

**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**

Título del trabajo: Caracterización agroproductiva y entomofauna asociada  
a cuatro cultivares de frijol común

Autor: Georget Robert Tartabull Beadle

Tutores del trabajo: Dr. C. Arahis Cruz Limonte

M Sc. Elier Mora Pérez

Santa Clara junio 2018  
Copyright©UCLV

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.: +53 01 42281503-1419

# *Agradecimientos*

*A mi familia por todo el apoyo que me han dado y en especial a mi madre, padre y hermano*

*A mi novia por la comprensión y el apoyo brindado*

*A mi tutora por la dedicación y consejos dados, la cual se ha comportado como una madre todos estos años*

*A mis amigos que se han portado de manera incondicional, en especial a Yandy por su ayuda y amistad incondicional*

*A mis compañeros de aula con los que he pasado momentos inolvidables en estos cinco años*

*A los profesores de la carrera de Agronomía, en particular a Elíer y Ubaldo por la ayuda brindada*

*Muchas gracias*

## Resumen

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas y los experimentos de campo se desarrollaron en la Finca “San José”, del pequeño agricultor Guillermo Sosa, en el periodo comprendido entre diciembre del 2017 y mayo de 2018. Con el objetivo de caracterizar cuatro cultivares de frijol común teniendo en cuenta indicadores fisiológicos, la incidencia de insectos plagas y su efecto sobre el rendimiento agrícola. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas. La siembra se realizó de forma manual, con un marco de 0,70 m x 0,05 m, los cultivares utilizados fueron Güira 89, Conservador, Hatuey 24 y Fortificado 05. Se determinaron el peso fresco, peso seco por plantas, área foliar, índice del área foliar, porcentaje de materia seca; tasa de asimilación neta, tasa relativa de crecimiento, tasa absoluta de crecimiento y razón del área foliar. Se identificaron los insectos plagas, su relación con las fenofases y variables climáticas. Los mejores indicadores fisiológicos se obtuvieron en el cultivar Güira 89, con diferencias significativas respecto a los demás cultivares. Fueron cuantificadas seis especies de fitófagos, y un predador; *Empoasca kraemeri* (Ross y Moore) constituyó la principal plaga en las fases fenológicas de R5 a R8 con mayor afectación en el cultivar Güira 89 y el mayor rendimiento agrícola lo alcanzó Fortificado 05 con 2 t ha<sup>-1</sup>, el cual presentó diferencias significativas con el resto de los cultivares.

## Contenido

1. Introducción	1
2. Revisión Bibliográfica	4
2.1 Origen, diversidad y distribución	4
2.2 Importancia	5
2.3 Características botánicas del cultivo	6
2.3.1 Fenología	6
2.4. Factores edafoclimáticas	6
2.4.1 Edáficos	7
2.4.2 Biológicos	7
2.4.3 Climáticos	8
2.4. Preparación del suelo	9
2.5. Época de siembra	9
2.5.1. Distancia de siembra	9
2.6. Principales plagas y enfermedades del frijol	10
2.6.1. Plantas arvenses	10
2.7. Cosecha	10
3. Materiales y Métodos	11
3.1 Determinación de indicadores fisiológicos	12
3.1.1 Peso fresco (PF)	12
3.1.2 Peso seco (PS)	12
3.1.3 Por ciento de masa seca	12
3.1.4 Área foliar por plantas (AF)	12
3.1.5 Índice del área foliar (IAF)	13
3.1.6 Tasa de asimilación neta (TAN)	13
3.1.7. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)	13
3.1.8 Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)	14
3.1.9 Razón del área foliar (RAF)	14
3.2 Entomofauna asociada al frijol, su relación con la fenología	14

3.2.1 Plagas claves del frijol, su relación con la fenología y las variables climáticas ....	14
3.3 Componentes del rendimiento agrícola .....	16
3.3.1 Rendimiento agrícola .....	16
4. Resultados y Discusión .....	17
4.1 Determinación de Indicadores fisiológicos .....	17
4.1.1 Peso fresco(PF).....	17
4.1.7. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC) .....	22
4.1.8 Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) .....	23
4.1.9 Razón del área foliar (RAF).....	24
4.2.1 Plagas clave del frijol, su relación con la fenología y las variables climáticas.....	26
4.3 Componentes del rendimiento agrícola .....	28
4.3.1 Rendimiento agrícola .....	30
5. Conclusiones.....	33
6. Recomendaciones.....	34
7. Referencias bibliográficas .....	

## 1. Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de origen mesoamericano (Hernández *et al.*, 2013) 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; Ulloa *et al.*, 2011), razón por la cual se ha categorizado como uno de los cultivos obligatorios en programas de seguridad alimentaria (Fenalce, 2004).

En el 2013 se sembraron 29 millones de hectáreas en todo el mundo, con una producción de más de 22,8 millones de toneladas de frijol seco, siendo Asia la región de mayor producción con un 44,8 %, seguido de América y África con 35,1 % y 17,3 % respectivamente (FAOSTAT, 2015).

En Cuba, el frijol tiene gran importancia, ya que constituye uno de los alimentos principales en la dieta diaria y se presenta en diferentes platos en la culinaria por su alta demanda popular, lo que da esto como resultado que se cultive a lo largo y ancho del país, con 122 545 ha dedicadas a su producción y un rendimiento de 1,11 t ha<sup>-1</sup> aproximadamente en el año 2016, (ONEI, 2016). Pero la producción nacional aún no es capaz de satisfacer la demanda de este cultivo, dada la presencia de diferentes factores que limitan sus rendimientos, dentro de los cuales tienen gran importancia los requerimientos nutricionales del cultivo y el manejo integrado de plagas.

La búsqueda de métodos más eficaces para el control de los fitófagos dio lugar al manejo integrado de plagas (MIP), cuya concepción actual es el producto de su evolución en el tiempo; recientemente han surgido nuevas tendencias sobre el manejo del cultivo, la agricultura sostenible, la agricultura orgánica, entre otras. (CNSV, 2007)

El manejo integrado de plagas es, en realidad, una filosofía del control de plagas que no está orientada hacia la plaga, sino hacia el agroecosistema en su conjunto. Su objetivo principal es mantener un sistema saludable en el que todas las partes funcionen y en el que las plagas puedan ser toleradas hasta cierto grado (Hansen, 1990). Por ello es necesario entender que el control efectivo a largo plazo es muy complejo y requiere la comprensión de los diversos componentes de un

agroecosistema determinado, tanto bióticos (cultivo, plagas, sus enemigos naturales, flora y fauna del suelo), como abióticos (características del suelo, clima) (Bottrell, 1979). También se requiere entender la interacción de los componentes del sistema del MIP.

El frijol es susceptible al ataque de un gran número de organismos nocivos. Por esta razón el MIP está dirigido a las plagas clave del cultivo, las cuales aparecen con regularidad, por lo general, en cada temporada, y si no se les controla causan pérdidas de importancia económica. Los enemigos naturales, el clima y otros factores de control natural rara vez los mantienen por debajo de los niveles de daño (Hansen, 1990). Sin embargo, se debe prestar atención también a las plagas secundarias, potenciales y migratorias por la influencia que ejercen muchos factores en el cambio de su comportamiento en el agroecosistema.

Las plagas clave en el frijol son la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) que transmite el geminivirus que causa el mosaico dorado (Shoonhoven y Cardona, 1980), el saltahoja (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) que produce encrespamiento del follaje (Murguido, 1995), los crisomélidos [(*Diabrotica balteata* (Le Conte) y *Cerotoma ruficornis* (Oliv.)] que causan perforaciones en las hojas, transmiten los virus del moteado amarillo y del mosaico rugoso (Gámez, 1972), los gorgojos de los granos almacenados (*Acanthoscelides obtectus* (Say) y *Zabrotes subfasciatus* Boh) (Shoonhoven y Cardona, 1980). Para las regiones de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Cienfuegos y Ciego de Ávila *Thrips palmi* (Karny) también resulta una plaga de interés (Murguido, 1999).

Además, el rendimiento de este, está influenciado por un grupo de factores climático, edáfico y biótico en Cuba, entre los cuales pueden producirse complejas interacciones (Corzo *et al.*, 2015). Debido a eso se expresa que el 60 % de la producción mundial se obtiene bajo condiciones de déficit hídrico, lo que ha llevado a considerar la sequía como el segundo factor limitante para su rendimiento, después de las enfermedades. La sequía constituye uno de los estreses más importantes, inhibe el crecimiento, afecta fisiológicamente a las plantas y su rendimiento (Seckin y Aksoy, 2014). Luego de expresar todas estas limitantes la problemática a resolver es la selección de cultivares mejor adaptados

teniendo en cuenta los indicadores fisiológicos, la incidencia de plagas para obtener mejores rendimientos en el cultivo del frijol. Por lo que se trazó la siguiente

**Hipótesis:**

La evaluación de indicadores fisiológicos, insectos plagas y su efecto sobre el rendimiento agrícola contribuirán a la selección de cultivares mejores adaptados.

Para dar respuesta a esta hipótesis se formularon los siguientes objetivos:

**Objetivo general**

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

**Objetivos específicos**

- 1- Evaluar indicadores fisiológicos en los cultivares de frijol común en las diferentes fases fenológicas.
- 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, diversidad y distribución**

El origen del frijol ha sido descrito por varios autores a través de diversos estudios que incluyen rasgos morfológicos, patrones arqueológicos, geográficos y botánicos (Gepts y Debouck, 1991; Singh *et al.*, 1991); faseolinas en semilla (Kami y Gepts, 1994); y marcadores moleculares (Tohme *et al.*, 1996; Blair *et al.*, 2006) estos estudios permitieron establecer el origen de frijol silvestre en una amplia área geográfica en las zonas tropicales y subtropicales de América Latina (Beebe, 2012).

Entre los años 9000 y 5000 a. C. en diferentes partes del mundo se domesticaron diversas especies vegetales, entre ellas el frijol común (*P. vulgaris*). El conjunto de conocimientos recabados hasta hoy, como la edad de los restos fósiles y las características morfológicas, agronómicas y genéticas, establecen que el frijol común se originó en Mesoamérica y posteriormente se domesticó entre los 5000 y 2000 años a. C. en dos sitios del continente americano: Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes (Sudamérica) (Hernández *et al.*, 2013).

La discrepancia entre un origen o dos o más se debe a que en unos trabajos previos los investigadores analizaron una faseolina tipo I y valoraron que las filogenias de especies y de genes eran idénticas. En el frijol esta relación filogenética no se cumple debido a que la distribución actual de la faseolina podría no reflejar su distribución ancestral, o bien a que la faseolina tipo I podría haberse extinguido en Mesoamérica o estar aún presente pero no en el germoplasma analizado a la fecha. Además, en la actualidad se conoce la compleja estructuración genética y geográfica del germoplasma Mesoamericano de frijol distribuido en el centro de México a través del eje neovolcánico transversal, cuna de la diversidad genética de *P. vulgaris* (Bitocchi *et al.*, 2012).

Según Rossi *et al.*, (2009); Bitocchi *et al.* (2012) la diversidad genética se redujo con la domesticación y esta reducción fue mayor en el germoplasma Mesoamericano que en el Andino, como resultado del “cuello de botella” ocurrido antes de la domesticación en los Andes. El análisis de germoplasma silvestre y domesticado del acervo Mesoamericano indica un solo evento de domesticación

asociado con la región de la cuenca de los ríos Lerma-Santiago en Jalisco, México (Kwak *et al.*, 2009; Mamidi *et al.*, 2011), y otro distinto de la cuenca del Río Balsas donde se ubicó el centro de domesticación del maíz (Matsuoka *et al.*, 2002).

Los resultados de Bitocchi *et al.* (2012; 2013) coinciden con lo sugerido por Zizumbo y Colunga (2010), en el sentido de que el área primaria de domesticación del frijol es similar a la del maíz, y que ambas especies ya domesticadas se movieron con la migración humana a lo largo de los ríos de México.

En los últimos años se ha demostrado que la información generada mediante la aplicación de herramientas de marcadores moleculares de ADN ha incrementado el entendimiento sobre la diversidad genética y el proceso de domesticación del frijol común (Mensack *et al.*, 2010).

## **2.2 Importancia**

El frijol común es la leguminosa alimenticia más importante en el trópico de América Latina y África oriental y meridional; es cultivado generalmente por pequeños agricultores en estas regiones (Beebe *et al.*, 2008).

También es buena fuente de fibra cuyo valor varía de 14-19 g /100 g del alimento crudo, del cual hasta la mitad puede ser de la forma soluble. Los principales componentes químicos de la fibra en el frijol son las pectinas, pentosas, hemicelulosa, celulosa y lignina. Además, este alimento también es una fuente considerable de calcio, hierro, fósforo, magnesio y zinc y de las vitaminas tiamina, niacina y ácido fólico (Fernández *et al.*, 2010).

El hierro (Fe) y el Zinc (Zn) son minerales indispensables para los seres humanos. Durante la niñez la deficiencia de Fe se asocia con disminución en la capacidad de aprendizaje y el desarrollo motor, mientras que la deficiencia de Zn con retardo en el crecimiento y aumento en la prevalencia de enfermedades infecciosas (Sizer, 1994).

Las recomendaciones de consumo diario para Fe y Zn varían con la edad y el sexo, pero es importante considerar que algunos factores dietarios pueden afectar su absorción intestinal y dar como resultado una baja absorción de ambos minerales. En países en vías de desarrollo se ha reportado que los principales aportadores de Fe y Zn son alimentos de origen vegetal, los cuales abastecen

también cantidades importantes de fibra, taninos y fitatos que pueden actuar de manera negativa en la absorción de Fe no hémico y Zn (Helrich, 1995).

En Cuba, el consumo de frijol goza de una larga tradición y gran demanda. Constituye uno de los granos más importantes en la alimentación del pueblo, siendo un alimento de una preferencia alta (Hernández *et al.*, 2017).

### **2.3 Características botánicas del cultivo**

La planta de frijol es anual, herbácea, intensamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas, aunque es una especie termófila, es decir, que no soporta heladas; se cultiva esencialmente para obtener las semillas, las cuales tienen un alto contenido de proteínas, alrededor de un 22 por ciento y más, contenido éste calculado con base en materia seca. Las semillas pueden ser consumidas tanto inmaduras como secas. También puede consumirse la vaina entera inmadura.

#### **2.3.1 Fenología**

El frijol común presenta una fenología en la que se distinguen las etapas de desarrollo vegetativo que van desde germinación hasta tercera hoja trifoliada (V0 a V4); y las reproductivas que van desde prefloración hasta y madurez fisiológica (R5 a R9) (Polanía, 2011).

### **2.4. Factores edafoclimáticas**

Para obtener altos rendimientos en el cultivo del frijol común dado su característica de planta anual y de ciclo corto, se hace necesario realizar de manera óptima una serie de factores agronómicos importantes, como lo son: una buena preparación de los suelos, óptima fertilización, adecuado control de malezas, plagas y enfermedades, así como un buen suministro de agua; contrario a las exigencias del cultivo en muchos países donde se produce el frijol, los sistemas de producción no logran suplir las demandas del mismo, debido a las condiciones ambientales, sociales y económicas de los cultivadores, por lo que se incrementan los problemas derivados de factores bióticos y abióticos (Beebe *et al.*, 2011; Beebe, 2012;Porch *et al.*, 2013).

### **2.4.1 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 (Socorro y Martín, 1989).

### **2.4.2 Biológicos**

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

En cuanto a enfermedades, se pueden distinguir enfermedades fúngicas, 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), *Isariopsis griseola* (Sacc) Ferraris y *U. phaseoli*, son organismos en los que se han identificados una gran variabilidad patogénicas, lo que refleja un proceso de coevolución en el patosistema (Pastor-Corrales y Jara, 1995; Pastor-Corrales y Otoyá, 1995). 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 microflora del suelo.

Se destacan las especies *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotium rolfsii* Sacc. y *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. 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, las principales afectaciones son ocasionadas por: mosaico común del frijol (BCMV), mosaico amarillo (BYMV) y moteado clorótico (CCMV) (Báez, 1983; Socorro y Martín, 1989).

Otro factor limitante en el cultivo son las plagas insectiles, que provocan pérdidas que en ocasiones pueden alcanzar el 100 % del cultivo. Entre las plagas más importantes que atacan al cultivo se encuentran: *Systema basalis* Duval (crisomélidos), *D. balteata* (Crisomélidos), *E. kraemeri* (Salta hojas), *B. tabaci* (Mosca blanca).

#### **2.4.3 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. Según Ustimenko (1982), la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del frijol común se encuentra entre 20 y 28 °C y que la suma de temperatura requerida para cumplimentar su ciclo es de 1500 a 3000 °C. Es una planta de día corto y tolera baja intensidad luminosa por lo que se puede cultivar con éxito en asociaciones con otras plantas. El proceso de germinación de las semillas está regulado por las transformaciones bioquímicas que ocurren en la semilla y por la actividad enzimática, acelerándolo o retardándolo. Por ejemplo, las temperaturas bajas lo retardan y por debajo de 80 °C se anula, deteniéndose por tanto la germinación. Por otra parte, las temperaturas altas superiores a 30 °C, debido a la acción desnaturalizadora sobre las enzimas, también influyen negativamente sobre la germinación (Socorro y Martín, 1989).

## **2.4. Preparación del suelo**

Los suelos más adecuados para la producción del frijol son los suelos que sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1,5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla que suelen ser francos arcillosos y los francos arenosos, así permitiendo una buena aireación del mismo lo cual es importante para la formación de nódulos en las raíces, posibilitando que los nódulos absorban el aire de la atmosfera para la captación de nitrógeno libre y su incorporación a las plantas de frijol favoreciendo el incremento en la producción del área sembrada. Una buena preparación del suelo provee las condiciones adecuadas para que las semillas del cultivo presenten una buena germinación, se desarrolle con un excelente vigor y obtengamos una excelente producción (García *et al.*, 2009).

## **2.5. Época de siembra**

Para su normal desarrollo, el frijol necesita que su ciclo vital trascorra en un período con temperaturas moderadas, suficientes pero no excesivas lluvias durante la fase vegetativa y parte de la reproductiva, un período seco durante la fase de la maduración y cosecha del grano y que la humedad del aire no permanezca con valores superiores a 80 - 85 % por varios días consecutivos durante su período vegetativo, ya que se pueden presentar enfermedades fúngicas o bacterianas capaces de destruir la cosecha, o al menos, disminuir los rendimientos (Quintero, 1996).

En Cuba según (MINAGRI, 2007) se establece el período de siembra entre septiembre 10 y enero 15, Alemán *et al.* (2008). 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).

### **2.5.1. Distancia de siembra**

La distancia de siembra varía según las variedades. En las variedades de frijol común de grano blanco las distancias de camellón varían desde 0,45 m hasta 0,70 m de distancia entre hileras y entre 0,0057 m y 0,0089 m de distancia entre plantas con las que se siembran 0,0054 t ha<sup>-1</sup> (Álvarez *et al.*, 2014).

## **2.6. Principales plagas y enfermedades del frijol**

Una de las plagas que ataca a esta leguminosa es el comúnmente llamado salta hojas del frijol (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) que según Murguido (1995), es la principal plaga de este cultivo tanto para Latinoamérica como para Cuba.

También se reporta el pulgón negro del frijol (*Aphis craccivora* Koch.), que a pesar de no ser la principal plaga, tiene una gran importancia, pues Delfino *et al.* (2007) la definen como una especie polífaga y cosmopolita que se caracteriza por ser un eficiente vector de virus y en el corto período que permanece en la planta es capaz de transmitir el virus del mosaico común del frijol.

Además otros insectos-plagas que atacan al frijol son: el ácaro blanco según Hohmann y Martínez (2000) y Martínez *et al.* (2007) (*Polyphagotarsonemus latus* Banks.), el minador común (*Liriomyza trifolii* (Burgens)), el trips de los melones (*Thrips palmi* Karny.) y el complejo de chinches de la familia *Pentatomidae*.

Refiriéndose a esto Schaeffer y Panizzi (2000) argumentaron que la familia *Pentatomidae* es una de las familias más grandes del orden Hemiptera. Este complejo de chinches afecta la producción en cuanto a calidad y cantidad, cuando el número de la plaga supera los umbrales de tratamientos.

### **2.6.1. Plantas arvenses**

El período crítico de competencia por malezas inicia desde el primer día hasta los 25 a 30 días después de haber emergido el frijol, por tanto se debe mantener limpio de malezas el cultivo durante estos días, posterior a estos días se recomienda si es necesario, realizar algún control de malezas, ya sea manual, químico o mecanizado para favorecer una cosecha en limpio (García *et al.*, 2009).

## **2.7. Cosecha**

Cuando las legumbres cambian de un color verde a amarillento nos indica el estado final de madurez fisiológica es por ello que a partir de este momento las plantas se arrancan y se enrollan para terminar su secado y efectuar la trilla. En experimentos realizados, 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 (López, 2010).

### 3. Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en la Finca del pequeño agricultor Guillermo Sosa ubicada en las Antillas, carretera Camajuaní Km 5½, en el municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara, en los Laboratorios de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, y en el Centro de Investigación Agropecuaria (CIAP) de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Los experimentos de campo se realizaron en un suelo Pardo mullido medianamente lavado según la nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015) en el periodo comprendido de enero 2017 a mayo 2018.

Los cultivares de frijol que se utilizaron son Fortificado 05, Hatuey 24, Conservador, Güira 89 procedentes de la colección de semillas del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP). Se empleó 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 (López *et al.*, 2005) y se realizaron tres riegos de agua, en la siembra, al inicio de la floración y en el llenado de las legumbres (Tabla 1).

**Tabla 1. Atenciones culturales**

<b>Fecha</b>	<b>Atenciones culturales</b>
9 de diciembre de 2017	1er riego (siembra)
26 de diciembre de 2017	limpia
27 de diciembre de 2017	Aplicación del insecticida Muralla CE para el control de mosca blanca (0,5 L PC ha <sup>-1</sup> ) + FitoMas - E
6 de enero de 2018	2do riego
31 de enero de 2018	Mezcla Duple E (15 - 20 kg PC ha <sup>-1</sup> ) para control de larvas de lepidópteros + Domark 100 CE (1,0 L PC ha <sup>-1</sup> ) para el control de roya + Nitrato
13 de febrero de 2018	3er riego

### **3.1 Determinación de indicadores fisiológicos**

#### **3.1.1 Peso fresco (PF) según Torres y Rodríguez (2002)**

Se tomaron cinco plantas por réplica, cuando la planta estaba en la fase fisiológica V4 (tercera hoja trifoliada) a los 45 y 70 días a partir de la germinación) y se determinó el peso fresco de cada órgano por planta.

#### **3.1.2 Peso seco (PS) según Torres y Rodríguez (2002)**

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.

#### **3.1.3 Porcentaje de masa seca**

Se determinó por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = \bar{X}\text{PS} \cdot 100 / \bar{X}\text{PF}$$

Donde:

% MS: por ciento de materia seca

$\bar{X}\text{PS}$ : promedio de peso seco

$\bar{X}\text{PF}$ : promedio de peso fresco

#### **3.1.4 Área foliar por plantas (AF)**

Para determinar el área foliar se empleó el método dimensional. Se midió el largo por ancho de todos los limbos, de cada planta a los 45 y 70 días y se calculó el coeficiente de área foliar por la siguiente fórmula:

$$f = \text{Ah} / l \cdot a$$

Donde:

Ah: área de la hoja

l : Largo del limbo de la hoja

a : Ancho del limbo de la hoja en la zona más ancha (centro del limbo)

f : Coeficiente de área foliar (factor)

Posteriormente se realizó el cálculo del área foliar mediante la fórmula:

$$A_t = \sum (l \cdot a) f \text{ (para un grupo de hojas.)}$$

Donde:

At: área foliar total

l : largo del limbo de la hoja

a : ancho del limbo de la hoja en la zona más ancha ( centro del limbo)

f : coeficiente de área foliar (factor)

### 3.1.5 Índice del área foliar (IAF)

Se determinó con la utilización de la siguiente fórmula

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

Donde:

AF= área foliar de la planta

AV = área vital

### 3.1.6 Tasa de asimilación neta (TAN)

Para el cálculo de este índice se empleó 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 legumbres

### 3.1.7. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)

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

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

### **3.1.8 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:

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

### **3.1.9 Razón del área foliar (RAF)**

Se calculó por la fórmula

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

## **3.2 Entomofauna asociada al frijol, su relación con la fenología**

### **3.2.1 Plagas clave del frijol, su relación con la fenología y las variables climáticas**

Los muestreos se realizaron una vez por semana, entre las 8:00 y las 10:00 a.m., después de la emergencia de las plantas. Se evaluaron cinco plantas en cinco puntos fijos, para un total de 25 plantas por cultivar según la metodología de señalización CNSV (2005).

Los insectos colectados en sus diferentes estados de desarrollo se trasladaron en una solución de alcohol al 70 % 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 frijol según (Van Schoonhoven y Pastor- Corrales, 1987) (Tabla 2).

Las variables climáticas fueron extraídas de los registros de la Estación Meteorológica 78343, ubicada en la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú”, en el municipio de Santa Clara y las precipitaciones de un pluviómetro ubicado a 300 m del experimento.

**Tabla 2. Fases fenológicas de *Phaseolus vulgaris***

	Etapa de descripción
V0	Germinación. Emergencia de la radícula y su transformación en raíz primaria.
V1	Emergencia. Los cotiledones aparecen al nivel de suelo y comienzan a separarse. El epicótilo comienza su desarrollo.
V2	Hojas primarias totalmente abiertas
V3	Primera hoja trifoliada. Se abre la primera hoja y aparece la segunda
V4	Tercera hoja trifoliada. Se abre la tercera hoja y las yemas de nudos inferiores producen ramas.
R5	Prefloración. Aparece primer botón floral
R6	Floración. Se abre la primera flor
R7	Formación de vainas. Primera vaina con más de 2.5 cm de largo
R8	Llenado de vainas. Al final de la etapa las semillas pierden su color verde y comienzan a mostrar las características de la variedad. Se inicia la defoliación de la planta.
R9	Madurez fisiológica. Vainas pierden pigmentación y comienzan a secarse. Las semillas desarrollan el color típico de la variedad

### **3.3 Componentes del rendimiento agrícola**

Se evaluaron los principales componentes del rendimiento agrícola del frijol:

- Número de legumbres por planta
- Número de legumbres vacías por planta
- Número de semillas por planta
- Número de semillas afectadas por planta
- Peso de semillas por planta
- Peso de 100 semillas

Para lo cual se seleccionaron cinco plantas cerca de cada punto de muestreo para un total de 15 plantas en cada tratamiento.

#### **3.3.1 Rendimiento agrícola**

Para determinar el rendimiento, en  $t\ ha^{-1}$  en el momento de la cosecha se muestrearon cinco puntos en cada tratamiento, y se tomaron cinco plantas a ambos lados de cada punto. Las muestras fueron trilladas de forma manual, las semillas se beneficiaron y fueron pesadas en la balanza analítica marca Sartorius, modelo BSA 124S de aproximación 0.1mg máx. 120g.

#### **Procesamiento estadístico**

Para el procesamiento estadístico se utilizaron los paquetes de programas STATGRAPHICS Centurión XV.II. Soportado sobre Microsoft Windows 8 Enterprise © 2012. Después de comprobar los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad se realizó un análisis de varianza simple, para comparación de medias y la prueba de Fisher para determinar las diferencias entre tratamientos.

Cuando no hubo homogeneidad de varianza se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis según correspondió con un nivel de confianza del 95 %.

## 4. Resultados y Discusión

### 4.1 Determinación de Indicadores fisiológicos

#### 4.1.1 Peso fresco(PF)

Los valores de peso fresco se comportaron entre 48,07 g el mínimo y 68,45 g el máximo en la fenofase V4; y entre 68,96 g y 75,59 g en la fenofase R7, no teniendo diferencias significativas entre los cultivares (Tabla 3).

Según Ortega y Rodés (1986) el peso fresco o masa fresca aunque en cierta medida indica un grado de crecimiento no es muy aconsejable, puesto que el contenido de agua de los tejidos es muy variable con las horas del día, las estaciones del año, la edad del tejido y el grado de humedad del suelo, y difiere también para especies y variedades bajo las mismas condiciones ambientales.

**Tabla 3. Peso fresco por planta de los cultivares en las fenofasesV4 (45 días) y R7 (70 días)**

Cultivar	Fenofases	
	V4	R7
Güira 89	<b>48,07</b>	68,96
Conservador	60,76	68,97
Hatuey 24	67,56	<b>75,59</b>
Fortificado 05	68,45	73,71
<b>EE±</b>	7,61	6,95

La ganancia de peso fresco, se relaciona, principalmente, con la entrada de agua a la planta vía corriente transpiratoria (Quintana *et al.*, 2016).

#### 4.1.2 Peso seco (PS)

Los valores de materia seca estuvieron dentro del rango de 7, 07 g en el cultivar Güira 89 y 14,33 g en el cultivar Hatuey 24, a pesar de no haber diferencias significativas entre los cultivares (Tabla 4). Este indicador representa el aumento de peso y por tanto sirve para medir la capacidad productiva de las plantas, lo que se corresponde con lo expresado por (Vázquez *et al.*, 1995) y (Torres *et al.*, 2001).

Las variables fisiológicas son procesos complejos, controlados por muchos genes y con fuerte afectación por el ambiente (Ligarreto, 2013).

**Tabla 4. Peso seco por planta de los cultivares en las fenofases V4 (45 días) y R7 (70 días)**

Cultivar	Fenofases	
	V4	R7
Güira 89	<b>7,07</b>	13,46
Conservador	8,37	11,45
Hatuey 24	10,76	<b>14,33</b>
Fortificado 05	10,05	13,61
<b>EE±</b>	1,3728	1,2896

#### 4.1.3 Porcentaje de masa seca

Los porcentajes de materia seca oscilaron entre 13,67 a 15,15 en la fenofase V4, y de 17,32 a 19,42 en R7 (Tabla 5). Este aspecto nos brinda un índice de la intensidad del gasto de sustancia seca, bajo condiciones de luz y oscuridad) Barceló *et al.* (1995).

**Tabla 5. Porcentaje de masa seca por planta de los cultivares en las fenofases V4 (45 días) y R7 (70 días)**

Cultivar	Fenofases	
	V4	R7
Güira 89	14,8	<b>19,42</b>
Conservador	<b>13,67</b>	17,32
Hatuey 24	15,15	18,73
Fortificado 05	14,88	18,65
<b>EE±</b>	0,8028	0,9762

En frijol cultivado y silvestre resulta importante considerar el comportamiento de los índices de crecimiento y su asociación con el peso seco de las estructuras y el total de la planta y con el área foliar, por ser variables derivadas de estos caracteres. Su valoración aporta al conocimiento de la distribución de recursos desde la zona foliar hacia las otras estructuras reproductivas y de anclaje, como la raíz. Además, permite discriminar a los cultivares por parámetros de índole fisiológico (Ligarreto, 2013).

Es válido destacar que la acumulación de masa seca en un cultivo está dada por el balance del metabolismo del carbono, atendiendo a que el frijol es una planta de tipo C3 donde existen pérdidas por respiración y fotorrespiración, fundamentalmente en las etapas del cultivo donde aumenta la temperatura del aire; aunque, también inciden otras variables meteorológicas como la radiación solar y la humedad relativa fundamentalmente (Maqueira *et al.*, 2017).

#### 4.1.4 Área foliar por plantas

El cultivar Güira 89 tuvo la mayor área foliar en la fase fenológica V4 con 34,36 dm<sup>2</sup> y, teniendo diferencias significativas con los demás cultivares en muestreo (Figura 1).

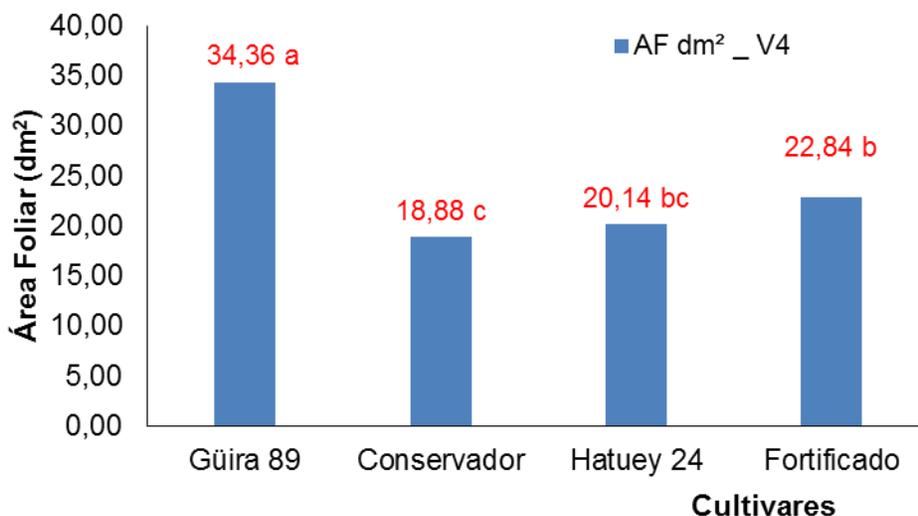
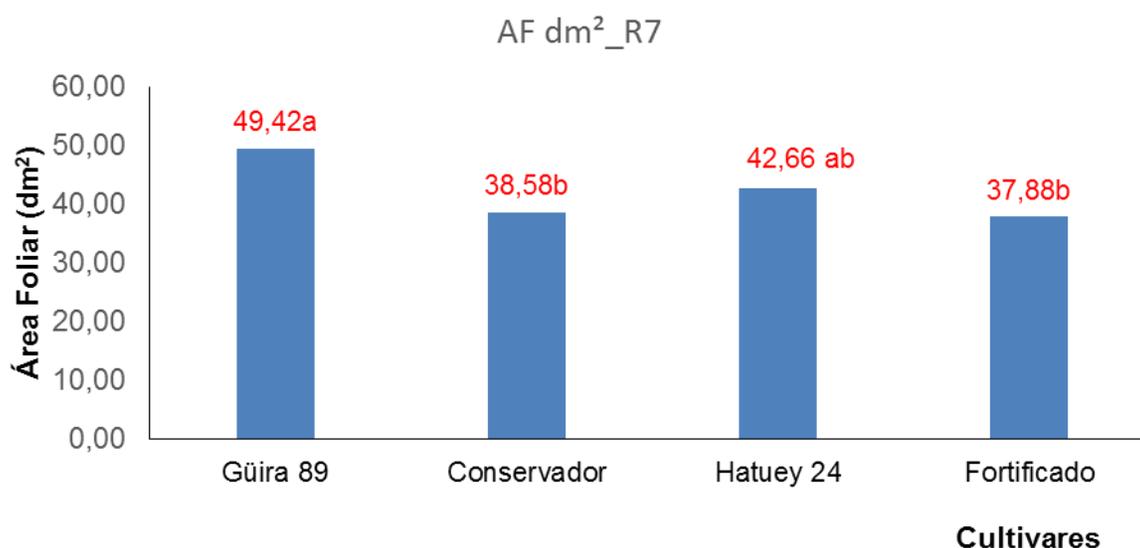


Figura 1. Área foliar de los cultivares en la fenofase V4 (45días) (a, b, c) en barras difieren por LSD para  $p \leq 0,05$

El cultivar con mayor área foliar en la fase fenológica R7 también fue el Güira 89, el cual no tuvo diferencia significativa con Hatuey 24, pero si con los otros cultivares evaluados (Figura 2). Con respecto a este indicador Rincón *et al.* (1997), refieren la importancia que tiene la cantidad de área foliar que posee una planta para su crecimiento y producción de materia seca, así como para su persistencia, ya que determina una mayor o menor captación de energía lumínica durante el proceso de crecimiento.

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



**Figura 2. Área foliar de los cultivares en la fenofase R7 (70 días); (a, b) en barras difieren por LSD para  $p \leq 0,05$**

#### 4.1.5 Índice del área foliar (IAF)

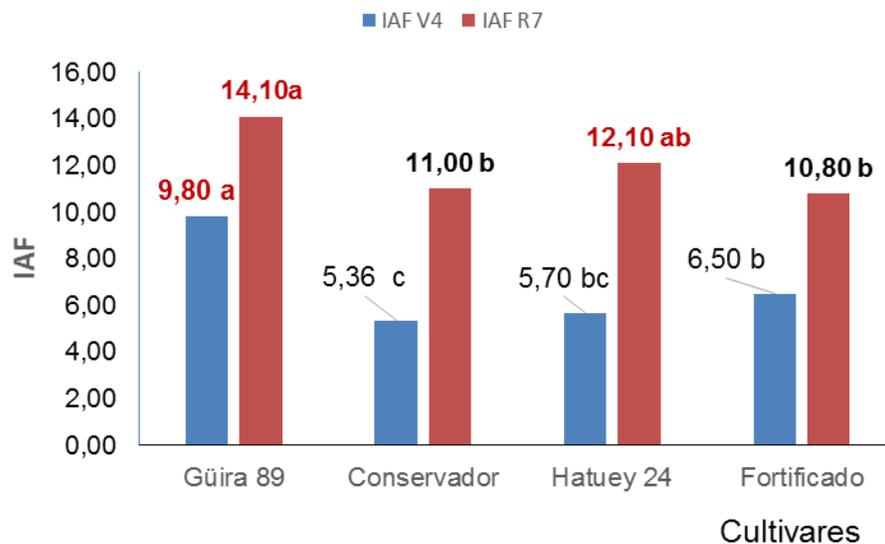
En el índice de área foliar el cultivar con los mayores valores en las fenofases V4 y R7 fue Güira 89, el cual no tuvo diferencia significativa con el cultivar Hatuey 24, pero si con los demás cultivares (Figura 3).

Según Alemán (2000) en la 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.

Acosta *et al.* (2008) determinaron la relación entre el índice de área foliar y el rendimiento de grano en diferentes etapas fenológicas de frijol sembrado bajo condiciones de secano.

Uno de los procesos fisiológicos más sensibles al déficit hídrico en el frijol es el desarrollo foliar, ya que su efecto reduce el área foliar y acelera la senescencia de las hojas maduras (Davies y Zhang, 1991). A nivel experimental se ha demostrado que la acumulación de materia seca a la cosecha y el índice de área foliar (IAF) son características que se relacionan estrechamente con el rendimiento en frijol (Acosta-Gallegos y Adams, 1991).

El IAF permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas y puede ayudar a entender la relación entre la acumulación de biomasa, rendimiento bajo diferentes condiciones ambientales y manejo de diferentes variedades de frijol bajo condiciones de secano (Acosta *et al.*, 2008).



**Figura 3. Índice de área foliar de los cultivares en las fenofase V4 y R7 (a, b, c) en barras difieren por LSD para  $p \leq 0,05$  ( $EE \pm 0,0332$  V4) ( $EE \pm 0,0782$  R7)**

#### 4.1.6 Tasa de asimilación neta

La tasa de asimilación neta osciló entre 0,10 y 0,15 g dm<sup>-2</sup> días<sup>-1</sup> (Tabla 6), sin diferencias significativas entre cultivares. Según Escalante y Kohashi (1993) este indicador refleja la eficacia que tiene la planta en la producción de fotoasimilados y muestra la velocidad de fotosíntesis neta de la misma.

Según Vázquez y Torres (2006) la tasa de asimilación neta (TAN) es un estimado de la fotosíntesis neta (CO<sub>2</sub> fijado en la fotosíntesis menos la pérdida ocasionada por respiración y fotorrespiración).

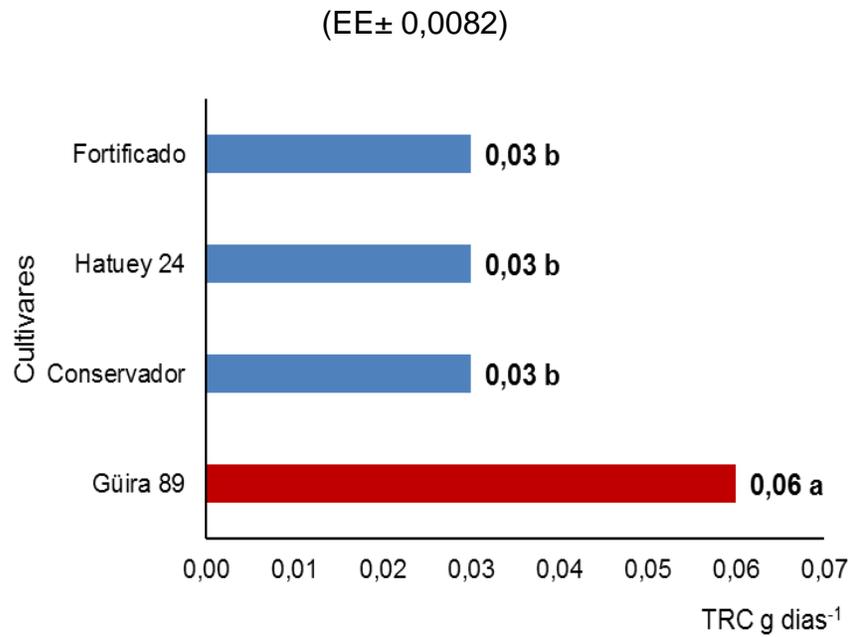
**Tabla 6. Tasa de Asimilación Neta (TAN)**

Cultivares	TAN g dm <sup>-2</sup> días <sup>-1</sup>
Güira 89	0,15
Conservador	0,10
Hatuey 24	0,11
Fortificado 05	0,12
EE±	0,0252

#### 4.1.7. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)

En la tasa de crecimiento relativo el cultivar que más se destacó fue Güira 89 con 0,06 g días<sup>-1</sup>, el cual tuvo diferencias significativas con los demás cultivares evaluados (Figura 4).

La Tasa Relativa de Crecimiento (TRC), 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 (Jérez *et al.*, 2016).



**Figura 4. Tasa relativa de crecimiento (a, b) en barras difieren por LSD para  $p \leq 0,05$**

#### 4.1.8 Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)

También en la tasa de absoluta de crecimiento el cultivar Güira 89 tuvo los mayores valores con  $0,63 \text{ g días}^{-1}$ , con diferencias significativas respecto a los otros cultivares (Tabla 7).

**Tabla 7. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)**

Cultivares	TAC g días <sup>-1</sup>
Güira 89	0,63a
Conservador	0,31b
Hatuey 24	0,36b
Fortificado 05	0,36b
EE±	0,0770

**(a, b) en columnas difieren por LSD para  $p \leq 0,05$**

#### 4.1.9 Razón del área foliar (RAF)

El cultivar Güira 89 tuvo los mayores valores en el indicador razón de área foliar (RAF) con  $0,44 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$  teniendo diferencias significativas con el resto de los cultivares (Figura 5).

White y Montes (2005) señalan que la RAF se entiende como la relación del material asimilatorio por unidad de material de la planta y está relacionada con la tasa de fotosíntesis.

De acuerdo con Bayuelo *et al.* (2002), en frijoles cultivados (*P. vulgaris* y *P. acutifolius*), factores adversos del cultivo causan estrés en las plantas reduciendo la RAF, por consiguiente, es pertinente realizar selección de progenitores en los bancos de germoplasma, dado su comportamiento por este índice.

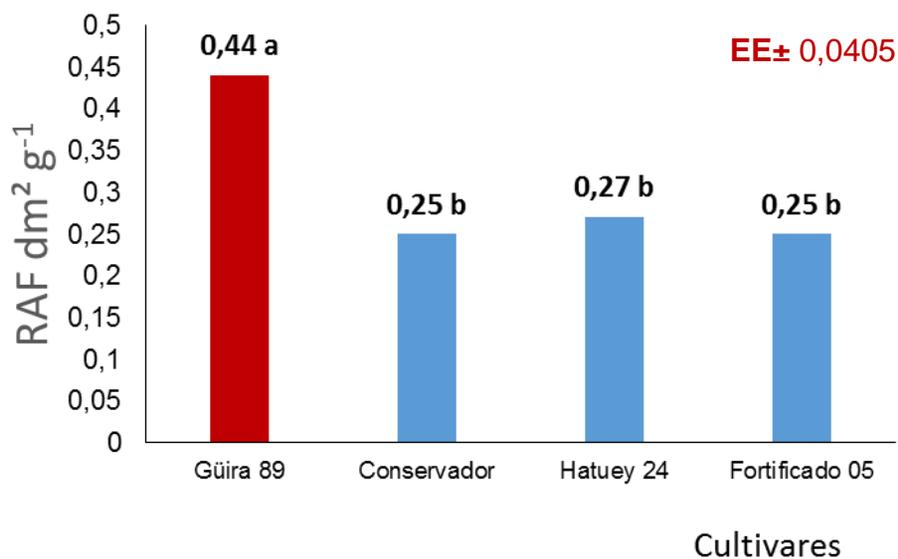


Figura 5. Razón de área foliar por cultivares; (a, b) en barras difieren las medias por por LSD para  $p \leq 0,05$

#### 4.2 Entomofauna asociada al frijol, su relación con la fenología

Durante la investigación se relacionaron los insectos con los diferentes estados fenológicos de los cuatro cultivares en estudio, lo que permitió cuantificar seis especies fitófagas asociadas al cultivo, agrupadas en cinco órdenes y seis familias

(Tabla 8). Se destacaron los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Diptera y el suborden *Sternorrhyncha* del orden Hemiptera.

También estuvo presente *Coleomegilla cubensis* (Casey) predador común de áfidos, moscas blancas, trips, ácaros, cóccidos y pseudocóccidos, huevos de lepidópteros, huevos y ninfas de pequeños salta hojas, actuando como control biológico con respecto a las diferentes plagas encontradas en el cultivo.

**Tabla 8. Entomofauna asociada al frijol, su relación con la fenología**

<b>Especies</b>	<b>Orden y familia</b>	<b>Fenofases</b>
<i>Liriomyza trifolii</i> (Burgens)	Diptera, Agromyzidae	V2-R8
<i>Diabrotica balteata</i> (LeConte)	Coleoptera; Chrysomelidae	V2-R8
<i>Empoasca Kraemeri</i> (Ross y Moore)	Sternorrhyncha; Cicadellidae	R5-R8
<i>Hedilepta indicata</i> (L.)	Lepidoptera; Pyralidae	R7-R8
<i>Nezara viridula</i> (L.)	Heteroptera; Pentatomidae	R7-R9
<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius)	Sternorrhyncha; Aleyrodidae	V2-R8
<i>Coleomegilla cubensis</i> (Casey)	Coleoptera; Coccinellidae	V1-R8

En el orden *Coleoptera* la familia *Chrysomelidae* fue la más importante. La especie *D. balteata* causó afectaciones en el follaje devorando principalmente las hojas más jóvenes causando el conocido Tiro de munición. Coincidiendo con lo propuesto por Bolaños (1997) que los adultos de esta plaga atacan desde la germinación y se alimentan del follaje, y pueden causar grandes pérdidas económicas cuando hay alta infestación por parte del mismo.

En el orden Heteroptera, *N. viridula* se encontró en las fases reproductivas de R7 a R9, succionando la savia de los brotes y alimentándose de las legumbres inmaduras. De acuerdo con Schaeffer y Panizzi (2000), este complejo de chinches (*Hemiptera; Pentatomidae*) afecta la producción en cuanto a calidad y cantidad, cuando el número de la plaga supera los umbrales de tratamientos. También estudios realizados por Ramos *et al.* (2009) en el municipio de Remedios señalan a *N. viridula* como una de las principales especies detectadas en el cultivo.

Otra especie fue *H. Indicata*, la cual inició sus afectaciones en el estado R7 y permaneció en el cultivo hasta la Fase R8. Las larvas de esta especie se encontraban alimentándose del follaje, lo que provocó pérdidas en el área fotosintética.

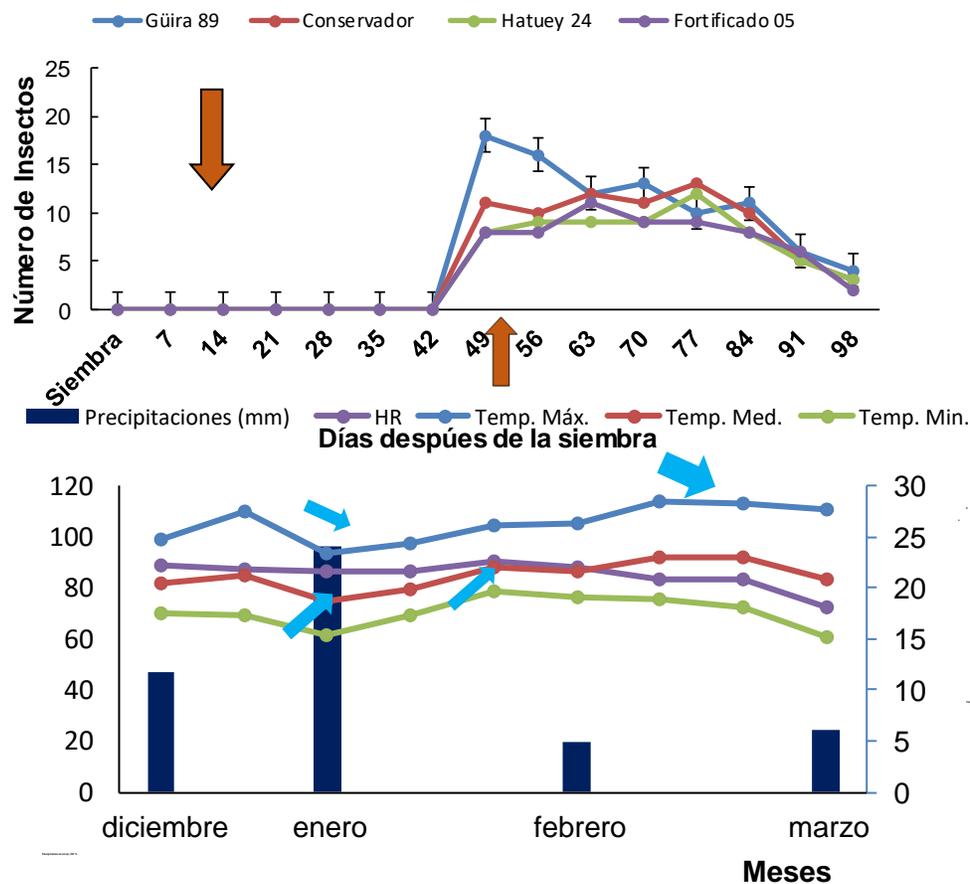
*L. trifolii* estuvo presente en el cultivo desde el estado vegetativo V2 a R8 y se encontró principalmente en las hojas de la plantas. Los daños ocasionados, aparecieron en el ápice mayormente, pues este insecto en su estado de larva se desarrolla dentro del parénquima alimentándose del mismo y dejando a la vez una especie de galería o mina en el interior de las hojas, por lo que se le conoce vulgarmente como minador.

#### **4.2.1 Plagas clave del frijol, su relación con la fenología y las variables climáticas.**

El fitófago que más daño causó fue *E. kraemeri* seguido de *D. balteata* y *B. tabaci*, pero estos últimos fueron bastante controlados manteniendo las poblaciones bajas por la primera aplicación de insecticida y por *C. cubensis* (enemigo natural).

Las poblaciones de *E. kraemeri* incrementaron en el cultivo a partir de los 42 días, alcanzando el mayor pico poblacional a los 49 días, coincidiendo con la fase reproductiva R6. Se cuantificó el mayor número de insectos en el cultivar Güira 89 con diferencias significativas con el resto de los cultivares (Figura 6).

A partir de este momento las poblaciones de este fitófago tuvieron una ligera disminución a los 56 días, lo que pudo estar dado la aplicación del insecticida Mezcla Duple E a los 53 días después de la siembra, no obstante la plaga no desapareció, sino que mantuvo sus poblaciones hasta la fase R8, fenofase donde el frijol alcanzó su madurez fisiológica. Esto coincidió con temperaturas que fluctuaron entre 15,4 y 19,06 °C las mínimas; y 23,34 a 28,39 °C las máximas y con escasas precipitaciones con un acumulado de 144,3 mm.



**Figura 6. Incidencia de *E. Kraemeri* en cultivares de frijol, su relación con la fenología y las variables climáticas**

Murguido (1995) argumentó que *E. Kraemeri* es la principal plaga del frijol tanto para Latinoamérica como para Cuba, pues lo ataca desde la germinación hasta la madurez fisiológica. El adulto es pequeño, 3 mm de longitud y su desplazamiento en el envés de las hojas es de manera diagonal. Al chupar la savia de las hojas, pecíolos y vainas, inyectan una toxina que causa deformación, enroscamiento y amarillamiento de las hojas. La planta toma la apariencia de una roseta y se queda pequeña.

Cuando se implanta el cultivo hay un flujo migratorio de adultos hacia las plantas, fundamentalmente de hembras (Segnini y Montagne, 1986), que implica un crecimiento poblacional alto; esto justifica el pico poblacional de ninfas y adultos.

Murguido (1995), en experimentos realizados en la región occidental de Cuba, observó que la incidencia de *E. kraemeri* sobre plantas de frijol comenzó desde la fase fenológica de hoja primaria (V1); señaló, además, que los datos de los conteos demostraron que una vez establecidos los primeros ejemplares, la población aumentó progresivamente (periodo de crecimiento abierto) hasta alcanzar el valor máximo (vértice o pico de la población) y en ese momento el número de saltahojas disminuyó, lo que concuerda con los resultados observados en este trabajo.

Algunos autores Edelstein *et al.* (2010) y Carvalho y Oliveira (2016) refirieron que las abundantes lluvias disminuyen las poblaciones de *E. kraemeri*, pero rápidamente se recuperan. Los saltahojas se caracterizan por presentar unas cubiertas denominadas brocosomas, estructuras superhidrofóbicas que repelan el agua y sus propios exudados. Este componente, producido a partir de sus túbulos de Malpighi, los protege del agua, por lo que al margen de que puedan ser barridos por excesivas lluvias gran parte queda protegido y puede recuperar rápidamente sus poblaciones (Rakitov y Gorb, 2013). Otro elemento de importancia es que su nicho fundamental es el envés, que les proporciona protección (Sánchez *et al.*, 2016).

Estudios similares revelan que el ataque de *E. kraemeri* es más severo en épocas secas y cálidas y la situación se agrava cuando la humedad del suelo es insuficiente (Segnini y Montagne, 1986).

### **4.3 Componentes del rendimiento agrícola**

Con respecto al número de semillas por planta, el cultivar Hatuey 24 presentó el mayor valor, seguido por Conservador con 115,67 y 113,13 respectivamente; los cuales entre ellos no tuvieron diferencias significativas, pero si con los demás cultivares en estudio (Tabla 9a). Estos son mayores a los obtenidos por López *et al.* (2014) quienes obtuvieron medias de 50 para el número de semillas por planta.

Además en el peso de 100 semillas el cultivar que más se destacó fue el Fortificado 05 con 24,56 g, teniendo diferencias significativas con los otros cultivares (Tabla 9a). Estos valores no coinciden con los obtenidos por Valdés (2010).

También en el peso de semillas por plantas el mayor valor fue 21,92 registrado en el cultivar Conservador y en segundo lugar Hatuey 24 los cuales no difieren entre ellos pero si con los otros cultivares en estudio (Tabla 9 a).

**Tabla 9a. Componentes del rendimiento de los cuatro cultivares de frijol**

<b>Cultivares</b>	<b>NSP</b>	<b>Peso de 100 semillas</b>	<b>PSP</b>
Güira 89	72,86c	15,07d	<b>9,60c</b>
Conservador	113,13ab	23,15b	<b>21,92a</b>
Hatuey 24	<b>115,67a</b>	21,57c	<b>19,47ab</b>
Fortificado 05	96,87b	<b>24,56a</b>	<b>18,81b</b>
<b>EE±</b>	6,1365	0,2876	1,1296

(a, b, c, d) en una misma columna difieren los cultivares por LSD, para  $p \leq 0,05$

**Leyenda:**

**NSP:** número de semillas por planta

**PSP:** peso de semillas por planta

El número de legumbres por planta osciló en un rango de 14, 6 a 23, 2 en los cuatro cultivares en estudio. El mayor valor lo tuvo el cultivar Hatuey 24, no presentando diferencia significativa con el cultivar Conservador, pero si con los demás cultivares (Tabla 9b). Al respecto, algunos autores como Delgado *et al.* (2013) han señalado que el rendimiento final de grano seco, presenta una alta correlación con el número de vainas por planta, lo que indica la participación directa de dicho componente del rendimiento en la producción final.

En cuanto al número de legumbres vacías por planta los valores estuvieron entre 2 y 3,13 sin diferencias entre los cuatro cultivares (Tabla 9b).

Solano (1997) señaló que el número de vainas puede estar afectado por factores ambientales en la época de floración y por el estado nutricional en la fase de formación de las mismas y el llenado del grano, lo que siempre está relacionado con el rendimiento.

En el número de semillas afectadas el mayor valor lo tuvo el cultivar Hatuey 24 con 28, 8; el mismo presentó diferencias significativas con los otros cultivares en estudio.

**Tabla 9b. Componentes del rendimiento de los cuatro cultivares de frijol**

Cultivares	NLP		NLV		SA	
	Medias	Medias de rango	Medias	Medias de rango	Medias	Medias de rango
Güira 89	14,6	15,03 <b>c</b>	2,93	34,3	11,66	19,93 <b>b</b>
Conservador	21,33	36,2 <b>ab</b>	2,0	23,87	16,66	27 <b>b</b>
Hatuey 24	23,2	41,06 <b>a</b>	3,13	36,5	28,8	47,93 <b>a</b>
Fortificado 05	18,86	29,7 <b>b</b>	2,33	27,37	13,86	27,13 <b>b</b>
<b>EE±</b>		1,3224		0,4309		2,4477

(a, b, c) en una misma columna difieren los cultivares por Kruscal-Wallis, para  $p \leq 0,05$

**Leyenda:**

**NLP:** número de legumbres por planta

**NLV:** número de legumbres vacías por planta

**SA:** semillas afectadas

Según White (1985) una característica de los componentes en el rendimiento es que no pueden aumentar todos a la vez, por lo que si aumenta uno los otros tienden a disminuir por un efecto compensatorio.

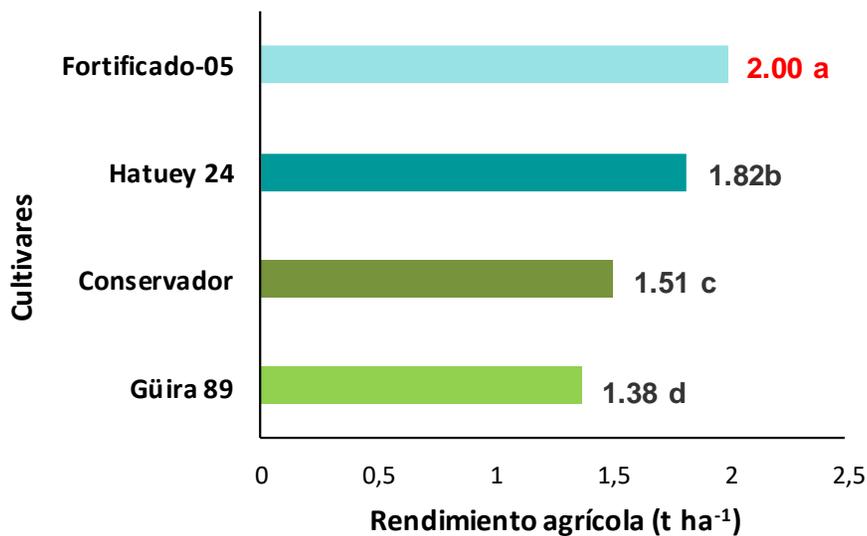
**4.3.1 Rendimiento agrícola**

En los cuatro cultivares el rendimiento agrícola estuvo por encima 1,11 t ha<sup>-1</sup> (Figura 7) valor medio reportado en el sector no estatal de Cuba según datos de la ONEI (2016). El cultivar que mayor rendimiento alcanzó fue el Fortificado 05 presentando diferencias significativas con el resto de los cultivares, esto pudo

estar dado porque se adaptó mejor a las condiciones edafoclimáticas que predominaron durante el ciclo del frijol y fue el que mayor peso de 100 semillas obtuvo y fue el menos afectado por los insectos plagas.

Jiménez (2014) realizó un estudio en época tardía de la respuesta agronómica de 27 variedades de frijol común en la localidad de General Carrillo, Villa Clara y encontró diferencias en los rendimientos agrícolas.

La respuesta de un cultivar determinado puede ser positiva ante determinadas condiciones locales imperantes; es por ello que resulta importante la selección de estos por localidad (Maqueira *et al.*, 2017).



**Figura 7. Rendimiento agrícola para 1 ha de frijol común (a, b, c, d) barras difieren por LSD para  $p \leq 0,05$**

El rendimiento es la interacción entre el medio ambiente y el manejo apropiado que se le da al cultivo para que este exprese su potencial genético de producción (Martínez, 1994). Al respecto Márquez (1991) señaló que el rendimiento en frijol es función de varias características anatómicas y morfológicas que tienen que ver con el número de vainas por ramas y por plantas, el número de semillas por vaina y el peso de la semilla.

Según Acosta-Díaz *et al.* (2007) la etapa reproductiva del cultivo del frijol que incluye la floración, formación de vaina y llenado de grano, es la de mayor susceptibilidad a la sequía debido a que en ella ocurre la máxima demanda de asimilados, lo que causa una reducción en el rendimiento del cultivo.

Jarvis *et al.* (2011) refieren que el frijol se considera uno de los cultivos más vulnerables al cambio climático, por lo que la generación de variedades que respondan a las nuevas y variables condiciones ambientales, es una alternativa para enfrentar y mitigar el efecto del cambio climático en la agricultura.

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). También resultados de investigaciones desarrolladas indican la influencia de altas temperaturas (superior a 30 °C) en la disminución de los rendimientos de algunas especies de granos específicamente arroz, soya y frijol (Zonetti *et al.*, 2012; Faure *et al.*, 2014).

## 5. Conclusiones

1. Los mejores indicadores fisiológicos se obtuvieron en el cultivar Güira 89 con diferencias significativas respecto a los otros cultivares.
2. Fueron cuantificadas seis especies de fitófagos, y un predador en los cuatro cultivares de frijol; *Empoasca kraemeri* constituyó la principal plaga en las fases fenológicas de R5 a R8, con mayor afectación en el cultivar Güira 89.
3. El mayor rendimiento agrícola lo alcanzó el cultivar Fortificado 05 con 2 t ha<sup>-1</sup>, con diferencias significativas con el resto de los cultivares.

## **6. Recomendaciones**

- Repetir el experimento en condiciones edafoclimáticas similares en otra época de siembra del cultivo.

## 7. Referencias bibliográficas

- Acosta-Gallegos, J. A. and Adams, M. W. (1991) Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. *J. Agric. Sci.* 117:213-219.
- Acosta, E., Acosta, J. Amador, M. y Padilla, J. (2008) Relación entre índice de área foliar y rendimiento en frijol bajo condiciones de secano. *Agricultura Técnica en México* Vol. 34 Núm. 1 Enero-Abril, p. 13-20.
- Alemán, C (2000) Evaluación de seis 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, Guatemala, URL. 87 pág. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/06/09/Salguero-Edwin.pdf> consultado 21 de junio del 2016.
- 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, FA.; Benítez, GR.; Rodríguez AE.; Grande, MO.; Torres, MM.; Pérez, RP (2014). Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 7 – 21.
- Barceló, J.; G. Nicolás, B. Sabater y R. Sánchez. (1995) Fisiología Vegetal. Ediciones Pirámides S.A., Madrid, 661p.
- Bayuelo, J.S.; Debouck, D.G.; Lynch, J.P. (2002) Salinity tolerance of *Phaseolus vulgaris* species during early vegetative growth. *Crop Sci.* 42:2184-2192.
- Beebe, S. E., Ramirez, J., Jarvis, A., Rao, I. M., Mosquera, G., Bueno, J. M., & Blair, M. W. (2011) Genetic Improvement of Common Beans and the Challenges of Climate Change. In *Crop Adaptation to Climate Change* (pp. 356–369). Wiley-Blackwell.
- Beebe, S. E. (2012). Common Bean Breeding in the Tropics. *Plant Breeding Reviews*, 36, 357–427.

- Beebe, S., I. M. RAO, C. CAJIAO and M. GRAJALES. (2008) Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Science*, 48 (2): 582-592.
- Beebe S D, 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 D, P W Skroch, J Tohme, M C Duque, F Pedraza, J Nienhuis (2000) Structure of genetic diversity between common bean land races
- Bitocchi E, E Bellucci, A Giardini, D Rau, M Rodriguez, E Biagetti, R Santilocchi, P S Zeuli, T Gioia, G Logozzo, G Attene, L Nanni, R Papa (2013) Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes. *New Phytol.* 197:300-313.
- Bitocchi E, L Nanni, E Bellucci, M Rossi, A Giardini, P Spagnoletti Zeuli, G Logozzo, J Stougaard, P McClean, G Attene, R Papa (2012) Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is revealed by sequence data. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 109: E788-E796.
- Blair, M. W., Giraldo, M. C., Buendia, H., Tovar, E., Duque, M. C., & Beebe, S. E. (2006). Microsatellite marker diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 113, 100–109.
- Bolaños, J. (1997). IICA. SANINET. Control natural de insectos plaga. Quito, Ecuador. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT.. problemas decampo en el cultivo de frijol en el campo. 220p. Cali, Colombia.
- Bottrell, D. G. (1979) Integrated Pest Management. Council on Environmental Quality, U.S. Government Printing Office: Washington, D.C.
- Carvalho, P., Oliveira, N (2016) Population fluctuation of *Empoasca* sp. (*Hemiptera: Cicadellidae*) in a physic nut crop in MatoGrosso do Sul. *Acta Biol Colomb.* 21 (1):81-85.
- Corzo, M., D. Rivero, L. Zamora, Y. Martínez, B. Martínez (2015) Detección e identificación de nuevos aislados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* en cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia Mayabeque, Cuba. *Revista Protección Vegetal*, 30 (2): 97-103,. ISSN 2224-4697.

- Davies W., J. and Zhang, J. (1991) Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Bio.* 42:55-76.
- Delfino, M. (2007). Afidos (Hemiptera: Aphididae) de interés económico en la provincia de Santa Cruz. *Rev Investigaciones Agrop.* 36(1): 147-154.
- Delgado, H.; Pinzón, E. H.; Blair, M. y Izquierdo, P. C. "Evaluación de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de retrocruce avanzado entre una accesión silvestre y Radical Cerinza". *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 16, no. 1, 2013, pp. 79–86, ISSN 0123-4226.
- Edelstein, J., Bartó, A., Trumper, V. (2010) ARTROPOB: Sistema de Simulación de Dinámica Poblacional y Manejo de Artrópodos Plaga. 39JAIIO - ISSN: 1852-4850 – CAI. 763p.
- Escalante EJA, Kohashi SJ (1993) El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo. 84 pp.
- Escoto, N. (2011). El cultivo del Frijol, pp 12-20.
- Faure, B., Benítez, R., Rodríguez, E., Grande, O., Torres, M., Pérez, P. (2014) Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 1st ed. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. 22 p.
- FAO. (2005). En sitio web: <http://www.fao.stat.org> [consultado el 2 de octubre de 2015].
- Fenalce (Fondo Nacional Cerealista). (2004) Sensibilidades del sector cerealista y de leguminosas: Fríjol. En: <http://fenalce.org/archivos/frijoldmlm.pdf>; consultado en abril de 2017.
- Fernández, A.C., Nishida, W., Da Costa Proenca, R.P. (2010). Influence of soaking on the nutrition quality of common bean (*Phaseolus vulgaris*) cooked with or whit out the soaking water: a review. *International Journal of Food Science and Technology* 45:2209-2218.
- Freytag G F, D G Debouck (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.

- García, E.; Bravo, J. C.; Adner, M. D.; Alvarez, M. P.; Valle, A. J.; Elias, G. S.; Lopez, C. J.; Escobar, M. W. (2009) Guía técnica para el cultivo de frijol de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua.
- Gómez, R. (1972) «Los virus del frijol en Centroamérica. II. Algunas propiedades y transmisión por crisomélidos del virus del mosaico rugoso del frijol», *Turrialba* 22: 249-257.
- Gentry H S (1969) Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. *Econ. Bot.* 23:55-69.
- Gepts, P., & Debouck, G. D. (1991). Origin, Domestication, and Evolution of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In A. van Schoonhoven & O. Voysest (Eds.), *Common beans: Research for crop improvement* (pp. 7–43). Wallingford, UK.: CAB International and CIAT.
- González, M.; J. Muñiz; Amelia Mateo; Sonia Reyes; N. Pérez; Elizabeth Concepción; Javier Sanpedro; Estrella Pérez; E. García; O. Chaveco; B. Faure (1997) «Manejo integrado del complejo mosca blanca-mosaico dorado en frijol (*Phaseolus vulgaris*) en Cuba», III Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, Palacio de Convenciones, La Habana, 23-27 de junio.
- 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
- Hansen, M. (1990) Escape del círculo vicioso de los plaguicidas: El reemplazo de los plaguicidas en los países en vías de desarrollo, Consumer Policy Institute, Consumers Union.
- 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, D; Diaz, M; Quiñones, R; Santos, R; Portal, N; Herrera, L (2017). Empleo de rizobacterias para la protección de plantas de frijol frente al tizón ceniciento (*Macrophomina phaseolina*).

- Hernández, V; Vargas-Vázquez, L; Muruaga, J; Hernández, S (2013) Origen, Domesticación y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas.
- Hohmann, C. y Martínez, S. (2000). Feijão, Tecnologia de Produção. En: Pragas e Seu Controle. IAPAR. Paraná. Brasil. 81p.
- INRA. (1977). El cultivo del frijol. Cuba. En sitio web: <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s0i.htm#TopOfPage>.
- Jarvis, A.; Ramirez, J.; Bonilla-Findji, O.; Zapata, A. (2011) Impacts of climate change on crop production in Latin America p. 44-56. In: Yadav, S.S.; Redden, R.; Hatfield, J.L.; Lotzcampen, H.; Hall, A. (eds.) Crop Adaptation to Climate Change. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. 596p.
- Jerez, E., Martín, R., Morales, D. y Díaz, Y. (2016) Análisis clásico del crecimiento en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). Cultivos Tropicales, 2016, vol. 37, no. 2, pp. 79-87. ISSN impreso: 0258-5936. ISSN digital: 1819-4087. DOI: 10.13140/RG.2.1.4860.0568.
- Kami, J. A., y Gepts, P. (1994). Phaseolin nucleotide sequence diversity in Phaseolus. I. Intraspecific diversity in *Phaseolus vulgaris*. *Genome*, 37, 751–757.
- Kwak M, P Gepts (2009) Structure of genetic diversity in the two major gene pools of common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae). *Theor. Appl. Genet.* 118:979-992.
- Kwak M, J A Kami, P Gepts (2009) The putative Mesoamerican domestication center of *Phaseolus vulgaris* is located in the Lerma Santiago Basin of México. *Crop Sci.* 49:554-563.
- Ladizinsky G. (1998) Plant evolution under domestication. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 256 p.
- Lardizabal, R., Arias, S. y Segura, R. (2013) Manual de Producción de Frijol. Mayo 2013. 24 p.
- Ligarreto, G. (2013) Componentes de variancia en variables de crecimiento y fotosíntesis en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 16 (1): 87 - 96

- 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.
- 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.
- 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.
- Mamidi S, M Rossi, D Annam, S Moghaddam, R Lee, R Papa, P McClean (2011) Investigation of the domestication of common bean (*Phaseolus vulgaris*) using multilocus sequence data. *Funct. Plant Biol.* 38:953-967.
- Márquez, F. (1991) Genotecnia vegetal, métodos teórico, resultados. primera edición, México. 500 p.
- Martínez, F (1997) Evaluación de 20 variedades criollas de frijol común recolectadas en Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Tesis para optar por el Título de Ingeniero agrónomo. Managua, Nicaragua. 47 p.
- Martínez, E. Barrios, G. Rovesti, L. Santos, L. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. CNSV. La Habana. Cuba. 526p.
- Matsuoka Y, Y Vigouroux, M M Goodman, J Sanchez, E Buckler, J Doebley (2002) A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 99:6080-6084.
- Mederos, Y. (2013) Revisión bibliográfica: indicadores de la calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).
- Mensack M M, V K Fitzgerald, E P Ryan, M R Lewis, H J Thompson, M A Brick (2010) Evaluation of diversity among common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from two centers of domestication using 'omics' technologies. *BMC Genomics* 11:686.

- MINAGRI. (2007). Lineamientos para los Subprogramas de la Agricultura Urbana para 2008-2010 y Sistema Evaluativo. 121p.
- Murguido, C. (1995) Biología, ecología y lucha contra el saltahoja del frijol *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homoptera: Cicadellidae) en frijol (*Phaseolus vulgaris*)», tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, MINAGRI, La Habana. 98 p.
- Murguido, C.; L. Vázquez; Ana Ibis Elizondo; M. Neyra; Yissell Velásquez; Elsy Pupo; Sonia Reyes; I. Rodríguez; Cecilia Toledo. (2002) «Manejo integrado de plagas de insectos en el cultivo del frijol», *Fitosanidad* 6 (3):29-40.
- Nuñez-Barrios, A.; Foster, E. (1996) Efecto del déficit hídrico sobre el crecimiento de hojas, tallos y vainas de frijol. *Agricultura Tec. En México* 22:99-109.
- ONEI, Oficina Nacional de Estadísticas e Información Sector Agropecuario. (2016) Indicadores seleccionados. Centro de Gestión de la Información Económica, Medioambiental y Social. La Habana, Cuba., 14 pp.
- Opio, A. F. y Senguoba, T. (1992). Progress on bean pathology research in Uganda. *Res. Anal. Sobre Frijol*. Vol. XVII (1).
- Ortega Delgado, E. y Rodés García, Rosa. (1986) Manual de Prácticas de Laboratorio de Fisiología Vegetal. Editorial Pueblo y Educación, C. de La Habana, 196Pp.
- Pastor-Corrales, M.A; Jara, C. (1995) La evolución de *Phaeoisariopsis griseole* con el frijol común en América Latina. *Firop.col*.19: 15-24
- Pastor-Corrales, M.A; Otoyá, M. Mi Molina, A.; Singh, S.P. (1995) Resistance to *Colletotricchum lindemuthianum* isolatus from Middle America and Andean South America in Different common bean races plant DIS. 79: 63-67
- Papa R, Gepts P L. (2003) Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica.
- Papa R, L Nanni, D Sicard, D Rau, G Attene (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.
- Polanía, J. (2011) Identificación de características morfofisiológicas asociadas a la adaptación a sequía para ser usadas como criterios de selección en mejoramiento de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo de grado para optar al título de Magister en Ciencias Agrarias, Área de Fitomejoramiento Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias Sede Palmira.
- Polanía, J. A., Rao, I. M., Mejia, S., Beebe, S. E., & Cajiao, C. H. (2012). Morpho-physiological characteristics of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) related todrought adaptation. *ActaAgronómica*.
- Porch, T. G., Beaver, J., Debouck, D., Jackson, S., Kelly, J., & Dempewolf, H. (2013). Use of Wild Relatives and Closely Related Species to Adapt Common Bean to Climate Change. *Agronomy*, 3(2), 433–461. <http://doi.org/10.3390/agronomy3020433>
- Quintana-Blanco, W.A.; Pinzón-Sandoval, E.H.; Torres, D.F. (2016) Evaluación del crecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) CV ICA CERINZA, bajo estrés salino. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 19 (1): 87 – 95.
- Rakitov, R., Gorb, N (2013) Brochosomal coats turn leafhopper (Insecta, *Hemiptera*, *Cicadellidae*) integument to superhydrophobic state. *Proc R Soc B*; 280:2012-2391.
- Rincon, L.; Saez, J.; Perez, A.; Pellicer, C.; Gómez, M.D (1997). Crecimiento y absorción de nutrientes de melón bajo invernadero. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales* 13 (1-2), 111-120.<http://www.inia.es/> consultado 21 de junio del 2016
- Rossi M, E Bitocchi, E Bellucci, L Nanni, D Rau, G Attene, R Papa (2009) Linkage disequilibrium and population structure in wild and domesticated populations of *Phaseolus vulgaris* L. *Evol. Appl.* 2:504-522.

- Saetter, A. N. (1989) Common bacterial blight. En: Schwartz, H. F; M. A. Pastorcorrales (eds). Bean production problems in the Tropics. 2 nd ed. CIAT, Cali, Colombia, pp 261-283.
- Segnini, S., Montagne A. (1986) Biología y ecología poblacional de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homoptera: Cicadellidae) en caraota (*Phaseolus vulgaris*). Fluctuación poblacional de *E. kraemeri* en campos cultivados con caraota. *Agronomía Tropical*. 36(4-6):29-45.
- Seckin, B. and A. Merve. (2014) Drought Tolerance of Knotgrass (*Polygonum maritimum* L.) Leaves under different drought treatments. *Pak. J. Bot.*, 46 (2): 417-421. ISSN 2070-3368.
- Schaeffer, C. y Panizzi, A. (2000) Heteroptera of economic importance. CLR Press LLC. Florida, United States of America. 827p.
- Schoonhoven, A. Van; C. Cardona (1996) «Insectos y otras plagas de frijol en América Latina», Problemas de producción del frijol. Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas climáticas de *Phaseolus vulgaris*, Centro Nacional de la Agricultura Tropical.
- Singh, S. P., Gepts, P., Gutiérrez, J., Molina, A., & Urrea, C. (1991). Genetic diversity in cultivated common bean. II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. *Crop Science (USA)*, 31, 23–29.
- Singh, S.P. (1999). Production and Utilization. En: Singh, S.P. (eds). Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer Academic Publishers. 1-24 pp.
- Socorro A, Martín D. (1989). Granos. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 318 p.
- Sánchez-Castro, Adayakni, Miranda, Ileana, Fernández, Basilia Miriam (2016) Distribución espacial y temporal de *Empoasca* spp. (*Typhlocybinae*) en un campo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) *Rev. Protección Veg.* vol.31 no.3 La Habana sep.-dic. Versión On-line ISSN 2224-4697.
- Tohme, J., González, D., Beebe, S. E., & Duque, M. C. (1996). AFLP analysis of gene pools of a wild bean core collection. *Crop Science (USA)*, 36, 1375–1384.

- Torres, S. (2001) Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal para el Segundo Semestre, En Biblioteca de Facultad y en soporte magnético en carpeta de 2do año agronomía.
- Ulloa, J., P. Rosas, J. Ramírez y B. Ulloa. (2011) El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Rev. Fuente* 3(8), 5-9.
- Ustimenko G y Bakunovsky V. (1982) El cultivo de plantas subtropicales y tropicales. Editorial Mir. Moscú. 189 pp
- Valdés, E. (2010). Empleo de abonos orgánicos y biofertilizantes en la reducción de las afectaciones por hongos patógenos del suelo, y su repercusión en el incremento del rendimiento en el frijol común. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. UCLV, FCA. 53 p
- Van Schoonhoven A. y Pastor-Corrales M. (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT. Colombia. 56p.
- Valladolid, Á.; Pantaleón, J.; Castillo, O. y Aquino, J. (1998). Curso producción de menestras de exportación (Para agricultores), Chiclayo – Perú.
- Vázquez, Edith y Torres, S. (1995). Fisiología Vegetal. Editorial Pueblo y Educación. Habana. Libro de texto.
- Vázquez, Edith., Torres, S. (2006). Fisiología Vegetal II. Editorial Félix Varela. Tercera edición. Ciudad de la Habana. p. 451.
- White, J.W.; Montes, C. (2005) Variacion in parameters related to leaf thickness in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Res.* 91:7-21.
- Wortmann, C. S; Kirkby, R.A.; Eledu, C.A., Allen D.J. (1998). Atlas of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in África. CIAT, Cali, Colombia.
- Zizumbo-Villarreal D, P Colunga-García M. (2010) Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica. *Genet. Res. Crop Evol.* 57:813-825.
- Zonetti, P da C., Suzuki, S., Bonini, A., Ferrarese, LL., Ferrarese-Filho, O. (2012). Altas temperaturas, crecimiento y lignificación de soya transgénica resistente al glifosato. *Agrociencia.* 46(6):557–65