

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

TRABAJO DE DIPLOMA

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento de Agronomía

TRABAJO DE DIPLOMA

Caracterización agroproductiva y fitosanitaria de cuatro cultivares
de frijol común

Autor del trabajo: Yordán Tristán Occeguera

Tutores del trabajo: Dr. C. Ubaldo Alvarez Hernández

M Sc. Elier Mora Pérez

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.:+530142281503-1419

Agradecimientos

Esta lista de agradecimientos es lo más completa que recuerdo, si olvido a alguien ruego me disculpen. Agradezco a:

Mis padres (mamá sobre todo)

Mi abuela

Mis tíos y tías de todas partes (son una pila)

Mis tutores: Ubaldo y Elier

A Arakis por halarme las orejas

A Bolo (Ramón Benavides)

A mi hermana

A mis compañeros y compañeras del aula, sobre todo a: Conde, Alejandro, Ofelia, Olga, Carlos, Maidiel, Yandy, Arianna, Bello, Melisa, Yudit, Adel, Tarta, Keni, Belkis)

A el calvo por el soporte técnico

A mis tres mejores amigos (Danel, Ariel y Adrián) que son la santísima trinidad de Macagua. Los que me definen el plano de Braulio

A María de los Ángeles y su equipo de apoyo

A mi gente de física (Ailier, Eliccer, Maiuelín, Prieto, Amelia, Oso, Yadeluis, Leticia, Manso)

A Lourdes

Y en especial a todas las personas que no confiaron o creían que no me graduaría, porque fueron las que realmente me dieron ánimo.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a las personas del barrio que me apoyaron siempre y me dieron ánimo para superarme y cultivarme en la vida.

Resumen

El trabajo tuvo como objetivo general Caracterizar agroproductivamente cuatro cultivares de frijol común teniendo en cuenta los indicadores fisiológicos, la incidencia de plagas y su efecto sobre el rendimiento agrícola, en la finca “San José”, localizada en el municipio Santa Clara, sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado. Se utilizaron cuatro cultivares de frijol, Cubana 23, Cuba Cueto 25-9R, Triunfo 70 y Local U3. La siembra se realizó en época intermedia con un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos (cultivares) y tres repeticiones, con un marco de siembra de 0,70 m x 0,05 m. Se determinaron los indicadores fisiológicos peso fresco, peso seco de los órganos de la planta, área foliar, índice del área foliar, tasa de asimilación neta, tasa relativa de crecimiento, tasa absoluta de crecimiento y razón del área foliar. Además se evaluaron los insectos plagas y su relación con la fenología y las variables climáticas, el rendimiento agrícola, sus componentes. Los indicadores fisiológicos evaluados no presentaron diferencias significativas entre cultivares. Se identificaron cuatro especies de fitófagos, representadas en dos órdenes y tres familias. La más frecuente fue *Empoasca kraemeri* (Ross y Moore); alcanzando sus picos poblaciones en las fenofases V3, siendo el cultivar Triunfo 70 el menos afectado. El cultivar de mayor rendimiento agrícola fue Triunfo 70 con 1.62 t/ ha.

Palabras clave: frijol común, cultivares, fisiológicos, rendimiento

Índice

1. Introducción	1
2. Revisión Bibliográfica	3
2.1. Origen y diversificación	3
2.2. Distribución mundial	3
2.3. Importancia del cultivo en América Latina y el Caribe	3
2.4. Sistemática del frijol	5
2.5. Época de siembra	5
2.6. Características del cultivo	6
2.6.1. Riego	7
2.6.2. Nutrición y fertilización	8
2.6.3. Control de malezas	8
2.7. Cosecha	9
2.8. Características del rendimiento y sus componentes	9
2.9. Factores que afectan el rendimiento	10
2.9.1. Biológicos	10
2.9.2. Edáficos	11
2.9.3. Climáticos	12
3. Materiales y métodos	13
3.1. Indicadores fisiológicos	14
3.1.1. Peso fresco (PF)	14
3.1.2. Peso seco (PS)	14
3.1.3. Área foliar por plantas (AF)	14
3.1.4. Índice del área foliar (IAF)	15
3.1.5. Tasa de asimilación neta (TAN)	15
3.1.6. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)	15
3.1.7. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)	15
3.1.8. Razón del área foliar (RAF)	16
3.2. Insectos relacionados con el cultivo del frijol	16
3.3. Evaluación de los componentes del rendimiento agrícola	18
3.3.1. Rendimiento agrícola	18

Procesamiento estadístico	18
4. Resultados y discusión	19
4.1. Indicadores fisiológicos	19
4.1.1. Peso fresco (PF)	19
4.1.2. Peso seco (PS)	19
4.1.3. Área foliar por plantas (AF)	20
4.1.4. Índice del área foliar (IAF)	21
4.1.5. Tasa de asimilación neta (TAN)	22
4.1.6. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)	23
4.1.7. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)	24
4.1.8. Razón del área foliar (RAF)	25
4.2 Evaluación de los insectos relacionados con el cultivo del frijol	25
4.3. Evaluación de los componentes del rendimiento agrícola	29
4.3.1 Rendimiento agrícola	30
6. Recomendaciones	33
7 Referencias bibliográficas	2

1. Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la especie de las leguminosas de grano más importante del 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 (FAO, 2014).

Entre los principales países productores, destaca el dinamismo que la producción de frijol ha tenido entre 2003 y 2014 en Myanmar y Tanzania, donde creció a tasas promedio anuales de 6,8 y 10,8 %, respectivamente. Por el contrario, en India, México y China, el volumen de producción se redujo a una tasa promedio anual de 0,3; 0,9 y 6,1 % durante el mismo período, respectivamente. En 2014, el rendimiento promedio mundial de frijol se ubicó en 0,83 t/ha. Estados Unidos, China, Myanmar, Tanzania y Brasil reportan niveles de productividad superior al promedio mundial, mientras que los de México y la India son inferiores (DIEES, 2016).

El frijol se cultiva prácticamente en todo el mundo. América Latina es la zona de mayor producción y consumo, se estima que más del 45 % de la producción mundial proviene de esta región, donde es considerado como uno de los productos básicos de la economía campesina (FAO, 2010).

Este cultivo se ve afectado por numerosas plagas, según Bruner *et al.* (1975), Mendoza y Gómez (1982), Murguido (2000) y Martínez *et al.* (2007), las plagas más importantes en el frijol son los crisomélidos (*Diabrotica balteata* Leconte) y (*Cerotoma ruficornis* Oliver.), la mosca blanca (*Bemisia tabacci* Gennadius.) y el saltahojas (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore.), siendo esta última, según Murguido (1995) la plaga más importante que actúa sobre las diferentes variedades de *Phaseolus* en Latinoamérica.

González (1988) resumió las enfermedades en orden de importancia y frecuencia, en las regiones oriental, central y occidental del país, destacándose la roya, *Uromyces phaseoli typica* Arth, y las pudriciones radicales y del tallo, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotium rolfsii* Sacc. y *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

En Cuba, se cultiva a lo largo y ancho del país y alcanza un área de 122 545 ha aproximadamente, incluyendo el sector estatal (4 792 ha) y no estatal (117 753 ha), con rendimientos de 1,32 y 1,11 t/ha, respectivamente. Se destacan las provincias de Villa Clara y Holguín. En la dieta del cubano, los frijoles secos representan una de las principales fuentes de proteína y calorías, con una dependencia del cultivo superior al 50 % (ONEI, 2017).

Las condiciones edáficas varían ampliamente en función de la diversidad y categorías de suelos de todo el territorio nacional. La presencia de esta diversidad de ambientes en que se cultiva el frijol en Cuba explica el por qué la disponibilidad de pocas variedades comerciales representaría un gran problema para la mejor adaptación específica a las condiciones concretas de cada productor, pues en este cultivo se ha demostrado una fuerte interacción genotipo-ambiente (Quintero, 2000).

Teniendo en consideración que no se conoce cuáles de los cultivares de frijol en estudio pudieran adaptarse mejor a las condiciones edafoclimáticas de la zona estudiada, se propuso la siguiente hipótesis:

Si se evalúan los indicadores fisiológicos, la incidencia de plagas en el frijol y su efecto en los rendimientos agrícolas se podrán seleccionar cultivares mejores adaptados.

Objetivo general

Caracterizar agroproductivamente cuatro cultivares de frijol común teniendo en cuenta los indicadores fisiológicos, la incidencia de plagas y su efecto sobre el rendimiento agrícola.

Objetivos específicos

1. Evaluar indicadores fisiológicos en los cultivares de frijol común.
2. Determinar los insectos plagas en los cultivares estudiados y su relación con la fenología y las variables climáticas.
3. Evaluar los componentes del rendimiento y su influencia en el rendimiento agrícola de los cultivares de frijol.

2. Revisión Bibliográfica

2.1. Origen y diversificación

El frijol común (*P. vulgaris* L.) es uno de los cultivos más antiguos, se origina de México, América Central pero con un importante centro de dispersión en Perú, Ecuador y Bolivia. Fue llevada de América a Europa por los españoles en el siglo XVI. Está muy distribuido en distintas partes del trópico, subtropical y regiones templadas, siendo la legumbre más importante en Latinoamérica 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). Este cultivo se encuentra distribuido por toda Cuba, es un producto de alta demanda por su hábito de consumo y necesidades nutritivas y constituye la principal fuente proteica de origen vegetal al alcance de la mayoría de la población cubana (Quintero, 2000).

2.2. Distribución mundial

El frijol ha evolucionado a través de su domesticación, desde las formas silvestres ancestrales como *P. vulgaris var. aborigineus* [Burk] Baudet, *una enredadera anual que se distribuía en altitudes medias 1500-2000 msnm, en bosques claros o en las regiones del neotropical en un rango superior a 8000 km, desde el norte de México hasta el norte de Argentina* (Koenig y Gepts, 1989; Beebe *et al.*, 1997 y Chrispeels y Savada, 2003;).

En siete países se concentró el 63 % de la producción mundial de frijol en 2014: India (16,4 %), Myanmar (14,9 %), Brasil (13,1 %), Estados Unidos (5,3 %), México (5,1 %), China (4,1 %) y Tanzania (4,1 %) (FIRA, 2016).

2.3. Importancia del cultivo en América Latina y el Caribe

Brasil es el productor mayor en América Latina que llega a cultivar hasta cinco millones de ha. Seguido por México con dos millones, donde se consume aproximadamente 1,2 millones de toneladas al año, y aunque cultiva cerca de 1 800 ha, la demanda interna no es satisfecha por la baja productividad del cultivo. Por su parte el Caribe tiene volúmenes de producción importantes en Haití con 56 000 t, República Dominicana con 55 000 t y Cuba con 26 000 t, por eso constituye

un alimento básico en la dieta de estos países. En esta región se cultivan unas 212 000 ha anuales (Beaver y Molina, 1996).

Desde el punto de vista nutricional, los frijoles se caracterizan por ser fuentes altamente eficientes en proteínas y hierro, lo cual los ubica en una posición aventajada respecto a otros alimentos de origen vegetal. Por ejemplo, se expresa que el contenido de proteínas en las semillas secas de frijoles oscila entre 12 y 25 %, proporciones que son significativamente favorables en comparación con los niveles de proteínas de los cereales que sólo contienen entre 5 y 14 %. Según Puentes (1994), el frijol contiene tantas calorías por unidad de peso fresco como los granos cereales, la leche desnatada y la soya y casi el doble que la carne, el pescado y los huevos. Con base en peso fresco igual, el contenido de proteínas del frijol común es superado solamente por la soya y la leche desnatada en polvo y es más del doble que el de grano cereal. Además, es una buena fuente de carbohidratos y contiene un porcentaje relativamente bajo de grasas, es una fuente de vitaminas del complejo B, posee un adecuado contenido de minerales Ca, Fe, por otra parte su valor energético es elevado. En cuanto a su aporte energético, los granos secos de frijoles suministran aproximadamente en igual medida que los cereales, pero contienen además una pequeña parte de grasas y una abundante gama de vitaminas y minerales (García *et al.*, 1997).

Es por estas razones que el frijol común constituye la leguminosa alimenticia más importante para cerca de 300 millones de personas, que, en su mayoría, viven en países en desarrollo, debido a que este cultivo, conocido también como "la carne de los pobres", es un alimento poco costoso para consumidores de bajos recursos. El frijol se considera como la segunda fuente de proteína en África oriental y del sur y la cuarta en América tropical. El frijol es especialmente importante en la nutrición de mujeres y niños; además, tiene gran importancia económica, pues genera ingresos para millones de pequeños agricultores, a tal grado que la producción mundial anual es de cerca de US\$11 000 000 000 (CIAT, 2001).

2.4. Sistemática del frijol

Según Socorro y Martín (1989) y Carravedo y Mallor (2008) la posición jerárquica de la familia de las leguminosas (también denominadas fabáceas) es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subclase: Rosidae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

2.5. Época de siembra

La época de siembra más adecuada para el frijol es aquella 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; en las zonas tropicales y subtropicales la mejor época es de otoño a invierno Pérez, 2016).

Martínez *et al.* (2015) refieren que el frijol, de forma general requiere de temperaturas cálidas moderadas y húmedas del suelo suficientes, pero no excesivas sobre todo en las fases de germinación, floración y fructificación, no así en las fases de maduración y cosecha que necesita poca humedad en el suelo.

De acuerdo con los factores de humedad del suelo y temperatura ambiental requerida, la segunda temporada (septiembre-febrero) es la que mejor se adapta al cultivo. En función de la adaptabilidad de diferentes grupos de variedades y de acuerdo a sus características propias se subdivide en tres etapas: una llamada siembra temprana comprendida de septiembre a octubre y caracterizada por ser lluviosa y comenzar a disminuir la temperatura; otra llamada intermedia, que comprende los meses de noviembre y diciembre donde las lluvias casi desaparecen y las temperaturas continúan bajando y otra llamada de siembra

tardía, localizada en los meses de enero y febrero con muy pocas lluvias y temperatura aún más bajas (Martínez *et al.*, 2015).

Según Socorro y Martin (1989) de acuerdo con las condiciones climáticas de Cuba los meses más apropiados para la siembra son los comprendidos desde septiembre hasta enero, en dependencia de la disponibilidad de riego.

Cuba (2007) establece el período de siembra entre septiembre 10 y enero 15. El período total de siembra del frijol en Cuba (septiembre a febrero) fue dividido en tres épocas: temprana (septiembre - octubre), intermedia (noviembre -diciembre) y tardía (enero-febrero) (Alemán *et al.*, 2008).

2.6. Características del cultivo

El frijol es una planta herbácea de carácter anual, de tamaño y hábito variables, ya que hay variedades que son de guía o trepadoras, y otras en forma de arbusto pequeño (Socorro y Martín, 1989).

Varios autores han descrito la planta de frijol común (Gepts *et al.*, 2005; Vivanco *et al.*, 2011) y coinciden en la siguiente descripción morfológica:

Raíz: El sistema radical es poco profundo y está constituido por una raíz principal y gran número de raíces secundarias con elevado grado de ramificación que se desarrollan en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz.

Tallo: El tallo principal es herbáceo; se desarrolla en forma de hierba voluble, es decir que el tallo crece en espiral alrededor de un soporte, o también puede ser rastrero en cuyo caso, este se extiende por el suelo y sus rizomas corren en posición horizontal, es una sucesión de nudos y entrenudos donde se insertan las hojas y los diversos complejos axilares, el tallo o eje principal es de mayor diámetro que las ramas laterales. El tallo puede ser erecto, semipostrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad; pero en general, el tallo tiende a ser vertical, ya sea que el frijol crezca solo o con algún soporte. Las de hábito de crecimiento indeterminado siguen creciendo durante la etapa de

floración, aunque a un ritmo bien lento y las de crecimiento postrado indeterminado pueden alcanzar alturas superiores de 80 cm.

Hojas: Posee hojas, con folíolos enteros o a veces lobulados y también son estipeladas. Las primeras hojas verdaderas se desarrollan en el segundo nudo, son simples, opuestas y cortadas. A partir del tercer nudo se desarrollan las hojas compuestas, las cuales son alternas, de tres folíolos, un peciolo y un raquis

Flor: Las flores son en racimo y en general son racimos paucifloros. Son de dos tipos: simples y compuestas. Posee flores papilionáceas con 10 estambres y un ovario con un estilo largo en espiral y un estigma peludo; el estigma está situado lateralmente a lo largo del arco interno del estilo curvado, donde intercepta el polen de sus propias anteras.

Fruto: El fruto es una legumbre lineal, cilíndrica, polisperma, bivalva y dehiscente, de color variable con 3-12 semillas en su interior. Las semillas son reniformes o subcilíndricas, con germinación epigea o hipogea.

2.6.1. Riego

Según Cuba (2008) se deben realizar tres riegos de agua, en la siembra, al inicio de la floración y en el llenado de las legumbres. El cultivo del frijol es muy exigente en riegos en lo que se refiere a la frecuencia, volumen y momento oportuno. Estos van a depender del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego). De dos a cuatro días antes de sembrar conviene dar un riego para facilitar la siembra y la germinación de las semillas. Después de la siembra el primer riego solo deberá darse después de la nascencia de las plantas. En los primeros estados de desarrollo conviene mantener el suelo con poca humedad, sin embargo las necesidades de agua son muy elevadas poco antes de la floración y después de esta. Un exceso de humedad puede provocar clorosis y pérdida de cosecha, especialmente en suelos pesados. Un aporte hídrico desequilibrado disminuye la calidad de los frutos (Arellenz, 1998).

2.6.2. Nutrición y fertilización

Esta actividad es la de proporcionar los elementos nutritivos necesarios al cultivo para un correcto desarrollo además de influir en su producción. Las dosis se le proporcionan al cultivo según la necesidad y la humedad del sistema y las etapas del cultivo. 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⁻¹, el promedio de absorción de nutrientes oscila entre 0,133- 0,016 t/ha y una media de extracción y exportación de 0,0322-0,054- 0,0172 t de nitrógeno, fósforo 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).

Durante el desarrollo del cultivo, los productores de frijol fertilizan con diferentes fuentes nitrogenadas, donde las más utilizados son Urea, Sulfato de Amonio, Fosfonitrato y 18-46-00. Los fertilizantes nitrogenados son los más utilizados por los productores, seguidos de los fosforados y potásicos. Una explicación al respecto es la disminución de los precios de los fertilizantes nitrogenados, un aumento en los fosforados y la estabilidad de los potásicos (Ávila, 2001). De acuerdo a este mismo autor la Urea y Sulfato de Amonio son los de mayor preferencia para fertilizar los cultivos. Existen dos formas de fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, la abiótica y la biótica. La primera es mediante el arrastre del nitrógeno por el agua de lluvia y la segunda llevada a cabo por diferentes microorganismos y plantas superiores que lo pueden fijar mediante simbiosis o formas no simbióticas (Urbano, 2002).

2.6.3. Control de malezas

Control manual: Como su nombre lo dice, este método involucra la utilización de implementos manuales y tradicionales como el azadón, machete y algunos de tracción animal, que se adapten a las necesidades de los productores. Es

importante recordar que con la eliminación oportuna de las malezas, se le evita al cultivo un competidor de espacio, luz, agua y nutrientes, además la posibilidad de contaminarse por alguna plaga o enfermedad que la maleza pueda ser huésped o portadora (Escoto, 2011).

Se recomienda hacer uso de herbicidas post-emergentes. El 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, seguido de una limpia para eliminar las hierbas que crecen en las hileras de las plantas cuando se dificulta el control mecánico-manual. En temporada de lluvias es necesario el control químico selectivo (herbicidas específicos para frijol), para la maleza de hoja ancha se aplica el producto Fomesafen (FLEX) en dosis de un litro a litro y medio por hectárea, se adiciona surfactante no iónico a razón de 7,5 cm³ por litro de agua; para un control de 90 % a 100 % de malezas de hoja ancha (México, 2003).

2.7. Cosecha

Escoto (2011) y Cabrerías y Reyes (2015) coinciden en que la cosecha se inicia con el arranque de las plantas para acelerar el secado. Las plantas se dejan secar en el campo, si las condiciones ambientales son apropiadas con una época seca, si hay lluvias las plantas deben ser llevadas a una galera o secador.

2.8. Características del rendimiento y sus componentes

El rendimiento del frijol está compuesto por: el número de inflorescencias por planta, el número de legumbres por racimos, el número de semillas por legumbres y el peso promedio de las semillas. El peso de las semillas a su vez está determinado por sus componentes, largo y ancho. Según López (2010) el aumento del rendimiento hay que buscarlo fundamentalmente mediante el aumento del número de nudos, de hojas y de los órganos reproductivos.

Por regla general, cada nudo forma una inflorescencia, el eje de esta tiene de 2 a 6 nudos, y generalmente 2 flores en cada uno de ellos. El número de inflorescencia está correlacionado positivamente con el rendimiento. En el frijol común la capacidad de transmitir a la próxima generación el número de legumbres es bajo y el componente aditivo es menor que el no aditivo. Con excepción de los

demás componentes del rendimiento que tiene, el peso de los granos presenta valores altos de heredabilidad. El rendimiento puede estar correlacionado positivamente con el peso de la semilla, siendo a su vez negativa la correlación entre número y tamaño de las semillas (Socorro y Martín, 1989).

2.9. Factores que afectan el rendimiento

Muchos autores señalan que son tres factores fundamentales los que afectan el rendimiento: biológico, edáfico y climático, ya sea por las plagas y enfermedades, las condiciones del suelo para nutrir la planta o las variables climáticas (temperatura, humedad, luz, viento) (Socorro y Martín, 1989; Quintero, 2000).

2.9.1. Biológicos

Dentro de estos hay que considerar las enfermedades, plagas y malas hierbas, que afectan al cultivo disminuyendo el rendimiento.

En cuanto a enfermedades, se pueden distinguir enfermedades fungosas, bacterianas y virales. Unas de las principales limitaciones del cultivo de frijol en América Latina es el ataque de enfermedades. Los patógenos más frecuentes, como por ejemplo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc y Magn), *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc) Ferraris y *U. phaseoli*, son organismos en los que se han identificado una gran variabilidad patogénica, lo que refleja un proceso de coevolución en el patosistema. En muchos lugares donde se cultiva el frijol las enfermedades son el factor más importante en las mermas del rendimiento del cultivo (Opio y Senguoba, 1992).

Entre los causantes de enfermedades se encuentran los hongos del suelo, existiendo en nuestro país, de clima subtropical, con medias de temperaturas altas durante todo el año y abundantes precipitaciones, condiciones ideales para el desarrollo y proliferación de una vasta y heterogénea micoflora del suelo. Entre los hongos del suelo que causan enfermedades en el frijol se destacan las especies *R. solani*, *S. rolfsii* y *M. phaseolina*. Dentro de las enfermedades bacterianas se destacan: bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye) que afectan a los cultivos en zonas más frías y húmedas y bacteriosis de halo (*Pseudomonas phaseolicola*) que afecta a los cultivos en zonas sobre todo subtropicales (Saettler, 1989).

También el frijol es afectado por alrededor de 50 enfermedades virales. (Socorro y Martín, 1989), las principales afectaciones son ocasionadas por: mosaico común del frijol (BCMV), mosaico amarillo (BYMV) y moteado clorótico (CCMV). Otro factor limitante en el cultivo son las plagas de insectos, que provocan pérdidas que en ocasiones pueden alcanzar el 100 % del cultivo. Entre las plagas más importantes que atacan al cultivo se encuentra: *Systema basalis* Duval (crisomélidos), *D. balteata* (Crisomélidos), *E. kraemeri* (Salta hojas), *B. tabaci* (Mosca blanca).

2.9.2. Edáficos

Según la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) (2003) manifiesta que la planta de frijol es muy susceptible a condiciones extremas; exceso o falta de humedad, por tal razón debe sembrarse en suelos de textura ligera y bien drenados. El pH óptimo para sembrar frijol fluctúa entre 6,5 y 7,5, dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan su máxima disponibilidad; no obstante, se comporta bien en suelos que tienen un pH entre 4,5 y 5,5. El frijol es susceptible a los suelos salinos (Escoto, 2004).

El estrés por sequía, es causado por la baja disponibilidad de agua en el suelo, modificando negativamente la productividad del frijol. Esta es afectada dependiendo de la intensidad, duración de la escasez de agua y de la rapidez con la cual se alcance dicha intensidad y además de la etapa fenológica en que el efecto ocurra, así como el preacondicionamiento de la planta (Begg y Tumer, 1976; Hsiao, 1976;). El frijol es extremadamente sensible al estrés hídrico y al calor presente con frecuencia en forma simultánea en las etapas fenológicas más sensitivas de la planta: para la formación del rendimiento en el inicio de la floración, inicio de crecimiento de las legumbres y llenado de grano en las áreas de secano; este tipo de estrés abiótico disminuye el rendimiento y calidad de la producción (Rainey y Griffiths, 2005).

2.9.3. Climáticos

Entre los factores climáticos que más pueden influir sobre la planta de frijol se tienen: la temperatura, la humedad, la luz y el viento (Ustimenko, 1982).

La sequía, o la limitada disponibilidad de agua, es el factor principal que limita la producción de las cosechas (Golbashy *et al.*, 2010); es por mucho el más importante estrés ambiental que afecta a la agricultura debido a lo cual se han realizado muchos esfuerzos para mejorar la productividad de los cultivos bajo condiciones de limitación de agua (Cattivelli *et al.*, 2008).

3. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la finca “San José” perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “El Vaquerito”, ubicada en la Carretera de Camajuaní km 5 1/2, municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara y en los Laboratorios de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y del Centro de Investigación Agropecuaria (CIAP) de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (UCLV). Los experimentos de campo se realizaron en un suelo Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 2015), en el periodo comprendido de diciembre 2017 a marzo 2018. La siembra se realizó el 9 de diciembre de 2017.

Los cultivares (tratamientos) de frijol que se utilizaron fueron los procedentes de la colección de semillas del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) (Tabla 1).

Tabla 1. Cultivares estudiados (CIAP)

Código	Nombre	Color de semilla
230	Cubana 23	Negro
11	Cuba Cueto 25-9 R	Rojo pequeño
29	Triunfo 70	Negro
AG	Local U3	Negro

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas.

La siembra se realizó manual, con un marco de siembra de 0,70 m x 0,05 m, se depositó una semilla por nido, a una profundidad de 3 cm aproximadamente.

Las atenciones culturales al cultivo se desarrollaron según el Instructivo Técnico (Cuba, 2008) y se realizaron tres riegos de agua, en la siembra, al inicio de la floración y en el llenado de las legumbres.

Se aplicó la fórmula completa de fertilizante (NPK) a razón de 0,37 t/ha antes de la siembra en el fondo del surco.

El 27 de diciembre de 2017 se realizó una aplicación del insecticida Muralla CE (0,5 L PC/ha) para el control de *Bemisia tabaci* (mosca blanca) más FitoMas – E y el 31 de enero de 2018 se realizó una aplicación de Mezcla Duple E (15-20 kg PC /ha) para el control de larvas de lepidóptero+ Domark 100 CE (1,0 L PC/ha) para roya más Nitrato.

Las variables climáticas fueron registradas en la estación 78343 ubicada en el "Valle del Yabú" y las precipitaciones en un pluviómetro ubicado cerca del experimento en la Estación Experimental Alvaro Barba Machado de la UCLV.

3.1. Indicadores fisiológicos

Para los análisis relacionados con los indicadores fisiológicos, luego de recolectadas las muestras se pesaron los diferentes órganos, y se introdujeron en la una estufa a 70 °C durante 72 h hasta peso constante.

3.1.1. Peso fresco (PF)

Se tomaron cinco plantas por tratamiento, cuando el frijol estaba en la fase fisiológica V4 y R4 (a los 45 y 60 días a partir de la germinación) y se determinó el peso fresco de cada órgano por planta.

3.1.2. Peso seco (PS)

Se tomaron las muestras de las plantas colectadas y se secaron, se usó para ello una estufa a 70 °C durante 72 h hasta peso constante.

Para el peso seco (PS) y peso fresco (PF) se utilizó la balanza analítica de precisión Sartorius, modelo BSA124S con un margen de error de 0,1mg.

3.1.3. Área foliar por plantas (AF)

Para determinar el área foliar se utilizó el método dimensional propuesto por Torres y Rodríguez (2002). Tomamos todos los folíolos de la planta y medimos el largo y el ancho, utilizando la fórmula:

$$Af = \sum_1^n (l * A) f$$

Dónde:

Af= área de foliar de la planta

L= largo de la hoja

A= ancho de la hoja

F= coeficiente de área foliar para esa especie que es de 0,73 según Torres y Rodríguez (2002).

3.1.4. Índice del área foliar (IAF)

Se determinaron con la utilización de la siguiente fórmula:

$$IAF = \frac{(AF)}{(AV)}$$

Dónde:

AF= área foliar de la planta

AV = área vital.

3.1.5. Tasa de asimilación neta (TAN)

Para el cálculo de este índice se utilizó la fórmula:

$$TAN = \frac{2(PSf - PSi)}{(AFf + AFi)(Tf - Ti)}$$

Dónde:

PSf es el peso seco total de la planta en la segunda evaluación

PSi es el peso seco total de la planta en la primera evaluación

AFf es el área foliar en la segunda evaluación

AFi es el área foliar en la primera evaluación.

Tf y Ti son las edades a las que se realizaron las evaluaciones, final e inicial, respectivamente.

El peso seco total es igual a la suma de los pesos secos de hojas, tallos y raíces en el momento de cada evaluación.

3.1.6. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)

Se calculó mediante la fórmula propuesta por Hunt (1982) citado por Mora *et al.* (2006).

$$TRC = \frac{2(PSf - PSi)}{(PSf + PSi)(tf - ti)}$$

3.1.7. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)

Esta variable se calculó por la fórmula propuesta por Hunt (1982) citado por Mora *et al.* (2006) que es como sigue:

$$TAC = \frac{(PSf - PSi)}{(Tf - Ti)}$$

3.1.8. Razón del área foliar (RAF)

Se calculó por la fórmula:

$$RAF = \frac{1}{2} \left(\frac{AFi}{PSi} + \frac{AFf}{PSf} \right)$$

3.2. Insectos relacionados con el cultivo del frijol

Los muestreos se realizaron una vez por semana después de la emergencia de las plantas. Se evaluaron 10 plantas por réplica en cinco puntos fijos para un total de 30 plantas por tratamientos, según la metodología de señalización CNSV (2005).

Los insectos colectados en sus diferentes estados de desarrollo se trasladaron al Laboratorio de Entomología y Taxonomía de insectos del CIAP, para ser identificados y determinar los posibles enemigos naturales. En cada muestreo se tuvo en cuenta las fases fenológicas en las que se encontraba el cultivo según García (1996) (Tabla 2).

Tabla 2. Fases fenológicas del cultivo de *Phaseolus vulgaris* descritas por García (1996)

Fases fenológicas	Descripción
Ve (emergencia)	50 % de las plantas con los cotiledones visibles al nivel del suelo
Vc (nudo cotiledonal)	50 % de las plantas con los cotiledones por encima de la superficie del suelo
V1 (primer nudo)	50 % de las plantas con las hojas primarias totalmente desplegadas en el primer nudo
V2 (segundo nudo)	50 % de las plantas con la primera hoja trifoliolada suficientemente desarrollada en el segundo nudo sobre el tallo principal, comenzando por el nudo unifoliado
V3 (tercer nudo)	50 % de las plantas con tres nudos sobre el tallo principal, comenzando con el nudo unifoliado con una hoja suficientemente desarrollada
V4 (cuarto nudo)	50 % de las plantas con cuatro nudos sobre el tallo principal, comenzando por el nudo unifoliado
R1 (prefloración)	50 % de las plantas con el primer racimo floral visible en cualquier nudo sobre el tallo principal comenzando por el nudo unifoliado
R2 (floración)	50 % de las plantas con la primera flor abierta en cualquier nudo sobre el tallo principal comenzando por el nudo unifoliado
R3 (formación de la legumbre)	50 % de las plantas con una legumbre de 3 mm a 2 cm de longitud con la corola colgando o desprendida en cualquier nudo sobre el tallo principal, comenzando por el nudo unifoliado
R4 (llenado de las legumbres)	50 % de las plantas con una legumbre de 10 a 12 cm de longitud y sus cavidades llenas de granos de tamaño completo en los primeros siete nudos sobre el tallo principal, comenzando por el nudo unifoliado
R5 (inicio de la maduración)	50 % de las plantas con una legumbre madura en cualquiera de los nudos sobre el tallo principal, comenzando por el nudo unifoliado (madurez fisiológica)
R6 (completa maduración)	50 % de las plantas con el 95 % de las legumbres de color marrón claro

3.3. Evaluación de los componentes del rendimiento agrícola

Se evaluaron los principales componentes del rendimiento agrícola del frijol: número de legumbres por planta, promedio de semillas por legumbres, número de semillas por planta, peso de semillas por planta (g) y peso de 100 semillas (g), para lo cual se seleccionaron cinco plantas cerca de cada punto de muestreo por cada tratamiento que estuvieran en competencia intraespecífica perfecta. Cada muestra fue pesada en una balanza analítica de precisión Sartorius, modelo BSA124S con un margen de error de 0,1mg.

3.3.1 Rendimiento agrícola

Para determinar el rendimiento, en t/ha en el momento de la cosecha se trillaron de forma manual todas plantas correspondiente a cada réplica, las semillas se beneficiaron y secaron. Cada muestra fue pesada en una balanza digital marca FerTon profesional con una capacidad máxima de 66 lb y una precisión de 0,011 lb.

Procesamiento estadístico

Para el procesamiento estadístico de los resultados se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurion XV del 2005 y Excel del paquete Microsoft Office 2007 sobre Windows 7 ó superior. Los datos después de comprobar los supuestos de normalidad y homogeneidad, se le realizó un análisis de varianza y los que no cumplieron dichos supuestos se le aplicó la prueba de Kuskal Wallis.

4. Resultados y discusión

4.1. Indicadores fisiológicos

4.1.1. Peso fresco (PF)

En el peso fresco no hubo diferencias significativas entre los cultivares, a los 45 días fue superior a los 50 g en todos los cultivares excepto en el cultivar Local U3 que fue de 33,11 g, mientras que a los 60 días el mayor peso lo alcanzó el cultivar Cuba Cueto 25-9R con 107,01 g, y el menor valor el cultivar Cubana 23 con 81,14 g (Figura 1).

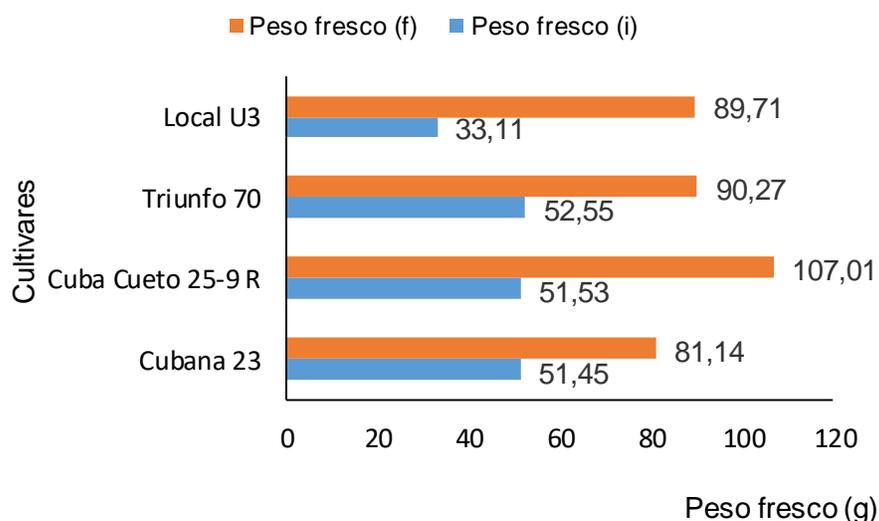


Figura 1. Peso fresco a los 45 (i) y 60 (f) días

4.1.2. Peso seco (PS)

A los 45 días no hubo diferencias significativas en el peso seco; los valores oscilaron entre 4,04 g y 6,62 g en los cultivares Local U3 y Triunfo 70 respectivamente, mientras que a los 60 días en todos los cultivares el peso seco fue superior a los 20 g, excepto en el cultivar Cubana 23, sin diferencias significativas entre ellos (Figura 2).

Según Vázquez y Torres (1995) y Torres y Rodríguez (2002) este indicador representa el aumento de peso y por tanto sirve para medir la capacidad productiva de las plantas.

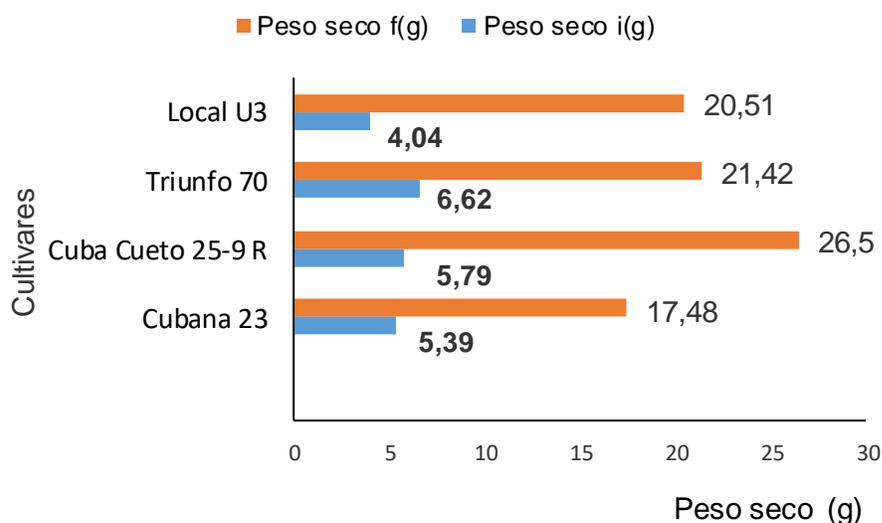


Figura 2. Peso seco a los 45 (i) y 60 (f) días

4.1.3. Área foliar por plantas (AF)

En el área foliar los menores valores se obtuvieron en el cultivar Triunfo 70 con 426,4 cm² y los mayores en los cultivares Local U3 y Cuba Cueto 25-9 R con valores superiores a 500 cm² sin diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 3).

A los 60 días se observó una disminución del área foliar en todos los cultivares con valores que oscilaron entre 280 y 303 cm², sin diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 3).

Groza *et al.* (2005) refiere que el área foliar es un índice importante que sugiere, en caso de ser elevado, un buen desarrollo vegetativo en la planta para producir fotoasimilados.

Tabla 3. Área foliar de los cultivares de frijol

Cultivares	Área foliar i (cm ²)	Área foliar f(cm ²)
Cubana 23	453	302,4
Cuba Cueto 25-9 R	506,6	290,6
Triunfo 70	426,4	291,4
Local U3	501,4	286,8
EE x	34,87	23,76

Leyenda: i (inicial), f (final)

Al respecto la variación del peso está dada porque a los 60 días la planta ya está introducida en su fase reproductiva y según refiere CIAT (1988) parece ser que la demanda por nitrógeno llega a ser tan grande que las hojas empiezan a morir, permitiendo que su contenido de nitrógeno sea traslocado a las legumbres; esto es lo que marca el comienzo de la maduración. Coincidiendo con un estudio realizado por Padilla *et al.* (2005) donde relaciona el área foliar con el peso de hojas mostrando que son proporcionales y esto afecta a los demás resultados que de este se derivan.

4.1.4. Índice del área foliar (IAF)

El índice de área foliar indica la relación del área foliar con el área vital, quien posea un mayor valor tiene un mayor potencial para la actividad fotosintética. En el muestreo inicial los cultivares presentaron un índice de área foliar superior a uno, mientras que en el muestreo final los valores oscilaron entre 0,82 y 0,86 respectivamente, en ambos muestreos no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Figura 3).

Los resultados del índice de área foliar son diferentes a los de Morales *et al.* (2008), ya que muestran mayor valor al principio, además este estudio está asociado con girasol.

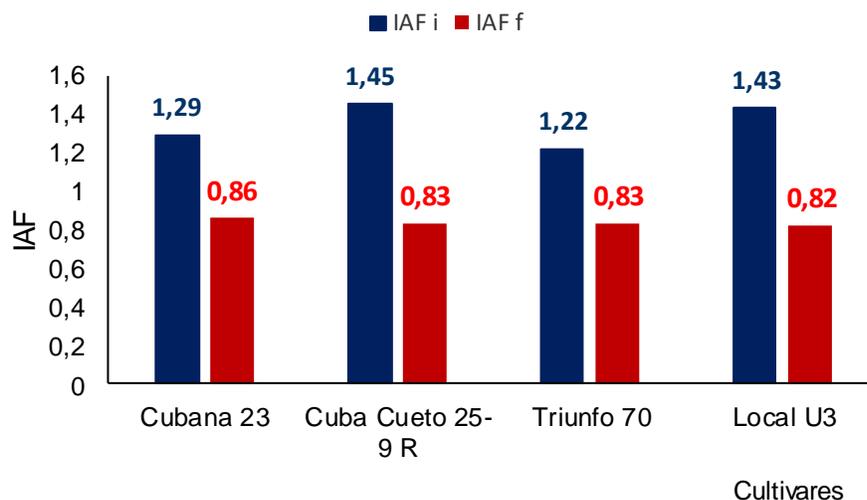


Figura 3. Índice de Área Foliar de los cultivares de frijol común a los 45 (i) y 60 (f) días

4.1.5. Tasa de asimilación neta (TAN)

La tasa de asimilación neta es la capacidad que tiene la planta para obtener peso por área en una unidad de tiempo determinada. El cultivar Cuba Cueto 25-9 R fue el que mayor valor mostró, mientras que los menores valores se registraron en los cultivares Triunfo 70 y Cubana 23 con 0,17 y 0,18 g dm² día) respectivamente (Figura 4).

Escalante y Kohashi (1993) expresan que la TAN es un indicador que refleja la eficacia que tiene la planta en la producción de fotoasimilados y muestra la velocidad de fotosíntesis neta de la misma. Al respecto Vázquez y Torres (2006) refieren que es un estimado de la fotosíntesis neta.

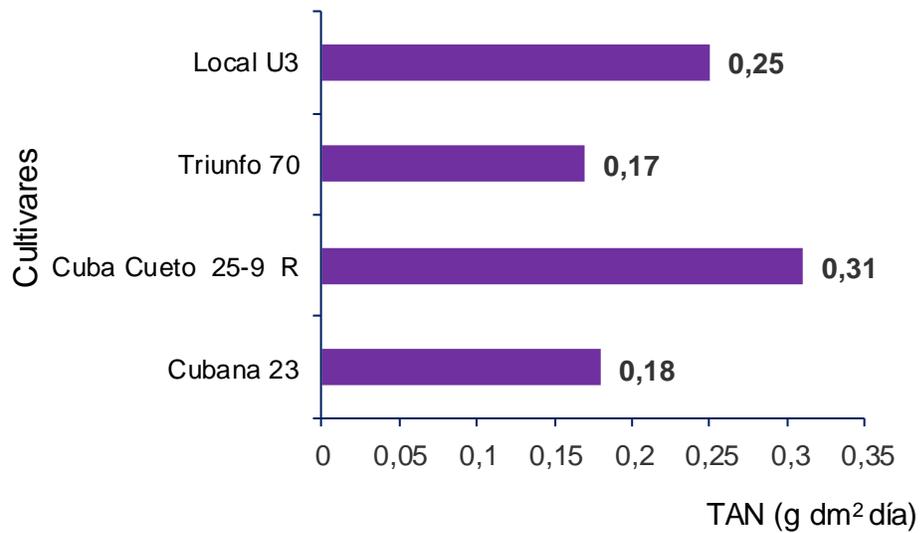


Figura 4. TAN de los cultivares de frijol común

4.1.6. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)

El valor de la tasa de relativa de crecimiento osciló entre 0,05 y 0,08 sin diferencias significativas entre cultivares (Figura 5).

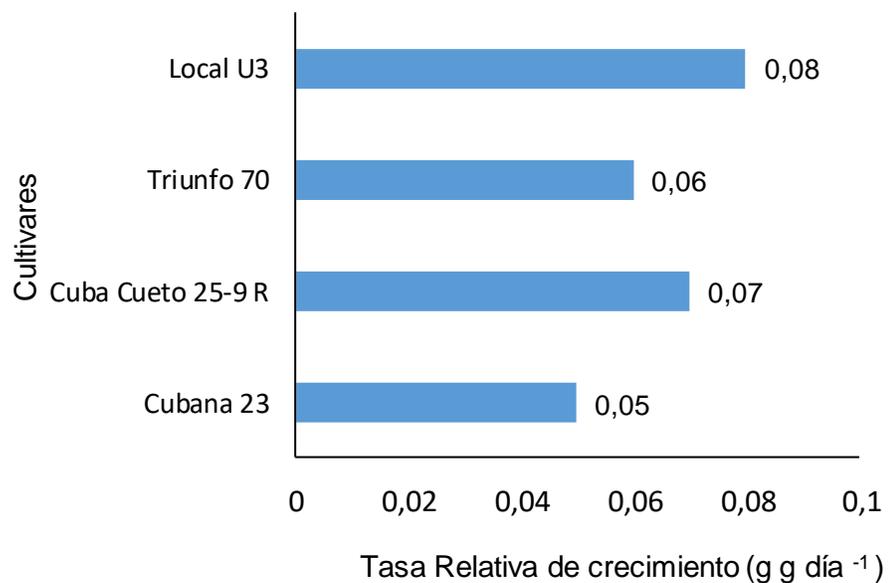


Figura 5. TRC de los cultivares de frijol común

Jérez *et al.* (2016) señalan que este indicador de crecimiento representa la capacidad de la planta para producir material nuevo por unidad de tiempo; la misma se ve afectada por diferencias en la tasa de asimilación neta, en la tasa respiratoria, en el grosor de la lámina foliar y en la distribución de los productos elaborados

4.1.7. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)

El cultivar Cuba Cueto 25-9R fue el que mayor valor alcanzó en la tasa absoluta de crecimiento con $1,22 \text{ g días}^{-1}$, y el de menor valor fue Cubana 23 con $0,72 \text{ g días}^{-1}$, pero no hubo diferencias significativas entre los cultivares (Figura 6).

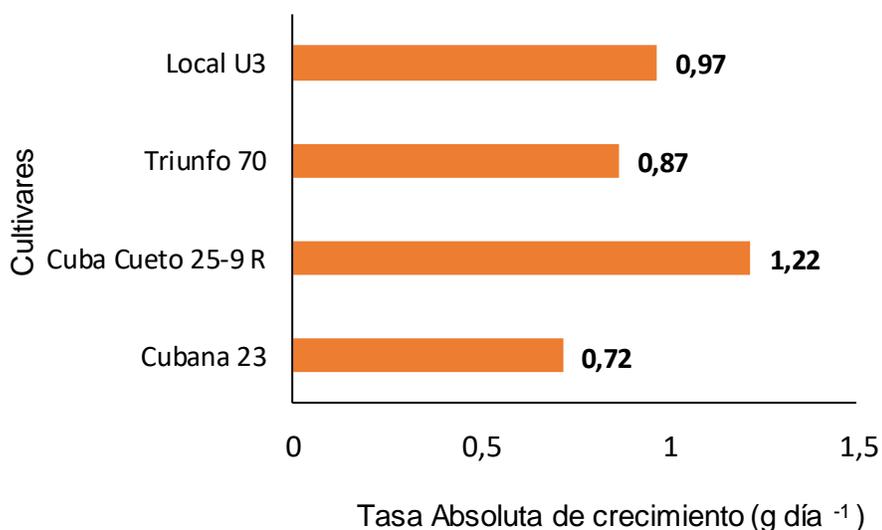


Figura 6. TAC de los cultivares de frijol común

Los índices de crecimiento son una buena medida para comparar el efecto de factores ambientales y nutricionales en el crecimiento del cultivo, así como la relación entre el aparato asimilatorio y la producción de biomasa (Balardin *et al.*, 2001)

4.1.8. Razón del área foliar (RAF)

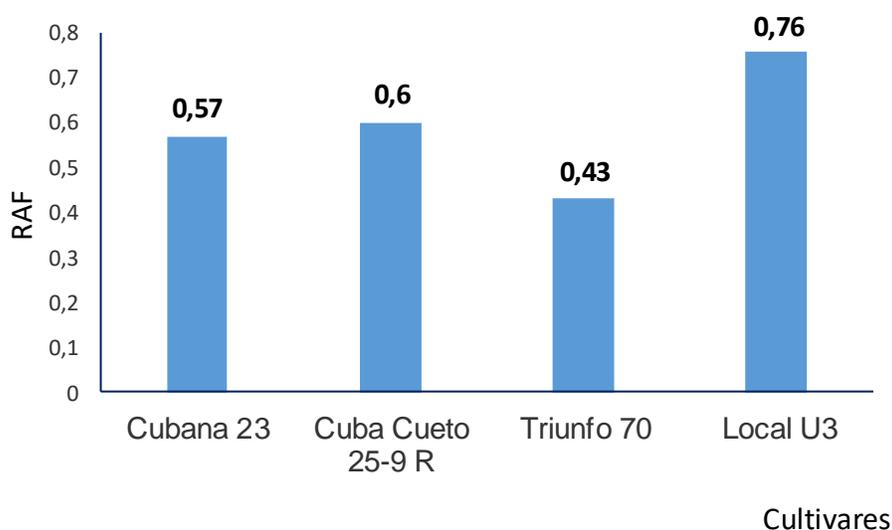


Figura 7. RAF de los cultivares de frijol común

Los resultados de los análisis fisiológicos nos muestra las condiciones de las plantas en puntos de su desarrollo, para que este fuera concluyente se debió tomar muestras cada 10 días como los estudios realizados por Maldonado y Corchuelo (1993) y Escalante *et al.* (2014).

4.2 Evaluación de los insectos relacionados con el cultivo del frijol

Durante la investigación se identificaron cuatro especies de fitófagos, correspondiente a dos órdenes y tres familias (Tabla 4). Los coleópteros *D. balteata* y *C. ruficornis*, predominaron en las fases fenológicas V2-V3. Los adultos al alimentarse del follaje causaron lesiones circulares respetando los bordes de las hojas. Los daños ocasionados no fueron significativos, ya que sus poblaciones no fueron abundantes, al ser reguladas con las dos aplicaciones de insecticidas realizadas.

Las especies *E. kraemeri* y *B. tabaci*, se observaron alimentándose de las plantas de frijol desde la segunda hoja verdadera (V2) hasta el final del ciclo

vegetativo (R8 y R7 respectivamente) (Tabla 4); en el primero de los casos se evidenciaron los síntomas característicos de enrollamiento de las hojas y leves quemaduras en los borde y ápice de las mismas.

Las poblaciones de *B. tabaci* fueron bajas en todos los cultivares, aunque se le dio el seguimiento requerido por su potencialidad de transmitir enfermedades virales. Martínez *et al.* (2007) refieren que estas especies son las más importantes para el cultivo del frijol por los daños que pueden causar.

Tabla 4. Insectos plagas más importantes asociados al cultivo

Nombre común	Nombre científico	Orden y Familia	Daño que ocasiona	Fases fenológicas
Crisomélido	<i>Diabrotica balteata</i> (Conte)	<i>Coleoptera</i> (Le <i>Chrysomelidae</i>)	larvas comen raíces, adultos follaje	V2 – V3
Crisomélido	<i>Cerotoma ruficornis</i> (Oliv.)	<i>Coleoptera</i> <i>Chrysomelidae</i>	larvas comen raíces, adultos follaje	V2 – V3
Salta hojas del frijol	<i>Empoasca kraemeri</i> (Ross and Moore.)	<i>Hemiptera</i> <i>Cicadellidae</i>	Se alimenta de la savia de la planta, hojas y brotes	V2 – R8
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i> (Genn)	<i>Hemiptera</i> <i>Aleyrodidae</i>	Succiona la savia de las hojas, transmisión del Virus del Mosaico Dorado Amarillo (BGYMV)	V3 – R7

Las poblaciones de *E. kraemeri* iniciaron su ataque a los 10 días después de la siembra y se mantuvieron en el cultivo hasta la senescencia de las hojas (maduración fisiológica). Alcanzó un pico poblacional con 40 insectos en la evaluación realizada el día 2 de enero (Figura 8), coincidiendo con la fase V3, a partir de este momento sus poblaciones descendieron de forma gradual,

motivado por las intensas precipitaciones y una aplicación de insecticida químico, aunque no fueron erradicadas se mantuvo bajas hasta el final del ciclo.

El cultivar menos afectado fue Triunfo 70, donde las poblaciones fueron inferiores a los demás cultivares en la mayoría de las observaciones.

El pico poblacional de la plaga estuvo motivado por las escasas precipitaciones y las bajas temperaturas al inicio del ciclo del cultivo, condiciones que favorecen el desarrollo del insecto plaga.

La aplicación de plaguicida efectuada el 27 de diciembre tuvo baja eficacia porque cayó una precipitación después del tratamiento, aspecto que limitó la acción del producto.

Según Murguido (1995) de los fitófagos, el que más daños causa en el cultivo del frijol es el salta hoja (*E. kraemerī*).

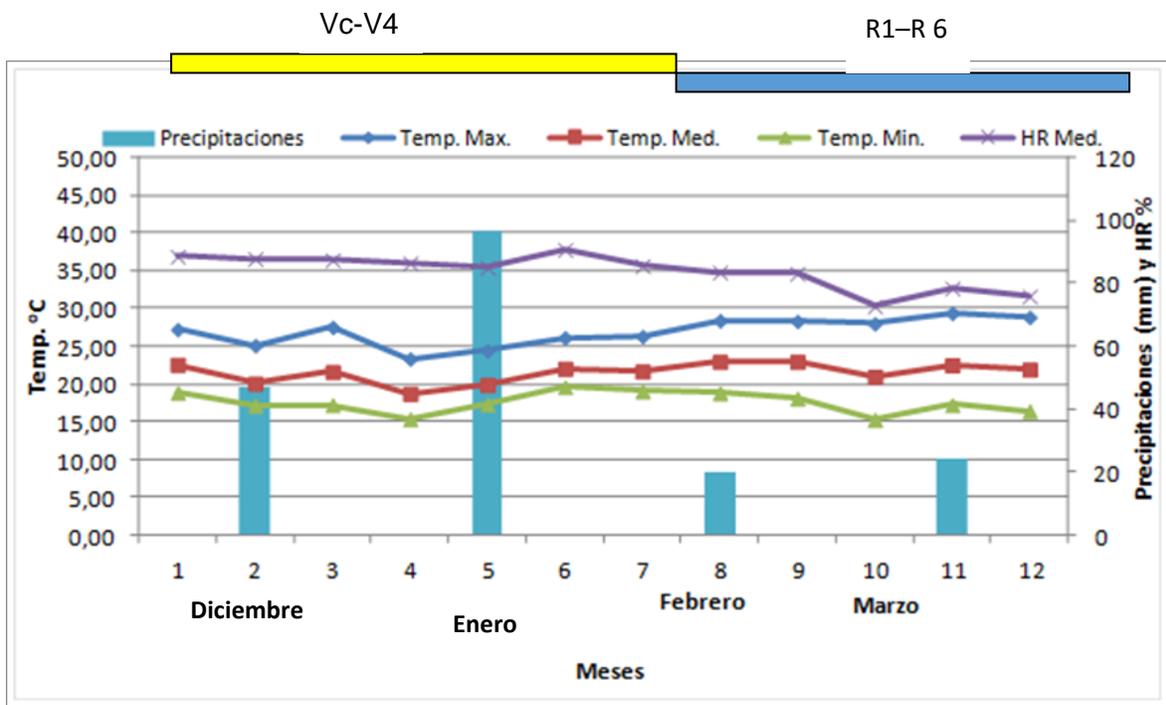
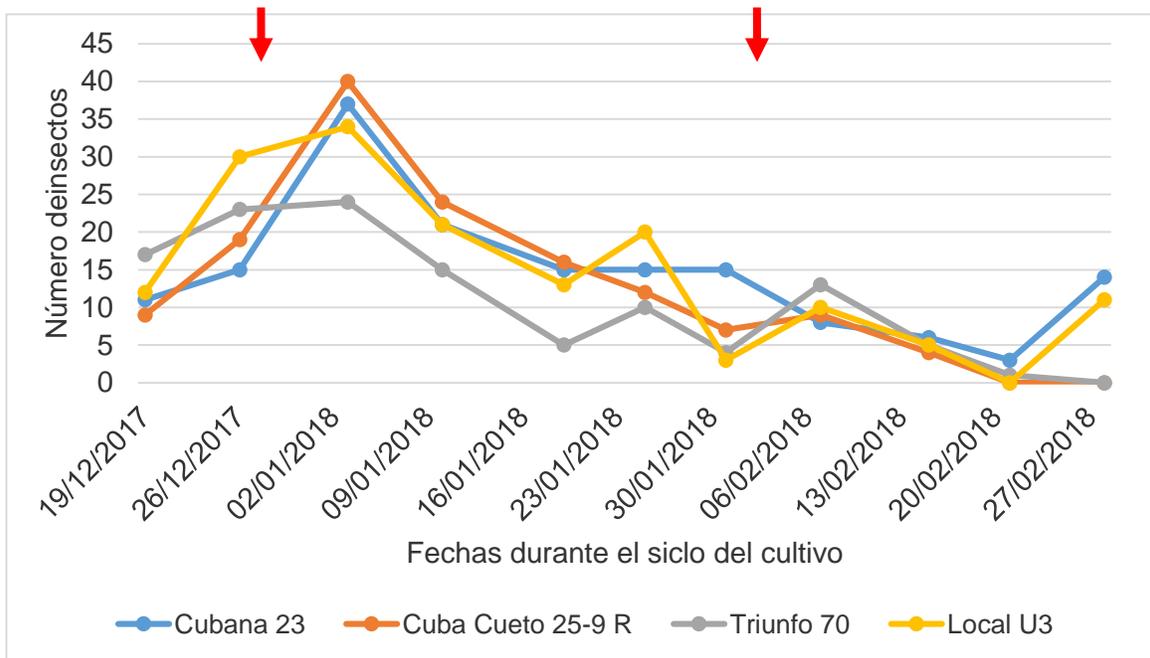


Figura 8. Dinámica poblacional de *E. kraemeri*, su relación con la fenología y las variables climáticas

➔ Aplicación de plaguicidas

Las lluvias registradas durante la segunda decena de enero propiciaron el descenso de la población de *E. kraemeri* ya que representan condiciones desfavorables para el desarrollo de este insecto (Guagliumi, 1962); (Giraldo-Vanegas *et al.*, 2003); (Giraldo-Vanegas *et al.*, 2004).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Hernández *et al.* (2013) para *E. kraemeri* en la provincia de Villa Clara (donde se incluye la cultivar Cuba Cueto 25-9 R) con la diferencia que se efectuaron en áreas de frijol de seis municipios.

Los resultados obtenidos en esta investigación no coinciden con Alfonso (2015), quien realizó un estudio sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado en el municipio de Corralillo, pero en época tardía.

4.3. Evaluación de los componentes del rendimiento agrícola

El componente del rendimiento número de legumbres por planta (NLPP) fue superior en los cultivares Cubana 23, Triunfo 70 y Local U3 con diferencias significativas con el cultivar Cuba Cueto 25-9R (Tabla 5a).

Los componentes del rendimiento número de semillas por planta (NSPP) y peso de semillas por planta (PSPP), no presentaron diferencias significativas entre los cultivares (Tabla 5a).

Tabla 5 a. Componentes del rendimiento

Cultivares	Medias reales NLPP	Medias de rango NLPP	Medias reales NSPP	Medias de rango NSPP	Medias reales PSPP (g)	Medias de rango PSPP
Cubana 23	15,8	31,53a	68,8	29,43	13,92	33,4
Cuba Cueto 25-9 R	12,86	20,06b	71,26	28,47	12,13	27,27
Triunfo 70	17,46	38,46a	73,2	30,63	14,23	31,73
Local U3	15,2	31,93a	74,87	33,47	12,87	29,6
EEx ±	1,19		6,53		1,20	

Medias de rango con letras no comunes en una misma columna difieren por Kruskal Wallis a $P \leq 0,05$

El promedio de semillas por legumbre fue superior en el cultivar Cuba Cueto 25-9 R, con diferencias significativas con los restantes cultivares y los mayores valores del componente del rendimiento pesos de 100 semillas se obtuvieron en los cultivares, Cubana 23, Cuba Cueto 25-9 R y Triunfo 70, con diferencias significativas con el cultivar Local U3 (Tabla 5b)

En estudios realizados en los Palacios, Pinar Del Río, Maqueira *et al.* (2017) evaluaron el Cultivar Cuba Cueto 25-9 R, obtuvieron valores de 15,7 y 22,1 legumbres por plantas, el promedio de semillas por legumbres osciló entre 3,2 y 5, y el peso de semillas para este estudio osciló entre 17,2 y 18,88 g.

Tabla 5 b. Componentes del rendimiento

Cultivares	PSPL	P 100 S (g)
Cubana 23	4,32c	20,646a
Cuba Cueto 25-9 R	5,52a	20,338a
Triunfo 70	4,18c	20,152a
Local U3	5,02b	17,79b
EE x	0,17	0,36

Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan a $P \leq 0,05$

4.3.1 Rendimiento agrícola

El rendimiento agrícola osciló entre 1,47 y 1,62 t/ha, siendo el cultivar Triunfo 70 el del mayor valor, con diferencias significativas con los restantes cultivares (Tabla 6).

Los componentes del rendimiento que más influyeron en los resultados del cultivar Triunfo 70 fueron el número de legumbres por planta y el peso de 100 semillas. Además que mostró mayor adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas en estudio.

Tabla 6. Rendimiento agrícola

Cultivares	Rto t/ha
Cubana 23	1,51b
Cuba Cueto 25-9 R	1,47b
Triunfo 70	1,62a
Local U3	1,52b
EE x	0,027

Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan a $P \leq 0,05$

El cultivar Triunfo 70 tiene un rendimiento mayor a la media nacional para la producción estatal que es de 1,32 t/ha según la ONEI (2017).

En la literatura se destaca que la variabilidad de los rendimientos está muy relacionada en los últimos años al papel que juega las condiciones meteorológicas en la definición del rendimiento para un cultivar determinado, aspecto que permite explicar cómo unos cultivares responden mejor que otros a las condiciones edafoclimáticas de determinada localidad (Maqueira *et al.*, 2017).

5. Conclusiones

1. Los indicadores fisiológicos evaluados no presentaron diferencias significativas entre los cultivares.
2. Se identificaron cuatro especies de fitófagos, representadas en dos órdenes y tres familias. La más frecuente fue *E. kraemeri*; alcanzando sus picos poblacionales en las fenofases V3., siendo el cultivar Triunfo 70 el menos afectado.
3. El cultivar de mayor rendimiento agrícola fue Triunfo 70 con 1,62 t/ ha, con diferencias significativas con los restantes.

6. Recomendaciones

1. Recomendar a los productores el uso del cultivar Triunfo 70 en época de siembra intermedia y en condiciones edafoclimáticas similares.
2. Repetir los experimentos en otras épocas de siembra del cultivo.

7 Referencias bibliográficas

Allard, R. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas New York.

Alemán, R.; Gil, V.; Quintero, E.; Saucedo, O.; Álvarez, U.; García, J.C.; Chacón, A.; Barreda, A.; Guzmán, L. 2008. Producción de granos en condiciones de sostenibilidad. CIAP. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad central "Marta Abreu" de las Villas.

Álvarez F, Benítez G, Rodríguez A, Grande M, Torres M, Pérez R. 2014. Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 7 – 21.

América Latina y el Caribe: Información del sector agropecuario. Las tendencias alimentarias, 1995-2007. En http://www.one.cu/cepal_sector%20agropecuario.htm, consultado 5 de febrero de 2018

Arellenz, D. 1998. Manejo de los Recursos Hidráulicos. Revista Modelo de formación. Cuba. p.

Avila, J. 2001. El mercado de los fertilizantes en México: Situación actual y perspectivas. Problemas del desarrollo. 32 (127):189-207.

Beaver, S. y Molina A. 1996. Mejoramiento del frijol para el Caribe. En S. P Singh & O. Voysest (Eds.) Taller de mejoramiento de frijol para el Siglo XXI: Bases para una estrategia para América Latina. (pp. 353- 376). CIAT, Cali, Colombia.

Beebe S, J Rengifo, E Gaitan, M C Duque, J Tohme. 2001. Diversity and origin of Andean landraces of common bean. Crop Sci. 41:854-862.

- Beebe S , Skroch P, Tohme J, Duque M, Pedraza F, Nienhuis J. 2000. Structure of genetic diversity between common bean land races of Middle America origin based on correspondence analysis of RAPD. *Crop Sci.* 49:264-273.
- Beebe, S., Toro O. Gonzalez A., Chacón M., and Debouck D.. 1997. Wild-weed.crop complexes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) in the Andes of Peru and Colombia, and their implications for conservation and breeding.*Genetic Resources and Crop Evolution.* 44:73-91.
- Begg J.E y Turner N. 1976. "Crop water deficits", *Adv. Agron.*, 28: 161-217.
- Bruner, S.; Scaramuzza, L.; Otero, A. R. 1975. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana. 399 p.
- Cabrera, C; Reyes, H. 2015. Guía técnica para el manejo de variedades de frijol. Programa de granos básicos. Ministerio de agricultura y ganadería. El Salvador. 6 p.
- Carravedo F. y Mallor G., Cristina. 2008. Variedades autóctonas de Legumbres españolas. Editorial: Centro de Investigación de Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), 525 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2001. Soluciones que cruzan fronteras. Frijol mejorado para África América Latina. http://www.ciat.cgiar.org/about_ciat/acerca/frijol.htm.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). 2005. Resumen ampliado de Metodologías de Señalización y Pronóstico. Laboratorio Provincial de SanidadVegetal. Villa Clara

CIAT .2014. Bean Program Annual Report FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

Cattivelli, L.; F. Rizza; B. Franz-W; E. Mazzucotelli; A.M. Mastrangelo; E. Francia; C. Mare; A. Tondelli; A. Michele , 2008. StancaDrought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research* 105, 1–14 p.

Chrispeels, M.J., and D.E. Savada. 2003. *Plants Genes and Crop Biotechnology*. Jones and Bartlett Publishers, Inc, USA.

Cordoba, O., & Casas, H. 2003. Principales arvenses asociadas al cultivo de frijol en la Región Andina. *Boletín Técnico*, 20 p.

Cuba, ministerio de la agricultura (MINAG). 2008. Instructivo Técnico del Frijol, Ed. Agroinfor, La Habana, Cuba.

Cuba, Ministerio de la Agricultura República de Cuba. 2007. Lineamientos para los Subprogramas de la Agricultura Urbana para 2008-2010 y Sistema Evaluativo.121p.

Dirección de Estadísticas: FAOSTAT. En sitio web: <http://faostat3.fao.org/faostat>. Consultado el 12 de septiembre de 2015.

Dirección de-Ciencia y Tecnología Agropecuaria- UICTA. 1998. Et cultivo del frijol. Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores, Tegucigalpa,- Hgnduras, -Ediciones ZAS.39 p.

DIEES (Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial), 2016. Panorama Agroalimentario. Frijol, 3 p.

- Escoto, G. 2004. El cultivo de frijol. Honduras, Dirección de Ciencia y Tecnología. Consultado 14 abril 2005.
- Escalante J., Maria Teresa R., Yolanda E. 2014. Tasa de crecimiento de biomasa y rendimiento de frijol en función del nitrógeno. *Ciencia y Tecnol. Agrop. México* Vol. 2, Núm. 1:1 - 8
- Escoto, N. 2011. El cultivo del frijol. Publicación de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, SAG. Tegucigalpa, Honduras. 25p.
- FAO. 2015. Statistics Division. FAOSTAT.
- FAO. 2010. 'El cultivo del frijol, historia e importancia ', importancia de los cultivos representados por fenalce, 30-31 p.
- Gepts, P.; Beavis, 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.
- Groza, H., Bowen, B., Kichefski, D., Peloquin, S., Stevenson, W., Bussan, A., et al. Millennium Russet (2005) A dual purpose russet potato variety. *American Journal of Potato Research*. 82(3):211–9. Doi: 10.1007/ BF02853587
- Freytag G., Debouck D. 2002. Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionideae) in North- America, Mexico and Central America. SIDA, Botanical Miscellany 23. Botanical Research Institute of Texas. Fort Worth, USA. 300 p.

FIRA, Panorama Agroalimentario. Frijol. 2016. 3 p.

García, A., Mañalich, I.; Pico, N., Quiñones, N. 1997. La sustitución de importaciones de alimentos: una necesidad impostergable (primera parte), Investigación económica, vol. 3, no. 1.

García, J. 1996. Fenología de cuatro variedades de caraota *Phaseolus vulgaris* L, sembradas en dos localidades y dos fechas del periodo septiembre - enero (Longitud del día decreciente). Tesis de Diploma, Universidad Central de Venezuela, Venezuela, 56 p.

Gentry H S. 1969. Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. Econ. Bot. 23:55-69.

Giraldo-Vanegas, H., A. Vargas P., A. Sarmiento, E. Hernández, F. Amaya y J. O. Lindarte. 2003. Estrategias de control para el manejo integrado del saltahojas verde de la caña de azúcar *Saccharosydne saccharivora* (Westwood), en el Valle San Antonio-Ureña, estado Táchira. In: Resúmenes V Congreso Azucarero Nacional. Carora, Venezuela. p. 66.

Giraldo-Vanegas, H., A. Vargas P., E. Hernández, F. Amaya, M. Ramírez, F. Ramírez y V. Galeano. 2004. Influencia del paisaje agroecológico en la presencia de artrópodos-plagas, en el cultivo de la caña de azúcar, en el estado Táchira. Resúmenes Jornadas Internas INIA-Táchira. Bramón.

Golbashy, M., Khavari S., Ebrahimi M., Choucan R. 2010. Study of response of corn hybrids to limited irrigation. 11th Iranian Crop Science Congress, University of Shahid Beheshti, 24-26 July, Tehran, Iran. 218 p.

González, M. 1988. Enfermedades fungosas del frijol en Cuba. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de La Habana. Cuba. 152 p.

Guagliumi, P. 1962. Las Plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Centro de Investigaciones Agronómicas. Maracay, Venezuela. Monografía N° 2. Tomo I. 482 p.

Hernández A.; Pérez J. M.; Bosch D. y Castro N. 2015. Clasificación de los Suelos de Cuba 2015. Ediciones INCA, Cuba, 2015. 91 p. ISBN: [978-959-7023-77-7](#)

Hernández H., Gómez J., Ramos Y., Pérez E, Espinosa R. 2013. Identificación y fluctuación poblacional de Empoasca en variedades de Phaseolus vulgaris L. en Villa Clara, Cuba. Revista Centro Agrícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central de Las Villas.67-70 p.

Hsiao, T. Acevedo, E. Fereres, E and. Henderson, D, .1976. "Water stress, growth and osmotic adjustment", Phyl. Trans. Royal Soc., London, 273: 479-500.

I ICA-RED SICTA-COSUDE .2009. Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua. 15 p.

Koenig, R., and P. Gepts. 1989. Allozyme diversity in wild Phaseolus vulgaris: further evidence for two major centers of genetic diversity. Theor Appl Genet. 78:809-817.

- Kwak M, Gepts P. 2009. Structure of genetic diversity in the two major gene pools of common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae). *Theor. Appl. Genet.* 118:979-992.
- Luna, O. y Sánchez, J.1991. Manual de Microbiología del suelo. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N. L. pp. 113-120.
- Ladizinsky G .1998. Plant evolution under domestication. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, the Netherlands. 256 p.
- López, J. 2010. Efecto de la urea en aplicaciones foliares al cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la UBPC “13 de Octubre”. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Corralillo.
- México, Ficha Técnica del Primer Curso sobre: Aspectos Básicos y Prácticos para el Mejoramiento y Producción de Frijol. Campo Experimental del Valle de México, Chapingo, Junio de 2003.
- Morales E., Escalante J., López J. 2008. Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento de frijol (*phaseolus vulgaris* l.) En unicultivo y asociado con girasol (*helianthus annuus* l.)
- Maldonado G., Corchuelo G. 1993. DINAMICA DE CRECIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL (*phaseolus vulgaris* L.). *Agronomla Colombiana*, 1993, Volumen X. Número 2: pág. 114 – 121
- Martínez E., Espinosa J., González J. 2015. Tecnología agroecológica para el cultivo del frijol. 7-8 p.

- Martínez, E.; Barrios, G.; Rovesti, L.; Santos, L. 2007. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico.CNSV. La Habana. Cuba. 526 p.
- Mederos, Y.2010. Revisión bibliográfica: indicadores de la calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).
- Mendoza, F y Gómez, J. 1982. Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Miranda-Colín S.1967. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común). Agrociencia 1:99-104.
- Murguido, C. A. 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.
- Murguido, C. 2000. Manual sobre manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas en el frijol. Proyecto PROFRIJOL. MINAG.CID-INISAV. La Habana. 42 p.
- Morales, E; Escalante, J; López, J. 2008. Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo y asociado con girasol (*Helianthus annuus* L.) Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Villahermosa, Tabasco, México vol. 24, núm. 1, pp. 1-10
- Maqueira, L., Rojan, O., Pérez, S. y Torres, W (2017). Crecimiento y Rendimiento de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) En la localidad de los

Palacios. Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 3, pp. 58-63. ISSN impreso: 0258-5936.

Oficina Nacional de Estadística de la República de Cuba. ONE. 2017. Consumo aparente de granos básicos y carne bovina. In: Subregión Norte de América

Oficina Nacional de Estadística de la República de Cuba. 2017. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. Sector Agropecuario. Indicadores seleccionados. Enero-septiembre 2017.

Opio, A. y Senguoba, T. 1992. Progress on bean pathology research in Uganda. Res. Anal. Sobre Frijol. Vol. XVII (1).

Papa R, Nanni L, Sicard D, Rau D, Attene G. 2006. The evolution of genetic diversity in *Phaseolus vulgaris* L. In: Darwin's Harvest: New Approaches to the Origins, Evolution, and Conservation of Crops. J J Motley, N Zerega, H Cross (eds). Columbia University Press. New York. 121-142 p.

Papa R, Gepts P. 2003. Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica. Theor. Appl. Genet. 106:239-250.

Papa R, Nanni L, Sicard D, Rau D, Attene G. 2006. The evolution of genetic diversity in *Phaseolus vulgaris* L. In: Darwin's Harvest: New Approaches to the Origins, Evolution, and Conservation of Crops. J J Motley, N Zerega, H Cross (eds). Columbia University Press. New York. pp: 121-142.

Pérez. Aimé .2016. Evaluación de cinco cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Universidad de Las Tunas, 32p.

- Pinheiro, C., Baeta, J. Pereira, A., Dominguez, H., Ricardo, C. 2007 .Mineral elements correlations in a Portuguese germplasm collection of *Phaseolus vulgaris*. Integrating Legume Biology for Sustainable Agricultura. 6th European Conference on Grain Legumes. 12-16 noviembre 2007, Lisboa, Portugal, 125-126 p.
- Puentes, M. Mayra F. 1994. Monografía. Cultivo del frijol. Tema. Nutrición. UCLV. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 14 p.
- Quintero F. 2000. Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Monografía. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Santa Clara, 28 p.
- Rainey K.M y Griffiths P, 2005,"Differential response of common bean genotypes to high temperature", Journal of the American Society for Horticultural Science, 130(1):18-23.
- Saetter, A.1989. Common bacterial blight. En: Schwartz, H. F; M. A. Pastorcorrales (eds). Bean production problems in the Tropics. 2nd ed. CIAT, Cali, Colombia, 261-283 p.
- Socorro, M.; Martín D. 1989. Granos. Editorial Pueblo y Educación. Cuba.
- Syngenta. 2003. CELEST 025 FS. Boletín Técnico.
- Torres C, Rodríguez, Mireya. 2002. Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal. Departamento de Agronomía. Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba, 72-73 p.
- Urbano, T. P. 2002. Fitotecnia: Ingeniería de la producción vegetal. Ediciones Mundi -Prensa. España. 528 p.

Ustimenko G y Bakunovsky V. 1982. El cultivo de plantas subtropicales y tropicales. Editorial Mir. Moscu. 189 p.

Vázquez, Edith y Torres, S. 1995. Fisiología Vegetal. Editorial Pueblo y Educación. Habana. Libro de texto.

Vivanco, M.; Zamar, M.; Sosa, M. 2011. Clave ilustrada para la identificación de larvas y adultos de trips (Insecta: Thysanoptera) presentes en el cultivo de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en Jujuy y Salta (Argentina).