



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
"JOSÉ MARTÍ PÉREZ"
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



Trabajo de Diploma

**“RESPUESTA AGRONÓMICA DE ACCESIONES DE FRIJOL
COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) SEMBRADAS EN ÉPOCA
ÓPTIMA”**



Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Autor: José Rafael Pérez Palmero.

Sancti Spíritus, 2018.



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
"JOSÉ MARTÍ PÉREZ"
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



Trabajo de Diploma

**“RESPUESTA AGRONÓMICA DE ACCESIONES DE FRIJOL
COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) SEMBRADAS EN ÉPOCA
ÓPTIMA”**

Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Autor: José Rafael Pérez Palmero.

Tutor: MSc. Nelson Antonio León Orellana.

Sancti Spiritus, 2018.

Pensamiento

“Una semilla que se siembra no es solo la semilla de una planta, sino la semilla de la dignidad”.

José Martí

Obras completas, Tomo 8, Página 16

Dedicatoria

- ❖ *A mis padres Rafael Pérez y Yamilka Palmero
por ser las personas más valiosas en mi vida.*
- ❖ *A todos mis familiares y amigos que con amor y
entereza me dieron su aliento en todos los momentos difíciles.*

Agradecimientos

A: Dios por sobre todas las cosas, por ser el creador absoluto de todo aquello que tenemos y amamos en esta vida.

A: Mi madre, la cual creo no me alcanzarían las palabras para expresarle todo lo que en este día quisiera decirle y agradecerle, porque ha sido siempre una pieza clave en mi vida, eres junto a mi padre lo más grande que Dios me dio en este mundo, porque gracias a ti existo, respiro y vivo a diario, por ti me permito soñar en un gran futuro en el que tú eres mi principal anfitriona, por ti me permito creer en muchas cosas en las que se ha perdido la fe, sólo para brindarle paz y tranquilidad a tu persona, por ti me permito decir además que si llegué hasta aquí hoy, es porque tú y nadie más que tú entregó parte de su vida a educarme y a enseñarme a respetar a las personas sin reclamo alguno, por eso y muchísimas cosas más. Te quiero Mamá.

A: Mi padre, que tal vez no se imagina cuanto lo quiero a pesar de su difícil carácter, a ti muchas gracias por apoyarme en toda mi trayectoria escolar, desde que era un niño inocente de círculo hasta el hombre en que hoy me he convertido y porque siempre has estado allí, pendiente de mis estudios y dándome consejos sobre cómo ser mejor cada día.

A: mis compañeros de estudio que me acompañaron durante 5 años en cada batalla profesional.

A: Mi tutor Nelson A. León que depositó en mí una confianza absoluta desde que nos conocimos.

A: todos los que de una forma u otra han sido parte de este éxito.

A todos muchas gracias.

Síntesis

El presente estudio se realizó en áreas de la finca "La Esperanza" dedicada a la producción de frijol, plátano, tabaco, fruta bomba y cebolla; ubicada en el municipio de "Sancti Spíritus" con el objetivo de evaluar el comportamiento de 8 accesiones de frijol común del banco de germoplasma del Proyecto de Innovación Agropecuaria Local de la Universidad de Sancti Spíritus, provenientes del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, incluyendo dos cultivares comerciales como testigos. La siembra se realizó el 12 de noviembre de 2017 tanto esta como las atenciones al cultivo se realizaron en correspondencia con las indicaciones establecidas en el instructivo técnico, no se aplicó control fitopatológico. A los caracteres evaluados se le realizó un análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon por una prueba de rangos múltiples HSD de Tukey. Los resultados obtenidos mostraron que en los genotipos estudiados hubo diferencias significativas en cuanto a los días a la madures de cosecha (DMC), número de granos por vainas (NGV) y masa de 100 granos. Los días al inicio de la floración y el número de vainas por plantas (NVP) no permiten discriminar entre los genotipos. Manifestaron reacción entre resistente e intermedia ante las enfermedades evaluadas. El análisis integral de los resultados, permitió proponer a las accesiones ENAR – 63, ENAR – 68, ENAR – 71 y ENAR – 64 como las de mejor comportamiento, recomendando la introducción en la producción de estos genotipos, sembrándose en época óptima.

Synthesis.

The present study was carried out in areas of the "La Esperanza" farm dedicated to the production of beans, plantains, tobacco, pumpkins and onions; located in the municipality of "Sancti Spíritus" with the objective of evaluating the behavior of 8 common bean accessions of the germplasm bank of the Local Agricultural Innovation Project of the University of Sancti Spíritus, from the National Institute of Agricultural Sciences including two commercial cultivars as witnesses. The sowing was carried out on November 12, 2017, as well as the attention to the crop was carried out in correspondence with the indications established in the technical instructions, no phytopathological control was applied. A simple classification variance analysis was performed on the evaluated characters and the means were compared by a Tukey HSD multiple range test. The results obtained showed that in the studied genotypes there were significant differences in terms of the days to harvest maturity (DHM), number of grains per pods (NGP) and mass of 100 grains. The days at the beginning of flowering and the number of pods per plant (NPP) do not allow discriminating between the genotypes. They showed a reaction between resistant and intermediate to the evaluated diseases. The integral analysis of the results, allowed to propose to the accessions ENAR - 63, ENAR - 68, ENAR - 71 and ENAR - 64 as those of better behavior, recommending the introduction in the production of these genotypes, sowing in optimum time

Contenido

Introducción	1
Problema científico	3
Hipótesis	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
I. Revisión bibliográfica.....	4
1.1. <i>Phaseolus</i> . Generalidades	4
1.2. Descripción morfológica de <i>P. vulgaris</i> L.....	4
1.2.1. Sistema radicular	5
1.2.2. El Tallo	6
1.2.3. Hojas.....	8
1.3.4. Inflorescencia.....	9
1.3.5. Flor	9
1.3.6. Fruto.....	9
1.3.7. Semillas	10
1.4. Fenología de <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	10
1.5. Requerimientos edafoclimáticos para el desarrollo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	11
1.6. Época de siembra	12
1.7. Nutrición.....	13
1.8. Labores fitotécnicas.....	14
1.9. Principales organismos nocivos del frijol	15
1.10. Variedades de frijol en Cuba.....	19
1.11. Mejoramiento clásico del frijol	19
1.12. Estudio de la variabilidad genética de las plantas	21
II. Materiales y métodos.....	22
2.1. Ubicación y periodo de ejecución del experimento.....	22
2.2. Características edafoclimáticas del área experimental	22
2.3. Descripción del experimento. Diseño experimental y manejo agronómico.....	23
2.4. Material vegetal.....	24
2.5. Variables evaluadas	25
2.5. Procesamiento estadístico	26
III. Resultados y discusión.....	27
3.1. Evaluación de los caracteres fenológicos de accesiones de frijol común en el agroecosistema de la CCS “10 de Octubre”	27

3.1.1. Días a la floración	27
3.1.2. Días a la madurez de cosecha	29
3.2. Evaluación de caracteres agronómicos de líneas de frijol común en el agroecosistema de la CCS “10 de Octubre”	31
3.2.1. Número de vainas por plantas.....	32
3.2.2. Número de granos por vainas	33
3.2.3. Masa de 100 granos.....	35
3.2.4. Rendimiento	37
3.2.5. Caracteres del grano	39
3.3. Reacción ante la incidencia natural de las principales enfermedades en accesiones de frijol común en la localidad de Sancti Spíritus	41
Conclusiones	43
Recomendaciones.	44
Bibliografía.....	45
Anexos.	56

Introducción

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es de las legumbres comestibles de mayor consumo a nivel mundial, proporciona una fuente importante de proteínas (22 %), vitaminas y minerales a la dieta de las poblaciones en América, sobre todo en los países en vías de desarrollo. Su producción ha alcanzado en la actualidad un carácter universal ocupando un lugar importante en cuanto a superficie cultivada y consumo, extendiéndose su producción a los cinco continentes; donde constituye un complemento indispensable principalmente en Centro y Sur América, el Lejano Oriente y África, y en los últimos años es uno de los principales cultivos generador de ingresos en las fincas de estos países (CABI, 2006)

En Cuba, la producción de este cultivo en el año 2011 fue de 4.485 toneladas métricas, destacándose el sector agrícola no estatal como los mayores productores con 128.515 toneladas, a lo que corresponde una superficie total de 123.914 hectáreas por año (ONEI, 2014)

Durante la última década, la producción de frijol en Cuba estuvo a cargo, en su gran mayoría, del sector agrícola no estatal, constituido fundamentalmente por fincas y pequeñas parcelas, con condiciones muy diversas y baja disponibilidad de insumos agroquímicos y energéticos (Rodríguez *et al.*, 2009). A la falta de insumos se suma el limitado acceso de los productores a las nuevas variedades, mejorados o no, con mejor comportamiento agronómico en las condiciones de la producción agrícola del contexto cubano.

Los cultivares utilizados por los agricultores con bajos recursos, son más vulnerables al estrés causado por factores bióticos y abióticos, como la sequía y la baja fertilidad de los suelos y plagas de campo y de almacén que constituyen las principales limitantes para obtener mejores rendimientos en este cultivo ya que existen cultivares con altos potenciales de rendimiento, que con un adecuado manejo podrían contribuir a mejorar la realidad cubana (Ortiz *et al.*, 2013).

Teniendo en cuenta que el frijol común es un cultivo de gran importancia para Cuba (Faure *et al.*, 2013), resulta de vital importancia aumentar la producción

de esta leguminosa para satisfacer la demanda de la población con una considerable reducción de las importaciones, dado que se tiene que erogar gran cantidad de divisas en la importación de este grano (BCC, 2013).

El manejo de variedades, se ha considerado como un aspecto importante a tener en cuenta para la obtención de mejores rendimientos agrícolas (Howard *et al.*, 2013). En la búsqueda de material genético que responda a las variadas condiciones ambientales existentes, ha sido ampliamente reconocida por numerosos investigadores la introducción de material foráneo, como una importante alternativa en la liberación de nuevas variedades con mejor comportamiento agroproductivo en los diferentes escenarios agrícolas.

El manejo de variedades es una alternativa viable para el control agroecológico de plagas, si se tiene en cuenta la resistencia varietal ante un patógeno determinado, además de reducir los costos de producción por no emplear plaguicidas en el control fitosanitario (Schwartz *et al.*, 2013).

Por otro lado, el municipio de Sancti Spíritus, ubicado en la provincia Sancti Spíritus, constituye un territorio de gran importancia en el país no solo por su historia y desarrollo socioeconómico, en particular, por la producción agropecuaria. La diversidad de cultivos que en él se desarrollan apoyan a la alimentación de la población espiritana, lo que hace necesario el fortalecimiento de la producción agrícola con alternativas de fácil acceso a los productores, siendo la introducción de nuevos cultivares de frijol, que reúnan cualidades deseables para las condiciones del territorio, una variante que reviste gran importancia para elevar los rendimientos de esta leguminosa.

Que los agricultores dispongan de cultivares mejorados con resistencia múltiple, es la mejor alternativa en el control fitosanitario de patógenos, para disminuir las pérdidas de rendimientos en las áreas de producción. Para lograrlo, es indispensable un estudio minucioso del germoplasma en condiciones de campo, a fin de recomendar para la producción, aquellas que posean, además de una buena respuesta ante las enfermedades, una adecuada respuesta productiva.

Problema científico

- ✚ ¿Cuál será la respuesta morfoagronómica de accesiones de frijol común sembradas en época óptima?

Hipótesis

- ✚ Accesiones de frijol común sembradas en época óptima muestran buena respuesta morfoagronómica.

Objetivo general

- ✚ Evaluar la respuesta morfoagronómica de accesiones de frijol común sembradas en época óptima en el agroecosistema de la CCS “10 de Octubre”.

Objetivos específicos

- ✚ Determinar la respuesta morfológica de accesiones de frijol común en el agroecosistema de la CCS “10 de Octubre”
- ✚ Identificar accesiones de frijol común con mejor respuesta del rendimiento y sus componentes.
- ✚ Determinar la severidad ante la incidencia natural de enfermedades en accesiones de frijol común sembradas en época óptima en el agroecosistema de la CCS “10 de Octubre”.

I. Revisión bibliográfica

1.1. *Phaseolus*. Generalidades

Phaseolus es un género en la familia Fabaceae (*Leguminosae*) con unas 90 especies aceptadas, de las más de 600 descritas, todas nativas de América. Sus frutos y semillas son conocidos vulgarmente como judía, alubia, habichuela, frijol, o poroto, entre otros muchos, según la región (Córdova, 2016).

Según refiere la misma fuente, dentro de las cinco especies cultivadas, frijol escarlata (*Phaseolus coccineus* L.), frijol tépari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray), frijol cacha (*Phaseolus dumosus* Macfad, sin. *polyanthus*), frijol de Lima (*Phaseolus lunatus* L.) y (*Phaseolus vulgaris* L.) más conocida como frijol común; esta última es la más extendida, ocupando más del 85% de las áreas dedicadas a todas las especies de *Phaseolus* cultivadas en el mundo.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una especie predominantemente autógama, con niveles muy bajos de entrecruzamiento (menos del 5 %), aunque se han reportado casos de niveles más altos en determinadas condiciones. Presenta un ciclo anual y es muy diversa desde el punto de vista morfológico con una gran variación en relación a hábito de crecimiento, pigmentación, vainas, semillas y características fenológicas (Herrera, 2015).

Se plantea que es originario de América y que existen dos centros principales e independientes de domesticación, lo que hace que la diversidad intraespecífica del frijol común se divida en dos reservorios principales, los andinos y los mesoamericanos (Sauvu, 2016).

1.2. Descripción morfológica de *P. vulgaris* L.

La morfología se estudia a través de los caracteres fenotípicos, es decir, las marcas externas que componen cada órgano, los cuales pueden ser visibles a escalas macroscópica y microscópica (Debouck *et al.*, 1984). Dichos autores, citados por (Márquez, 2015), plantean que los caracteres de la morfología de las especies se agrupan en caracteres constantes y caracteres variables. Los caracteres constantes son aquellos que identifican la especie o la variedad y generalmente son de alta heredabilidad. Los caracteres variables reciben la

influencia de las condiciones ambientales, y podrán ser considerados como resultantes de la acción del medio ambiente sobre el genotipo.

Es una planta herbácea, de carácter anual, de tamaño y hábitos variables, ya que hay variedades que son de guía o trepadoras y otras en forma de arbusto pequeño. Cuando la semilla de frijol germina, se origina una plántula que posee una raíz principal y vigorosa y un hipocotíleo cilíndrico de color variable en función de la variedad y el ambiente en que se cultiva, en cuyo extremo están los cotiledones. Las dos primeras hojas que crecen no son las típicas del frijol, ya que, sus hojas verdaderas, son compuestas y además tienen forma acorazonada, la coloración del hipocotíleo y de los cotiledones sirve para predecir el color de las flores. Así, si dichos órganos son verdes, las flores serán de color blanco o rosado, y si el hipocotíleo y los cotiledones son violáceos serán color malva (Socorro *et al.*, 1989).

1.2.1. Sistema radicular

Durante el desarrollo del sistema radicular se distinguen tres fases. En la primera fase se forma la radícula del embrión y se expande, y se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal y se orientan en dirección de los cuatro puntos cardinales, en lo que constituye la segunda fase. En la tercera fase, se observa que sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales, además, se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo (Márquez, 2015).

Sobre las raíces terciarias también crecen pequeñas raíces o pelos cuaternarios, que no son visibles a simple vista, pero juegan un papel importante en la absorción de agua y nutrientes del suelo para la planta. Aunque en la mayoría de los casos se distinguen claramente estos tipos de raíces, el sistema radicular del frijol tiende a ser fasciculado y fibroso, en

algunos casos con variaciones entre variedades dependiendo de las características del suelo, tales como estructura, porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad, temperatura, contenido de nutrientes, etc. Además, presenta una característica atribuible a las leguminosas, de presentar nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical (Del Pilar, 2011).

Dado que *P. vulgaris* es miembro de la subfamilia *Faboideae*, presenta unos nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media de su sistema radicular. Estos nódulos miden entre 2 y 5 μm de diámetro y son colonizados en su interior por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, satisfaciendo de esta forma los requerimientos de este elemento en la planta (Márquez, 2015).

1.2.2. El Tallo

El tallo está formado por la sucesión de nudos y entrenudos, y se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. Desde la germinación, y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristemo tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos (Córdova, 2016). Los nudos son los puntos donde van insertados los cotiledones, las hojas, ramas, las flores y las vainas, mientras que los entrenudos, son los espacios entre estos. El ángulo entre la hoja y el tallo es denominado axila, donde se desarrollan a su vez un complejo de yemas que dan lugar a ramas laterales e inflorescencias (Márquez, 2015) y (Sauvu, 2016).

Hábito de crecimiento

Según Debouquet *al.*, (1984), el hábito de crecimiento de la planta de frijol es el resultado de la interacción de varios caracteres morfoagronómicos que determinan la arquitectura de la planta y que pueden ser influenciados por el ambiente.

Los principales caracteres que determinan el tipo de hábito de crecimiento son:

- ✚ Tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: ápice floral o vegetativo, dicha característica es controlada genéticamente.
- ✚ Número de nudos.

- ✚ Longitud de entrenudos, los cuales determinan la altura de la planta.
- ✚ Aptitud para trepar, puede ser ausente, débil o fuerte.
- ✚ Grado y tipo de ramificación, si sobresalen guías del tallo o ramas por encima del follaje.

En base a estos caracteres se pueden agrupar los hábitos de crecimiento en cuatro tipos principales:

Tipo I: Determinado arbustivo

- ✚ Tallo: generalmente rígido que termina en una inflorescencia desarrollada.
- ✚ Ramas: se producen en bajo número y al igual que el tallo terminan en una inflorescencia.
- ✚ Nudos: producen un bajo número de nudos y sus entrenudos son cortos. La altura de estas plantas se sitúa entre 30 y 50 cm, aunque las hay enanas.
- ✚ Floración: es corta y la maduración de las vainas es casi al unísono.

Tipo II: Indeterminado erecto

- ✚ Tallo: generalmente erecto sin aptitud trepadora y terminación en una guía corta. Estas plantas no cesan su crecimiento ni en la etapa de floración, aunque si a un menor ritmo.
- ✚ Ramas: produce pocas ramas y cortas en relación al tallo, pero superior en número al tipo I, las cuales no producen guías.
- ✚ Nudos: superior en número al tipo I, normalmente con más de 12.

Tipo III: Indeterminado postrado

- ✚ Tallo: postrado y terminado en guías. Tanto el tallo como el grado de ramificación pueden presentar variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa, mientras que otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas.
- ✚ Ramas: muy desarrolladas, y al igual que el tallo terminan en guías. La altura de las plantas es superior a las de tipo I.

- ✚ Nudos: el número es superior al de los tipos I y II, así mismo la longitud de los entrenudos.
- ✚ Estas plantas también pueden presentar aptitud trepadora.

Tipo IV: Indeterminado trepador

- ✚ Tallo: a partir de la primera hoja trifoliada se desarrolla la doble capacidad de torsión lo que se traduce en su habilidad trepadora. Puede alcanzar hasta más de 2 m de altura con un soporte adecuado.
- ✚ Ramas: muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical.
- ✚ Nudos: puede tener hasta 20 o 30 nudos.
- ✚ Floración: esta etapa es más larga en relación con los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan a un mismo tiempo la etapa de floración, la formación de vainas, el llenado de vainas y la maduración.

1.2.3. Hojas

Las hojas del frijol, por su posición en el tallo, son alternas, de dos tipos, simples y compuestas, insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del frijol y tienen tres folíolos (dos de ellos laterales y uno terminal o central), un pecíolo y un raquis (Orbera, 2015). Los folíolos laterales son más o menos asimétricos y el central es simétrico. Los folíolos son grandes, de forma ovalada y con el extremo terminado en forma acuminada o en forma de punta. El folíolo impar en dependencia de las variedades puede ser acuminado, bruscamente acuminado y largamente acuminado. El tamaño de los folíolos también varía y pueden clasificarse en: grandes, medianos y pequeños (Socorro *et al.*, 1989).

En la inserción de las hojas trifoliadas se pueden diferenciar dos pequeños órganos llamados estipulas de forma triangular que siempre son visibles (Córdova, 2016).

En la base del pedúnculo y en la de los pecíolos se encuentran unos espesamientos especiales o dilataciones motrices que permiten a las hojas

tomar diferentes posiciones de día y de noche. La textura puede ser lisa y con la superficie irregular. El color varía desde el verde normal hasta verde amarillento, pasando por verde oscuro al verde violáceo. Los folíolos poseen un nervio central y un sistema de nervaduras ramificadas en toda el área del limbo foliar (Sauvu, 2016).

1.3.4. Inflorescencia.

Las inflorescencias pueden ser axilares o terminales con varios colores que van desde el blanco, rosa, lila o purpuras según las variedades (Orbera, 2015); Desde el punto de vista botánico, se consideran cimosas, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis (Córdova, 2016).

1.3.5. Flor

El frijol posee una flor típica papilionácea, y en su desarrollo se distinguen dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral está envuelto por las brácteas las cuales tienen forma ovalada o redonda. En el estado final del botón, la corola que aún está cerrada sobresale y las bractéolas cubren solo el cáliz (Márquez, 2015). La flor se abre después de la antesis.

La morfología floral del frijol favorece el mecanismo de la autopolinización, ya que las anteras están al mismo nivel del estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce el derrame del polen (antesis), éste cae directamente sobre el estigma (Sandrino, 2015).

1.3.6. Fruto

El fruto es una hoja carpelar con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido (Orbera, 2015), debido a que el fruto del frijol es una legumbre conocida comúnmente como vaina; es de forma alargada y puede alcanzar desde 6 hasta 22 cm de largo. Pueden ser rectas o normalmente encorvadas con un pico prominente, son carnosas cuando están en la etapa de formación del grano y su color puede ser verde (tiernas) o amarillo (secas), a veces los colores de las vainas pueden variar de púrpura o rojizo a purpúreo, manchado o rayado (Herrera, 2015).

En las variedades de tipo determinado o plantas cuyo crecimiento sea limitado, prácticamente todas las vainas maduran al mismo tiempo, lo que permite planificar la cosecha de toda la plantación (Sauvu, 2016). En los tipos de frijol de guía que emiten las flores, y, por tanto, los frutos solo de forma axilar, no se producen una maduración uniforme, pudiendo efectuarse recolecciones en pequeña escala cada cierto tiempo. Por las características de este tipo de frijol, la cosecha no puede ser mecanizada.

1.3.7. Semillas

Puede ser de varias formas redonda, arriñonada, alargada, ovalada y cilíndrica. Se compone externamente por: la testa o la segunda capa del ovulo; el hilum, que conecta la semilla con la placenta; el micrópilo, que es la abertura a través de la cual se realiza la absorción del agua. En su interior se localiza el embrión, las dos hojas primarias, el hipocotíleo, los dos cotiledones y la radícula.

Según Orbera (2015), las semillas no poseen albumen, por tanto, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Así mismo, puede tener varias formas y colores, lo cual caracteriza, a las diferentes variedades. Basados en la morfología y en los cambios fisiológicos que suceden durante el desarrollo de la planta, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) establece una escala para diferenciar las etapas de desarrollo de este cultivo. Esta escala permite referir las observaciones y prácticas de manejo, o etapas de desarrollo fisiológico. La germinación es epigea; primero con dos hojas alternas simples y opuestas, y después trifoliadas las siguientes (CABI, 2004).

1.4. Fenología de *Phaseolus vulgaris* L.

Debido a la variabilidad en la duración de las etapas de desarrollo de la planta como consecuencia de las variaciones de los factores precocidad y clima, se han definido y delimitado las etapas de desarrollo con base en sus características morfológicas (Rosas, 2003).

El ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva. La fase vegetativa se inicia cuando se brinda a la semilla las condiciones para iniciar la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos. En esta fase se

desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta (CIAT, 1991).

El ciclo vegetativo a frijol seco está entre 90 a 100 días en los cuales el cultivo requiere entre 350 a 500 mm de agua dependiendo de la profundidad del suelo, clima y el cultivar (Beebe *et al.*, 2001). La falta de agua durante las etapas de prefloración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento (Muños-Perea *et al.*, 2007).

El cultivo del frijol se distribuye en 10 etapas de desarrollo, de las cuales cinco son para desarrollo vegetativo y cinco para desarrollo reproductivo (anexo 1), para desarrollo vegetativo están: Germinación (Vo), Emergencia (V1), Hojas primarias (V2), Primera hoja trifoliada (V3) y Tercera hoja trifoliada (V4); y en desarrollo reproductivo: Prefloración (R5), Floración (R6), Formación de vainas (R7), Llenado de vainas (R8) y Maduración (R9)(IICA - RED SICTA - COSUDE, 2009).

1.5. Requerimientos edafoclimáticos para el desarrollo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

Según Gepts (1998), el frijol se adapta bien desde 200 hasta 1.500 msnm, incluso, se obtienen muy buenos rendimientos en regiones con menos de 50 msnm como en algunas zonas de Cuba.

El frijol se cultiva en suelos francos o franco arcillosos con buen drenaje y fertilidad de suelo. Es una especie que presenta susceptibilidad a excesos de humedad en el suelo. Los suelos con topografía plana, profundos, buena fertilidad, drenaje superficial e internos apropiados, permiten el desarrollo normal del cultivo y tener buena cosecha. El pH óptimo debe oscilar entre 5.5 y 6 aunque es una planta tolerante entre 4,5 y 8,2 (MAG, 1999) y (Hernández, 2008)

El frijol requiere 3,4 mm de agua por día, desde la siembra hasta la etapa fenológica de prefloración, 6 mm de agua por día, durante la floración y 5 mm de agua por día de la formación de las vainas al llenado del grano. Las etapas críticas son 15 días antes de la floración y 18 a 22 días en la fase de maduración de las primeras vainas. Se ha determinado que las necesidades de

agua durante el ciclo del cultivo de 60-120 días, varían entre 300-500 mm de agua según el clima.

Según López *et al.* (1983) y Socorro *et al.* (1989), la temperatura óptima para el desarrollo de la planta de frijol oscila entre 24 a 28 °C aunque para cada fase de desarrollo existen valores óptimos de temperatura. Las temperaturas muy altas pueden causar esterilidad de flores o inhibir la floración además de abatir la fijación de nitrógeno, porque afectan la actividad de *Rhizobium* y el abastecimiento de carbohidratos hacia los nódulos (Hungría, y otros, 1993). La planta de frijol puede soportar temperaturas extremas entre 5 y 40 °C (Masaya *et al.*, 1991), pero su tolerancia a las temperaturas altas es reducida, y la mayoría de variedades comerciales están adaptadas a temperaturas moderadas propias de regiones de elevación media a alta o de siembras de otoño – invierno (Márquez, 2015).

Araya *et al.* (2006), consideran que una humedad relativa del 70% es adecuada para el buen desarrollo de la planta de frijol, condición no muy favorable para el desarrollo de las principales enfermedades fungosas, las cuales tienen su óptimo por encima del 80 %.

López *et al.* (1983), expresaron que los vientos tienen una influencia negativa sobre el frijol. Algunos autores consideran al viento como un factor fundamental en la diseminación de enfermedades y en el arrastre de insectos pequeños como moscas blancas, trips, áfidos, salta hojas entre otros (Araya *et al.*, 2008).

P. vulgaris es altamente sensible a la influencia de los factores externos durante las diferentes etapas de su desarrollo vegetativo y reproductivo (Socorro *et al.*, 1989).

1.6. Época de siembra

En Cuba se recomienda la siembra del 15 de septiembre al 20 de octubre para condiciones de secano lo que favorece el aprovechamiento de las lluvias que caen en este periodo, pero en la alta pluviometría y las altas temperaturas provoca la aparición y diseminación de enfermedades bacterianas y fungosas, lo que hace necesario la siembra de variedades resistente en estas condiciones. Como periodo óptimo, se consideran las siembras del 15 de

octubre al 15 de diciembre para campos bajo riego y como siembras tardías de diciembre hasta el 20 de enero (Faure *et al.*, 2014). Donde los períodos húmedos de al menos 10 h continuas por la entrada de frente fríos y la combinación con temperaturas moderadas a frescas (17 – 27 °C) provoca la aparición en la etapa de prefloración (R5) y floración (R6) de la roya, ocasionada por el hongo *Uromyces appendiculatus* (Pers.) y Unger que influye negativamente en el rendimiento, disminuyendo entre el 8 y el 54 % en función del grado de tolerancia de las diferentes variedades (Mena *et al.*, 2010).

Entre los aspectos importantes a tener en cuenta, se destaca la población en plantas por ha, la cual debe ser uniforme y alcanzar un promedio entre 250.000 a 280.000 plantas por hectárea lo que depende del hábito de crecimiento del tallo de las diferentes variedades. Para las variedades comerciales de Cuba, se necesitan entre 40 a 46 kg de semilla.ha⁻¹ (Faure *et al.*, 2014).

1.7. Nutrición

El frijol se cultiva en suelos con condiciones físicas y químicas muy variables en algunos de ellos, las deficiencias nutricionales pueden afectar el desarrollo y el rendimiento del cultivo. La información disponible de varios autores es variable con diferentes variedades y poblaciones (250-300 mil plantas.ha⁻¹), el porcentaje de absorción de nutrientes de NPK es 133,8-5,4-116,6 kg.t⁻¹ de semilla, para alcanzar el potencial de rendimiento de las variedades, el fertilizante NPK debe aplicarse en el fondo del surco al momento de la siembra (Faure *et al.*, 2014).

Según plantea Herrera (2015), el nitrógeno es un elemento muy importante para el cultivo de frijol, pero la planta es capaz de fijarlo del aire mediante los nódulos en su raíz en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. También necesita cantidades pequeñas de fósforo y grandes de potasio y calcio. Una forma de suplir, en parte las necesidades de nitrógeno, es mediante la inoculación con *Rhizobiumphaseoli* Dangerd., como biofertilizante, a una dosis de 700 g por cada 46 kg de semilla de frijol, lo cual logra un mecanismo eficiente de fijación de este elemento. El nitrógeno es indispensable para la multiplicación celular; el desarrollo de los órganos, aumenta el área foliar y la masa protoplasmática activa (Socorro *et al.*, 1989).

El Fitomás E, se presenta en forma de formulado acuoso que contiene principios activos (aminoácidos, oligosacáridos, bases nitrogenadas, así como macronutrientes, NPK) con sustancias naturales propias del metabolismo vegetal, que estimula y vigoriza prácticamente cualquier cultivo, desde la germinación hasta la fructificación, disminuye los daños por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades, plagas, ciclones, granizadas, podas y trasplantes. Potencia la acción de los fertilizantes, agroquímicos y bioproductos propios de la agricultura ecológica lo que a menudo permite reducir entre el 30% y el 50% de las dosis recomendadas (Faure, 2016).

Se aplica en dosis de 1,0-2,0 l.ha⁻¹, por vía foliar, siempre disuelto en agua hasta completar de 200-300 l.ha⁻¹ de volumen final en las etapas V₃ y al inicio de R₅ (Faure *et al.*, 2014).

Según (Faure *et al.*, 2014), el Bayfolan Forte también es muy utilizado en el frijol como fertilizante foliar balanceado; que contiene elementos mayores, menores, estabilizadores del pH, Tiamina y fitohormonas; indicado para corregir deficiencias nutricionales, logrando un mejor desarrollo y por lo tanto mayores rendimientos de los cultivos, en dosis de 2-3 l.ha⁻¹ de PC (V₄ y R₇).

1.8. Labores fitotécnicas

Entre el inicio de la preparación del suelo y la siembra debe mediar el tiempo necesario que posibilite la descomposición de los residuos de las arvenses o de la cosecha anterior. Además, eliminar de dos a tres generaciones de las semillas de arvenses que brotan, además de facilitar la aplicación pre emergente de herbicidas. El laboreo mínimo se realiza sin inversión del prisma. La profundidad de la roturación y el resto de las labores no debe ser menor a 30 cm, deben proporcionar un buen grado de mulción. Debe subsolarse el suelo cada tres o cuatro años dependiendo del tipo de suelo, con profundidad no menor de 40 cm para crear las condiciones en el suelo que faciliten el desarrollo de las raíces de las plantas. En los polos productivos donde se utiliza la mecanización deben nivelarse los suelos (MINAG, 2000).

La época de siembra más adecuada para el frijol es aquella en que además de ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo del cultivo permite que la cosecha coincida con el periodo de baja o ninguna precipitación para

evitar daños en el grano por exceso de humedad. El rango de siembra del frijol en Cuba es desde 1 de septiembre al 30 de enero, con fecha óptima 15 de octubre al 30 de noviembre y áreas sin riego desde el 1 de septiembre al 15 de octubre (MINAG, 2014).

1.9. Principales organismos nocivos del frijol

Las arvenses constituyen una amenaza para el buen desarrollo del frijol, compitiendo por CO₂, luz, nutrientes, agua y espacio, comportándose además como hospederas de plagas y enfermedades. Por ello, estas se consideran como plagas y son claves del cultivo del frijol. Su período crítico de interferencia con este son los primeros 30 días después de sembrado (Blanco *et al.*, 2011).

El frijol es una planta poco competitiva. Se han observado reducciones en la cosecha hasta de un 75% cuando no se han manejado las malezas durante todo el ciclo de cultivo. Los primeros 30 días de sembrado deben mantenerse libre de malezas, ya que este es el período crítico en que las mismas causan un daño irreversible y por lo tanto pérdidas en el rendimiento. Existen varios métodos de combate de malezas: el mecánico, por medio de deshierbas manuales, mediante el uso de cultivadores tirados por tractor en siembras mecanizadas y el combate químico por medio de herbicidas, método que ha demostrado ser una alternativa eficaz, oportuna y económica (Infoagro, 2010).

1.9.2. Principales enfermedades fungosas asociadas al cultivo del frijol

Roya (*Uromyces appendiculatus*)

Es una enfermedad que se observa principalmente en las hojas, pero afectan pecíolos, vainas y tallos. Los primeros síntomas se presentan como lesiones blanquecinas, las cuales crecen y se revientan; después aparecen áreas cubiertas con polvo de color amarillento rojizo que se llaman pústulas; las partículas de este polvo son las esporas del hongo (Lardizabal *et al.*, 2008). Se considera la enfermedad fúngica más importante en el cultivo del frijol en el territorio nacional (Martínez *et al.*, 2006). Esta puede causar pérdidas de hasta el 100 % de la producción y se encuentra ampliamente distribuido en todas las áreas productoras de frijol, pero es más común en áreas tropicales y subtropicales (Mena *et al.*, 2010).

Control.

- ✚ Variedades resistentes o tolerantes.
- ✚ Eliminación de residuos de cosecha.
- ✚ Uso de semilla certificada.
- ✚ Mantener libre de malezas.
- ✚ Limpieza de rondas.
- ✚ Rotación de cultivos no hospedantes.

Mustia hilachosa. Estado asexual (*Rhizoctonia solani*), estado sexual (*Thanatephorus cucumeris*)

Junto con la roya, es una de las dos enfermedades más importantes. Esta enfermedad es causada por el hongo *Thanatephorus cucumeris* (el hongo sexual de *Rhizoctonia solani*) conocida también como ‘mustia’, ‘telaraña’, ‘quemazón’, ‘hielo negro’ y es una enfermedad que se presenta en zonas cálidas y húmedas. Cuando las siembras coinciden con lluvias abundantes, en condiciones favorables, esta enfermedad puede destruir una plantación en pocos días. En el estado asexual este hongo produce los síntomas conocidos como ‘ojo de gallo’ en las hojas y vainas. Estos síntomas se caracterizan por ser lesiones pequeñas, casi circulares de color café con un borde rojizo ladrillo. Este hongo puede sobrevivir sobre residuos de cosecha o en hospederos alternos, así como también puede transmitirse por semilla (Lardizabal *et al.*, 2008).

Control.

- ✚ Variedades resistentes o tolerantes.
- ✚ Eliminación de residuos de cosecha.
- ✚ Uso de semilla certificada.
- ✚ Mantener libre de malezas.
- ✚ Limpieza de rondas.
- ✚ Rotación de cultivos no hospedantes.

La Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris*)

Producida por *Xanthomonas campestris* p.v. *phaseoli* (Smith) Dye, Esta bacteria se presenta en todo el territorio nacional (Rodríguez, 2011), afectando

tanto al área foliar como a los frutos (vainas o legumbres) y se transmite por la semilla, lo cual hace que su control sea más difícil (Singh *et al.*, 2009), sobre todo en períodos lluviosos y con altas temperaturas. Afecta además al guisante y a especies de *Vigna* spp. (Martínez *et al.*, 2006).

Los síntomas se presentan en las hojas, tallos, vainas y semillas. Inicia con manchas húmedas o exudación en el envés de las hojas; luego las manchas aumentan irregularmente de tamaño, uniéndose una con la otra. Las partes infestadas se ven flácidas, rodeadas de una zona estrecha de tejido amarillo limón, posteriormente se vuelven necróticas y de color marrón, llegando a defoliar la planta completamente (Lardizabal *et al.*, 2008).

Esta enfermedad ocupa el segundo lugar dentro de las de mayor importancia económica en Cuba y en el mundo. La presencia de síntomas en las variedades cubanas usados en la producción y el manejo inadecuado de la semilla, pueden contribuir a elevar, en muy poco tiempo, las pérdidas económicas provocadas por la reducción de los rendimientos (Rodríguez, 2011).

Control.

- ✚ Variedades resistentes o tolerantes.
- ✚ Eliminación de residuos de cosecha.
- ✚ Mantener libre de malezas.
- ✚ Limpieza de rondas.
- ✚ Rotación de cultivos no hospedantes.
- ✚ Control de los vectores.

Antracnosis (*Colethotricum lindemuthianum*)

Otra de las enfermedades fungosas que afecta los rendimientos del frijol en Cuba es la antracnosis (*Colethotricum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus) *Briosi & Cavara* (Martínez *et al.*, 2006). Esta enfermedad puede dañar todas las partes aéreas de la planta aún los cotiledones pueden presentar pequeñas lesiones de color café oscuro a negro. Sin embargo, es más común que las primeras lesiones se puedan descubrir en el envés de las hojas o en los pecíolos (Mena *et al.*, 2010).

Mancha angular (*Isariopsis griseola*)

Es una enfermedad cuyos síntomas se observan principalmente en las hojas. Los primeros síntomas se presentan como manchas de forma irregular entre las nervaduras de las hojas, las cuales crecen y pueden invadir completamente al follaje, observándose pequeñas rasgaduras irregulares comparadas como los daños ocasionados por granizo. El inoculo proviene principalmente de los restos contaminados de la cosecha anterior o de semilla contaminada. La enfermedad es favorecida por temperaturas moderadas entre 16°C y 28°C. La mancha angular es más severa cuando ocurren periodos alternos de alta y baja temperaturas, por alta o baja humedad relativa y por mucha o poca luz. Bajo estas condiciones fluctuantes del clima su desarrollo puede ser muy rápido y agresivo, defoliando prematuramente la planta para producir altas pérdidas en rendimiento, calidad de grano y de vainas (Lardizabal *et al.*, 2008). Generalmente se presenta alrededor de la cuarta semana después de la siembra (Herrera, 2015).

Control.

- ✚ Variedades resistentes o tolerantes.
- ✚ Eliminación de residuos de cosecha.
- ✚ Uso de semilla certificada.
- ✚ Mantener libre de malezas.
- ✚ Limpieza de rondas.
- ✚ Rotación de cultivos no hospedantes.

Otras enfermedades asociadas al cultivo del frijol

Las **podriciones de la raíz** pueden ser causadas por un gran número de hongos entre los que figuran: *Rhizoctonia solani* Anamorph, *Fusarium solani* (Martius) Sacc. [Anamorph], *Pythium* spp.) (Martínez *et al.*, 2006). Se encuentran universalmente en diversos suelos y son muy polífago, especialmente *Fusarium*, causando importantes mermas en los rendimientos, afectando al sistema radicular y vascular de las plantas (Mena *et al.*, 2010).

Las **virosis** se encuentran distribuidas en todo el territorio cubano, con bastante frecuencia formando complejos entre virus y geminivirus. Entre estas

se pueden encontrar Mosaico Amarillo del frijol (por sus siglas en inglés BMSV) y Mosaico Dorado del frijol (BGMV). Constituyen agentes nocivos importantes para el cultivo y dependiendo de la fenología en la cual incida, las pérdidas pueden ser totales (Martínez *et al.*, 2006).

De forma general, estas plagas influyen negativamente en el desarrollo de la planta con un consecuente efecto en el rendimiento y la calidad del mismo, por tal motivo, se hace necesario la implementación de estrategias que contribuyan a combatir estos organismos nocivos. Dentro de las alternativas de manejo de plagas, se ha prestado especial atención al uso de la resistencia genética considerándose una alternativa viable para manejo agroecológico de los sistemas agrícolas (Howard *et al.*, 2013).

1.10. Variedades de frijol en Cuba

En la actualidad, en el país se dispone de 41 variedades comerciales de frijol. Sin embargo, no se produce semilla de todas ellas y las cantidades son muy inferiores a la demanda, lo que causa que una gran proporción de campesinos no dispongan de acceso a estas semillas y en consecuencia una parte importante de las variedades empleadas para la producción del frijol común provienen del sistema informal de semillas, principalmente de cultivares locales cuyas semillas son conservadas y producidas cada año por los propios campesinos (Leon *et al.*, 2006); (MINAG, 2016).

Según Flores (1997) y Faure *et al.*, (2014) las variedades de frijol más utilizadas en Cuba, son: ICA Pijao (negro); Velazco largo (rojo); CC 25-9 (negro); CC 25-9R (pardo); Bolita 42 (negro); M -112 (rojo jaspeado); Güira 89 (negro); Hatuey (rojo); Bonita 11 (blanco); Bat – 304; Bat – 832; Buenaventura (rojo); Cul-156 (negro); Bat-93 y Holguín 518. Dentro de ellas se destacan las variedades Tomeguín 93 y Delicias 364 resistentes al Virus del Mosaico Dorado del frijol.

1.11. Mejoramiento clásico del frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es producido en un gran rango de condiciones climáticas desde regiones tropicales húmedas en América Latina y África hasta las tierras altas semiáridas de México y las llanuras altas de E.E.U.U. y Canadá. Cada región tiene diferentes prácticas de producción y un único grupo de restricciones bióticas y abióticas. Por consiguiente, los objetivos

de los programas de mejoramiento deben ser diseñados para abordar las necesidades de los agricultores que usaran los cultivares (Santalla *et al.*, 2001), (Singh, 2001) y (Córdova, 2016).

Los principales objetivos del mejoramiento genético incluyen: (1) rendimiento de semilla, el cual es un objetivo universal de todos los programas de mejoramiento genético, en donde, con la ayuda de las técnicas moleculares se pueden identificar los alelos deseables o permitir una selección indirecta para reducir las asociaciones negativas (Beaver *et al.*, 2009); (2) resistencia para restricciones bióticas, debido a que las plagas y enfermedades causan una pérdida significativa en el rendimiento de frijol (Wortman *et al.*, 1998) (Coyne *et al.*, 2003); (Schwartz *et al.*, 2005); (3) tolerancia para restricciones abióticas, ya que debido a que la producción a nivel mundial se ve amenazada por una serie de factores estresantes como sequía, baja fertilidad de suelos, suelos ácidos y temperaturas desfavorables para su crecimiento (Lynch, 2007).

Se ha logrado desarrollar líneas mejoradas que muestran un incremento en la tolerancia a muchos de estos factores estresantes como sequia (Frahm *et al.*, 2004); (Muñoz-Perea *et al.*, 2006); (Brick *et al.*, 2008), bajo contenido de fósforo en suelos (Lynch, 2007); (Beebe *et al.*, 2008) ; y altas temperaturas (Rosas *et al.*, 2000); (Beaver *et al.*, 2008); (4) aumento de la calidad nutritiva, para aumentar el nivel de los micronutrientes Zn y Fe para mejorar la nutrición humana en países en desarrollo (Frossard *et al.*, 2000) y (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2003).

Dentro de los métodos de mejoramiento clásico de frijol se encuentra el Pedigree, retro-cruza, selección individual (SSD, single seed descent), selección genética, selección masal y selección recurrente, sin embargo, se requieren de varios ciclos de selección que por lo general son de 4-7 ciclos como mínimo, pero para obtener una buena línea se requiere de varios años, pues es necesario considerar el tiempo de preselección y la evaluación del material obtenido, por lo que se debe de considerar nuevos métodos como mejoramiento asistido (Beaver *et al.*, 2009) o ingeniería genética para reducir los tiempos de mejoramiento genético, y atender las necesidades de la gran diversidad de productores.

1.12. Estudio de la variabilidad genética de las plantas

El estudio de la diversidad genética de los germoplasmas de cultivos agrícolas tiene gran importancia para el uso y conservación de estos recursos fitogenéticos. Esto requiere la caracterización de la diversidad en acervos y bancos genéticos, para ampliar y complementar la caracterización basada en descriptores morfológicos y marcadores bioquímicos y moleculares (Karp *et al.*, 1997).

Además, conocer la diversidad disponible permite un uso más eficiente de estos recursos fitogenéticos, pues permite fuentes de mejoramiento amplias y diversas, materiales y poblaciones que porten genes para caracteres de interés en la mejora de plantas, lo que permite incorporar la diversidad genética y lograr una mayor ganancia en los caracteres de valor agronómico (Cornide, 2002). Por otro lado, la diversidad genética es esencial para la producción sostenible de alimentos. El uso de la diversidad como forma de resistencia a insectos y enfermedades ha sido la base de la producción exitosa de alimentos en el siglo XIX (Campbell *et al.*, 1997), por lo que esto, constituye una herramienta esencial para enfrentar los problemas de hambruna que existen a nivel mundial, y con un enfoque más agroecológico, permite el empleo de alternativas de manejo de los cultivos, que tengan menor impacto sobre el medio ambiente.

En Cuba existen tristes ejemplos del enorme daño que puede ocasionar a la agricultura y economía de un país, el no contar con recurso genético para enfrentar los problemas que pueden ocasionar la plagas. Estos han sido particularmente notables en los cultivos de caña y tabaco, en los años 70s y en el cultivo del frijol y arroz, en los años 90s y ha sido influenciado por el cultivo de pocas variedades en grandes áreas del país que provocaron grandes pérdidas por la afectación de enfermedades (Sauvu, 2016).

II. Materiales y métodos

2.1. Ubicación y periodo de ejecución del experimento

El experimento se desarrolló en la finca "La Esperanza" dedicada a la producción de cultivos varios (raíces y tubérculos, hortalizas y granos), perteneciente a la Cooperativa de Crédito y Servicios (CCS) "10 de Octubre", en el período comprendido entre noviembre del 2017 y febrero de 2018. Esta finca está situada en el municipio Sancti Spíritus a los $21^{\circ}55'47''$ latitud norte y los $79^{\circ}26'33''$ de longitud Oeste. Este municipio limita al Norte con los municipios Taguasco y Cabaiguán; al Este con los municipios Jatibonico y La Sierpe; al Oeste con Fomento y Trinidad y al Sur con el Mar Caribe (figura 1).

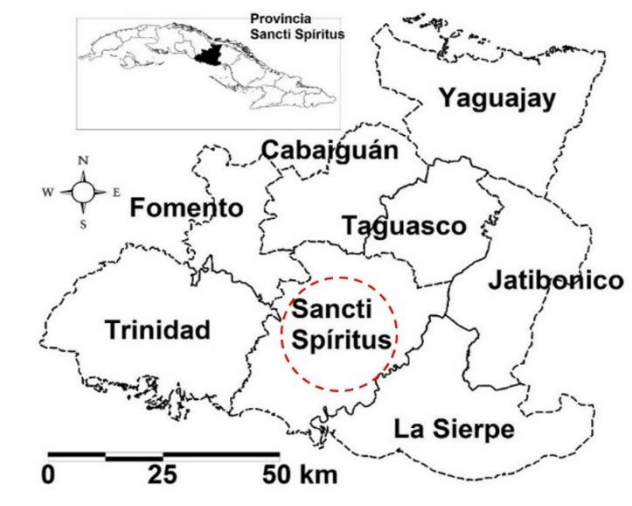


Figura 1: Provincia Sancti Spíritus, señalado con líneas discontinuas en rojo el municipio de Sancti Spíritus.

2.2. Características edafoclimáticas del área experimental

El suelo está clasificado como Pardo Sialítico con Carbonatos, según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999). Se determinó las características químicas del mismo siguiendo las técnicas descritas en el Manual de técnicas analíticas para el análisis de suelo (INCA, 1999), donde se pudo apreciar que el pH y los cationes cambiabiles, se encontraron en el rango adecuado para el normal desarrollo del cultivo del frijol según (Hernández *et al.*, 2008).

El comportamiento de las variables climáticas que persistieron durante el experimento en el periodo comprendido de noviembre de 2017 – febrero de 2018 se registraron en la estación meteorológica de Sancti Spíritus. Estas se presentan en la figura 2.

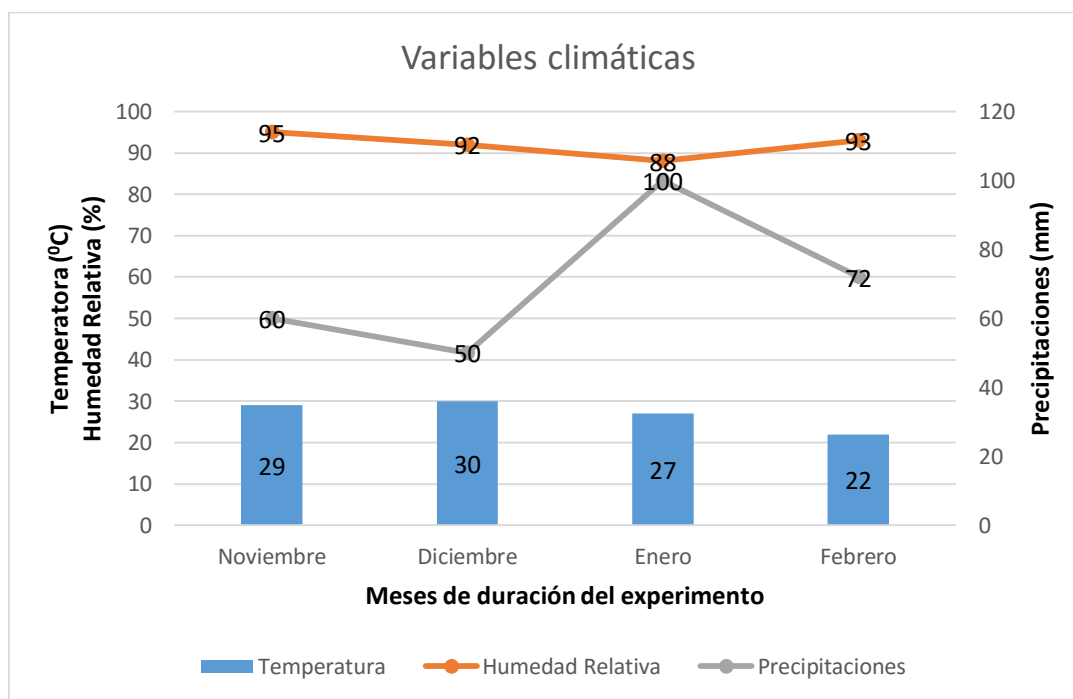


Figura 2: Comportamiento de las variables climáticas (Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Humedad relativa (%) y Precipitaciones (mm)) en el período en que se desarrolló la experimentación.

2.3. Descripción del experimento. Diseño experimental y manejo agronómico

Se sembraron en campo para cada genotipo, cuatro parcelas de seis surcos cada una con 3 m de longitud y separados a 0,50 m. La distancia entre plantas fue de 0,10 m para un total de 10 plantas por metro. El área total de la parcela fue de 9m^2 y se separaron a un metro para evitar mezclas entre las diferentes accesiones. El diseño experimental fue bloques al azar (figura 3).

El riego, la fertilización y las atenciones culturales se realizaron siguiendo lo establecido para el cultivo del frijol en Cuba (Faure *et al.*, 2014). El control de plantas arvenses se realizó a los 24 días después de la germinación según lo establecido por (Blanco *et al.*, 2011).

No se aplicó control fitosanitario para prevenir un efecto negativo sobre la incidencia natural de plagas.

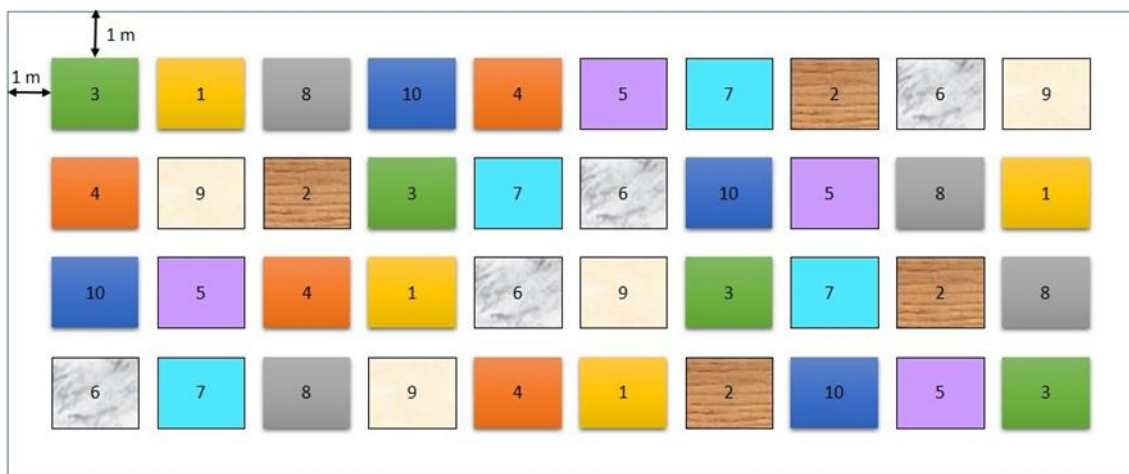


Figura 3: Diseño experimental en forma de bloques al azar.

2.4. Material vegetal

En el estudio se evaluaron 8 accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris*L.) procedentes del banco de semilla (germoplasma) del Proyecto de Innovación Agropecuaria Local (PIAL) de la Universidad de Sancti Spíritus (UNISS), rectorado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), además, se utilizaron los cultivares comerciales Cul – 156 y Buenaventura que empleaba el productor propietario de la finca donde se desarrolló el experimento; las cuales procedían del Instituto de Investigaciones de Granos (IIG) (tabla 1).

Tabla 1: Accesiones y variedades comerciales que se utilizaron en el experimento.

No.	Genotipos	CG	CP
1	Cul - 156	Negro	IIG
2	Buenaventura	Rojo	IIG
3	ENAR - 63	Negro	INCA
4	ENAR - 124	Negro	INCA
5	ENAR - 67	Negro	INCA
6	ENAR - 68	Negro	INCA
7	ENAR - 132	Blanco	INCA
8	ENAR - 116	Rojo	INCA

9	ENAR - 71	Negro	INCA
10	ENAR - 64	Negro	INCA

Color del grano (**CG**); Centro de procedencia (**CP**); Instituto de Investigaciones de Grano (**IIG**); Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (**INCA**).

2.5. Variables evaluadas

Variables fenológicas evaluadas

- ✚ Días a la floración (DF)
- ✚ Días a la madurez de cosecha (DMC)

Rendimiento y sus componentes

- ✚ Número de vainas por plantas (NVP).
- ✚ Número de granos por vainas (NGV).
- ✚ Masa de 100 granos (M100G) (g).
- ✚ Rendimiento (Rend.) (t.ha⁻¹).

Caracteres de la semilla

- ✚ Longitud de la semilla (L.S) (cm).
- ✚ Ancho de la semilla (A.S) (cm).

Las variables componentes del rendimiento y los caracteres del grano analizados, se evaluaron según lo informado en la “Guía ilustrativa para la descripción de las características varietales del frijol común” (Rosas *et al.*, 2009) (Anexo 2)

Incidencia natural de enfermedades

La incidencia de las enfermedades consistió en evaluar la reacción ante los patógenos que afectan el desarrollo del cultivo en las condiciones agroclimáticas del territorio. La identificación se llevó a cabo usando la Guía para la identificación de las enfermedades del frijol según (Araya *et al.*, 2008).

En este caso fueron:

- ✚ Antracnosis (*Colethotricum lindemuthianum*).
- ✚ Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*).
- ✚ Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *Phaseolis*).

Para la evaluación de la reacción de los genotipos ante la Bacteriosis común y la Mustia hilachosa, a partir de la etapa V4 (tercera hoja trifoliada), se realizaron muestreos cada 72 horas y para ello se empleó la escala general de enfermedades fungosas y bacterianas del frijol común, según lo referido en (CIAT, 1991) (Anexo 3).

2.5. Procesamiento estadístico

Para analizar los datos obtenidos, se aplicó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y la prueba múltiple de comparación de medias HSD de Tukey. Previamente se valoró la distribución normal de los datos mediante el test de Kolmogorov-Smirnov para la bondad de ajuste, y se aplicó la prueba de Levene para evaluar la homocedasticidad. Los datos se organizaron en el tabulador electrónico Microsoft Excel y se procesaron mediante el paquete estadístico SPSS v15.0.1 (2006) para Microsoft® Windows®.

III. Resultados y discusión

3.1. Evaluación de los caracteres fenológicos de accesiones de frijol común en el agroecosistema de la CCS “10 de Octubre”

Se exponen los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) (anexo 4), realizado a las 9 variables estudiadas que describen el comportamiento de las accesiones procedentes del banco de semilla (germoplasma) del Proyecto de Innovación Agropecuaria Local (PIAL) de la Universidad de Sancti Spíritus (UNISS), evaluados en condiciones de siembras óptimas. De la fenología: días a la floración (DF) y días a la madures de cosecha (DMC).

3.1.1. Días a la floración

La floración es un elemento de gran ayuda para el manejo morfoagronómico en los cultivos. (Chaves – Barrantes *et al.*, 2014) Refieren que los días a floración es un factor de consideración en el proceso de fitomejoramiento de los cultivares ya que es necesario buscar la sincronía entre los progenitores, lo que hace necesario su evaluación.

En la tabla 2 se muestra el comportamiento de los días a la floración de las 8 accesiones evaluadas, así como las variedades comerciales Cul – 156 y Buenaventura en condiciones de época óptima. Los genotipos evaluados mostraron diferencias significativas en el ANOVA (anexo 4) para los días a floración. Este carácter osciló entre 32 y 36 días para alcanzar el 50 % de las plantas observadas con al menos una flor completamente abierta. La accesión que menos días demoró en llegar a la floración fue la ENAR – 124 con 33 DF.

Se debe tener en cuenta que el tiempo a la floración se puede afectar gravemente por el largo del día y la temperatura; aumentando los días a la floración con temperaturas bajas y días cortos, esto puede implicar cambios en el comportamiento de los materiales de acuerdo a zonas y épocas de siembra (Torres, 2012).

Resulta importante destacar que excepto las accesiones ENAR – 63; ENAR – 64 y la variedad comercial Cul – 156 no se mostraron diferencias significativas entre la variedad comercial Buenaventura y el resto de las accesiones, la

misma necesitó, en las condiciones evaluadas, 32 días para alcanzar el 50 % de las plantas florecidas.

Herrera (2015), plantea que el mejoramiento, en lo que respecta a floración y madurez fisiológica, se ha concentrado en buscar variedades que presentan un menor tiempo para ambas etapas fenológicas, para evitar factores principalmente bióticos que puedan repercutir sobre el rendimiento del cultivo. Al respecto, (García, 2009) ha informado que las variedades de ciclo más corto, se pueden emplear en condiciones de secano por presentar esto como un mecanismo de evasión al estrés. Si se tiene en cuenta estas consideraciones, las accesiones evaluadas pueden ser promisorias para las condiciones en que se evalúan, lo que puede provocar que en periodos estacionales de sequía estas pudieran contribuir con mejores rendimientos.

Según lo informado por Suárez *et al.* (2006), los días a la floración en variedades de frijol común, se considera precoz si varían de 30 a 33 días después de la siembra (dds), intermedio de 34 a 37 dds y tardía mayor de 38 dds. Teniendo en cuenta esta clasificación, entre los genotipos evaluados se pueden clasificar con floración precoz 2 genotipos (Buenaventura y ENAR – 124), con un comportamiento intermedio figuraron el resto de los genotipos (ENAR – 63; ENAR – 67; ENAR – 68; ENAR – 132; ENAR – 116; ENAR – 71 y ENAR – 64) y la variedad comercial Cul – 156 que empleaba el agricultor dueño del área donde se desarrolló la experimentación. Así mismo, entre las líneas evaluadas no se detectó comportamiento de DF tardío.

Tabla 2. Días a la floración en 8 accesiones de frijol común en condiciones de siembra óptima.

No.	Genotipos	Réplica	DF
1	Cul - 156	4	35,5 b
2	Buenaventura	4	32,7 a
3	ENAR - 63	4	35,0 b
4	ENAR - 124	4	33,8 ab
5	ENAR - 67	4	34,0 ab
6	ENAR - 68	4	34,1 ab

No.	Genotipos	Réplica	DF
7	ENAR - 132	4	33,5 ab
8	ENAR - 116	4	34,6 ab
9	ENAR - 71	4	34,7 ab
10	ENAR - 64	4	35,6 b
Media			34,34
EEx			± 0,16
CV (%)			9,17

Días a la floración (**DF**); Error estándar de la media (**EEx**); Coeficiente de variación (**CV**). Medias con la misma letra no difieren entre sí según prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,5$).

Resultados similares fueron alcanzados por (Ferrer, 2016); (Morales, 2016) y (Piñeiro, 2017) en grupos de seis accesiones evaluadas en el agroecosistema de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “José Regino Sosa” en la provincia de Sancti Spiritus. (Faure *et al.*, 2014), en la guía técnica de 25 variedades comerciales plantea de 30 – 47 días a la antesis.

3.1.2. Días a la madurez de cosecha

Los días a la madurez de cosecha son el producto de los diferentes estados de crecimiento y desarrollo (floración y madurez fisiológica) de la planta (Márquez, 2015). En el análisis estadístico (ANOVA), se estableció diferencias altamente significativas entre las variedades comerciales Cul – 156 y Buenaventura y las accesiones ENAR – 63; ENAR – 124; ENAR – 68 y ENAR – 116. No siendo así para las accesiones ENAR – 67; ENAR – 132; ENAR – 71 y ENAR – 64 las cuales no mostraron diferencias significativas. Los valores variaron entre 87 y 110 días después de la siembra en suelo húmedo (tabla 3).

Tabla 3: Días a la madures de cosecha en 8 accesiones de frijol común en condiciones de siembra óptima.

No.	Genotipos	Réplica	DMC
1	Cul - 156	4	87 a
2	Buenaventura	4	87 a
3	ENAR - 63	4	92 b
4	ENAR - 124	4	110 c

No.	Genotipos	Réplica	DMC
5	ENAR - 67	4	87 a
6	ENAR - 68	4	92 b
7	ENAR - 132	4	87 a
8	ENAR - 116	4	92 b
9	ENAR - 71	4	87 a
10	ENAR - 64	4	87 a
Media			90,8
EEx			± 0,34
CV (%)			7,45

Días a la madurez de cosecha (**DMC**); Error estándar de la media (**EEx**); Coeficiente de variación (**CV**); Medias con la misma letra no difieren entre sí según prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,5$).

La precocidad es una de las características muy apreciadas por los agricultores cubanos, ya que, al utilizar variedades de menos días a la cosecha, se puede sembrar en la misma campaña dos ciclos del cultivo. Además, para las siembras de época óptima, donde se aprovecha la lluvia como principal medio para el riego, es necesario que las variedades no alarguen su ciclo de manera que los momentos más críticos en cuanto a necesidad de agua, estén enmarcados dentro del período lluvioso, lo que permitirían el aprovechamiento de las lluvias.

En general, los genotipos muestran un comportamiento aceptable ya que se desempeñan de manera intermedia en los dos estados fenológicos evaluados (Suárez *et al.*, 2006).

Resulta importante destacar que en estas condiciones agroclimáticas los cultivares comerciales Cul – 156 y Buenaventura presentaron un ciclo más alargado (87 días después de la siembra en suelo húmedo) que lo informado por (Faure *et al.*, 2014). Esta respuesta puede estar relacionada con el comportamiento de las variables climáticas que persistieron en el período en que se desarrolló el experimento (figura 2). Varios autores han informado la incidencia del clima en el desempeño de la fenología de las diferentes variedades (Barrios *et al.*, 2011). Al respecto se ha planteado que el ciclo

biológico de frijol común cambia según el genotipo y los factores del clima, pudiendo presentar una duración aproximada de 75 – 120 días (Gepts, 1998).

Se ha planteado que el frijol es extremadamente sensible al estrés por calor presente en las etapas fenológicas más sensibles de la planta durante el inicio de la floración, inicio de crecimiento de las vainas y llenado del grano en las áreas de secano; este tipo de estrés abiótico influye directamente en el ciclo vegetativo, en el rendimiento y calidad de la producción (Herrera, 2015). También, ha sido informado la influencia de las bajas temperaturas en esta variable, lo cual alarga el ciclo vegetativo del cultivo donde se ha detectado variaciones entre 66 y los 80 días para alcanzar la madurez de cosecha (Barrios, 2011), todas las variaciones en el ciclo de cultivo están dados por cambios en el metabolismo de la planta, originando una mayor duración de las etapas fenológicas como respuesta a esta condición (Suárez *et al.*, 2006).

Resultados similares han sido obtenidos por (Ferrer, 2016); (Morales, 2016) y (Piñeiro , 2017) cuyos resultados se han mostrado entre 71 – 88 días a la madurez de cosecha. Esto puede estar dado por el comportamiento climático.

3.2. Evaluación de caracteres agronómicos de líneas de frijol común en el agroecosistema de la CCS “10 de Octubre”

De forma general, se observó gran variación en los componentes del rendimiento de las accesiones evaluadas, lo que indica que existe variabilidad entre los genotipos estudiados, lo que permitió hacer una selección de los mejores materiales y los de mayor adaptabilidad en las condiciones de esta localidad (Silva *et al.*, 2011). Al respecto, se ha informado que la generación de variedades que respondan a las nuevas y variables condiciones ambientales, se destacan como una de las soluciones para enfrentar y mitigar el efecto del cambio climático en la agricultura (Jarvis *et al.*, 2011) pero en la búsqueda de nuevos cultivares, el primer paso es conocer y explotar debidamente el patrimonio genético conservado (Beovides *et al.*, 2014), para lo cual se han desarrollado diversas metodologías y la más usada a través de los años ha sido el empleo de los descriptores morfoagronómicos en los diferentes cultivos.

3.2.1. Número de vainas por plantas

Al evaluar el número de vainas por planta se detectó que las accesiones analizadas mostraron fluctuaciones entre 15,58 y 6,33 NVP (tabla 4), no detectándose diferencias estadísticamente significativas entre ellas para este carácter

El mayor número de vainas por plantas lo presentó el cultivar comercial Buenaventura (15,58 NVP) que difiere estadísticamente del resto de las accesiones en estudio. Seguidamente, se detectó un grupo formado por las accesiones ENAR – 63; ENAR – 132; ENAR – 71; ENAR – 64 y la variedad comercial Cul – 156 (8,40; 8,53; 8,48; 8,43 y 8,53 vainas por plantas respectivamente) las cuales no difirieron de ENAR – 124; ENAR – 67; ENAR – 68 y ENAR – 116 con el número de vainas por plantas entre 7,83 y 6,33.

Tabla 4: Comportamiento del número de vainas por plantas en 8 accesiones de frijol común en condiciones de siembra óptima.

#	Genotipos	Réplica	NVP
1	Cul - 156	4	8,53 b
2	Buenaventura	4	15,58 a
3	ENAR - 63	4	8,40 b
4	ENAR - 124	4	6,33 b
5	ENAR - 67	4	7,83 b
6	ENAR - 68	4	7,60 b
7	ENAR - 132	4	8,53 b
8	ENAR - 116	4	7,56 b
9	ENAR - 71	4	8,48 b
10	ENAR - 64	4	8,43 b
Media			8,72
EEx			± 0,23
CV (%)			53,1

Número de vainas por plantas (**NVP**); Error estándar de la media (**EEx**); Coeficiente de variación (**CV**); Medias con la misma letra no difieren entre sí según prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,5$).

Ortálora *et al.* (2006), plantean que el número de vainas constituye el principal componente del rendimiento, de ahí se deriva la importancia de obtener el mayor número de vainas por plantas posibles, para minimizar las pérdidas del rendimiento. Por su parte, (Faure, 2016), ha informado que con un promedio de 8 vainas por plantas y una densidad de población de 250 000 plantas efectivas por ha se pueden obtener rendimientos superiores a 1500 kg ha⁻¹, los cuales estarán relacionados con el peso de los granos y el número de granos por vaina, se puede afirmar que en el estudio realizado a 4 accesiones (ENAR – 63; ENAR – 132; ENAR – 71 y ENAR – 64) además de las variedades comerciales Cul – 156 y Buenaventura muestran un comportamiento idóneo. Sin embargo, para obtener una densidad de población de 250 000 plantas por ha, es necesario garantizar una serie de factores determinantes como la calidad de la semilla que en ocasiones es el principal factor limitante de la producción agrícola, ya que la misma con un poder germinativo bajo, atenta directamente contra la producción en los sistemas agrícolas (Ortiz, 2013).

Resultados superiores fueron obtenidos por (Ferrer, 2016) con una media de 21,66; (Morales, 2016) con una media de 18,56 y (Piñeiro , 2017) con una media de 16,52 vainas por plantas. A su vez, fueron obtenidos resultados similares por (Sauvu, 2016) con media de 8,2 vainas por plantas.

Sobre este carácter (NVP) influyen varios factores que se catalogan de orden reproductivo y pueden variar según las condiciones ambientales. Se ha informado que las temperaturas altas incrementan la producción de yemas y flores, pero también la abscisión de botones florales, flores y vainas (Barrios *et al.*, 2011).

3.2.2. Número de granos por vainas

En cuanto al número de granos por vainas (NGV), se destacaron las accesiones ENAR – 63; ENAR – 124; ENAR – 68 y ENAR – 64, y el cultivar comercial Cul – 156, sin diferencias estadísticamente significativas entre sí, mientras que sí presentaron diferencias con el resto de las accesiones (tabla 5).

En un segundo grupo se hallaron las accesiones ENAR – 67 y ENAR – 132, con valores medios ligeramente inferiores a la media del grupo ($x = 5,02$) o

iguales a ésta y sin diferencias estadísticamente significativas entre sí. El valor medio más bajo del NGV, correspondió a la accesión ENAR – 71, la cual no difirió estadísticamente de la ENAR – 116; ENAR – 132 y ENAR – 67.

El mayor número de vainas por plantas fue obtenido por la variedad Cul – 156, seguido de las accesiones ENAR – 63 y ENAR – 124, es un importante componente que presentan estas accesiones ya que pueden contribuir directamente al rendimiento final en granos. De acuerdo con lo planteado por (Zilio *et al.*, 2011), el número de granos por vainas, pueden contribuir efectivamente para incrementar el rendimiento en granos, por lo que constituye una buena estrategia para la selección en el proceso de mejoramiento genético para el rendimiento en granos. Al respecto, se ha informado que diferentes variedades de frijol común, exhibieron pocas semillas por vaina (4,2 – 5,8) con un considerable efecto en el rendimiento, el cual es compensado por el mayor tamaño de las semillas (Lépiz *et al.*, 2010). Por otro lado, en un estudio llevado a cabo en condiciones de secano por (Barrios-Gómez *et al.*, 2010) se detectó que las variedades FM Noura, Anita y M38 produjeron mayor rendimiento en granos que las otras variedades en estudio. Su alto rendimiento de granos estuvo asociado, entre otros caracteres, con la producción de granos por vainas.

Tabla 5: Comportamiento de número de granos por vainas en 8 accesiones de frijol común en condiciones de siembra óptima.

#	Genotipos	Réplica	NVP
1	Cul - 156	4	5,77 a
2	Buenaventura	4	4,63 bc
3	ENAR - 63	4	5,30 ab
4	ENAR - 124	4	5,30 ab
5	ENAR - 67	4	4,85 bc
6	ENAR - 68	4	5,22 ab
7	ENAR - 132	4	4,98 bc
8	ENAR - 116	4	4,44 c
9	ENAR - 71	4	4,43 c
10	ENAR - 64	4	5,26 ab

Media	5,02
EEx	± 0,05
CV (%)	21,12

Número de granos por vainas (**NGV**); Error estándar de la media (**EEx**); Coeficiente de variación (**CV**); Medias con la misma letra no difieren entre sí según prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,5$).

En el cultivo del frijol desarrollado en condiciones ambientales adversas se puede afectar el desarrollo de las vainas y por consiguiente provocar malformaciones y afectarse el desarrollo del grano teniendo como consecuencia lo conocido en la literatura como vainas vanas. Esto puede ser influenciado por la aparición de enfermedades, sobre todo, fungosas y bacterianas que persisten en períodos donde se combinan altas temperaturas, alta humedad relativa y alta pluviometría (Araya *et al.*, 2008) como las condiciones en que se desarrolló este experimento.

Resultados similares fueron obtenidos por Ferrer, (2016) y Morales, (2016), en un estudio de seis accesiones de frijol común de testa roja y negra, respectivamente, obteniendo una media de 5,54 granos por vainas. Igualmente (Yanes, 2015), en un estudio de cuatro accesiones de frijol común de testa negra obtuvo una media de 5,5 granos por vainas. A su vez (Piñeiro , 2017) en otro estudio de seis accesiones de frijol común obtuvo una media de 4,88 granos por vainas.

3.2.3. Masa de 100 granos

Por su parte, la masa de 100 granos varió significativamente entre las accesiones evaluadas (tabla 6). En función de este carácter se clasificó el tamaño de los granos de todas las accesiones evaluadas en pequeños dado que su masa estaba por debajo de los 25 g, con la excepción de la accesión ENAR – 67 que mostró una masa superior a 25 g, la cual se clasificó como mediana según lo informado por (CIAT, 1991).

De acuerdo a lo planteado por Beebe *et al.* (2001), las líneas de semilla pequeña son predominantemente de origen mesoamericanas. Los mismos autores aseguran que la semilla pequeña mesoamericana está adaptada a diferentes enfermedades, suelos y 23 condiciones climáticas típica de las

altitudes medias a bajas (típicas de Mesoamérica), a la vez expone que las variedades de semilla pequeña son de días neutrales (poco sensible al fotoperiodo), en cambio, las líneas de semilla grande son originarias de los Andes y presentan características contrarias a la semilla pequeña.

Con lo afirmado por Sandrino, (2015), se puede decir que los genotipos evaluados tienen una característica propia de adaptarse a las condiciones que presenta Cuba.

Tabla 6: Comportamiento de la masa de 100 granos (g) en 8 accesiones de frijol común en condiciones de siembra óptima.

No.	Genotipos	Réplica	M100G
1	Cul - 156	4	19,59 c
2	Buenaventura	4	24,10 a
3	ENAR - 63	4	21,55 b
4	ENAR - 124	4	21,96 b
5	ENAR - 67	4	25,14 a
6	ENAR - 68	4	21,59 b
7	ENAR - 132	4	18,75 c
8	ENAR - 116	4	24,65 c
9	ENAR - 71	4	22,55 b
10	ENAR - 64	4	19,67 c
Media			21,95
EEx			± 0,31
CV (%)			9,93

Masa de 100 granos (**M100G**); Error estándar de la media (**EEx**); Coeficiente de variación (**CV**); Medias con la misma letra no difieren entre sí según prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,5$).

Resultados similares se han informado por otros investigadores, al no encontrar granos de tamaño grande en colectas de frijoles evaluadas, lo cual no influyó en el rendimiento final en granos, ya que estas colectas presentaron gran número de granos por vainas y plantas (Cruz *et al.*, 2012). Por su parte (Morales, 2016) en una evaluación de seis accesiones de frijol común de testa negra obtuvo una media de 22,17 g. A su vez, (Ferrer, 2016), en una

evaluación de seis accesiones de frijol común de testa roja obtuvo una media de 24,14 g. De igual forma (Piñeiro , 2017) obtuvo una media de 24,25 g en una evaluación de seis accesiones de frijol común.

3.2.4. Rendimiento

El rendimiento es el producto final de las interacciones de la planta con factores genéticos, abióticos, bióticos y de manejo agronómico. Es un carácter cuantitativo y está controlado por varios genes, los cuales se expresan en dependencia de la interacción de los factores ecológicos y el genotipo de la planta.

En la tabla 7, se presenta la respuesta de los genotipos evaluados en condiciones de siembra óptima. Esta variable no mostró diferencias significativas entre los diferentes genotipos evaluados excepto la variedad comercial Buenaventura que fue la de mejor resultado. Los valores oscilaron entre 1,51 y 3,49t.ha⁻¹. Seguido de la variedad Buenaventura, la accesión ENAR – 63 manifestó el mejor rendimiento y no difirió estadísticamente de las accesiones estudiadas.

Por otro lado, el cultivar comercial Cul – 156 manifestó un rendimiento de 1,91 t.ha⁻¹, superior a la media nacional, tanto para el sistema agrícola estatal (0,9 t.ha⁻¹), como para el sistema no estatal (1,1 t.ha⁻¹) (ONEI, 2013), lo que indica que es idóneo su siembra en las condiciones agroclimáticas en que se desarrolló este experimento.

Tabla 7: Comportamiento del rendimiento (t.ha⁻¹) en grano de 8 accesiones de frijol común en condiciones de siembra óptima.

No.	Genotipos	Réplica	Rend.
1	Cul - 156	4	1,91 b
2	Buenaventura	4	3,49 a
3	ENAR - 63	4	1,92 b
4	ENAR - 124	4	1,51 b
5	ENAR - 67	4	1,88 b
6	ENAR - 68	4	1,71 b
7	ENAR - 132	4	1,60 b

8	ENAR - 116	4	1,67,b
9	ENAR - 71	4	1,72 b
10	ENAR - 64	4	1, 78 b
Media			1,92
EEx			± 54,44
CV (%)			56,76

Rendimiento (**Rend.**); Error estándar de la media (**EEx**); Coeficiente de variación (**CV**); Medias con la misma letra no difieren entre sí según prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,5$).

Todas las accesiones mostraron un rendimiento superior a $1,1 \text{ t.ha}^{-1}$, esto puede estar determinado por la capacidad de adaptación de ellas, aún en condiciones ambientales adversas, por lo que pueden ser recomendadas para las siembras óptimas en el territorio de Sancti Spíritus. Estas deben ser evaluadas en otros sistemas agrícolas para determinar la estabilidad de su rendimiento, así como validarlas en los diferentes ambientes del territorio nacional.

Una de las limitantes de rendimiento en las leguminosas de grano es la pérdida de las flores de alrededor de 70 a 80 % como botones cerrados y frutos que caen prematuramente y solo una pequeña parte llega a fruto maduro. Según estos resultados, la variabilidad del rendimiento nos sugiere que este carácter estaría muy influenciado por el ambiente, reportándose rendimientos que varían en promedio de $0,3$ a 3 t.ha^{-1} . Esto sería por la pérdida de flores, que es un rasgo general de los frijoles (Cruz *et al.*, 2009), lo que puede estar influenciado por las altas temperaturas, siendo esta una condición imperante en las siembras óptimas en Cuba.

Resultados superiores fueron obtenidos por (Yanes, 2015) en el estudio de cuatro accesiones de frijol de testa negra donde sus rendimientos medios oscilaron entre $3,73$ y $4,3 \text{ t.ha}^{-1}$; de igual manera (Cruz, 2015), en un estudio de cuatro accesiones de frijol común, alcanzó resultados superiores, los que oscilan entre $2,3$ y $4,1 \text{ t.ha}^{-1}$.

Resultados similares fueron obtenidos por (Morales, 2016) en una evaluación de seis accesiones de frijol común de testa negra mostrando un rango de medias entre $0,8$ y $2,1 \text{ t.ha}^{-1}$; por su parte (Ferrer, 2016), mostró un rango de

rendimientos medios entre 1 y 2,2 t.ha⁻¹; a su vez (Piñeiro , 2017), obtuvo medias entre 1,25 y 2,02 t.ha⁻¹.

En el análisis científico de los resultados del rendimiento en t.ha⁻¹, se aprecia que están por encima de los publicados en el registro de la Delegación Provincial del (MINAG, 2016), durante el periodo 2015 – 2016, donde el rendimiento del frijol alcanzó solo una media de 0,9 t.ha⁻¹. También superan al rendimiento del grano en Cuba, con valores que oscilaron entre 0,9 y 1,18 t.ha⁻¹(FAO, 2010).

3.2.5. Caracteres del grano

Al evaluar la longitud y el ancho de las semillas (Tabla 8) se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre las accesiones en estudio. Se observó que la longitud de las semillas osciló entre 0,93 y 1,14 cm para la accesión ENAR – 71 y el cultivar comercial Buenaventura respectivamente, con una longitud promedio de 1,05 cm, mientras que el ancho de las semillas osciló entre 0,46 y 0,65 cm para la accesión ENAR - 71 y el cultivar comercial Buenaventura respectivamente. Estas variables contribuyen a caracterizar los granos de las accesiones a evaluar en los programas de mejora del frijol, que de conjunto con el color y el brillo nos ayudan a detectar la variabilidad existente entre los diferentes materiales genéticos (Sandrino, 2016).

Tabla 8: Caracteres de la semilla de 10 genotipos de frijol común evaluados en el agroecosistema de la CCS “10 de Octubre”

No.	Genotipos	L.S	A.S
1	Cul - 156	1,11 ab	0,57 bc
2	Buenaventura	1,14 a	0,65 a
3	ENAR - 63	1,02 c	0,56 bcd
4	ENAR - 124	1,09 ab	0,57 bc
5	ENAR - 67	0,97 cd	0,6 b
6	ENAR - 68	1,08 b	0,59 bc
7	ENAR - 132	1,09 ab	0,55 cd
8	ENAR - 116	1,09 ab	0,57 bc
9	ENAR - 71	0,93 d	0,46 e

No.	Genotipos	L.S	A.S
10	ENAR - 64	0,99 c	0,51 d
Media		1,05	0,56
EEx		± 0,05	± 0,04
CV (%)		9,22	15,63

Largo de la semilla (**LS**); Ancho de la semilla (**AS**); Error estándar de la media (**EEx**); Coeficiente de variación (**CV**); Medias con la misma letra en el sentido de la misma columna no difieren entre sí según prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,5$).

Márquez, (2016) afirma que estos caracteres le atribuyen gran importancia debido a la diversidad de tamaño que estos presentan, siendo este un importante atractivo visual para la comercialización de este grano.

El análisis integral de la respuesta de las accesiones y cultivares comerciales evaluados, permite proponer a Buenaventura y las accesiones ENAR – 63, ENAR – 68, ENAR – 71 y ENAR – 64 como las de mejor comportamiento agroproductivo. La primera (Buenaventura) presenta granos de tamaño mediano con una alta producción de vainas por planta y granos por vaina lo que la ubica como un genotipo de alto rendimiento ($3,49t.ha^{-1}$) al compararla con el resto de los materiales en estudio. La segunda (ENAR – 63), se distinguió por presentar granos de tamaño mediano, buena producción de vainas por planta y de granos por vaina con buenos rendimientos ($1,92t.ha^{-1}$). En tanto, las accesiones ENAR – 68, ENAR – 71 y ENAR – 64 se caracterizaron principalmente por presentar granos de tamaño mediano, número de granos por vaina cercanos o ligeramente superiores a la media de las accesiones evaluadas, para un rendimiento superior a las $1,7t.ha^{-1}$ lo cual las convierte en interesantes opciones para la diversificación de las ofertas.

Resultados similares fueron obtenidos por Sandrino, (2016), en un estudio de 14 accesiones de frijol común, donde obtuvo una media de 1,09 cm en la longitud de la semilla y 0,62 cm en el ancho de la semilla; a su vez, (Márquez, 2016), en una investigación de 12 accesiones de frijol común, obtuvo medias de 1,04 cm y 0,63 cm para la longitud y ancho de la semilla respectivamente.

3.3. Reacción ante la incidencia natural de las principales enfermedades en accesiones de frijol común en la localidad de Sancti Spíritus

De forma general durante todo el desarrollo del experimento, no se evidenció influencia negativa de las enfermedades evaluadas (Tabla 9). Observándose para todas las enfermedades evaluadas una respuesta entre resistentes e intermedia. Esto pudo estar dado a la resistencia genética que pueden manifestarlos genotipos evaluados ante la presencia de los diferentes patógenos. Esto resulta importante ya que se ha manifestado que la mayoría de las variedades son susceptibles a una o más enfermedades, y algunas prácticas culturales comunes en el área productora de esta leguminosa tienden a incrementar la severidad de esas enfermedades. Al ocurrir condiciones favorables para los organismos responsables de las enfermedades se presentan epidemias cuya severidad es diferente en cada parcela y de año a año (Mena *et al.*, 2010).

Tabla 9: Reacción detectada en 10 genotipos de frijol común ante la incidencia natural enfermedades evaluadas en el agroecosistema de la CCS “10 de Octubre”

Genotipo	Ant.		Mh		Bc	
	V.E.	Cat.	V.E.	Cat.	V.E.	Cat.
Cul - 156	1	R	3	R	3	R
Buenaventura	3	R	3	R	4	I
ENAR - 63	1	R	3	R	1	R
ENAR - 124	1	R	3	R	3	R
ENAR - 67	1	R	3	R	3	R
ENAR - 68	3	R	3	R	3	R
ENAR - 132	1	R	3	R	4	I
ENAR - 116	3	R	3	R	1	R
ENAR - 71	1	R	3	R	3	R
ENAR - 64	3	R	3	R	4	I

Antracnosis (**Ant.**); Mustia hilachosa (**Mh**); Bacteriosis común (**Bc**); Valor escala (**V.E.**); Categoría (**Cat.**).

Al analizar individualmente cada enfermedad, se pudo constatar, respecto a la Antracnosis, que los valores se manifestaron de forma similar para todas las accesiones y los cultivares comerciales con una reacción de resistencia según la escala de 9 grados del (CIAT, 1991) (Figura 5).

Se puede asumir, que los genotipos evaluados manifestaron grado de resistencia ante este patógeno, dado que se identificaron síntomas de la enfermedad, pero no fueron severos. Esta enfermedad es de gran importancia en cultivo del frijol ya que puede afectar el follaje y las vainas, siendo en ésta última donde más daños ocasiona dado que infesta la semilla donde el hongo puede convivir largos periodos de tiempo, por lo que puede afectar las próximas generaciones e infestar los campos donde se traslade la semilla infestada (García, 2015).

Pocos días después del inicio de la floración (35 Días después de la siembra) se detectaron síntomas característicos de la Mustia hilachosa (Mh) provocada por el hongo *Thanatephorus cucumeris*. Los daños detectados consistieron en manchas pequeñas, irregulares, de color verde claro, aspecto acuoso y centro oscuro, lo que coincide con (Araya *et al.*, 2008) (anexo 6). Los genotipos evaluados mostraron reacción resistente.

La otra enfermedad que se identificó según Araya *et al.*, (2006) fue la Bacteriosis común, provocada por el hongo (*Xanthomonas campestris* pv. *Phaseolis*). Los síntomas más intensos se presentaron a los 35 DDS al igual que para Mustia hilachosa (anexo 7) por los que los valores corresponden a este momento.

De forma general hubo reacción entre 3 y 4 (resistentes a intermedio, respectivamente) sin diferencia estadísticas para esta variable (Tabla 9). Sin embargo, el cultivar Buenaventura y las accesiones ENAR – 132 y ENAR - 64 mostraron los mayores síntomas de daño frente a esta enfermedad, lo que indica la mejor respuesta del resto de las accesiones evaluadas sembradas en época óptima si tenemos en cuenta que hubo condiciones de temperaturas, humedad relativa y precipitaciones idóneas para el desarrollo y la diseminación de la enfermedad (IICA, 2008).

Conclusiones

Las accesiones ENAR – 67, ENAR – 132, ENAR – 71 y la variedad comercial buenaventura fueron las de mejor respuesta morfológica.

El cultivar comercial Buenaventura y las accesiones ENAR – 63, ENAR – 68, ENAR – 71 y ENAR – 64 mostraron las mejores respuestas agronómicas con rendimientos superiores a $1,7 \text{ t.ha}^{-1}$.

Todos los genotipos estudiados mostraron una respuesta de resistente ante la antracnosis y a la mustia hilachosa y entre resistente e intermedia a la bacteriosis común.

Recomendaciones.

Continuar la introducción y diseminación para la evaluación de la estabilidad genética y adaptabilidad que presentan los materiales ENAR – 63, ENAR – 68, ENAR – 71 y ENAR – 64 en otros ecosistemas agrícolas del territorio nacional.

Realizar ensayos en condiciones controladas con inoculación para confirmar la resistencia a las principales enfermedades del cultivo.

Bibliografía.

Abstengo, Jorge y Mari, Juan A. 2015. *Valoración de 15 variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) para diversificar la producción en el municipio de La Sierpe.* 2015.

Araya, C. M. y Hernández, J. C. 2008. *Guía para identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica.* 2008. págs. 1-36.

Araya, Carlos M. y Hernández, Juan C. 2006. *Guía para identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica.* Costa Rica : s.n., 2006. ISBN: 9968-877-19-0.

Arias, W. 2010. *Determinación de la presencia de análogos de resistencia a quemazón bacteriana (Xanthomonas phaseoli Dawson) y el virus del mosaico dorado (BGYMV) de la caraota por medio de marcadores moleculares tipo "SCAR".* Venezuela : s.n., 2010.

Austin, D. A; Yeates, D. K; Cassis, G; Fletcher, M; Salle, J; Lawrence, F. J; Mcquillan, P. B; Mound, L. A; Bickel, D. J; Gullan, P. J; Hales, D. F; Taylor, G. 2004. *Insects "Down Under" – Diversity, endemism and evolution of the Australian insect fauna: examples from select orders.* 2004. págs. 216-234.

Barrios, E. J; Lopez, C; Kohashi, J; Acosta, A; Miranda, S; Mayek, N. 2011. *Avances en el mejoramiento genético del frijol en México por tolerancia a temperatura alta y a sequía.* Mexico : s.n., 2011. págs. 247-255.

Barrios, R P. 2011. *Identificación de QTLs asociados a características agronómicas de interés, en una retrocruza avanzada de frijol común (Phaseolus vulgaris).* Facultad de Ciencias, Universidad de Tolima. Tolima : s.n., 2011. pág. 86, Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Barrios-Gómez, E. J; ; López-Castañeda, C; Kohashi-Shibata, J; Acosta-Gallegos, J. A; Miranda-Colín, S; Mayek-Pérez, N. 2010. *Rendimiento de semillas y sus componentes en frijol flor de mayo en el centro de México.* 2010.

Beaver, J. S y Osorno, J. M. 2009. *Achievements and limitations of contemporary common bean breeding using conventional and molecular approaches.* 2009. págs. 145-175.

Beaver, J. S, Porch, T. G y Zapata, M. 2008. *Registration of 'Verano' white bean.* 2008. págs. 187-189. Vol. 2, J Plant Registrations .

Beebe, S; Renjifo, J; E., Gaitan; J., Duque M.C. y Tohme. 2001. *Diversity and origin of Yean Iyrace of common beans.* 2001.

Beebe, S; Rao, I; Blair, M; Acosta - Gallegos, J. A. 2013. *Phenotyping common beans for adaptation todrought.* 2013. págs. 1-20. Vol. 4.

Beebe, S; Rao, I. M; Cajiao, C; Grajales, M. 2008. *Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments.* s.l. : Crop. Sci., 2008. págs. 582-592.

Blanco, Y y Leyva, A. 2011. *Determinación del período crítico de competencia de las arvenses con el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.).* 2011. Vol. 32.

Brick, M. A, Ogg, J. B y Singh, S.P., Schwartz, H.F., Johnson, J.J., Pastor-y Corrales, M.A. 2008. Registration of drought-tolerant, rust-resistant, highyielding pinto bean germplasm line CO46348. 2008, Vol. 2, págs. 120-124.

CAB International. 2007. *Crop Protection compendium.* 2007.

Cabello, D. T, Carricondo, M. L y Belda, S. 1996. *Biología y control de las especies de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Genn.) y *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) en cultivos hortícolas en invernaderos.* 1996. pág. 40.

CABI. 2006. *Crop Protection Compendium.* London : s.n., 2004.

Campbell, B. M, Luckert, M y Scoones, I. 1997. *Local-level valuation of savanna resources: a case study from Zimbabwe.* 1997. págs. 59-77. Vol. 51.

Cárdenas, T. R. M y de la Fé, M. C. F. 2013. "Respuesta de genotipos de garbanzo (*Cicer arietinum* Lin.) a la roya (*Uromyces ciceris-arietini* (Grognot) Jacz. & Boyd y su relación con el tipo de hoja". diciembre de 2013, Vol. 34, 4, págs. 50-54.

Chaves - Barrantes, N. F, Araya - Villalobos, R y Debouk, D. G. 2014. *Cruzamiento natural en frijol comun en Costa Rica.* Costa Rica : s.n., 2014.

CIAT. 1991. *Sistema estandar para la evaluación de germoplasma de frijol.* Palmira, Colombia : Palmira, 1991. pág. 56.

Córdova, Hernán. 2016. *Introducción de material genético de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en la finca "el Mulato" por métodos participativos.* Mayabeque : s.n., 2016.

Cornide, M. T. 2002. *Marcadores moleculares, nuevos horizontes en la genética y la selección de plantas.* s.l. : Felix Varela, 2002. pág. 20.

Coyne, D. R; Steadman, J. R; Godoy-Lutz, G; Gilbertson, R; Arnaud-Santana, E; Beaver, J. S; Myer, J. R. 2003. *Contributions of the bean/cowpea CRSP to management of bean diseases.* 2003. págs. 165-188. Vol. 82, Field Crops Res.

Cruz, J y Acosta, J. 2012. *Characterization of creole genotypes of tepary bean (Phaseolus acutifolius L.) and common (Phaseolus vulgaris L.) under rainfed.* 2012. págs. 1565-1577.

Cruz, J; Camarena, F; Pierre, J; Huaranga, A; Blas, R. 2009. *Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la nuña (Phaseolus vulgaris L.).* 2009.

Cruz, R. 2015. *Comportamiento morfoagronómico de cuatro accesiones de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) de testa roja.* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spíritus (UNISS). Sancti Spíritus : s.n., 2015. Tesis en opción al título de Ingeniería agrónoma.

Del Pilar. 2011. *Identificación de QTLs asociado a características agronómicas del cultivo de Phaseolus vulgaris* bagué-Tolima201188

Debouck, D G y Hidalgo, R. 1984. *Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L).* Cali - Colombia : CIAT, 1984.

Delgado, H; Hernado, E; Blair, M; César, P. 2013. *Evaluación de líneas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) de retrocruce avanzado entre una accesión silvestre y radical cerinza.* 2013. págs. 79-86.

Ecured. 2015. [En línea] 2015. <http://www.ecured.cu/index.php/EcuRed>: Enciclopedia cubana.

FENALCE. 2010. *El cultivo del frijol. Historia e importancia.* 2010, FENALCE.

FAO. 2010. *Importaciones de frijoles secos del año 2007.* Dirección de Estadística. La Habana : s.n., 2010.

Faure, B. 2016. *Produccion sostenible de frijol comun (Phaseolus vulgaris).* Instituto de Investigaciones de Granos (IIG). Artemisa : s.n., 2016. Conferencia especializada para la capacitacion de especialistas de la produccion.

Faure, B; Benítez G. R; Rodríguez A, E; Grande M, O; Torres M, M; Pérez R, P. 2014. *Guía técnica para la producción de frijol común y maíz.* Artemisa : s.n., 2014. 978-959-296-036-7.

Ferrer, Adrian. 2016. *Evaluación de las variables morfoagronómicas de seis accesiones de frijol comun (Phaseolus vulgaris L.) de testa roja.* Agronomía, Universidad de Sancti Spíritus. 2016. Tesis de Ingeniería.

Ferrera, E. 2006. *Evaluacion de 47 variedades de frijol atraves del fitomejoramiento participativo en la localidad de Playuela del municipio de Majibacoa.* Centro Universitario de Las Tunas. Majibacoa : s.n., 2006. Tesis en opcion al titulo de Ingeniero Agronomo.

Flores, T. 1997. *Conferencias de la asignatura de Granos*. Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana. La Habana : s.n., 1997. pág. 25.

Frahm, M. A, Rosas, J. C y Mayek-Pérez, N., López-Salinas, E., Acosta Gallegos, J.A., Kelly, J.D. 2004. *Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics*. 2004.

Frossard, E; Bucher, M; Machler, F; Mozafar, A; Hurrel, R. 2000. *Potential for increasing the content and bioavailability of Fe, Zn, and Ca in plants for human nutrition*. 2000. págs. 861-879. Vol. 80, J Sci Food Agric.

García, A. 2009. *Efectos fisiológicos del déficit hídrico inducido en fases tempranas del crecimiento de plantas de arroz (Oryza sativa L.) y su aplicación en la selección de variedades tolerantes*. Instituto de Investigaciones Fundamentales en la Agricultura Tropical. La Habana : s.n., 2009. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas.

Gepts, P. 1998. *Origin and evolution of common bean: past events and recent trends*. s.l. : HortScience, 1998. págs. 1124-1130. Vol. 33.

González, M y García, E. 1996. *Evaluación de las pérdidas por roya en frijol (Phaseolus vulgaris L.) en diferentes épocas de siembra en Cuba*. 1996. págs. 95-98. Vol. 7, Agronomía Mesoamericana.

González, N; Zayas, M; Cruz, B; Avilés, R. 2001. *Cucumis sativus L., nueva planta hospedera de varias especies del Orden Thysanoptera, en Cuba*. 2001. págs. 117-119, Boletín Sanidad Vegetal. Plagas.

Guachambala, C. M y Rosas, S. J. 2009. "Caracterización molecular de accesiones cultivadas y silvestres de frijol común de Honduras". 2 de octubre de 2009, Vol. 21, 1.

Guzmán-Maldonado, S. H, Martínez, O y Acosta-Gallegos, J.A., Guevara-Lara, F. y Paredes-López, O. 2003. *Putative quantitative trait loci for physical and chemical components of common bean*. s.l. : Crop. Sci., 2003.

Hernández, A; Pérez, J; Bosch, J; Rivero, R. P. 1999. *Nueva versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. La Habana : s.n., 1999. pág. 64.

Hernández, J C. 2008. *Manual de recomendaciones técnicas de cultivo de frijol*. 2008. pág. 82. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología (INTA).

Herrera, Jiubel. 2015. *Respuesta agronómica de 15 líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) sembradas en época temprana*. Mayabeque : s.n., 2015.

Holguin-Peña, R. J, Hernandez-Montiel, L. G y Latisere-Barragan, H. 2010. *Identificación y distribución geográfica de Bemisia tabaci (Gennadius) y su relación con enfermedades begomovirales en tomate (Solanum lycopersicum L.) de Baja California.* Mexico : s.n., 2010. págs. 58-60. Vol. 28.

Howard, F, Schwartz y Shree, P. 2013. *Breeding Common Bean for Resistance to White Mold.* 2013. Vol. 53, Crop. Science.

Hungría, M A y Franco, A. 1993. *Effects of high temperature on nodulation and nitrogen fixation by Phaseolus vulgaris L.* 1993. págs. 95-102. Vol. 149.

IICA - RED SICTA - COSUDE. 2009. *Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central.* Managua : s.n., 2009.

INCA. 1999. *Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos.* La Habana : s.n., 1999. pág. 90. INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas).

Infoagro. 2010. *Combate de Malezas.* 2010.

INTA. 2008. *Manual de recomendaciones técnicas del cultivo del frijol.* 2008. Instituto Nacional de Innovación y transferencia en Tecnología Agropecuaria..

Jiménez, R. 2003. *Ocurrencia de Thrips palmi y otros insectos del Orden Thysanoptera en la provincia de Cienfuegos.* 2003. pág. 63, Tesis presentada en opción al título académico de Master en Ciencias Agrícolas.

Jiménez, S, Cortiñas, J y López, D. 2000. *Distribución temporal y espacial y condiciones para el monitoreo de Thrips palmi en Cuba.* Costa Rica : s.n., 2000. págs. 54-57.

Karp, A, Kresovich, S y Bhat, K. V., Ayad, W. G., Hodgkin, T. 1997. *Molecular tools in plant genetic resources conservation: A guide to the technologies.* Plant Genetic Resources Inst. Rome : s.n., 1997. Bull. No. 2. .

Lamz, A; Cárdenas, R. M; Ortiz, O; Montero, V; Martínez, B; de la Fé, C. F; Duarte, Y; Alfonso, L. E. 2016. Evaluación del comportamiento agromorfológico a partir de la caracterización de la variabilidad en líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sembradas en época tardía. junio de 2016, Vol. 37, 2.

Lardizabal, R, Arias, S y Segura, R. 2008. *Manual de Produccion de Frijol.* La Lima : s.n., 2008. pág. 19. USAID-RED.

Leon, N; Castiñeiras, L; Shagarodssky, T.; Cristóbal, R.; Fundora, Z.; Moreno, V.; Fernández, L.; Barrio, O.; Walón, L.; García, M.; Giraudy, C.; Fuentes, V.; Hernández, F.; Arzola, D.; Armas, D. 2006. *Caracterización*

morfoagronómica y consistencia de la diversidad de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en dos agroecosistemas de Cuba. INIFAT. 2006. pág. 7.

Lépiz, R; López, J J; Sánchez, J J; Santacruz-Ruvalcaba, F; Nuño, R; Rodríguez, E. 2010. *Características morfológicas de forma cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador.* 2010. págs. 21-28.

Lewis, T. 1997. *Flight and Dispersal.* Institute of Arable Crops Research Rothamsted Harpenden, Herts, UK. 1997. págs. 175-193.

Leyva, A. I. 2011. El país tendrá que pagar más por importar. *Granma Internacional.* 15 de abril de 2011, pág. 105.

Loforte, R. 2007. *Evaluación agronomica de líneas de frijol común fortificadas en los sistemas locales de producción en el municipio Mayarí.* 2007.

Lois, A M y Avilán, L. 1976. *Morfología inicial del sistema radicular de P. vulgaris L. "carioca" en condiciones controladas.* 1976. págs. 109 - 116. Vol. 26.

López, M, Dávila, A y Rodríguez, N. 1983. *Cultivo de plantas (para las especialidades de Economía Agropecuaria y Sanidad Vegetal).* La Habana : s.n., 1983. pág. 345.

Lynch, J. P. 2007. *Roots of the second green revolution.* 2007. págs. 493-512.

MAG. 1999. *Guía del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.: Leguminosae).* 1999. pág. 8. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología de Frijol (PITTA - Frijol). Ministerio de Agricultura Ganadería.

Márquez, Geidy. 2015. *Comportamiento agronómico y análisis de la variación morfológicas de líneas de frijol común.* Mayabeque : s.n., 2015.

Martínez, E; Barrios, G; Rovesti, L; Santos, R. 2006. *Manejo Integrado de Plagas.* La Habana : Entre Pueblos, 2006. pág. 78.

Martínez, E; Rodríguez, A; García, A; Hernández, C. 2007. *Manejo Integrado de Plagas (MIP).* s.l. : Entre Pueblos, España, 2007. Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV).

Masaya, P y White, J W. 1991. *Adaptation to photoperiod and temperature.* Cali : s.n., 1991. págs. 445-500. In:Schoonhoven A. V., and Voysest O. (eds.) Common beans: Research for crop improvement. C.A. B. Intl. U. K. and CIAT.

Mena, J y Velázquez, R. 2010. *Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas.* Zacatecas : CIRNOC-INIFAP, 2010. Folleto Técnico No. 24. Campo Experimental Zacatecas. ISBN: 978-607-425-353-5.

Mendoza, F y Gómez, J. 1982. *Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba.* s.l. : Pueblo y Educación, 1982. pág. 302.

MINAG. 2014. *Registro oficial de variedades comerciales.* Cuba : s.n., 2014.

—. **2000.** *Guía técnica para el cultivo de frijol.* Cuba : s.n., 2000.

—. **2016.** *Registro Nacional de variedades. Centro Nacional de sanidade Vegetal.* 2016. pág. 33.

Montero, T. V, Gallegos, A. J. A y García, G. B. Z. y Chavira, G. M. M. 2010. “Combinación de genes de frijol que le confieren resistencia contra *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger”. 2010. págs. 111-115. Vol. 33. 0187-7380.

Montero, V; Acosta, J. A; Guerrero, B. Z; Sánchez, B. M; González, M. M. 2010. *Combinación de genes de frijol que le confieren resistencia contra Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger. 2010. págs. 111-115. Vol. 33, Rev. Fitotecnia Mexicana.

Monzález, M y García, E. 1996. “Evaluación de las pérdidas por roya en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes épocas de siembra en Cuba’. Campo Experimental Zacatecas. México : CIRNOC-INIFAP, 1996. 978-607-425-353-5.

Morales, Liss María. 2016. *Comportamiento morfoagronómico de seis accesiones de frijol comun (Phaseolus vulgaris L.) de testa negra.* Agronomía, Universidad de Sancti Spíritus. Sancti Spíritus : s.n., 2016. Tesis de Ingeniería.

Muños-Perea, C. G; Terán, H; Allen, R G; Wright, J L; Westermann, D T; Singh, S P. 2007. *Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars.* s.l. : Corp Sci, 2007. 2111-2120.

Muñoz-Perea, C. G, Terán, H y Allen, R.G., Wright, J.L., Westermann, D.T. y Singh, S.P. 2006. *Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars.* s.l. : Crop. Sci., 2006, págs. 2111-2120.

ONEI. 2014. Anuario Estadístico de Cuba. [En línea] 2013. http://www.one.cu/aec2013/esp/20080618_tabla_cuadro.htm..

Orbera, Ada Melva. 2015. *Efectos de Azofert y Pectimorf sobre los principales insectos fitófagos del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris).* Mayabeque : s.n., 2015.

Ortálora, J M, Ligarreto, G A y Romero, A. 2006. *Comportamiento de fríjol común (Phaseolus vulgaris L.) tipo reventón por características agronómicas y de calidad de grano.* 2006.

Ortiz , R. 2015. Sistema formal e informal de semillas. [aut. libro] R Ortiz, y otros. *La densidad agrícola en manos del campesinado cubano.* Mayabeque : s.n., 2015.

P. Vázquez, Ma. L; Muruaga, J. S; Mayek, N; Pérez, A; Ramírez-Sánchez, S. E. 2014. *Caracterización del frijol ayote (Phaseolus coccineus L.) del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental.* 2014. págs. 191 - 200.

Pimentel, R. 2012. *Evaluación del comportamiento de 16 materiales de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en fincas de productores de Puesto Escondido.* Facultad de Agronomía de Montaña, Universidad de Pinar del Rio "Hermanos de Saíz Montes de Oca". La Palma : s.n., 2012. pág. 32, Trabajo de Diploma.

Piñeiro , Adianys. 2017. *Comportamiento de los caracteres morfoagronómicos de seis accesiones de frijol común (Phaseolus vulgaris L.).* 2017. Tesis en opción al título de Ing. Agrónoma.

Polanía, J. A. 2011. *Identificación de características morfofisiológicas asociadas a la adaptación a sequía para ser usadas como criterios de selección en mejoramiento de frijol común (Phaseolus vulgaris L).* Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira : s.n., 2011. pág. 73, Tesis de Magister en Ciencias Agropecuarias.

Ponce, M; de la Fé, C; Verde, G; Martínez, M. 2003. *Caracterización de la amplia colección de frijoles y resultados de la selección campesina.* 2003.

Pupo, Leydis. 2007. *Evaluación de 9 líneas de frijol rojo en las condiciones edafoclimáticas de Majibacoa.* 2007.

Quiroz, G y Pablo, J. 2002. *Alternativas para el control del trips californiano (Frankliniella occidentalis Pergande), con productos orgánicos y químico tradicional en lechuga (Lactuca sativa L var. capitata).* Escuela de Agronomía. Santiago de Chile : s.n., 2002. pág. 65.

Ramírez, Pilar. 1997. *Los geminivirus. MIP.* Costa Rica : s.n., 1997. págs. 40-54. Vol. 43.

Rodríguez, O. 2011. *Evaluación de la reacción de cultivares y líneas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) a bacteriosis común (Xanthomonas axonopodis pv. phaseoli) e identificación de marcadores de interés para este carácter.* Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La Habana : s.n., 2011. pág. 103, Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.

Rodríguez, O; Chaveco, O; Ortiz, R; Ponce, M; Rios, H; Miranda, S; Díaz, O; Portelles, J; Torres, R; Cedeño. 2009. *Evaluación del comportamiento de líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) resistentes a la sequía, en condiciones de riego y sin riego e incidencia de enfermedades.* . s.l. : Ciencia y Tecnología, 2009.

Rodríguez, Y. 2006. *Evaluación de 15 cultivares de frijol rojo (Phaseolus vulgaris) en las condiciones edafoclimáticas de Majibacoa.* Centro Universitario

de Las Tunas. Majibacoa : s.n., 2006. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Rosas, J. 2003. *El cultivo del frijol común en América tropical*. Segunda. Tagucigalpa, Honduras : Litocom, 2003.

Rosas, J. C, Castro, A y Flores, E. 2000. *Mejoramiento genético del frijol rojo y negro mesoamericano para Centroamérica y el Caribe*. 2000. págs. 37-46. Vol. 11.

Rosas, J. C, Guachambala, M. S y Ramos, R. A. 2009. *Guía ilustrada para la descripción de las características varietales del frijol común*. Zamorano : s.n., 2009. pág. 22.

Rosas, J. C., Guachambala, M. y Ramos, R. A. 2008. *Guía ilustrada para la descripción de las características de variedades de frijol común*. Zamorano : s.n., 2008. pág. 22. Programa de Investigaciones en Frijol (PIF).

Salguero, V, Mancía, J y Gonzalez, G. 1995. *Manejo Integrado de Plagas en frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Cali : PROFRIJOL y CIAT, 1995. pág. 141. "Fascículos 1 de la Serie: "Capacitación en Tecnología de Producción de Frijol".

Sandrino, Annia. 2015. *Respuesta agronómica de líneas de frijol comun (P. vulgaris L.). Coincidencia con la selección participativa*. Mayabeque : s.n., 2015.

Santalla, M, Amurrio, J. M y de Ron, A. M. 2001. *Interrelationships between cropping systems for pod and seed quality components and breeding implications in common bean*. 2001. págs. 45-51.

Santos, P. H; Melo, L. C; Faria, L. C. de; Peloso, D.; José, M.; Díaz, J. L. C. y Wendland, A. 2010. "Indication of common bean cultivars based in joint evaluation of different growing seasons". 2010. págs. 576-578. Vol. 45. 0100-204X.

Sauvu, Crizostro. 2016. *Comportamiento agronómico y análisis de líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris) sembradas en época temprana*. Mayabeque : s.n., 2016.

Schwartz, H. F y Singh, S. P. 2013. "Breeding Common Bean for Resistance to White Mold: A Review". 2013. Vol. 553, Crop. Science. 0011-183X.

Schwartz, H. F; Steadman, J. R; Hall, R; Forster, R. L. 2005. *Compendium of bean diseases*. 2nd. St. Paul : s.n., 2005.

Singh, S. P. 2001. *Broadening the genetic base of common bean cultivars*. s.l. : Crop. Sci., 2001. págs. 1659-1675.

Singh, S. P; Terán, H; Schwartz, H. F; Otto, K; Lema, M. 2009. *Introgressing white mold resistance from Phaseolus species of the secondary gene pool into common bean.* 2009. págs. 1629-1637. Vol. 49, Crop. Sci.

Socorro, A y Martín, S. 1989. *Granos.* La Habana : Pueblo y Educación, 1989.

Suárez, E C y Solís, E. J. 2006. *Caracterización y evaluación preliminar de 24 líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en el centro experimental "La Compañía".* Departamento de Producción Vegetal, Universidad Nacional Agraria. Carazo : s.n., 2006. pág. 60, Traba de Diploma.

Torres, A. 2006. *Evaluación de 11 variedades de frijol negro (Phaseolus vulgaris) en el municipio de Majibacoa.* Majibacoa : s.n., 2006. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Torres, Y. 2012. *Comportamiento de materiales introducidos de frijol común (Phaseolus vulgaris L), frente a la Bacteriosis común (Xanthomonas axonopodis) y Mustia hilachosa (Thanatephorus cucumeris) en condiciones de producción del Valle de San Andrés.* Facultad de Agronomía de Montaña, Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". La Palma : s.n., 2012. pág. 30.

Vazquez, L y Rodriguez, E. 1997. *Contribución al conocimiento del género Frankliniella (Thysanoptera: Thripidae) en Cuba.* Matanzas : s.n., 1997.

Vazquez, L, Murguido, C y Gonzalez, G. 1996. *Investigaciones sobre el complejo mosca blanca-geminivirus en tomate y realización de un programa para su manejo.* La Habana : s.n., 1996.

Vázquez, L, Murguido, C. A y Peña, E. 2001. *Control biológico por conservación de los enemigos naturales en los programas de manejo de plagas introducidas.* 2001. págs. 236-237, Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal .

Velazquez, L. 2006. *Evaluación de 27 cultivares de frijol negro (Phaseolus vulgaris) en condiciones edafoclimáticas de Majibacoa.* Centro Universitario de Las Tunas. 2006.

Wortman, C. S; Kirkby, R. A; Eledu, C. A; Allen, D. J. 1998. *Atlas of common bean (Phaseolus vulgaris L.) production in Africa.* CIAT. Cali : s.n., 1998. pág. 131. CIAT publication no. 297. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). .

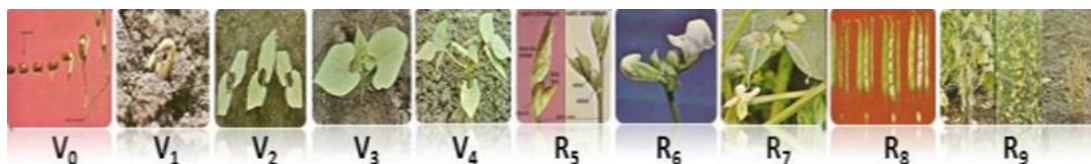
Yanes, L. 2015. *Comportamiento morfoagronómico de cuatro accesiones de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) de testa negra.* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spiritus. Sancti Spiritus : s.n., 2015. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Zilio, M; Medeiros, C. M; Arruda, C; Pires, J. C; Miquelluti, D. J. 2011.
Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (Phaseolus vulgaris L.). 2011. págs. 429-438.

Anexos.

Anexo 1: Fases y etapas de desarrollo del cultivo del frijol (*P. vulgaris* L.) (Faure *et al.*, 2014)

	Fase	Etapa		Identificación del inicio de cada etapa.
		Código	Nombre	
Vegetativa	V ₀	Germinación		La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación.
	V ₁	Emergencia		Los cotiledones del 50 % de las plantas aparecen al nivel del suelo.
	V ₂	Hojas primarias		Las hojas primarias del 50 % de las plantas están desplegadas.
	V ₃	Primera trifoliada	hoja trifoliada	La primera hoja trifoliada del 50 % de las plantas está desplegadas.
	V ₄	Tercera trifoliada	hoja trifoliada	La tercera hoja trifoliada del 50 % de las plantas esté desplegada.
	V ₅	Prefloración		Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50 % de las plantas.
Reproductiva	R ₆	Floración		Se ha abierto la primera flor en el 50 % de las plantas.
	R ₇	Formación de las vainas	de las vainas	Al marchitarse la corola, en el 50 % de las plantas aparece por lo menos una vaina.
	R ₈	Llenado de las vainas		Llenado de las semillas en la primera vaina en el 50 % de las plantas
	R ₉	Maduración		Cambio de color por lo menos en una vaina en el 50 % de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado).



Anexo 2: Variables evaluadas y forma en que se evaluaron según (Rosas *et al.*, 2009)

No.	Variables	Forma de evaluación (Rosas <i>et al.</i> , 2008).
1	DF (dds).	Es el rango comprendido desde el día de la siembra en suelo húmedo (o primera lluvia o riego si se siembra en suelo seco) hasta la apertura del primer botón floral en el 50% de las plantas
2	DMC (dds).	Los días desde la siembra en suelo húmedo (o primera lluvia o riego si se siembra en suelo seco) hasta el momento en que la planta alcanza un 90% de defoliación.
3	NVP.	Se cuentan las vainas que tengan por lo menos una semilla viable en cada una de las 10 plantas muestreadas.
4	NGV	Se obtendrá dividiendo la cantidad total de semillas de una planta entre sus vainas
5	NGP	Se obtendrá sumando todas las semillas viables de cada planta.
6	M100G	Masa, en gramos, de 100 semillas de las vainas muestreadas de cada parcela anteriormente (al 13% de humedad)
7	Rend. (t.ha ⁻¹)	Se obtendrá pesando la producción de toda la parcela (al 13% de humedad).
8	LS (cm)	Es la medida en sentido paralelo a la semilla en cm.
9	AS (cm)	Es la medida desde el hilo al lado opuesto en cm.

Días a la floración **(DF)**; Días a la madurez de cosecha **(DMC)**; Numero de vainas por plantas**(NVP)**; Numero de granos por vainas**(NGV)**;Masa de 100 granos (g) **(M100G)**; Rendimiento (t.ha⁻¹) **(Rend.)**; Longitud de la semilla**(L.S)**; Ancho de la semilla**(A.S)**.

Anexo 3: Escala general para evaluar la reacción del frijol a patógenos bacterianos y fungos.

Clasif.	Cat.	Descripción	Comentarios
1			
2	R	Síntomas no visibles o muy leves	Germoplasma muy útil para progenitor o variedad comercial.
3			
4		Síntomas visibles y	Germoplasma utilizable como
5	I	conspicuos que ocasionan un daño económico limitado.	variedad comercial como fuente de resistencia a ciertas enfermedades.
6			
7		Síntomas severos o muy	
8	S	severos que causan pérdidas considerables en el rendimiento o la muerte de la planta.	En la mayoría de los casos es germoplasma no útil ni aun como variedad comercial
9			

Anexo 4: Análisis de varianza de clasificación simple. (ANOVA).

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
altura	Inter-grupos	271.599	9	30.178	12.676	.000
	Intra-grupos	928.465	390	2.381		
	Total	1200.064	399			
vainas	Inter-grupos	2259.073	9	251.008	15.570	.000
	Intra-grupos	6287.125	390	16.121		
	Total	8546.198	399			
granosxvaina	Inter-grupos	67.430	9	7.492	7.700	.000
	Intra-grupos	379.497	390	.973		
	Total	446.927	399			
granosxplantas	Inter-grupos	45954.173	9	5106.019	10.607	.000
	Intra-grupos	187731.325	390	481.362		
	Total	233685.498	399			
largosemilla	Inter-grupos	175.390	9	19.488	37.916	.000
	Intra-grupos	200.450	390	.514		
	Total	375.840	399			
anchosemilla	Inter-grupos	97.290	9	10.810	19.891	.000
	Intra-grupos	211.950	390	.543		
	Total	309.240	399			
rendimiento	Inter-grupos	116373606	9	12930401	14.139	.000
	Intra-grupos	356656573	390	914504.033		
	Total	473030179	399			
floracion	Inter-grupos	296.460	9	32.940	3.513	.000
	Intra-grupos	3657.300	390	9.378		
	Total	3953.760	399			
madurez	Inter-grupos	18384.000	9	2042.667	.	.
	Intra-grupos	.000	390	.000		
	Total	18384.000	399			
antracnosis	Inter-grupos	340.163	9	37.796	34.661	.000
	Intra-grupos	425.275	390	1.090		
	Total	765.438	399			
mustia	Inter-grupos	37.440	9	4.160	1.609	.111
	Intra-grupos	1008.600	390	2.586		
	Total	1046.040	399			
bacteriosis	Inter-grupos	295.740	9	32.860	13.001	.000
	Intra-grupos	985.700	390	2.527		
	Total	1281.440	399			
mancha	Inter-grupos	606.303	9	67.367	61.779	.000
	Intra-grupos	425.275	390	1.090		
	Total	1031.578	399			

Anexo 5: Síntomas visibles de antracnosis detectados en la accesión ENAR – 116.



Anexo 6: Síntomas visibles de Mustia hilachosa en la accesión ENAR – 68.



Anexo 7: Síntomas visibles de Bacteriosis común en la accesión ENAR – 64.

