

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las  
Villas Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Carrera de Ingeniería Agronómica**



**Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo**

Respuesta agroproductiva de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L.  
en época tardía

Autor: Milagros Rodríguez Díaz

Tutor: Ing. Silvio de Jesús Martínez Medina MSc.

Santa Clara, 2017

***PENSAMIENTO***

*“La tierra produce sin cesar, si los que en ella viven quieren librarse de miseria, cultívenla de modo que en toda época, produzca más de lo necesario para vivir”*

*José Martí*

# ***AGRADECIMIENTOS***

**A mis padres y mis hijas** que son las personas más importantes en mi vida. De todo corazón gracias por acompañarme en todo, gracias por ser mi principal motivación. A todos muchas gracias.

**A mi tutor** MSc. Silvio de Jesús Martínez Medina por su dedicación guía y profesionalidad y su ayuda incondicional e incansable en el logro de este trabajo. Aprecio su constancia, laboriosidad, optimismo y motivaciones. A **él** de todo corazón muchas gracias por el tiempo que me dedicó.

**A todos mis compañeros de trabajo** que han sabido apoyar y comprender todo este tiempo de estudio teniendo su ayuda incondicional.

**A mi pareja** por apoyarme en todos los momentos de mi vida

**A mis profesores** que me dieron la posibilidad de superación

**A todos** los que me han ayudado para la realización de este trabajo

**Muchas gracias**

***RESUMEN***

## Resumen

Los estudios de regionalización de cultivares de frijol común son necesarios dada la integración genotipo-ambiente que se produce en este cultivo. El presente trabajo se realizó con el objetivo de caracterizar la respuesta agroproductiva de cuatro cultivares comerciales de frijol común de testa de color negro en época de siembra tardía en la CCS "Celestino Gutiérrez". Se evaluaron los siguientes caracteres morfofisiológicos: longitud de la planta, número de folíolos, área foliar, masa fresca y masa seca de las plantas. Se evaluaron los componentes de rendimiento agrícola (RA) tales como: número de legumbres totales de la planta, número de semillas por legumbre, número de semillas por planta, peso de semillas por planta (g), masa fresca de 100 semillas (g), masa seca de 100 semillas y el rendimiento Agrícola. Se realizó la selección de los cultivares de mejor respuesta agroproductiva. Como resultados del trabajo todos los cultivares alcanzaron los máximos valores de los caracteres morfofisiológicos evaluados a los 40 días después de la germinación de la semilla. Se produjo una correlación directamente proporcional entre las variables morfofisiológicas evaluadas, los componentes del RA y los rendimientos agrícolas. Los componentes que determinaron el rendimiento agrícola fueron el número de legumbres por planta, semillas por legumbre y peso de 100 semillas. Los cultivares BAT-304 y CUL 156 se seleccionaron con la categoría de sobresaliente por sus rendimientos (2,35 y 2,1 t ha<sup>-1</sup> respectivamente).

# ***ÍNDICE***

## Índice

1.Introducción .....	1
2. Revisión Bibliografica.....	4
2.1. Aspectos generales del cultivo del frijol común .....	4
2.1.1. Origen y diversidad.....	4
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	5
2.2. Importancia económica y clasificación.....	6
2.3. Producción mundial del frijol común.....	7
2.4. Producción del frijol común en Cuba.....	8
2.5. Distribución y descripción morfológica.....	9
2.5.1. Raíz.....	10
2.5.2. Tallo.....	12
2.5.3. Floración.....	12
2.5.4. Hojas.....	13
2.5.5. Inflorescencia.....	12
2.5.6. Flor.....	12
2.5.7. Fruto.....	12
2.5.8. Semilla.....	13
2.6. Factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo del cultivo.....	13
2.6.1. Factores climáticos.....	13
2.6.1.2. Temperatura.....	13
2.6.1.3. Luz.....	14
2.6.1.3 Agua.....	14
2.6.2 Factores edáficos.....	14
2.7. Estrategias de mejoramiento genético.....	15
2.8. Época de siembra y manejo del cultivo.....	16
2.9. Distancias y densidad de siembra.....	16

2.10. Atenciones culturales.....	16
2.10.1 Fertilización.....	17
2.10.2 Riego.....	18
2.10.3 Control de arvenses.....	18
2.10.4 Manejo de plagas.....	19
2.7.11 Cosecha.....	20
2.12 Beneficio.....	20
3. Materiales y Métodos.....	21
3.1. Evaluaciones morfológicas.....	21
3.2. Rendimiento Agrícola.....	24
3.2.1 Componentes de rendimiento agrícola.....	21
3.3. Selección de los cultivares de frijol común con mejor respuesta agroproductiva.....	25
3.3.1. Clasificación por categoría de cuatro cultivares de frijol común....	25
4. Resultado y Discusión.....	26
4.1. Caracterización morfológica.....	26
4.2. Rendimiento agrícola.....	30
4.2.1 Componentes del rendimiento agrícola.....	30
4.2.2 Rendimiento agrícola de cuatro cultivares de frijol común.....	32
4.3 Selección de Cultivares sean se comportamiento.....	33
4.3.1 Clasificación por categoría de cuatro cultivares de frijol común.....	33
5. Conclusiones.....	37
6. Recomendaciones.....	38
7. Referencias bibliográficas.....	39

# ***JNTRDUCCJÓN***

## 1. Introducción

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la especie de las leguminosas de semilla más importante en el mundo para el consumo humano, debido a que proporciona una fuente significativa de proteínas, vitaminas y minerales a la dieta humana (Mederos, 2013). Para más de 300 millones de personas en el mundo el frijol es un componente importante de la dieta diaria. Esta leguminosa es un alimento de gran importancia económica y social para muchos países latinoamericanos, siendo América central, actualmente la región de mayor consumo y segundo en producción, con un 31% de la producción mundial (FAO, 2014). Los mayores productores de la región son México que siembra 1,6 millones de hectáreas (ha) con 1 200 000 t y Brasil 3 900 000 ha sembradas y 3,3 millones de toneladas. Los mejores rendimientos se obtienen en Canadá y Estados Unidos, con 1,9 t ha<sup>-1</sup> y Argentina 1,3 t ha<sup>-1</sup>. En Cuba se siembran alrededor 100 000 ha anuales de frijol común (Álvarez *et al.*, 2014). El per cápita anual normado para la distribución a la población es de 6,9 kg, sin tener en cuenta el consumo de los comedores institucionales.

En la provincia de Villa Clara en el año 2016 se sembraron un total de 10 876 00 ha del cultivo, alcanzándose un rendimientos agrícolas de 1,0 t ha<sup>-1</sup> y una producción total de 10 876 00 t (MINAG, 2017). En el año 2017 las importaciones de frijol común fueron de 14 400 t con un costo de 20,3 millones de dólares para un precio de \$1,410 la tonelada. En el 2015 se obtuvo una producción total de 11 525 2 t por lo que hubo un descenso en la producción del cultivo (Pacheco *et al.*, 2016). Este descenso de la producción de un año a otro da una idea de la necesidad de explotar todos los recursos posibles para incrementar los niveles de producción actuales si se quiere mantener los índices de consumo establecidos, sin incrementar excesivamente las importaciones. Urge entonces aumentar los rendimientos del cultivo, cuyo potencial puede alcanzar 1, 4 t ha<sup>-1</sup> bajo condiciones de fertilidad dada esta diferencia por las deficiencias nutricionales y la incidencia de plagas y enfermedades (MINAG, 2015 b).

En Cuba el cultivo del frijol común está influenciado por un grupo de factores climáticos, edáficos y bióticos entre los cuales pueden producirse complejas

interacciones (Corzo *et al.*, 2015). Las condiciones climáticas varían por años influenciados por el efecto del cambio climático ocasionando diferencias en los regímenes de lluvia y un incremento de las temperaturas. El suelo tiene gran influencia en el cultivo del frijol común, su variación depende de su tipo y categoría (Cairo y Quintero, 1980). En la actualidad por los cambios de los factores climáticos se produce un incremento de las adversidades por causas de origen biótico, ya que existen plagas, enfermedades y competencia con arvenses (Quintero, 2000).

En las diferentes regiones del país por lo general, el período de siembra del frijol común se enmarca desde el mes de septiembre y se extiende hasta febrero, sin embargo se divide en tres épocas de siembra que se diferencian por el comportamiento de los factores climáticos, incidencia de plagas y enfermedades, así como de las cultivares (Quintero, 2000). Este mismo autor enmarca las siembras tempranas entre los meses de septiembre y octubre, las intermedias entre noviembre y diciembre y las tardías de enero y febrero. La literatura científica hace referencia a la fuerte interacción entre los cultivares con la época de siembra, con las localidades y otros aspectos ambientales físicos y biológicos (Quintero, 2000; Criollo y López, 2015).

Para el incremento de la producción podría evaluarse nuevos cultivares de frijol con rendimientos más altos, resistencias múltiples a enfermedades y mayor tolerancia a la sequía y la baja fertilidad del suelo. Esto permitirá aumentar la productividad del frijol y alcanzar mayor estabilidad del rendimiento (Popelka *et al.*, 2004).

Basado en el diagnóstico realizado a los consumidores de Villa Clara, estos determinaron según las preferencias que sus hábitos de consumos de frijol común en cuanto al color de la semilla era 70% de semillas de color negro, 25% de semillas de color rojo y 5% de semillas de color blanco, lo cual determinó la estrategia varietal del cultivo del frijol común en la provincia (MINAG, 2015 a).

En Cuba son pocos los estudios de regionalización de cultivares de frijol común, lo cual hace que los productores no usen semillas según estos estudios (MINAG, 2015 a y b). Las evaluaciones de los cultivares le permitirá a los productores, usar semillas de categoría y de cultivares regionalizadas e incrementar los rendimientos agrícolas a más de 1,4 t ha<sup>-1</sup>. Por otra estos estudios diagnosticaron que son pocos los productores que utilizan cultivares de frijol común de testas de color negro en época tardía, En la CCS Celestino Gutiérrez del consejo popular General Carrillo carece de cultivares de frijol común de testa de color negro, que tengan respuestas agroproductivas adecuada en época de siembra tardía.

Por lo antes expuesto nos proponemos la siguiente hipótesis:

La caracterización de cultivares de frijol común de testa de color negro en época de siembra tardía, en la "CCS Celestino Gutiérrez ", permitirá incrementar la diversidad y rendimientos agrícolas de *P Vulgaris* en esta unidad productiva.

### **Objetivo general**

Caracterizar la respuesta agroproductiva de cuatro cultivares comerciales de frijol común de testa de color negro en época tardía en la CCS "Celestino Gutiérrez".

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar indicadores morfofisiológicos en los cuatro cultivares de frijol común objeto de estudio.
2. Evaluar los componentes y el rendimiento agrícola de los cuatro cultivares en estudio.
3. Clasificar los cultivares de frijol común según su respuesta agroproductiva.

# ***REVIZIÓN BIBLIOGRÁFICA***

## 2. Revisión bibliográfica

### 2.1. Aspectos generales del cultivo del frijol común

#### 2.1.1. Origen y diversidad

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos más antiguos. Hallazgos arqueológicos indican que se conocía por lo menos 5000 años antes de la era cristiana. Se considera, que la trilogía de plantas americanas, maíz, frijol y calabaza no existía cuando el frijol estaba en el proceso de domesticación. El género *Phaseolus* agrupa a multitudes de especies, de las que solo cinco (*Phaseolus acutifolius*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus polianthus* y *P. vulgaris*) han sido domesticadas. Solo *P. vulgaris* ocupa más del 85 % de la superficie mundial dedicada este cultivo. Se trata de una especie originaria de la región mesoamericana (México, América Central) pero con un importante centro de dispersión en Perú, Ecuador y Bolivia. *P. vulgaris* fue llevada de América a Europa por los españoles en el siglo XVI. Está muy distribuida en distintas partes del trópico, subtropical y regiones templadas, siendo la legumbre más importante en Latino América y parte de África. La Península Ibérica puede ser considerada como un centro secundario de diversificación de esta especie, ya que han sido cultivadas durante centurias en distintos agroecosistemas (Pinheiro *et al.*, 2007).

El frijol es una especie diploide ( $2n = 2x = 22$ ), anual y predominantemente autógama y el tamaño de su genoma es pequeño (635 Mpb / genoma haploide) y similar en su naturaleza como diploide verdadero al de arroz (340 hasta 560 Mpb / genoma haploide), que es generalmente considerada como la planta de importancia económica con el genoma más pequeño (Bellucci *et al.*, 2010).

#### 2.1.2 Clasificación taxonómica

Según la clasificación asignada por Carlos Linneo en 1753, en el sistema de nomenclatura binomial, el nombre completo del frijol común es *Phaseolus vulgaris* L. Taxonómicamente su clasificación es la siguiente (Valladares, 2010):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris*

## **2.2. Importancia económica y alimentaria**

El frijol común se considera forma parte del grupo de leguminosas comestibles, lo cual es estratégico, no solo por sus propiedades nutricionales y culinarias, sino por su presencia en los cinco continentes del mundo y su importancia para el desarrollo rural y social de muchas economías. En recientes estudios de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) hace referencia a este producto como un alimento tradicional para la región, una fuente importante de sustento económico para familias de bajos ingresos y un alimento de identificación cultural (CEPAL, 2014).

La mayor contribución del frijol común a escala mundial está asociada a la seguridad alimentaria. Según las estadísticas de la FAO lo sitúa como un complemento nutricional indispensable en la dieta diaria de más de 400 millones de personas en el mundo (FAOSTA, 2015). Estos granos contienen una amplia gama de vitaminas, fibra vegetal y minerales, entre los que se encuentra el hierro. Sin embargo, el mayor valor nutricional radica, básicamente, en un alto contenido de proteínas que oscila entre el 12 y el 25% del peso de las semillas, es decir 2,5 veces mayor que el de los cereales (IIG, 2013).

Frente a las tendencias de crecimiento de la población y de consumo de frijoles, puede ser esperado un aumento de la demanda para América Latina y África a niveles sin precedentes. Este incremento podrá asumirse solamente si son desarrollados nuevos cultivares de frijol común con rendimientos más altos,

resistencia múltiple a enfermedades y mayor tolerancia a la sequía y la baja fertilidad del suelo. Esto permitirá aumentar la productividad del frijol y alcanzar una mayor estabilidad del rendimiento (Popelka *et al.*, 2004).

### **2.3. Producción mundial de frijol común**

En el mundo, 129 países destinan alrededor de 27,4 millones de hectáreas al cultivo del frijol común en sus diferentes cultivares. La producción mundial está alrededor de los 23 millones de toneladas (FAOESTAT, 2015; INEGI, 2015). Se estima que el 70% de la producción mundial proviene del continente americano. La producción promedio de frijol común en la región de Centroamérica y el Caribe pasó las 371000 t en los años 1990 y 2000, 56 600 0 t entre 2010 y 2013, con un incremento del 150% respecto al período anterior.

En este sentido se destacan Nicaragua y Guatemala, cuyas producciones se han triplicado (Pacheco *et al.*, 2016).

La cosecha mundial de frijol reporta una ligera tendencia al alza, impulsada por aumentos en la superficie cosechada y en los rendimientos por unidad de superficie. Myanmar, India, Brasil, México, Tanzania, Estados Unidos y China son los principales productores de frijol, y en conjunto aportan el 64,8 por ciento de la oferta global. Su comercio en el mercado internacional es reducido en comparación con otros productos agrícolas y como proporción del consumo global de esta leguminosa, debido a que en general los principales países productores son también los consumidores más importantes (FIRA, 2015).

En el mundo anualmente se cosechan alrededor de 29,5 millones de hectáreas de frijol, de las cuales se obtienen 23,0 millones de toneladas, en sus diferentes cultivares. Su consumo se realiza principalmente en los países en desarrollo, aunque en muchos de éstos se ha reducido en los años recientes al sustituirlo por otros productos. Actualmente, el consumo per cápita se ubica en un promedio mundial de 2,5 kg por año (INEGI, 2015).

Durante el periodo 2003 y 2013 la producción mundial de frijol común creció a una

tasa promedio anual de 0.8 por ciento. Este crecimiento representa 22,8 millones de toneladas anuales. Esta tendencia en la producción representa un crecimiento promedio anual de 0,2 por ciento en la superficie cosechada y de 0,6 por ciento en el rendimiento promedio, durante el período señalado (SAGARPA, 2005).

La producción mundial se concentró en siete países con un 64,8% de la producción mundial de frijol en 2013: Myanmar (16,2%), India (15,9%), Brasil (12,7%), México (5,7%), Tanzania (4,9%), Estados Unidos (7,9%) y China (4,5%). Los principales países productores, destaca el dinamismo que la producción de frijol tuvo entre 2003 y 2013 en Myanmar y Tanzania, donde creció a tasas promedio anuales de 7,4 y 12,8%, respectivamente. Por el contrario, en India, Brasil y México, el volumen de producción se redujo a una tasa promedio anual de 1,5; 1,3 y 0,9% durante el mismo período, respectivamente (FIRA, 2015).

Los principales países productores y consumidores de frijol en forma de grano seco son: Brasil (> 5,3 millones de ha) y México (1,8 millones de ha), mientras que en Colombia, Argentina y Nicaragua se siembran entre 150 y 250 000 ha. Los principales productores y consumidores de frijol en forma de grano seco son: América Latina (45%) y África (25%) y con una menor producción, América del Norte (13%), Europa (8%) y Asia (9%) (FAO, 2014). En América Latina, los principales países productores y consumidores son Brasil (>5,3 millones ha) y México (1,8 millones ha), mientras que en Colombia, Argentina y Nicaragua se siembran entre 150 y 250 000 ha (Alvares *et al.*, 2014).

El rendimiento agrícola promedio mundial de frijol común en el año 2013 ascendió a 0,8 t ha<sup>-1</sup>, incluyendo Centroamérica y el Caribe. Los mayores rendimientos agrícolas a nivel logran como promedio 1,27 t ha<sup>-1</sup>. En este sentido solo Estados Unidos y China, al superado la media mundial con 2 y 1,5 t ha<sup>-1</sup> respectivamente (FAOSTAT, 2015).

#### **2.4. Producción de frijol común en Cuba**

En Cuba la producción actual de frijol común no garantiza el consumo normado de la población, por lo que el estado tiene que recurrir a la importación. La mayor

importación se reportó en el año 2006 con 147 300 t en el año 2009 las importaciones ascendieron a 75 740 770 CUC y en 2015 se importaron 256 000 t por un valor de importación de 76 800 000 CUC. Esto estuvo motivado fundamentalmente por el incremento de los precios. Si se tiene en cuenta la demanda de frijol del país, la erogación de divisa por el concepto de importación, la baja calidad del grano importado y el riesgo que se corre al momento de buscar la oferta del mismo con relación a los precios, se podrá comprender que se hace imprescindible la búsqueda de soluciones viables para el autoabastecimiento de este grano. En Cuba los agricultores poseen cultura agronómica y disponen de fondos de tierra para producir granos en un ambiente favorable, asociado a determinadas tecnologías siempre que se garanticen los insumos mínimos indispensables, lo que permitiría rendimientos económicamente rentables y se contribuiría a la sustitución de importaciones (Pacheco *et al.*, 2016).

Esta misma fuente refiere que la producción de granos entregada desde el 2008 hasta las previstas a entregar en el 2014, con destino a la sustitución de importaciones, solo han dispuesto de aseguramiento en cuanto a fertilizantes, productos fitosanitarios, (ajustado a un enmarcamiento financiero que no satisface las demandas reales de los cultivos), semillas, las cuales se han trabajado con un 25% con categoría y mejora en los precios de compra al productor, así como del equipamiento tecnológico para la siembra y cosecha que existente en el país el cual por su dispersión y grado deterioro solo satisface en la siembra un 41% del total sembrado. Los volúmenes de producción crecieron en 45 100 8 t en el año 2014 (69 100,8 t) con respecto al 2013 (34 000). Los rendimientos agrícolas según el diagnóstico realizado el año 2015 para la cadena del frijol común en el territorio Villa Clara y Santi Spíritus oscila entre 0,8 y 1,0 t ha<sup>-1</sup> (MINAG, 2015 a) y según la estrategia para cubrir esta brecha en los rendimientos agrícolas se propone como línea meta 1,4 t ha<sup>-1</sup> al finalizar el año 2020 (MINAG, 2015 b)

## **2.5. Distribución y descripción morfológica**

El frijol común, es una especie que se cultiva en gran diversidad de climas entre los 0 a 3000 msnm y sus mayores rendimientos se obtienen en zonas donde la temperatura promedio oscila entre los 15 y 27°C. Temperaturas promedio superiores

a 27°C favorecen el desarrollo vegetativo, pero ocasionan el aborto y desprendimiento de las flores, reduciendo el número de vainas y de semillas por planta. Este grano se produce en regiones con 1500 a 2600 mm de precipitación anual, aunque teóricamente de 300 a 400 mm de lluvia bien distribuidos son suficientes para obtener una buena cosecha. El exceso o déficit de lluvia son igualmente perjudiciales para la producción, pues inciden directamente en el desarrollo de la planta y la susceptibilidad a enfermedades. El centro de origen del frijol común es el continente Americano, basándose en importantes descubrimientos arqueológicos tanto en México y Centro América como en América del Sur, donde se tiene registros de que este cultivo ya era conocido aproximadamente 5000 años antes de la era cristiana (Debouck and Hidalgo, 1984; Gepts and Debouck, 1991). Además también se ha encontrado una amplia diversidad entre las especies silvestres y especies relacionadas en ese continente (Singh, 1999). Es una planta anual herbácea, escaladora o erecta, de ciclo anual, que se cultiva en zonas tropicales y regiones templadas. A veces cubierto de vellosidades, el hábito de las plantas trepadoras, tienen tallos y zarcillos volubles (Beaver *et al.*, 2002).

### **2.5.1 Raíz**

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 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 (Figura 1.3). 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 (Avilán y Louis, 1976; Debouck e Hidalgo, 1984)

Los autores anteriormente mencionados refieren que 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 cultivares.

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 cm 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 (Debouck and Hidalgo, 1984).

### **2.5.2. Tallo**

El tallo se considera el eje central de la planta, es herbáceo y cilíndrico, y se compone de una sucesión de nudos y entre nudos. En el momento de la germinación, el tallo se origina directamente del meristemo apical del embrión de la semilla. 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. La primera parte del tallo que comprende desde la inserción con las raíces y el primer nudo se llama hipocótilo, cuya longitud es apreciable debido a que el frijol común posee germinación epigea. Dependiendo del hábito de crecimiento, el tallo puede presentar dos tipos de desarrollo en su parte terminal. Uno de estos es que el tallo termine en inflorescencia y por lo tanto cesa su crecimiento longitudinal, y se dice que la planta es de crecimiento determinado. Por otro lado, están los tallos que en su extremo final poseen un meristemo vegetativo el cual les permite continuar su crecimiento y seguir formando nudos y entrenudos, y a estas plantas se les conoce como de crecimiento indeterminado (Singh *et al.*, 1991).

### **2.5.3 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 (Somayoa, 2010).

#### **2.5.4. Hojas**

Las hojas pueden ser simples o compuestas y se desarrollan en los nudos del tallo y de las ramas. Las hojas simples se originan en la semilla durante la embriogénesis, se desarrollan en el segundo nudo del tallo, y caen antes de que la planta se desarrolle completamente. Las hojas compuestas o trifoliadas poseen tres folíolos, un peciolo y un raquis. En la inserción de estas hojas se observan a simple vista unas estipulas de forma triangular (Somayoa, 2010).

#### **2.5.5. Inflorescencia**

Botánicamente se las conoce como racimos o pseudoracimos compuestos, es decir que se trata de un racimo principal compuesto de racimos secundarios, estos se originan de un complejo de tres yemas (triada floral) que a su vez pueden ser apicales o axilares. El pseudoracimo se compone de pedúnculo, raquis, brácteas primarias y los botones florales (Somayoa, 2010).

#### **2.5.6. 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. La flor se abre después de la antesis. Este mecanismo favorece la autopolinización del frijol (Debouck and Hidalgo, 1984).

#### **2.5.7. Fruto**

Dado que se trata de una leguminosa, su fruto es una vaina que proviene de un ovario comprimido. Las hay de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad. Se compone de dos valvas unidas por dos suturas, una ventral y una dorsal o placentar, que es donde alternan los óvulos que darán origen a las semillas (Somayoa, 2010).

### **2.5.8. Semilla**

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 hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula. También existe una gran diversidad de colores de semillas (negro, rojo, crema, pinto, etc.) y brillo, características que suelen ser usadas como marcadores para la clasificación de cultivares y clases comerciales (Amurrio *et al.*, 2001).

## **2.6. Factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo del cultivo**

### **2.6.1. Factores climáticos**

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo.

#### **2.6.1.1. Temperatura**

La planta de frijol crece bien en temperaturas promedio entre 15 y 27 °C. En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas (5 °C o 40 °C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles (Ríos y Quirós, 2002).

#### **2.6.1.2. Luz**

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a cuatro días. Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas

apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables (Ríos, 2003).

### **2.6.1.3. Agua**

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura (Ríos, 2003).

Está demostrado que el frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias (Ríos y Quirós, 2002).

Estudios realizados para medir el consumo de agua del frijol a lo largo de las etapas de desarrollo han permitido determinar que el mayor consumo se da en las etapas de floración y formación de las vainas (Ríos y Quirós, 2002).

### **2.6.2. Edáficos**

Las propiedades del suelo que están directamente relacionadas con el desarrollo de este cultivo son la textura y la estructura. Uno de los elementos que más influye negativamente, es la acumulación de humedad en exceso, en suelos que por su textura arcillosa permitan dicha acumulación y sobre la estructura influye a su vez las labores a que este se somete, ya que si se hacen de forma inadecuada no favorece la granulación del suelo y por tanto se altera la estructura (Socorro y Martín, 1989).

También otro factor limitante es la baja fertilidad del suelo en general y en particular, la deficiencia en nitrógeno y fósforo (Singh, 1999), además de las altas concentraciones de Aluminio y Magnesio (Wortmann *et al.*, 1998) que pueden llegar a niveles muy elevados siendo tóxico para las plantas. El frijol requiere para su desarrollo que el terreno tenga buena fertilidad, que sea suelto, con buen drenaje, tanto interno como superficial, y con un pH de 5,5 a 6.5 cerca de la neutralidad. Los mejores suelos son los ferralíticos rojos, los pardos y los aluviales (Ríos, 2003).

## 2.7. Estrategias de mejoramiento genético

En frijol se ha identificado una respuesta diferencial entre cultivares del mismo género, lo mismo se ha encontrado en diferentes razas genéticas. Ello indica que existen diferentes genes involucrados en los mecanismos de resistencia. En trabajos con cruza de líneas de frijol rojo claro portadores del gen bc3 y resistencia a sequía se identifican familias que combinaron el grano de color rojo claro, con el gen bc3 y tolerantes a la sequía (Beebe *et al.*, 2000).

Existe referencias en la literatura científica de resultados en el mejoramiento genético para la tolerancia a sequía en frijol liberándose materiales como: SEA 5, Pinto Villa y Pinto Saltillo, y algunas líneas promisorias como: SEQ 12, SER 16, Negro Cotaxtha 91 y Negro Veracruz (Beebe *et al.*, 2010). Igualmente existen referencias de avances en mejoramiento a sequía en líneas meso americanas tipo comercial (grano rojo y negro pequeño, crema y tipo carioca), basado en mejor rendimiento bajo sequía, estas líneas seleccionadas también presentan un periodo más corto a madurez fisiológica, mejor rendimiento o ganancia en grano por día, y en algunos casos, mejor potencial de rendimiento bajo condiciones favorables de humedad en el suelo (Beebe *et al.*, 2008).

Se han realizado significativos esfuerzos de investigación, en especial en las últimas tres décadas, para mejorar la adaptación de frijol común a sequía, estos esfuerzos incluyen: estudios de los efectos de la sequía en el desarrollo de la planta, desarrollo de métodos de evaluación en campo, evaluación e identificación de germoplasma tolerante y evaluación de características fisiológicas relacionadas a la adaptación a sequía (Beebe *et al.*, 2010).

Existen estudios que han demostrado, que la alta resistencia del frijol tépari (*Phaseolus acutifolius* L.) a la sequía, es debido a que, presenta una alta producción de raíces finas, con una mayor conductividad hidráulica, que le permite un ajuste de potencial hídrico, y una mayor eficiencia en el uso del agua, de esta manera retrasando la deshidratación (Beebe *et al.*, 2010).

Con la tolerancia a la sequía presente en frijol tépari (*P. acutifolius*), se han realizado híbridos interespecíficos entre *P. vulgaris* y *P. acutifolius*, los cuales,

tienen diferentes grados de introgresión de la tolerancia a sequía, pero esta tolerancia no es al nivel de *P. acutifolius* y no es superior a la disponible en *P. vulgaris*. Por lo tanto, una alternativa puede ser la clonación de genes de tolerancia de *P. acutifolius* para ser usados en frijol común (Beebe *et al.*, 2010).

## **2.8. Época de siembra y manejo de cultivares**

La época de siembra más adecuada para el frijol común 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. De esta forma se evitan los daños por exceso de humedad. El periodo de siembra en Cuba se extiende desde el primero de septiembre al 30 de enero, con la fecha óptima entre el 15 de octubre al 30 de noviembre. En las áreas sin riego se recomienda la siembra desde el primero de septiembre al 15 de octubre (Álvarez *et al.*, 2014)

La selección de cultivares de frijol común para la siembra debe estar en función del plan de producción, región edafoclimática, época de siembra e insumos disponibles. El Registro de Nacional de Cultivares Comerciales CNSV, MINAG (2015) registra 25 cultivares, de las cuales han sido seleccionadas 25 de ellas para conformar la estructura varietal del país, tomando en cuenta su comportamiento ante enfermedades (Martínez *et al.*, 2015).

## **2.9. Distancias y densidad de siembra**

La distancia de siembra depende los cultivares a sembrar según la época de siembra. Álvarez *et al.* (2014) refirieron que el marco de siembra depende del hábito de crecimiento de la planta. Para hábitos de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) e indeterminado arbustivo (Tipo II) es de 45 y 70 cm entre surcos y entre 5,7-7,1 cm entre plantas (Densidad de plantación de 200000-250000 plantas/ha<sup>-1</sup>). Mientras para las cultivares de hábito de crecimiento determinado (Tipo I) se deben sembrar surcos dobles de 30 + 60 cm a 7,3 cm entre plantas (300000 plantas/ha<sup>-1</sup>).

## **2.10. Atenciones culturales**

El manejo adecuado de los cultivares tiene prácticas agrotécnica una gran influencia en el incrementos de la producción de una región o país. Esta práctica se

limita se a la sustitución de unas cultivares por otras (Quintero, 1988). Es difícil encontrar un mismo cultivar que reúna resistencia o tolerancia a las adversidades, por lo que se debe establecer una amplia estructura varietal en el frijol común, que minimice el efecto de las adversidades, lo cual implica un adecuado manejo (Quintero y Saucedo, 2002).

### **2.10.1. Fertilización**

Las condiciones físicas y químicas de los suelos para el cultivo del frijol común son muy variables. En los suelos con deficiencias nutricionales se puede afectar el crecimiento y desarrollo del cultivo y por tanto su rendimiento agrícola. La absorción de nutrientes varía en dependencia de los cultivares y la densidad de población. En poblaciones entre 250 000 y 300 000 plantas ha<sup>-1</sup>, el promedio de absorción de nutrientes oscila entre 0,133- 0,016 t ha<sup>-1</sup> y una media de extracción y exportación de 0,0322-0,054- 0,0172 t de nitrógeno, fosforo y potasio respectivamente por t de semillas para alcanzar elevados rendimientos agrícolas. Es recomendable realizar las aplicaciones de fertilizantes en el fondo del surco (Álvarez *et al.*, 2014).

La fertilización con máquinas sembradoras realizar la aplicación de la fertilización completa de siembra (N-P-K) con normas regulables que oscilan entre (50 y 450 kg ha<sup>-1</sup>) y autonomía de hasta 400 m. Los fertilizantes a aplicar deben estar secos y sueltos para su fácil circulación por los órganos fertilizadores y ajustarse a las normas seleccionadas para cada cultivo en correspondencia con el paquete tecnológico aprobado. El fertilizante se aplicará durante el proceso de siembra, y se colocará según regulación en la máquina sembradora a 0,5 cm por debajo de la semilla (MINAG, 2015).

El FitoMas-E influye en el crecimiento vegetativo del frijol común. Álvarez *et al.* (2014) recomienda aplicar dosis entre 1 y 2 L ha<sup>-1</sup> en cada aplicación, por vía foliar siempre disuelto en agua hasta completar de 200 a 300 L ha<sup>-1</sup> de volumen final en las etapas V<sub>3</sub> y el inicio de R<sub>5</sub>. También recomienda realizar aplicaciones cuando las plantas han sido afectadas por plagas, sequías, por exceso de humedad, daños mecánicos, altas y bajas temperaturas, salinidad y aplicaciones de herbicidas.

Autores como Méndez *et al.* (2011) encontraron que FitoMas-E a una concentración

de 1,5 L ha<sup>-1</sup> como la más efectiva en el incremento del diámetro del tallo, longitud del fruto, número de hojas por plantas, número de legumbre, número de semilla por legumbre y rendimiento agrícola. Otros autores como López *et al.* (2014) refirieron que con dosis de 3 L ha<sup>-1</sup> de FitoMas-E en las etapas 1 y 2 se obtienen los mayores valores de alturas, número de vainas por plantas y longitud de las vainas superiores significativamente al resto de los tratamientos, así como en el caso del rendimiento aplicando FitoMas-E en las etapas 1 y 2 se obtuvo un rendimiento de 2,15 t ha<sup>-1</sup> del cultivo.

El Bayfolan Forte es un fertilizante foliar balanceado con elementos mayores, menores, estabilizador del pH, tiamina y fitohormonas, indicado para prevenir y corregir deficiencias nutricionales, logrando un mejor desarrollo y por lo tanto mayores rendimientos de los cultivos, en dosis de 2,3 L ha<sup>-1</sup> de PC (V<sub>4</sub> y R<sub>7</sub>) (Álvarez *et al.*, 2014). También recomendaron la aplicación de 2 a 3 L ha<sup>-1</sup> en las etapas V<sub>4</sub> y R<sub>7</sub> para elevar los rendimientos agrícolas

### **2.10.2. Riego**

El frijol común necesita 10 riegos, con una norma neta total promedio de 3500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> durante todo el ciclo del cultivo dependiendo de la variedad y el tipo de suelo. El suelo debe mantenerse en un 80% de capacidad de campo. El cultivo tiene cuatro etapas críticas, en las cuales no puede faltar el agua para que los rendimientos agrícolas del cultivo no se afecten, que son la germinación, floración, formación y llenado de las legumbres (Álvarez *et al.*, 2014).

Según el MINAG (2015 c) el riego de mantenimiento de la siembra se determinará el área real mojada por la máquina y solo se sembrará hasta el límite de la máquina sin tener en cuenta el regado por el aspersor fina. También las áreas se deberán disponer de fuentes de abasto que garanticen 12 riegos durante todo el ciclo del cultivo 3500 m<sup>3</sup> de agua según las cuatro etapas críticas de desarrollo del cultivo

### **2.10.3. Control de plantas arvenses**

La población de plantas arvenses puede ser regulada mediante las labores de cultivo realizadas de forma oportuna y mediante el uso de densidades de plantas adecuadas. Es recomendable mantener limpio el cultivo por lo menos durante la primera mitad de su ciclo biológico, que es el periodo cuando la maleza más

compite por nutrientes y luz. Si las escardas no se pueden realizar oportunamente debido al exceso de humedad en el terreno no permitiendo el uso de maquinaria o tracción animal, se recomienda hacer uso de herbicidas post-emergentes. El cultivo de frijol debe mantenerse libre de hierbas cuando menos durante los primeros 40 días después de la siembra para evitar bajas en el rendimiento. Esto se logra con un cultivo a los 20 días de nacido el frijol, seguido de una limpia para eliminar las hierbas que crecen en las hileras de las plantas cuando se dificulta el control mecánico-manual.

La aplicación de herbicidas en post-emergencia debe realizarse en el momento óptimo del desarrollo de las plantas arvenses, cuando estas tienen alrededor de cuatro hojas, teniendo en cuenta la etapa de cultivo ( $V_3$  y  $V_4$ ). Para las aplicaciones en pre-siembra, se deben tener en cuenta las condiciones del suelo. Además es importante el mantenimiento, la calibración de los equipos a utilizar y la hora de aplicación (Alvares *et al.*, 2014).

#### **2.10.4. Manejo de plagas**

La protección del cultivo contra plagas está dirigida a garantizar el buen desarrollo de las plantas, para alcanzar una producción sostenible, con un manejo integrado de plagas y enfermedades, tomando en cuenta las variables, las labores culturales, trampas, los biopreparados (*B. bassiana*, *L. lecanii*, *M. anisopliae*, *B. thurigiensis* y *Trichoderma sp.*). Las principales plagas insectiles que atacan al cultivo del frijol común son la Mosca blanca (*Bemisia spp*), Salta hojas (*Empoasca spp*), Acaro blanco (*Polyphago tarsonemus latus*), Acaro rojo (*Tetranychus tumidus*), Crisomélidos (*Cerotoma facialis* y *Diabrotica balteata*). Las principales enfermedades que atacan al cultivo son la Roya del frijol (*Uromyces phaseoli*), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), (*Thanatephorus cucumeris*), Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris pv. phaseoli*), Mancha angular (*Isariopsis griseola*). Las enfermedades virales causan daños al cultivo, pudiendo afectar hasta el 100% de la plantación. La más agresiva de las enfermedades virales es el Mosaico dorado del frijol común (BGMC) cuyo agente trasmisor es la Mosca blanca (*Bemisia spp*) (Álvarez *et al.*, 2014).

### **2.11. Cosecha**

La cosecha depende del área a cosechar y de la tecnología disponible para la trilla, ya sea manual o mecanizada. El momento óptimo del arranque y corte de las plantas es cuando el grano tiene entre un 15 y 17% de humedad (Álvarez *et al.*, 2014).

Se ha demostrado que la calidad del grano, en términos de tiempo de cocción y de color de la testa, es adecuada cuando la cosecha se realiza a más tardar hasta 10 días después de la madurez fisiológica, y se trilla en menos de 15 días después de la cosecha. Cuando el frijol se deja en la planta por periodos prolongados después de que se alcanza la madurez fisiológica, o bien, si después del corte tarda en trillarse, además que al grano se le oscurece el color incrementa el tiempo de cocción (García y García, 2001).

### **2.12. Beneficio**

La calidad del producto final depende del beneficio. La calidad está determinada por porcentaje óptimo de humedad de la semilla (14%), estar libre de impurezas, homogeneidad en el tamaño del grano y el empaclado de acuerdo a la distribución o almacenaje (Álvarez *et al.*, 2014).

## ***Materiales y métodos***

### 3. Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en la CCS “Celestino Gutiérrez” del el Consejo Popular “General Carrillo” perteneciente al municipio de Remedio, provincia de Villa Clara. El experimento se realizó en época tardía durante el período comprendido entre enero y marzo del 2017.

Se realizó el estudio en un suelo que se caracteriza por ser oscuro mullido carbonatado, según Hernández *et al.* (2015) y la topografía ligeramente llana, los análisis de suelo se realizaron en el laboratorio de Suelo de Villa Clara perteneciente al MINAGRI, con los siguientes resultados pH - 6,63 neutro, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> > 80 y K<sub>2</sub>O. 30,9 fertilidad buena ya que los contenidos fósforo y potasio son altos el experimento se desarrolló en condiciones de temperaturas máximas que fluctuaron entre 26,3 y 28,7°C, humedad relativa (71 y 74,42%), precipitaciones (8,4 y 18,8mm) y velocidad del viento se mantuvo entre 12,4 y 15,6 km h<sup>-1</sup> (tabla 1).

Tabla 1. Registro climático en el periodo enero- marzo del 2017

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitaciones (mm)	Velocidad media del viento(km h <sup>-1</sup> )
	Máxima	Mínima	Media			
Enero/17	26,3	19,6	24,5	74,4	8,4	12,4
Febrero/17	28,4	26,2	23,4	74,0	18,4	8,50
Marzo/17	28,7	21,8	26,7	71,0	18,8	15,67

Referencia: Estación Meteorológica # 7838 de Caibarién perteneciente al Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara

## **Material vegetal**

En el estudio se utilizaron semillas registradas de los siguientes cultivares de frijol común de grano de color negro con características agronómicas deseables:

- Cuba Cueto 25-9 N
  
- Liliانا
  
- BAT-304
  
- Cul-156

Se utilizó un diseño experimental de bloque al azar compuesto por 3 parcelas por variedad de 6 m de largo y 3.60 m de ancho. Las parcelas experimentales eran de 8 surcos cada una con una, espaciados a 0.45 m con un tape ligero entre (2.5-4 cm). Se utilizarán tres réplicas por tratamiento y se evaluarán 50 plantas por parcela.

## **Análisis estadístico**

El procesamiento estadístico de los datos experimentales se realizó con la ayuda del paquete SPSS versión 18,0 para Windows. Fueron procesados mediante la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis, y la comparación de las medias según la prueba no paramétrica U de Mann Whitney.

## **Atenciones culturales al cultivo**

### **Control de plantas arvenses**

Se mantuvo libre de plantas arvenses, sobre todo en sus 40 primeros días de su ciclo. Para ello el control se emplearon herbicidas y control mecánico. El este último se efectuarán limpiezas a mano o con azada al surco, cuidando siempre el sistema radicular de la planta. Con herbicida, se aplicó Treflan (Trifluralín) 48% con dosis entre 1.5 y 2 L ha<sup>-1</sup>. Este herbicida se aplicó después que el sol se ocultó con el suelo seco y se le dieron dos pases de grada para incorporarlo. La siembra se efectuó de forma manual a una distancia de camellón de 0.45 m y distancia entre plantas (narigón) de 5 a 7 cm sembrando 2 a 3 semillas por nidos.

**Fertilización.**

No realizó fertilización para que las cultivares de frijol común en estudio expresarán su propio potencial de rendimiento agrícola.

**Manejo del riego:**

Se aplicaron 12 riegos en todo el ciclo de cultivo con normas que abarcaron entre 180-300 m<sup>3</sup>, distribuidos de la siguiente forma:

Etapa fenológica	Número de riegos	Norma de riego (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )
Siembra- germinación	2	200
Establecimiento e inicio de Floración.	4	250
Inicio de Floración- Madurez	4	200
Inicio de maduración- Cosecha	2	300

### **Cosecha:**

Se realizó cuando las plantas llegaron a su madurez fisiológica. Se dejaron 3 días al sol. La trilla se efectuó forma manual.

### **Evaluaciones efectuadas:**

#### **3.1- Evaluaciones morfofisiológicas**

Se empleó una regla milimetrada en la determinación de las longitudes, además se utilizó una balanza analítica (SCALTEC, modelo SPD 54, Alemania) para los pesos de los órganos de la planta y una estufa (MERMERT, Alemania) para el contenido de materia seca.

Se evaluaron los siguientes indicadores morfológicos:

➤ La Altura de la Planta (AP) (cm): Se midió desde la base del tallo hasta la yema apical, a los 15, 30, 60, 70 días después de la germinación de la semilla; utilizando una regla milimetrada. Se evaluaron en diez plantas seleccionadas en cada una de las zonas de muestreo.

➤ Número de folíolos por planta: Se contaron a 50 plantas por réplica a los 15, 30, 60, 70 días después de la germinación de la semilla.

➤ El Área Foliar (AF) (dm<sup>2</sup>): se determinó a los a los 15, 40, 70, días después de la germinación de la semilla. Se utilizó un analizador de hojas digitalizados (Leaf Analysis System) marca: YMJ-B de fabricación China). Se valoraron 10 plantas por réplica y el área foliar se expresó en decímetro cuadrado (dm<sup>2</sup>).

#### **3.2 Componentes del Rendimiento Agrícola (CRA)**

En el momento de cosecha se evaluaron los Componentes de Rendimiento Agrícola:

➤ Número de legumbres totales de la planta: Se realizó un conteo de la cantidad de legumbres existentes en la muestra dividido por la cantidad de plantas de evaluadas.

➤ Número de semillas por legumbre: se realizó un conteo de la cantidad real de

semillas por planta y dividió entre cantidad de legumbres por planta.

- Número de semillas por planta: Se obtuvo sumando la cantidad total de semillas por planta, las sumatoria de las semillas totales se dividió entre el número de plantas evaluadas para obtener la media.
- Masa fresca de 100 semillas (g): Se pesó la masa fresca de diez muestras de 100 semillas por cultivar. Se utilizó una balanza analítica SPD 54 (Scaltec Instruments GmbH, Alemania).
- Masa seca de 100 semillas (g): Una vez determinada la masa fresca, las diez muestras de 100 semillas fueron colocadas en una estufa (MERMERT, Alemania) durante 72 horas a 65 °C y se pesaron hasta alcanzar un peso constante.
- Rendimiento Agrícola (RA): a partir del rendimiento promedio del área de las tres replicas se estimará para 1 ha en cada variedad. Se expresará en t ha<sup>-1</sup>.

### **3.3. Seleccionar los cultivares de frijol común según su respuesta agroproductiva**

#### **3.3.1 Clasificación por categorías de cuatro cultivares de frijol común**

Tomando en consideración los aspectos anteriormente estudiados se determinó a respuesta de los cultivares para la época de siembra tardía. Se clasificó el comportamiento integral de los cultivares en cuatro categorías (Sobresaliente, Bueno, Regular y Malo), según su rendimiento relativo respecto a la media general del rendimiento de un amplio grupo de cultivares para cada época y su respuesta ante la incidencia de plagas. Los datos se sometieron a un análisis estadístico convencional y los cultivares se clasificaron en cuatro categorías de comportamiento, siguiendo el siguiente criterio (Quintero, 1996).

Sobresaliente	Bueno	Regular	Malo
$X_i > (X_g + DT)$	$X_g \leq X_i \leq (X_g + DT)$	$(X_g - DT) \leq X_i < X_g$	$X_i < (X_g - DT)$

*X<sub>i</sub> = media particular del rendimiento de cada variedad; X<sub>g</sub> = media general del rendimiento para todo el conjunto de cultivares estudiadas en la época en cuestión; DT = Desviación típica de la media general (Lerch, 1977).*

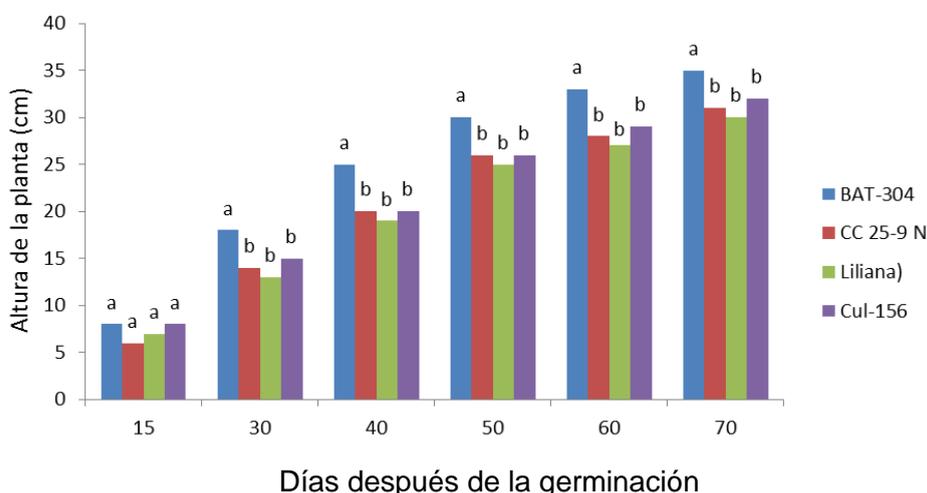
## ***Resultados y discusión***

## 4. Resultados y discusión

### 4.1. Caracterización morfológica

#### Altura de las plantas

A partir de los 15 días después de la germinación (DDG) se presentaron diferencias significativas entre los cuatro cultivares de frijol común durante los días de evaluación de desarrollo del cultivo. Los valores más elevados fueron alcanzados después de los 40 DDG y se mantuvo el crecimiento hasta los 70 DDG. EL cultivar BAT-304 alcanzó la mayor altura de la planta desde los 30 hasta los 70 DDG, con diferencias significativas con el resto de los cultivares. Mientras entre los otros tres cultivares no se manifestaron diferencias significativas en el periodo antes mencionado (Figura 1).



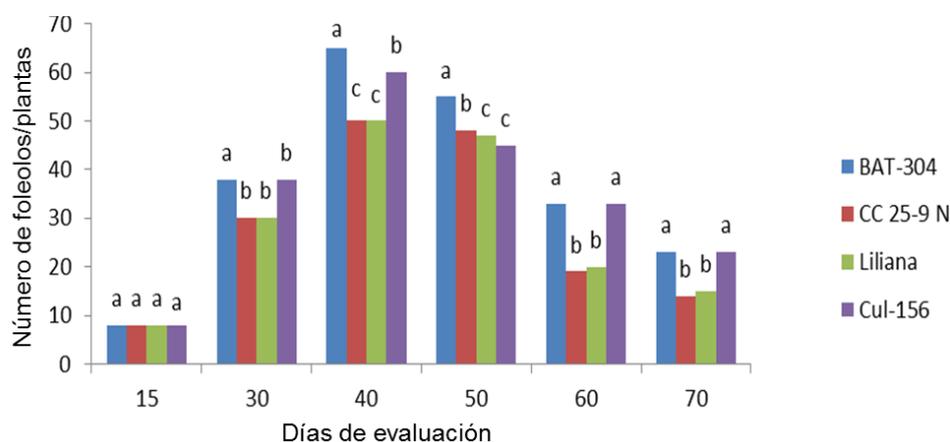
**Figura 1.** Altura de las plantas de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en los diferentes momentos de evaluación

Barras con letras diferentes dentro de una misma evaluación, muestran diferencias significativas entre las cultivares según las pruebas H de Kruskal Wallis/ U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$ .

Los resultados del presente trabajo coinciden con los de Hernández (2016) quien encontró en ocho cultivares de frijol común de color blanco, logrando los mayores valores de altura comienzan a los 40 DDG, sin embargo refirió que la altura se mantiene constante hasta los 70 DDG. Estos resultados difieren de los alcanzados en el presente estudio donde las plantas continúan creciendo lentamente hasta los 70 DDG. Las diferencias podrían estar dadas al realizarse en épocas y años diferentes donde varían las condiciones edafoclimáticas y por presentar los cultivares diferentes hábitos de crecimientos.

## Número de foliolos

El número de foliolos por planta varía significativamente entre los cuatro cultivares de frijol común en estudio desde los 30 hasta los 70 DDG. Los valores más elevados se obtuvieron a los 40 DDG. Las plantas continuaron un lento crecimiento, sin embargo, comenzó el periodo de senescencia con un decrecimiento del número de foliolos por planta hasta la madurez fisiológica (70 DDG) (Figura 2).



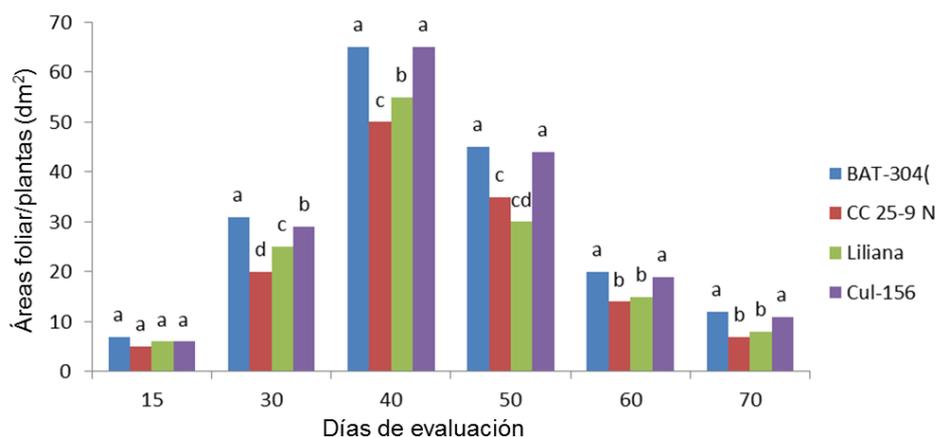
**Figura 2.** Número de foliolos por plantas de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en los diferentes momentos de evaluación  
Barras con letras diferentes dentro de una misma evaluación, muestran diferencias significativas entre las cultivares según las pruebas H de Kruskal Wallis/ U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$ .

En todas las etapas de desarrollo el cultivar BAT-304 logró los valores más elevados en el número de foliolos por planta (65 foliolos/planta) con diferencias significativas con el resto de los cultivares. A los 40 DDG el cultivar CUL-156 también alcanzó un elevado número de folios por planta (60) con diferencias significativas respecto a los cultivares. Liliana y CC 25-9 (N). A los 60 y 70 DDG no se presentaron diferencias significativas entre estos dos cultivares BAT-304 y CUL-156 en relación al número de foliolos por planta.

En coincidencia con el presente trabajo Hernández (2016) en ocho cultivares de frijol común de color blanco encontró que el mayor número de foliolos por planta se alcanzan a los 40 DDG. En esta etapa de desarrollo del cultivo comienza a disminuir estos valores hasta la madurez fisiológica (70 DDG).

## Área foliar

Los valores más elevados de área foliar se obtienen a los 40 DDG con valores entre 50 y 65 dm<sup>2</sup>, a partir de este momento el área foliar disminuye hasta rangos entre 7y 12 dm<sup>2</sup>, momento donde las plantas alcanzan la madurez fisiológica (70 DDG). En este período comienza el período de senescencia de las hojas de las plantas donde los folíolos activos caen al alcanzar su máximo estado de madurez (Figura 3).



**Figura 3.** Área foliar por plantas de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en los diferentes momentos de evaluación

Barras con letras diferentes dentro de una misma evaluación, muestran diferencias significativas entre las cultivares según las pruebas H de Kruskal Wallis/ U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$ .

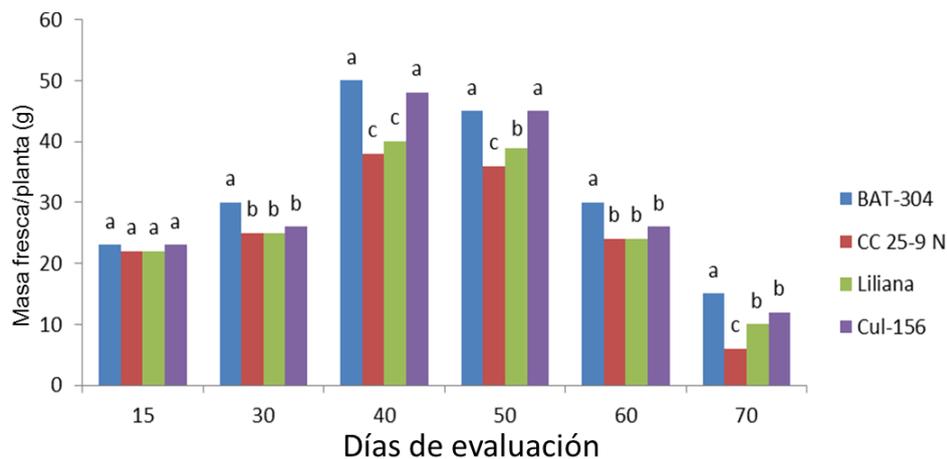
El área foliar es un indicador importante para el crecimiento y producción de materia seca de la planta, así como para su persistencia al determinar una mayor o menor captación de energía lumínica durante el proceso de crecimiento (Rincón *et al.*, 1997). Los resultados del presente trabajo coinciden con los de Hernández (2016) quien al comparar ocho cultivares de frijol común de granos de color blanco encontró un incremento del área foliar a partir de los 40 DDG y un decrecimiento a partir de este momento hasta la madurez fisiológica donde alcanzan valores por debajo de 20 dm<sup>2</sup>.

Aguilera (2009) al comparar los valores de área foliar de los cultivares *Glicine soja* (L.) encontró que en la primera evaluación, a los 22 días de sembrado los cultivares, no existió diferencias entre ellos. A los 50 días los valores de área foliar oscilaron entre 22 y 13 dm<sup>2</sup>, el mayor valor fue alcanzado por el cultivar Incasoy-35, mostrando diferencias con el cultivar Incasoy-27 que alcanzó valores inferiores a 15

dm<sup>2</sup>. A medida que aumenta la densidad de población se produce una disminución del área foliar por planta y al mismo tiempo aumenta el índice de área foliar. Alemán (2000) refirió como un comportamiento normal de las plantas de cualquier especie, donde las que desarrollan mayor área foliar son las que disponen de mayor espacio vital.

### Masa fresca

La masa fresca de la planta varía significativamente entre los cuatro cultivares de frijol común en estudio. A partir de los 15 DDG y hasta los 40 DDG se produce un rápido incremento de la masa fresca de las plantas en todas los cultivares. Los valores más elevados de masa fresca se alcanzaron a los 40 DDG, los cuales comienzan a decrecer hasta llegar a la madurez fisiológica donde se producen entre 6 y 15 g de masa fresca. En el cultivar BAT-304 durante todas evaluaciones realizadas se logran valores de masa fresca significativamente superiores al resto de los cultivares (Figura 4).



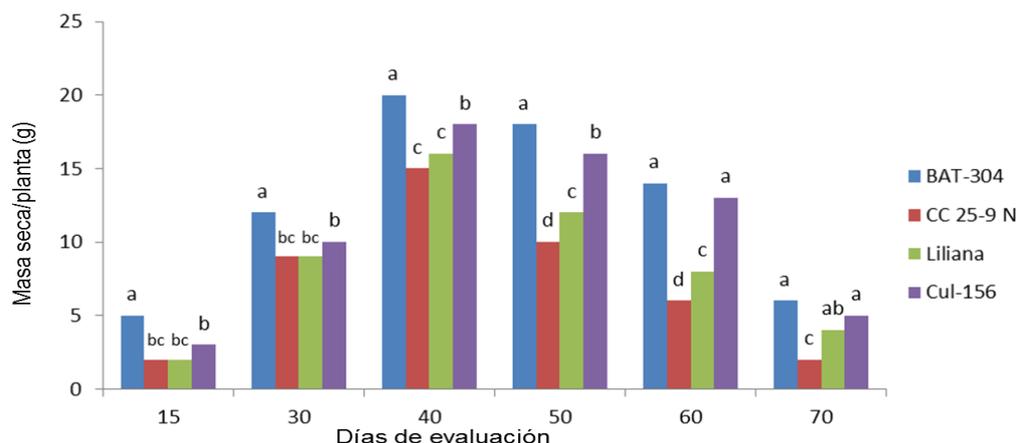
**Figura 4.** Masa fresca por planta de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en los diferentes momentos de evaluación

Barras con letras diferentes dentro de una misma evaluación, muestran diferencias significativas entre las cultivares según las pruebas H de Kruskal Wallis/ U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$ .

### Masa seca

La masa seca varió entre los cuatro cultivares comerciales de frijol común evaluados, con diferencias significativas entre ellos. En todos los cultivares a partir de los 15 hasta los 40 DDG se produce un rápido incremento de la masa seca. A

partir de esta etapa de desarrollo la masa seca decrece hasta valores entre 2 y 6 g. a los 70 DDG. El cultivar BAT-304 durante todas las etapas evaluadas logró valores de masa seca significativamente superiores al resto de los cultivares en estudio. La masa seca tuvo un comportamiento similar a las variables número de folíolos, área foliar y masa fresca pues a partir de los 40 DDG disminuyó hasta alcanzar los valores más bajos a los 70 DDG, momento en que se produce la madurez fisiológica de la planta.



**Figura 5.** Masa seca por planta de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en los diferentes momentos de evaluación

Barras con letras diferentes dentro de una misma evaluación, muestran diferencias significativas entre las cultivares según las pruebas *H* de Kruskal Wallis/ *U* de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$ .

Se encontró solo en una literatura científica consultada referencias de estudios fisiológicos sobre masa fresca y seca en los cultivares de frijol común. Hernández (2016) refirió al comparar ocho cultivares de frijol común de granos de color blanco que las plantas alcanzaron los valores más elevados en estas dos variables fisiológicas a los 40 DDG. A partir de esta etapa se produce un decrecimiento hasta alcanzar valores bajos a los 70 DDG. Estos resultados coinciden con los del presente trabajo donde se evaluaron cuatro cultivares de frijol común de granos de color negro.

## 4.2. Rendimiento agrícola

### 4.2.1. Componentes del rendimiento agrícola

Los componentes del rendimiento agrícola no poseen el mismo comportamiento entre los cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. pues varían entre

ellos. El cultivar BAT-304 fue significativamente superior al resto de los cultivares en estudio en cuanto a las variables número de legumbres por planta (11,02), número de semillas por legumbres (5,80) y semillas por planta (62,85), mientras la

Cultivares	Número de Legumbres		Longitud de las legumbres		Semillas/ legumbres		Semillas/planta	
	Media	Rangos medios	Media	Rangos medios	Media	Rangos medios	Media	Rangos medios
	BAT-304	11,02	2059,70 a	9,00	1271,08 b	5,80	1859,60 a	62,85
Liliana	9,80	1795,50 c	8,00	12048,02	5,30	1556,30 c	51,20	1848,60c
CC 25-9	8,52	1263,90 d	9,87	1368,88 b	5,10	1501,50 d	49,40	1638,20d
CUL-156	10,75	2017,63 b	10,00	1506,50 a	5,50	1820,50 b	57,63	2010,68b

CUL-156 fue significativamente superior al resto de las cultivares en estudio en relación a la longitud de las legumbres (9,87) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Componentes del rendimiento agrícola (Número de legumbres, Longitud de las Legumbres, Semillas/ legumbres y Semillas/planta) de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L.

*Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas según las pruebas H de Kruskal Wallis/ U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$ .*

Las masas fresca y seca de 100 semillas variaron entre los cultivares evaluadas. En este sentido con relación a la masa fresca de 100 semillas no se encontraron diferencias significativas entre los cultivares Liliana y Cuba Cueto 25-9 (18 g) (tabla 5).

**Tabla 5.** Componentes fisiológicos del rendimiento agrícola (MF de 100 semillas y MS de 100 semillas) de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L.

Cultivares	MF de 100 semillas		MS de 100 semillas	
	(g MF)		(g MS)	
	Media	Rangos medios	Media	Rangos medios
BAT-304	17	760,5 b	16	1285,5 a
Liliana	18	1160,5 a	14	719,5 b
Cuba Cueto 25-9	18	1160,5 a	14	719,5 b
CUL-156	17	760,5 b	14	719,5 b

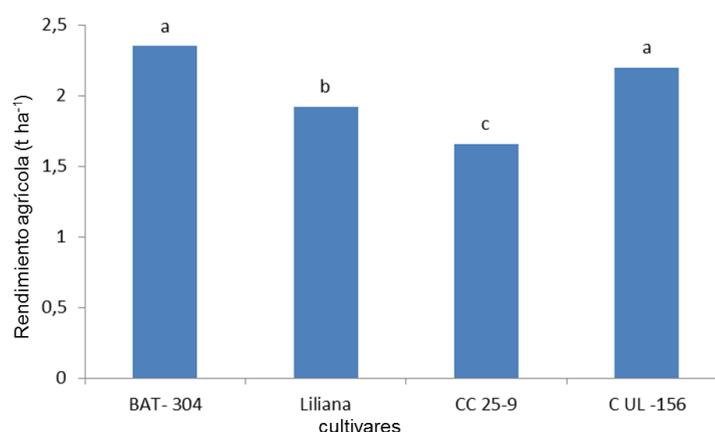
*Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas según las*

pruebas H de Kruskal Wallis/ U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$ .

Estos dos cultivares fueron significativamente superior a los restantes dos cultivares. Con relación a la masa seca de 100 semillas la variedad BAT-304, a pesar de presentar valores de masa fresca más bajos fue significativamente superior al resto de los cultivares en este componente de rendimiento (16 g). Esto podría estar dado por presentar un mayor potencial de conversión de la masa fresca en masa seca.

#### 4.2.2. Rendimiento agrícola de cuatro cultivares de frijol común

El rendimiento agrícola entre los cultivares evaluados varió al igual que sus componentes. Los cultivares BAT-304 y CUL-156 lograron los mayores rendimientos agrícolas (2,35 y 2,1 t ha<sup>-1</sup> respectivamente) con diferencias significativamente superiores al resto de los cultivares (Figura 6). Estos resultados están dado pues este cultivar presentó valores superiores en los siguientes componentes de rendimiento agrícola: número de legumbres por planta, semillas por legumbre, semillas por planta y masa seca de 100 semillas.



**Figura 6.** Rendimiento agrícola de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en época tardía en la CCS “Celestino Gutiérrez”

Barras con letras diferentes dentro de una misma evaluación, muestran diferencias significativas entre las cultivares según las pruebas H de Kruskal Wallis/ U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$ .

Se ha demostrado que los rendimientos agrícolas entre los cultivares de frijol común varían según las diferentes épocas de siembra y regiones edafoclimáticas. Según el diagnóstico de la cadena del frijol común en la región central de Cuba hasta el 2014 se habían realizado pocos estudios de regionalización de cultivares (MINAG 2015 a). Jiménez (2014) encontró diferencias en los rendimientos agrícolas de 27

cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) en evaluaciones realizada en época tardía en la localidad de General Carrillo, Villa Clara. Estos resultados corresponden con los del presente estudio que se realizó en la misma región edafoclimática donde se presentaron diferencias en los rendimientos agrícolas entre los cultivares evaluados

Martínez *et al.* (2015) encontraron en el estudio de ocho cultivares de frijol común en la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú” que las variables que más influyeron en los rendimientos agrícolas fueron: número de legumbres por planta, número de semillas por legumbre y el peso de 100 semillas. Estos autores también encontraron diferencias en los rendimientos agrícolas entre las diferentes cultivares. Los resultados de los autores anteriormente citados coinciden con los del presente trabajo en relación a los componentes que más influyen en los rendimientos agrícolas y en la variación de estos entre las cultivares.

### **4.3 Selección de variedades según su comportamiento**

#### **4.3.1 Clasificación por categorías de cuatro cultivares de frijol común**

La estrecha interacción que se establece en el cultivo del frijol común entre los cultivares y las condiciones climáticas hacen que tengan una respuesta diferente. En época tardía en la CCS “Celestino Gutiérrez” los cultivares en estudio presentaron diferentes respuestas. Para esta época los cultivares BAT-304 y CUL-156 tuvieron respuestas de sobresaliente, mientras Liliana y Cuba Cueto 25-9 fueron clasificadas con la categoría de bien. Esta época comienza en el mes de enero y se entiende hasta febrero, las condiciones climáticas no son las más favorables el cultivo del frijol común en comparación con la época intermedia, sin embargo, dos cultivares alcanzaron la categoría de sobresaliente y los rendimientos agrícolas entre 2,35 y 2,1 t ha<sup>-1</sup> respectivamente para BAT-304 y CUL-156 (representan el 50% de los cultivares evaluados). Además el otro 50% con la categoría de bien lograron también altos rendimientos agrícolas comparados con la media mundial y en Cuba (entre 1,92 y 1,66 t ha<sup>-1</sup>). Los cultivares clasificados con la categoría de sobresaliente expresaron los potenciales de rendimiento agrícolas más elevados para la época tardía en la referida región edafoclimática donde se realizó el estudio (Tabla 5).

Es conocido que los cultivares no tienen respuesta similar en las diferentes regiones edafoclimáticas, épocas de siembra y tipos de suelo. En el mismo tipo de suelo (oscuro mullido carbonatado), región edafoclimática (General Carrillo del municipio de Remedios) y época siembra (tardía) en que se desarrolló el presente trabajo, Jiménez (2014) obtuvo resultados diferentes. Este autor evaluó 30 cultivares de frijol común de los cuales clasificó un cultivar como sobresaliente y dos con categoría de bien. Sin embargo en el presente trabajo en las mismas condiciones fueron clasificados de los cuatro cultivares evaluados, dos como sobresaliente y dos bien.

**Tabla 5.** Clasificación por categorías de cuatro cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de semilla en época de siembra tardía en la granja en la CCS “Celestino Gutiérrez”

Cultivares	Sobresaliente	Bien	Regular	Mal
BAT- 304	X			
Liliana		X		
C C 25-9		X		
CUL -156	X			

Las condiciones climáticas de un año a otro varían e influyen en la respuesta de los cultivares, pues el autor referido evaluó cultivares de color blanco. En el mismo municipio y época de siembra en un suelo ferralítico rojo, Hernández (2016) al evaluar ocho cultivares de frijol común de color blanco clasificó dos cultivares como sobresalientes, dos bien y dos regular. Los resultados del autor antes referido confirman el postulado antes citado.

El suelo tiene gran influencia en el cultivo del frijol común, su variación depende de su tipo y categoría (Cairo y Quintero, 1980). En la actualidad por el efecto del cambio climático se produce un incremento de las adversidades por causas de origen biótico, ya que existen plagas, enfermedades y competencia con malezas (Quintero, 1998). También el efecto del cambio climático influye en la respuesta de los cultivares por año e influye en la incidencia de plagas y enfermedades (Quintero 2000).

Los cultivares en estudio presentaron diferentes incidencia de las principales plagas agrícolas para la época en estudio. La plaga de mayor incidencia fue la roya que se presentó en las cuatro cultivares diferentes grados de infección. Los

cultivares Liliana y Cuba Cueto 25-9 (N) fueron las de mayor grado de infección La segunda plaga que más atacó los cultivares fue la Mosca blanca se presentó en los cuatro cultivares pero mayor grado de infestación en los cultivares Liliana y Cuba cueto 25-9 (N)

En la literatura científica consultada se informa por varios autores acerca de una diversidad de criterios para evaluar la resistencia de los genotipos de frijol a *U. phaseoli* en condiciones de campo. Algunos de ellos, utilizan métodos de evaluación cualitativos; mientras otros toman en consideración aspectos cuantitativos que caracterizan la resistencia. En este sentido, Becerra *et al.* (1995), emplearon una escala de cinco grados de severidad de daños para evaluar diferentes líneas y variedades de frijol común en la cuales consideraban el porcentaje de la superficie foliar de la hoja cubierta por pústulas; González y García (1996) utilizaron dos métodos de evaluación (CIAT, 1984) y conteo de pústulas/hoja para conocer la respuesta de una colección de 64 cultivares de frijol común al ataque por el agente causal de la roya. Años más tarde López *et al.* (2002) usaron una escala de 1 a 9 grados propuesta por el CIAT (1987) y en trabajos recientes se comunica acerca de una escala de 9 grados informada por el CIAT (1991) (León *et al.*, 2008). Este conjunto de criterios antes mencionados pudiera ser un elemento más a considerar en el momento de evaluar la respuesta de los cultivares a la infección por este hongo patógeno.

Bernal *et al.* (2014) informaron que la roya del frijol común constituye la principal enfermedad del cultivo en época tardía, en línea con los resultados anteriormente referidos en el presente trabajo, esta plaga constituyó la que más afectó a los cultivares en la época estudiada.

Por otra parte, con respecto a la mosca blanca Rojas *et al.* (2016) obtuvieron de manera similar a los resultados informados en el presente trabajo que esta plaga tuvo altos niveles de infestación en el cultivar comercial Cuba Cueto 25-9-N en la misma época de siembra estudiada. También en concordancia con lo observado en el presente trabajo Alfonso (2015) refiere la incidencia de mosca blanca a partir de la fase vegetativa V<sub>3</sub> hasta la reproductiva R<sub>7</sub>.

Las especies *D. balteata* y *C. ruficornis* se observaron en los cultivares Liliana y Cuba

Cueto 25-9 (N) en las fase vegetativas ( $V_2 - V_3$ ), aunque sus poblaciones fueron escasas, las cuales provocaron lesiones en las hojas en forma circulares, sin daños considerables.

En estudios desarrollados por Menezes *et al.* (2004) durante cuatro épocas de siembra del frijol común, en Londrina (Brasil) encontraron que las poblaciones de *E. kraemeri* se mantuvieron bajas durante la fase vegetativa y se presentaron sus picos poblacionales durante la fase reproductiva de las plantas. Hernández *et al.* (2013) en estudios realizados por acerca de la identificación y fluctuación de *E. kraemeri* sobre frijol común en Villa Clara encontraron que este fitófago es una de las principales plagas de *P. vulgaris* y su aparición comienza en las primeras fases fenológicas de desarrollo del cultivo.

Existen referencias de la influencia del color de la testa en el grado de tolerancia a *Empoasca kraemeri* por los diferentes cultivares. En este sentido Ramos (2008) encontró en el estudio de la incidencia de ocho cultivares de frijol común que poseen los granos de testa negra fueron las más tolerantes al ataque de este insecto. Además refiere que las mayores niveles poblacionales de este insecto se registraron entre las fases ( $R_4$  a  $R_6$ ) con el 58.30% de la población.

***CONCLUSIONES***

## 5. Conclusiones

Sobre la base del análisis de los resultados obtenidos, pueden formularse las siguientes conclusiones:

- 1- Los cultivares analizados mostraron marcadas diferencias morfofisiológicas entre ellos, en BAT-304 y CUL 156 se obtuvieron los mayores valores de altura de la planta, cantidad de foliolos por planta, área foliar y masa fresca y seca por planta.
- 2- Los cultivares evaluados, BAT-304 y CUL 156 alcanzaron los mejores rendimientos agrícolas; los que a su vez obtuvieron las mayores cantidades de legumbres por planta, de semillas por legumbre, y de semillas por planta.
- 3- Los cultivares BAT-304 y CUL 156 alcanzaron categoría **Sobresaliente** en la respuesta agroproductiva, mientras Cuba C-25-9-N y Liliana fueron clasificados con categoría de **Bien**.

## ***RECOMENDACIONES***

## **Recomendaciones**

1 - Contemplar en la estrategia varietal de *P. vulgaris* para siembras en época tardía, en la CCS "Celestino Gutiérrez", los cultivares BAT-304 y CUL 156.

2- Estudiar en condiciones edafoclimáticas similares y época de siembra tardía, la respuesta agroproductiva de los restantes cultivares de *P. vulgaris* de testa de color negro, que se encuentran en el registro de variedades comerciales

## ***Referencias Bibliográficas***

## 7. Referencias bibliográficas

1. Aguilera LI (2009) Respuesta de *Lilium* sp. al fósforo y su relación con *Glomus fasciculatum* y *Bacillus subtilis*. Revista Internacional de Botánica Experimental. 78:91-100.<http://www.redalyc.org/pdf/2631/263125750004.pdf> consultado 21 de abril del 2017.
2. Alfonso Y (2015) Respuesta agronómica de accesiones de frijol fortificado sembrado en época tardía". Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de las Villas 38 p. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de las Villas 28 p.
3. Alemán C (2000) Evaluación de cuatro sistemas de explotación en el cultivo de frijol común *phaseolus vulgaris*, arg.utilizando un estimulante en el clon IAN 873, Livingston Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL. 87 pág. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/06/09/Salguero-Edwin.pdf> consultado 2 de abril del 2017.
4. Amurrio M, Santalla M, De Ron AM (2001) Catalogue of bean genetic resources. In: AEL, editorial, PHASELIEU-FAIR-PL97-3463, MBG-CSIC ed. Pontevedra, España: MBG-CSIC.
5. Álvarez FA, Benítez GR, Rodríguez AE, Grande MO, Torres MM, Pérez RP (2014) Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 7 – 21.
6. Avilán L, Louis AM (1976) Morfología inicial del sistema radicular de *Phaseolus vulgaris* L. `carioca´ en condiciones controladas. Agronomía Tropical 26:109-116.
7. Becerra E, López E, Acosta J (1995) Resistencia genética y control químico de la roya del frijol en el trópico húmedo de México. Agronomía Mesoamericana. 6: 61-67.
8. Beebe SE, González A, Rengifo J (2000) Research on trace minerals in the common bean. Food and Nutrition Bulletin. 21:387-391
9. Beaver JS, Godoy G, Rosas JC, Steadman J (2002) Estrategias para seleccionar frijol común con mayor resistencia a mustia hilachosa. Agronomía Mesoamericana. 13: 67-72.
10. Beebe SE, Rao IM, Cajiao C, Grajales M (2008) Selection for drought resistance common bean also improves yield in phosphorus limited and

- favorable environments. *Crop Science*. 48: 582-592.
11. Beebe SE, Rao IM, Blair MW, Acosta-Gallegos JA (2010) Phenotyping common beans for adaptation to drought. In: J. M. Ribaut, P. Monneveux (eds.) *Drought phenotyping in crops: from theory to practice*. Generation Challenge Program Special Issue on Phenotyping. 311-334.
  12. Bellucci E, Goretti D, Bittocchi E, Rossi M, Nanni L, Attene G, Papa R (2010) Nucleotide diversity analysis in wild and domesticated *Phaseolus vulgaris* L. from Mesoamerica. Vth International Congress on Legume Genetics and Genomics.
  13. Bernal A, Abreu A, Quintero E, Ramos R, Castellanos M, Castillo O (2014). Respuesta de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a la infección por *Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint var. *typica* Arth. *Centro Agrícola*. UCLV, Santa Clara, Cuba, 41 (1), 5 p.
  14. Cairo C P y Quintero G (1980) *Suelos*. Pueblo y Educación, La Habana, 368p.
  15. CEPAL (2014) *Evaluación del sector agropecuario en Centroamérica y República Dominicana, 1990-2014*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (LC/MEX/L.1175). México. DF.
  16. CIAT (1984) *Vivero internacional de roya del frijol (IBRN). Resultados 1979-1980*. Cali. Colombia: 4-5.
  17. CIAT (1987) *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol*. Compilado por A. van Schoonhoven, y M. Pastor-Corrales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia: 56.
  18. CIAT (1991) *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol*. Compilado por A. van Schoonhoven, y M. Pastor-Corrales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
  19. Criollo Garzón R A y López Barrera JC (2015) *Comportamiento de cuatro cultivares de frijol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) en la Granja La Esperanza, municipio Fusagasuga, provincia Sumapaz, Colombia*. Tesis de grado en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Colombia, 92 p.

20. Debouck DG, Hidalgo R (1984) Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.
21. FAO (2005) En sitio web: <http://www.fao.stat.org> [consultado el 14 de abril de 2016].
22. FAO (2005) Hojas de balance de LA FOÇAOSTAT, Disponible en Internet en: [http://www.scielo.org.ve/scielo,](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=SO798-.75220140001000088&scrip=sci?_arttek)  
[php?pid=SO798-.75220140001000088&scrip=sci?\\_arttek](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=SO798-.75220140001000088&scrip=sci?_arttek)
23. FIRA (2015) Panorama agroalimentario Frijol. En sitio web: [http://www.fira.org/pdf/ Panorama\\_Agroalimentario\\_frijol](http://www.fira.org/pdf/Panorama_Agroalimentario_frijol) consultado en mayo del 2016.
24. FAOESTAT (2015) Base de Datos de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): Consumo mundial de frijol. Obtenido de [www.faoestat.com](http://www.faoestat.com).
25. García MR, García DG (2001) Notas sobre mercado y comercialización de productos agrícolas; México; Ed. Colegio de Posgraduados, Centro de Economía.
26. Gepts P, Beavi WD, Brummer EC, Shoemaker RC, Stalker HT, Weeden NF, Young ND (2005) Legumes as model plant family. Genomics for food and feed report of the cross- legume advances through genomics conference. *Plant Physiology*. 133:1228-1235.
27. González M, García E (1996): Evaluación de la pérdidas por roya en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes épocas de siembra en Cuba. *Agronomía Mesoamericana* 7(1):95-98.
28. Hernández H, Góme J, Ramos Y, Pérez E, Espinosa R (2013) Identificación y fluctuación poblacional de *Empoasca* en variedades de *Phaseolus vulgaris* L. en Villa Clara, Cuba. *Centro Agrícola*. UCLV, Santa Clara, Cuba, Año 40 (2), 4 p.
29. Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Rivero N (2015). Clasificación de los Suelos de Cuba. Edición Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba, 93 p.
30. Hernández R (2016) Caracterización morfo-agronómica de seis variedades comerciales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de semilla de color blanco en época tardía en la Granja agropecuaria “Liberación de Remedios”. Tesis para

- aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de las Villas 38 p.
31. Heyer W, Chiang MA, Cruz B (1985) Dinámica de *Empoasca fabae* Harris en plantaciones de frijol *Phaseolus vulgaris* L. En veinte años de colaboración científica Cuba-RDA. 77 p.
  32. IIG (2013) Guía técnica para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Instituto de Investigaciones de Granos. Editora Agroecológica. La Habana.
  33. INEGI (2015) Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
  34. Jiménez J (2014) Respuesta agronómica de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en la localidad de General Carrillo, Villa Clara. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de las Villas 45 p.
  35. López E, Becerra EN, Cano O, López V (2002): Detección de líneas y variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con resistencia múltiple a enfermedades en el trópico húmedo de México. Revista mexicana de fitopatología. Julio-diciembre. vol. 20. (2):193-199.
  36. López A, Mandado L, Martín B, Gutiérrez R, Abreu E (2014) Efecto de la fertilización mineral y biológica sobre tres genotipos de frijol común en un suelo Ferralítico Rojo Típico. Centro Agrícola. UCLV, Santa Clara, Cuba, Año 41 (1), 5 p.
  37. Martínez S, Leiva M, Rodríguez M, Gómez O, Quintero E, Rodríguez G, García A, Cárdenas M (2015) Nuevas variedades promisorias de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para la Empresa Agropecuaria "Valle del Yabú" Centro Agrícola. 20 (4): 91-93 p.
  38. Méndez JC, Chang LR, Salgado BY (2011) Influencia de diferentes dosis de FitoMas-E en el frijol común. Revista Granma Ciencia. Vol. 15(2). ISSN 1027-975X. <http://www.monografias.com/trabajos93/evaluacion-del-efecto-del-fitomas-e-rendimiento-del-frijol/evaluacion-del-efecto-del-fitomas-e-rendimiento-del-frijol.shtml> consultado el 21 de junio del 2016.
  39. Menezes A, Christoval H, Souza AM, Mitsuo (2004) Fluctuação populacional de insetos associados ao feijão- vagemcv. UEL -1 em quatro épocas de plantio e seu efeito sobre as características produtivas. Semina (2):283 -288.
  40. MINAGRI. (2015 a). Informe del diagnóstico de la cadena del frijol en la región

central Cuba 93p.

41. MINAGRI. (2015 b). Plan estratégico de la cadena del frijol para la región central Cuba 42p.
42. MINAGRI (2015 c) Propuesta de tecnología para la producción de granos con el equipamiento previsto con el programa más alimentos. La Habana.13p.
43. MINAGRI (2017) Producción de granos en la provincia de Villa Clara en el año 2016. Ministerio de la Agricultura. Villa Clara. 6 p.
43. Murguido CA (1995) Biología, Ecología y lucha contra el saltahoja *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homóptera: Cicadellidae) en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INISAV. Ciudad de La Habana. 98 p.
44. FAO (2014). Dirección de Estadísticas: FAOSTAT (en línea). Consultado el 12 de marzo de 2016. Disponible en <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/S>
45. Pacheco M, Hernández A, Alonso M, Puldón V, Arap R, Martínez SJ, Otero K, Horta M, Rodríguez ME, Dávila G, Rodríguez Y (2016) La cadena de valor del frijol común en Cuba. Proyecto AGROcadenas. Cuba. 171 p.
46. Popelka JN, Terryn TJ, Higgins V (2004) Review: Gene technology for grain legumes: can it contribute to the food challenge in developing countries? Plant Science. 167: 195– 206.
47. Quintero FE (1988) Variedades y Agrotecnia del cultivo del frijol. Informe final de investigaciones, Quinquenio1981-1985. Fac. C. Agr., Universidad Central de las Villas, Santa Clara, 40 p.
48. Quintero E (1996) Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común en condiciones de una agricultura sostenible. Tesis en opción al grado de Master en Ciencias Agrícolas. UCLV, pp77.
49. Quintero E (1998) Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común en condiciones de una agricultura sostenible. Tesis en opción al grado de Master en Ciencias Agrícolas. UCLV, pp77.
50. Quintero E (2000) Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Monografía. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Santa Clara, 28 p.
51. Quintero E, Saucedo O, Gil V y Mena O (2002) Estructura varietal del frijol: Contribución al manejo sostenible de su cultivo. Centro Agrícola. UCLV, Santa

- Clara, Cuba, Año 29 (4), 87-88 p.
52. Ramos Y (2008) *Empoasca kraemeri* Ross y Moore sobre el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en un suelo Ferralítico Rojo Típico. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de las Villas 34 p.
  53. Rincon L, Sae J, Pere A, Pellicer C, Gómez MD (1997) Crecimiento y absorción de nutrientes de melón bajo invernadero. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales* 13(1-2):111- 120 consultado 21 de enero del 2017.
  54. Ríos MJ y Quirós DJ (2002) El Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico. FENALCE. Bogotá. 193 pp.
  55. Rios H (2003). Farmer participation and access to agricultural biodiversity. Responses to plant breeding limitation in Cuba. En: CIP-UPWARD. Conservation and sustainable use of agricultural biodiversity: A source book. International Potato Center- Users' perspectives with agricultural research and development. Los Baños. Laguna. Filipinas: 382-387.
  56. SAGARPA (2005) Plan rector del sistema nacional del frijol. inicial. Secretaria de Agricultura, Guatemala. Desarrollo Rural. Pesca y Alimentación (SAGARPA), Tocológico de Monterrey e INCA Rural.
  57. Singh SP, Gepts P, Debouck DG (1991) Races of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Econ. Bot.* 45:379-396.
  58. Singh SP (1999) Production and Utilization. En: Singh, S.P. (eds). Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer Academic Publishers. 1-24 pp.
  59. Socorro A; Martín D (1989) Granos. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 318 p.
  60. Samayoa LF (2010) Explotación de la nueva variación genética y mejora genética del complejo de *Phaseolus vulgaris* (L.). Departamento de Recursos Fitogenéticos de la Misión Biológica de Galicia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, (MBG– CSIC), Pontevedra, España. 93 pp.
  61. Valladares CA (2010) Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. En: Serie Lecturas Obligatorias: Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos de grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico. Departamento de producción vegetal.

