

- Bernal, A.; M. Díaz; E. Quintero; R. Quiñones; Karen Ruiz: «Reacción de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente a la roya (*Uromyces phaseoli* var *typica* Arth.)», *Centro Agrícola* 31 (1-2): 114-115, Cuba, 2004.
- CIAT: *Vivero Internacional de la roya del frijol*, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, 1979.
- Ciba-Geigy: *Manual para ensayos de campo en producción vegetal*, 2.ª, ed., Basilea, Suiza, 1981.
- González, Mirta: *Enfermedades fungosas del frijol en Cuba*, Ed. Científico-Técnico, La Habana, 1988.
- Hernández, A.; J. M. Pérez; D. Bosch: *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*, Minag, La Habana, 1999.
- León, Ileana; B. Faure; Odile Rodríguez; R. Benítez; Yipsy Suárez; R. Rodríguez: «Selección de nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente a las principales enfermedades del cultivo en Cuba», *Fitosanidad* 12 (1): 27-31, Cuba, 2008.
- Llanes, Ramona: «Caracterización morfoagronómica y fisiológica del banco de germoplasma de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) del CIAP», trabajo de diploma, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas, Cuba, 2005.
- Minag: *Lista oficial de variedades comerciales*, Centro Nacional de Sanidad Vegetal, Ministerio de la Agricultura, Cuba, 2009.
- Morales, F. J.: «El mosaico dorado y otras enfermedades del frijol común causadas por geminivirus transmitidos por mosca blanca en América Latina», Centro Internacional de la Agricultura Tropical, Palmira, Colombia, 2000.
- Paredes, O.; F. Guevara; L. A. Bello: *Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas*, Fondo de Cultura Económica, México, 2006.
- Quintero, E: *Manejo agrotécnico del frijol en Cuba*, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas, Cuba, 2000.
- Quintero, E.; V. Gil; L. Guzmán; S. Castillo: «Banco de germoplasma de frijol del CIAP: fuente de resistencia a la roya», *Centro Agrícola* 31 (3-4): 10-12, Cuba, 2004.
- Singh, S. P.; O. Voyset (eds.): *Taller de Mejoramiento de Frijol para el Siglo XXI: Bases para una Estrategia para América Latina*, Centro Internacional de la Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 1997.
- Vargas, E.: *La roya: Problemas de producción de frijol*, Centro Internacional de la Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 1980.
- Viñals, María; R. Ortiz; M. Ponce; H. Ríos: «Análisis de la diversidad fenotípica de variedades de frijol (*P. vulgaris* L.) utilizadas por los campesinos en la comunidad La Palma, en Pinar del Río», *Cultivos Tropicales* 23 (1): 15-19, Cuba, 2002.