

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

TRABAJO DE DIPLOMA

Santa Clara
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento de Agronomía

TRABAJO DE DIPLOMA

Título Respuesta agronómica de cuatro cultivares de frijol común en la finca San José

Autor Ofelia Chávez Rodríguez

Tutor Dr. C. Ubaldo Alvarez Hernández

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

Extraordinarios a mis padres, por permitirme existir y por ser esa fuerza especial y motivación esencial a lo largo de mi vida, a mis hermanos, a mis tíos, a mis abuelos y al resto de mi familia que en determinada forma han estado involucrados en mi formación personal, estudiantil y profesional.

A mi tutor el Dr. C. Ubaldo Alvarez Hernández Medina por su colaboración necesaria e incondicional en la realización de este trabajo.

A todos mis profesores en esta casa de altos estudios y a mis amistades, quienes estuvieron pendientes de mi evolución en la carrera.

A esta decorosa institución UCLV

Dedicatoria

A toda mi familia, amistades y profesores y especialmente a mis padres y hermanos.

Pensamiento

*Por la vida cultivemos, respetando al que produce, un futuro verdadero
conciencia exige primero.*

Osmany Chávez González

Resumen

El trabajo tuvo como objetivo general evaluar la respuesta agronómica de cuatro cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en la finca "San José", localizada en el municipio Santa Clara, sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado. Se utilizaron cuatro cultivares de frijol, Tomeguín 93, CUL-156, Cubana 23, Local U-1. 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 y área foliar. Además se evaluaron la incidencia e intensidad de las plagas, el rendimiento agrícola, sus componentes y efecto económico. El cultivar Local – U1 presentó el mayor peso fresco y peso seco de los frutos. Se identificaron ocho especies de fitófagos, representadas en cinco órdenes y siete familias. Las más frecuentes fueron *Diabrotica balteata* Le Conte, *Cerotoma ruficornis* Olivier y *Empoasca kraemeri* (Ross y Moore); alcanzando sus picos poblaciones en las fenofases V3 a R5, siendo el cultivar Cubana 23 el más afectado. Se identificaron como enfermedades a *Uromyces phaseoli* (Pers) Wint., y plantas con síntomas de virus. El cultivar Tomeguín 93 fue el que menor incidencia e intensidad de *U. phaseoli* presentó, mientras que Cubana 23 fue el más resistente a virus. Los cultivares de mayor rendimiento agrícola fueron Tomeguín 93 y CUL-156 con 2,19 y 2,09 t ha⁻¹ y a su vez fueron los de mayor efecto económico.

Índice

Páginas

1. Introducción.....	1
2. Revisión bibliográfica	3
2.1. Origen y domesticación del frijol común (<i>P. vulgaris</i>).....	3
2.2. Importancia del frijol común.....	3
2.3. Producción de frijol común a nivel mundial y en Cuba	4
2.4. Ubicación taxonómica, composición química y botánica del frijol	5
2.4.1. Ubicación taxonómica	5
2.4.2. Composición química	6
2.4.3. Botánica	6
2.5. Hábito de crecimiento	7
2.6. Requerimientos climáticos del frijol común (<i>P. vulgaris</i>).....	8
2.7. Factores edáficos en frijol común (<i>P. vulgaris</i>).....	9
2.8. Indicadores de fisiológicos de cultivares de frijol común	10
2.9. Mejoramiento Genético del frijol.....	10
2.9.1. Método de Hibridación	10
2.10. Enfermedades	11
2.11. Nutrición del <i>P. vulgaris</i>	12
2.12. Fertilización	13
2.13. Siembra del cultivo en Cuba.....	13
2.14. Plagas	14
2.15. Herbicidas.....	14
2.16. Riego	15
2.17. Cosecha	15
3. Materiales y métodos	17
3.1. Indicadores de crecimiento de cultivares de frijol común.....	18
3.1.1. Área foliar	18
3.1.2. Masa fresca y masa seca de los órganos de las plantas	19
3.2. Incidencia de plagas en cultivares de frijol común.....	19
3.2.1. Insectos plagas asociados a los cultivares de frijol común	19
3.2.2. Incidencia de enfermedades en cultivares de frijol común	19
3.2.3. Distribución en el campo e intensidad de ataque de las enfermedades.....	21
3.3. Componentes del rendimiento y rendimiento agrícola de cultivares de frijol común	21
3.3.1. Rendimiento estimado en t ha ⁻¹	22
3.4. Valoración económica.....	22

4. Resultados y discusión	24
4.1. Indicadores de crecimiento de cultivares de frijol común	24
4.1.1. Área foliar (AF)	24
4.1.2. Masa fresca y masa seca de los órganos de las plantas	25
4.2. Incidencia de plagas en cultivares de frijol común.....	27
4.2.2. Incidencia de enfermedades en cultivares de frijol común	32
4.2.3. Distribución en el campo e intensidad de ataque de las enfermedades.....	33
4.3. Componentes del rendimiento y rendimiento agrícola de cultivares de frijol común	35
4.4. Valoración económica de los cultivares estudiados	38
5. Conclusiones	40
6. Recomendaciones	41
7. Bibliografía	
Anexos	

1. Introducción

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa más estudiada en América Latina, entre otras razones, por ser la fuente principal de proteína y es uno de los cultivos más antiguos (Pinheiro *et al.*, 2007). Su importancia alimenticia se debe al menor costo en relación con la proteína de origen animal, por lo que este cultivo continúa siendo, junto con el maíz, la base de la alimentación en la región. Su aporte nutricional es más importante a medida que se desciende en la escalera económica de la sociedad.

El frijol común (*P. vulgaris*) ocupa un lugar preponderante en el consumo para amplios sectores de la población en algunos países en vía de desarrollo. En dependencia del tipo de frijol, según Ulloa *et al.* (2011), el contenido de proteínas varía de 14 al 33 % y es rico en aminoácidos como la lisina, la fenilalanina y tirosina, que le confieren un lugar relevante en la alimentación humana.

El frijol se cultiva en los países templados durante el período cálido del año, y durante la época fría en los países tropicales (Benavides *et al.*, 2010).

En Cuba esta leguminosa es la más importante y constituye una parte fundamental de la dieta diaria. Se cultiva en todo el territorio nacional, siendo una especie idónea para la rotación y asociación con otros cultivos por el aporte de nitrógeno que incorpora a los suelos (Barrios *et al.*, 2007).

En 2013, el rendimiento promedio mundial de frijol fue de 0,7 t ha⁻¹ (FIRA, 2015). El rendimiento agrícola del frijol común en el territorio Villa Clara y Santi Spíritus oscila entre 0,8 y 1,0 t ha⁻¹ (MINAGRI, 2015 a).

En la provincia de Villa Clara en el 2016 se sembraron 10 876 ha del cultivo, con un rendimiento agrícola de 1,0 t ha⁻¹ (MINAG, 2017).

Los principales insectos plagas que atacan al cultivo del frijol en Cuba, según Fleites y García (2013) son: Saltahojas (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) Crisomélidos (*Diabrotica balteata* Le Conte, *Cerotoma ruficornis* Olivier.), el Minador (*Agromyza* sp.), Pulgones (*Aphis* sp.), Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius). Falso medidor (*Trichoplusia ni* Hubner.). *D. balteata* y *C. ruficornis* causan perforaciones en las hojas, transmiten los virus del moteado amarillo, del mosaico rugoso y mosaico severo del frijol.

Dentro de los insectos fitófagos más nocivos que se alimentan del frijol está la mosca blanca, (*B. tabaci*), la cual transmite geminivirus, que causa el mosaico dorado; el saltahojas, (*E. kraemeri*) que produce encrespamiento del follaje; los crisomélidos (*D. balteata*) y (*C. ruficornis*), que causan perforaciones en las hojas y transmiten los virus del moteado amarillo y del mosaico común (Cuba, 2008).

Teniendo en cuenta la alta incidencia de las plagas y los bajos rendimientos del frijol en las condiciones edafoclimáticas de Cuba, se hace necesario caracterizar nuevos cultivares, que se adapten mejor a cada localidad, para poder incrementar la producción y por ende los rendimientos agrícolas. Es por ello que para dar respuesta a esta problemática se propuso la siguiente Hipótesis:

Si se conoce la respuesta agronómica de cuatro cultivares de frijol común en suelos Pardos mullidos medianamente lavados de la finca San José, entonces dispondremos de mayor diversidad de cultivares para la estrategia de siembra del cultivo.

Para dar respuesta a la hipótesis se trazaron los siguientes objetivos:

Objetivo General

Evaluar la respuesta agronómica y efecto económico de cuatro cultivares de frijol común en la finca San José.

Objetivos específicos

1. Determinar indicadores fisiológicos de cultivares de frijol común en la finca San José.
2. Determinar la incidencia e intensidad de las plagas en cultivares de frijol común, su relación con la fenología y las variables climáticas.
3. Evaluar los componentes del rendimiento, el rendimiento agrícola y su efecto económico en cultivares de frijol.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Origen y domesticación del frijol común (*P. vulgaris*)

La edad de los restos fósiles y las características morfológicas, agronómicas y genéticas, están dentro de los conocimientos recabados hasta hoy que establecen que el frijol común (*P. vulgaris*) 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). Teniendo como punto de partida el frijol silvestre se formaron dos acervos genéticos domesticados distintos: Mesoamericano y Andino. El uso de nuevas herramientas biotecnológicas y genómicas han ofrecido evidencias definitivas sobre el origen, domesticación y diversidad del frijol común (Hernández *et al.*, 2013).

En el cultivo del frijol la domesticación redujo la diversidad genética por un fenómeno denominado “cuello de botella de la domesticación”, el cual consiste en la disminución de la diversidad genética de la población al ser comparada con su ancestro, debido al pequeño número de individuos que fundaron las poblaciones domesticadas (efecto fundador) (Ladizinsky, 1998), y la posterior selección basada en características particulares que redujeron significativamente la diversidad genética de lugares específicos y regiones genómicas circundantes (Papa *et al.*, 2006).

En las accesiones de frijol domesticado han sido evaluadas las características: rasgos de la semilla, rasgos de la fase fenológica que se encuentra, madurez fisiológica y resistencia a las plagas (Singh *et al.*, 1991a; Vargas *et al.*, 2006).

El género *Phaseolus* es muy amplio y solo incluye cinco especies domesticadas: *P. vulgaris* (frijol común), *P. lunatus* (frijol lima), *P. acutifolius* (frijol tepari), *P. coccineus* ssp. *coccineus* (frijol ayocote) y *P. dumosus* = *P. polyanthus* (= *P. coccineus* ssp. *darwinianus*) (frijol de año) (Freytag y Debouck, 2002).

2.2. Importancia del frijol común

Según Quintero *et al.* (2005), el frijol común es la especie más importante para el consumo humano dentro de las leguminosas alimenticias. Por su hábito de consumo y aportes nutritivos, es un producto de alta demanda en nuestra sociedad, pues constituye la principal fuente de proteína de origen vegetal al alcance de la mayoría de la población.

Importantes instituciones médicas en todo el mundo vienen promoviendo su consumo convirtiéndolo en un producto comercialmente atractivo, gracias a su alto contenido de hierro, elemento vital para el buen desarrollo cerebral en los pequeños, el cual ayuda a corregir desórdenes biliares, enfermedades reumáticas, gota, disminuye la tasa de colesterol y es eficaz contra la anemia (Castañeda, 2000).

Además de ser una buena fuente de proteína y carbohidratos complejos, el frijol común también aporta vitaminas y minerales en cantidades relativamente adecuadas Guzmán-Maldonado *et al.* (2000) y contiene metabolitos secundarios como taninos, antocianinas, compuestos fenológicos y fibra, entre otros (Guzmán-Maldonado *et al.* 1996; De Mejía *et al.*, 2003); estos compuestos, identificados como fitoquímicos juegan un papel importante en la prevención y el tratamiento de ciertas enfermedades (Reynoso *et al.*, 2007).

En la mayoría de los países latinoamericanos y caribeños constituye un componente básico para la dieta (Morales, 2000), aunque sus rendimientos suelen ser bajos a causa de enfermedades y plagas (FAO, 2008).

Dentro del color, se encuentran cultivares de frijol clasificadas por su grupo como blanco, crema, amarillo, café marrón, rosado, rojo, morado, negro y otros. El tamaño se determina por el peso de 100 granos y los materiales se clasifican en tres grupos de la siguiente manera: pequeños (hasta 25 g/100 semillas), medianos (entre 25 y 40 g/100 semillas) y grandes (desde 40 g/100 semillas) (Ulloa *et al.*, 2011).

2.3. Producción de frijol común a nivel mundial y en Cuba

En el mundo hay 129 países que destinan cerca de 27,4 millones de hectáreas al cultivo del frijol común. La producción mundial está alrededor de los 23 millones de toneladas (FAOESTAT, 2015; INEGI, 2015). El continente americano produce alrededor del 70 % de la producción mundial y se cosechan alrededor de 29,5 millones de hectáreas del cultivo, obteniendo 23 millones de toneladas.

América central es la región de mayor consumo y segundo en producción, con un 31 % de la producción mundial (FAO, 2014). Los mayores productores de la región son México que siembra 1,6 millones de hectáreas (ha) con 1 200 000 t y Brasil 3 900 000 ha sembradas y 3,3 millones de toneladas. Los mejores

rendimientos se obtienen en Canadá y Estados Unidos, con 1,9 t ha⁻¹ y en Argentina con 1,3 t ha⁻¹.

En 2013, el rendimiento promedio mundial de frijol fue de 0,7 t ha⁻¹ (FIRA, 2015). Estados Unidos y China superan la media mundial con 2 y 1,5 t ha⁻¹ respectivamente (FAOSTAT, 2015). En Cuba se siembran alrededor 100 000 ha anuales de del cultivo de frijol común (Álvarez *et al.*, 2014). Los volúmenes de producción crecieron en 45 100 8 t en el año 2014 (69 100,8 t) con respecto al 2013 (34 000). El rendimiento agrícola del cultivo en el territorio Villa Clara y Santi Spíritus oscila entre 0,8 y 1,0 t ha⁻¹ (MINAG, 2015 a).

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

2.4. Ubicación taxonómica, composición química y botánica del frijol

2.4.1. Ubicación taxonómica

Socorro y Martín (1989) y Carravedo y Mayor (2008) refieren que la ubicación taxonómica del frijol es:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Fabales*

Familia: *Leguminosae (=Fabaceae)*

Subclase: *Rosidae*

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

2.4.2. Composición química

Socorro y Martín (1989) y Carravedo y Mayor (2008) refieren la siguiente composición química para el cultivo del *P. vulgaris*:

Agua: 12 %

Carbohidratos: 45 a 70 %

Proteínas: de 15 a 35 %

Proteínas digeribles: 16 %

Cenizas: de 3.2 a 4.4 %

Nitrógeno: 39 partes / 1000 partes de materia seca

Fósforo: 7.7 partes /1000 partes de materia seca

Potasio: 12.1 partes /1000 partes de materia seca

Grasa: de 0.6 a 2.0 %

Fibra cruda: 4.4 %

2.4.3. Botánica

Socorro y Martín (1989) y Carravedo y Mayor (2008) señalan que el frijol común es una planta herbácea de carácter anual, tamaño y hábito de crecimiento variables, ya que hay cultivares que son de guía o trepadoras y otras en forma de arbustos pequeños.

El sistema radicular está formado por una raíz primaria que se desarrolla a partir de la radícula del embrión. Sobre esta y en disposición de corona se forman las secundarias y terciarias y otras subdivisiones. Son raíces fibrosas. Los pelos absorbentes se localizan en las partes jóvenes de las raíces laterales donde viven en simbiosis con la planta bacterias del género *Rhizobium*, fijadoras de nitrógeno atmosférico. Es de crecimiento rápido, su mayor desarrollo se produce cerca de la superficie del suelo, de 20 a 40 cm de profundidad y de 15 a 30 cm laterales.

La altura de las plantas es variable y depende del tipo de crecimiento. El tallo cuando es joven es herbáceo y leñoso al final del ciclo; es una sucesión de nudos y entrenudos donde se insertan las hojas y los diversos complejos auxiliares, el tallo o eje principal es de mayor diámetro que las ramas laterales, de color verde rosa o morado, glabro o pubescente, determinado si termina en

inflorescencia o indeterminado si su yema apical es vegetativa. Se indica en la inserción de las raíces y el primer nudo corresponde al de los cotiledones, esta primera parte del tallo se denomina hipocotilo, en el primer nudo se presenta el primer par de hojas verdaderas, las cuales son simples y opuestas y reciben el nombre de epicotilo, en el tercer nudo emerge la primera hoja compuesta, las cuales son trifoliadas y alternas.

Las hojas son alternas, trifoliadas. Los folíolos son grandes, de forma ovalada y con el extremo terminado en forma de punta. El color varía desde el verde normal hasta verde amarillento, pasando por verde oscuro al verde violáceo. Los folíolos poseen un nervio central y un sistema de nervaduras ramificadas en todo el limbo de la hoja.

La inflorescencia del frijol son racimos que pueden ser terminales y axilares. El número de flores por inflorescencias varía y puede llegar hasta 30.

El fruto es una legumbre conocida como vaina, de forma alargada y puede alcanzar desde 6 hasta 22 cm de largo. Luego de la fecundación, el color de la vaina es verde o puede tornarse amarillenta, violácea o jaspeada hasta la maduración. Esta contiene una cantidad variable de semillas, entre 3 y 9, aunque lo normal es de 5 a 7 semillas por vainas. El color de los granos o semillas pueden ser uniforme (negros, blancos, rojos, amarillos o crema) y también puede encontrarse dos colores con diferentes variantes y en otras ocasiones hasta tres colores diferentes.

2.5. Hábito de crecimiento

En el informe del programa del frijol según Socorro y Martín (1989), los rasgos más importantes de los cuatro hábitos de crecimiento son:

- Para el Tipo I. Racimo terminal en el tallo principal
- Para el Tipo II. Crecimiento indeterminado con ramas rectas
- Para el Tipo III. a) Hábito de crecimiento indeterminado con ramas postradas
- Para el Tipo III. b) Hábito de crecimiento indeterminado con tallo principal y ramas semivolubles.

-Para el Tipo IVA). Hábito de crecimiento indeterminado con capacidad moderada para trepar y vainas distribuidas equitativamente a lo largo de la planta.

-Para el tipo IV b) Hábito de crecimiento indeterminado con agresiva capacidad trepadora y vainas principalmente en los nudos superiores de la planta.

El hábito de crecimiento no es necesariamente una característica estable, pueden ocurrir cambios de una localidad a otra. La clasificación de este para un genotipo en particular es solo útil en un ambiente definido, particularmente en lo que respecta a su capacidad trepadora.

2.6. Requerimientos climáticos del frijol común (*P. vulgaris*)

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

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

La importancia de la luz está en la fotosíntesis, pero también puede afectar la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días. Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos, recurriendo a prácticas culturales como la siembra en épocas apropiadas, para que el cultivo se desarrolle bajo condiciones favorables (Ríos, 2002).

El agua es indispensable para el crecimiento y desarrollo de las plantas, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura (Ríos, 2002). Se estima que más del 60 % de los cultivos de frijol en el tercer mundo sufren por estrés hídrico. Está demostrado que el frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua, sin embargo, la planta ha desarrollado

algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para aumentar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias (Ríos, 2002). Estudios realizados para medir el consumo de agua del frijol a lo largo de las etapas de desarrollo han demostrado que el mayor consumo sucede en las etapas de floración y formación de las vainas (Ríos, 2002).

Generalmente el frijol común (*P. vulgaris*) no se adapta a los trópicos húmedos, pero crece bien en áreas con lluvias regulares, desde los trópicos hasta las zonas templadas. Condiciones de seca durante la época crítica de florecimiento e hinchamiento de las vainas son también muy perjudiciales. De la misma manera el exceso de lluvia causa aborto floral y aumenta la presencia de plagas (Zimmermann, 1988 y Zimmermann, 1990).

2.7. Factores edáficos en frijol común (*P. vulgaris*)

Los factores edáficos tienen una doble implicación relacionada con la vida de las plantas, ya que facilitan el medio de sustentación y el medio de nutrición. En el caso de las leguminosas, el suelo facilita el desarrollo a las colonias de microorganismos (bacterias) que conviven con este tipo de planta y que tanto beneficio reportan por su acción fijadora del nitrógeno atmosférico (Socorro y Martín, 1989).

Los suelos con drenaje interno y superficial deficiente no son aptos para el cultivo del frijol, no obstante, en suelos arcillosos o de arcillas pesadas es posible su cultivo, siempre que se tenga en cuenta un manejo adecuado que garantice el drenaje de los mismos. Los mejores suelos para el cultivo del frijol son aquellos que contengan una buena proporción de materia orgánica, que ayude a la fertilidad de estos, así como a la retención del agua, mejorando también sus propiedades físicas y químicas (Irañeta y Rodríguez, 1983).

El incremento de materia orgánica provoca una disminución del efecto tóxico de los herbicidas; sin embargo, la aplicación de iones al suelo produce una liberación de los herbicidas absorbido al mismo, por lo que la fertilización, práctica indispensable en la agricultura, contribuye a incrementar el efecto tóxico en las plantas (Crespo, 1995).

El pH óptimo para el frijol se encuentra entre 6,5 a 7,5, dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos de la planta presentan su máxima disponibilidad (Castillo *et al.*, 1988).

La adopción o no de una variedad del cultivo en determinado momento y lugar está determinada por criterios agronómicos. Si se desea sembrar tardíamente hay que seleccionar una variedad de ciclo corto para poder cosechar dentro del período permisible (Morales, 1997).

2.8. Indicadores de fisiológicos de cultivares de frijol común

El análisis de crecimiento ha sido usado ampliamente para el estudio de los factores que influyen el desarrollo de la planta y el rendimiento. Su seguimiento, a través de la acumulación de materia seca y del área foliar, constituyen análisis clásicos que contemplan medidas de la masa seca y área foliar a determinados intervalos de tiempo, lo que permite una aproximación cuantitativa para entender el crecimiento de una planta o de una población de plantas, bajo condiciones ambientales naturales o controladas (Gardner *et al.*, 1985).

El índice de cosecha (relación del rendimiento entre el peso seco total) es una medida de eficiencia de la distribución de materia seca en el cultivo de frijol y señala el porcentaje de biomasa que el cultivo dedica a la producción de grano en relación con las demás estructuras de la planta (Escalante y Kohashi, 1993; Araújo y Teixeira, 2012).

2.9. Mejoramiento Genético del frijol

En la mayoría de los países de Centro América y el Caribe la producción de frijoles no satisface la demanda existente, algunos se ven en la necesidad de importar el grano. La obtención y adopción de variedades mejoradas en sus caracteres morfológicos y fisiológicos, de rendimiento y de resistencia o tolerancia a factores ambientales adversos puede contribuir al aumento de la producción de frijol en el área (Araya *et al.*, 1995).

2.9.1. Método de Hibridación

El método de hibridación se aplica cuando no es posible obtener dentro de una población introducida, individuos apropiados para resolver el factor o factores que limitan la producción del cultivo. Sigue un proceso que consta de 4 etapas:

Selección de progenitores, cruzamiento, selección de segregantes favorables y obtención de la nueva variedad (Araya *et al.*, 1995).

2.10. Enfermedades

Según Quintero. (2012) las principales enfermedades que afectan al cultivo del frijol común son:

- Roya del frijol (*Uromyces phaseoli* (Pers) Wint. var. *typica* Arthur)
- Pudriciones en la raíz y base del tallo causadas por hongos del suelo, pudrición del pie (*Rhizoctonia solani*)
- Mildiu polvoriento (*Erysiphe polygoni*) en el follaje
- Mosaicos causados por virus transmitidos por la semilla y por los insectos.
- Fusarium solani*: Pudrición seca de la raíz
- Colletotrichum lindemuthianum*: Antracnosis
- Xanthomonas campestris*: Tizón bacteriano del frijol común, o añublo común

La reducción del rendimiento a causa la roya del frijol se debe a disturbios fisiológicos en la planta y la destrucción del área foliar (Gálvez *et al.*, 1977).

Según Socorro y Martín (1989) la roya del frijol, causada por el hongo (*U. phaseoli*), es considerada la principal enfermedad del cultivo en nuestro país, estando distribuida su incidencia en todo el territorio nacional).

Las pérdidas en el rendimiento del cultivo del frijol están muy relacionadas con las características de la población prevaleciente del hongo patógeno, el cultivar de frijol seleccionado, las condiciones ambientales de territorio y el sistema del cultivo practicado (Beebe y Pastor- Corrales, 1991).

Esta enfermedad es de importancia para la siembra de septiembre y la de verano, cuando se siembra bajo riego. Se presenta principalmente en las hojas, como pequeños puntos café-rojizos denominados pústulas, de tamaño variable rodeadas de un halo amarillo y en gran cantidad.

La mayoría de las variedades recomendadas tienen un grado aceptable de tolerancia a esta enfermedad. Si el ataque es muy intenso, se puede combatir con fungicidas a base de azufre o mancozeb (Dithane M-45; 2,4 g L⁻¹) con tres

aplicaciones cada diez días o con los productos específicos para esta enfermedad como son oxicarboxin (Plantvax) o triadimefon (Bayletón) en dos aplicaciones cada veinte días el cual ofrece un efecto curativo (Costa Rica, 1991).

2.11. Nutrición del *P. vulgaris*

Según Portieles *et al.* (2004) la producción del frijol tiene características actuales que limitan la obtención de grandes volúmenes del grano; esto hace que el cultivo sea altamente rentable en la actualidad. Uno de los factores que pueden limitar la producción del mismo es la nutrición de la planta, por lo cual se deben incrementar los rendimientos con una adecuada nutrición.

En los suelos con contenidos bajos de nutrientes (fósforo y potasio), si se cuenta con algún fertilizante, aplicar:

Nitrógeno hasta 140 kg N ha⁻¹

Fósforo hasta 20 kg P₂O₅ ha⁻¹

Potasio hasta 80 kg K₂O N ha⁻¹

Aplicar 1/3 en siembra y 2/3 a los 25 días

Se debe además aplicar *Rhizobium* (1 kg 46kg⁻¹ semilla) peletizando el grano antes de sembrar.

Compost hasta 5 t ha⁻¹ en el fondo del surco.

Trichoderma 2 kg 46 kg de semillas.

En los suelos de contenido medio o alto en fósforo y potasio, aplicar nutrientes en base a las exportaciones del cultivo donde rendimientos mayores de 2 t ha⁻¹, por concepto del grano, sacan del terreno: 110, 14 y 45 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente.

De no contar con fertilizantes aplicar, *Rhizobium*, *Trichoderma*, y compost a razón de 5 t ha⁻¹ o humus en igual cantidad.

La aplicación de nutrientes en forma de biofertilizantes, química o abonos orgánicos, es de vital importancia no sólo para el cultivo actual sino para los próximos cultivos. Con la aplicación de abonos orgánicos se mejoran las

condiciones físicas, químicas y biológicas para las plantas y hacemos una agricultura más sana (INIVIT, 2004).

El mayor beneficio de la interacción Rhizobium-leguminosa está estrechamente ligado a la disminución de la aplicación de fertilizantes nitrogenados y a la salud de las plantas, lo cual trae como resultado el incremento de los rendimientos agrícolas (Giller, 2001). Sin embargo, los cultivos de leguminosas son muy variables en cuanto a su eficiencia para fijar dinitrógeno (N₂) atmosférico, especialmente el cultivo del frijol común (*P. vulgaris*), el cual se considera por varios autores como ineficiente en este proceso, alcanzando niveles del 40 % del N derivado de la atmósfera (Peña-Cabriales y Zapata, 1999).

2.12. Fertilización

Según Quintero y Gil (2012), el Nitrógeno se debe aplicar en el momento de la siembra o a los 25 o 30 días después de esta a razón de 70 a 80 kg ha⁻¹; el Fósforo a razón de 50 a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ al momento de la siembra, teniendo en cuenta el contenido que presente el suelo y el respecto al Potasio no hay respuesta en la mayoría de nuestros suelos, pero en aquellos con deficiencias en este elemento se debe aplicar al momento de la siembra, de 40 a 60 kg ha⁻¹ de K₂O.

2.13. Siembra del cultivo en Cuba

La época de siembra óptima para el frijol común debe perseguir que la cosecha del cultivo coincida con el periodo de baja o ninguna precipitación, para así evitar los daños por exceso de humedad. El periodo de siembra en Cuba se extiende desde el primero de septiembre al 30 de enero, con la fecha óptima entre el 15 de octubre al 30 de noviembre. En las áreas sin riego se recomienda la siembra desde el primero de septiembre al 15 de octubre (Álvarez *et al.*, 2014).

La distancia de siembra depende los cultivares a sembrar según la época de siembra. Según Álvarez *et al.* (2014) el marco de siembra depende del hábito de crecimiento de la planta. Para hábitos de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) e indeterminado arbustivo (Tipo II) es de 45 y 70 cm de camellón y entre 5,7-7,1 cm de narigón, (densidad de plantación de 200 000-250 000 plantas ha⁻¹). Mientras para los cultivares de hábito de crecimiento determinado

(Tipo I) se deben sembrar surcos dobles de 30 + 60 cm a 7,3 cm entre plantas (300 000 plantas ha⁻¹).

2.14. Plagas

Las plagas clave en el frijol son la mosca blanca (*B. tabaci*) que transmite el geminivirus que causa el mosaico dorado, el saltahojas (*E. kraemeri*) que produce encrespamiento del follaje, los crisomélidos (*D. balteata* y *C. ruficornis*) que causan perforaciones en las hojas, transmiten complejo de virus (Gámez, 1972). Para las regiones de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Cienfuegos y Ciego de Ávila *Thrips palmi* (Karny) también resulta una plaga de interés (Morales *et al.*, 2002).

El cultivo del frijol común es afectado por varias plagas y enfermedades que de no ser manejadas en el momento oportuno y con la debida eficiencia pueden ocasionar pérdidas significativas en su rendimiento y la calidad del producto (Martínez *et al.*, 2015).

Manejo de malezas. Un manejo adecuado de malezas permite que las plantas de frijol se desarrollen más vigorosas, pues no sufren por la competencia por espacio, luz, agua y nutrientes (Rosas, 2003).

2.15. Herbicidas

García *et al.* (2009) y Cuba (2016) refieren que los herbicidas idóneos para el control de malezas son los siguientes:

- Treflan pre-emergente 2-2.5 L ha⁻¹ gramíneas.
- Flex post-emergente 1 a 2 L ha⁻¹ dicotiledóneas.
- Fusilade post-emergente 1 a L ha⁻¹ gramíneas.
- Agil post-emergente 1 L ha⁻¹ gramíneas.
- Soni post-emergente 2 L ha⁻¹ gramíneas.
- Misil post-emergente 1 L ha⁻¹ gramíneas.

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 maleza de hoja ancha (Ficha técnica 2003).

2.16. Riego

El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades. Se cultiva en lugares donde el calor del sol llegue al tallo de la planta. Además requiera un período seco (Quintero, 2009).

Según García *et al.* (2009), cuando las precipitaciones están por debajo de las necesidades del cultivo los rendimientos disminuyen drásticamente, fundamentalmente si coinciden con la floración y el llenado de las vainas del cultivo, es decir, que la precipitación acumulada durante la etapa reproductiva es determinante para el rendimiento de frijol (Padilla– Ramírez *et al.*, 2005).

Otros autores como López *et al.* (2008) refieren que en dependencia de la duración del período de sequía y su magnitud, esta puede causar pérdidas en el rendimiento de 20 a 100 % en los campos del frijol.

El frijol común necesita 10 riegos, con una norma neta total promedio de 3500 m³ ha⁻¹ durante todo el ciclo del cultivo dependiendo de la variedad y el tipo de suelo. El suelo debe mantenerse en un 80 % de capacidad de campo. El cultivo tiene cuatro etapas críticas, en las cuales no puede faltar el agua para que los rendimientos agrícolas del cultivo no se afecten, que son la germinación, floración, formación y llenado de las legumbres (Álvarez *et al.*, 2014).

2.17. Cosecha

El frijol común se recolecta para consumir los granos secos. La recolección debe hacerse en el momento preciso, cuando los granos alcancen la madurez total, pero evitando la dehiscencia natural o excesiva desecación que traen la pérdida del producto. El momento adecuado para recoger la cosecha es cuando las vainas están secas; si la cosecha es para recoger granos para el consumo no es preciso llegar a la madurez fisiológica, pero cuando se quiere obtener semillas, esta debe estar completada. La humedad del grano para ser recolectado debe ser de 18 a 20 %. La recolección y puede ser manual, mecanizada o semimecanizada (Socorro y Martín, 1989).

En frijol común la cosecha se realiza cuando las vainas se han secado y la planta se haya defoliado. Hay algunos cultivares, principalmente en las siembras tardías, que las vainas se secan sin que la planta esté defoliada totalmente, en

este caso hay que tomar la decisión de cosechar cuando las vainas estén secas (Quintero y Gil, 2012).

Luego de realizada la cosecha de frijol, se requieren una serie de actividades antes de que el grano tenga las condiciones óptimas para el consumo o su almacenamiento (Araya *et al.*, 2013).

3. Materiales y métodos

El trabajo se realizó 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 Santa Clara, provincia Villa Clara, Cuba, entre los meses de diciembre de 2017 a marzo de 2018, sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 2015).

Se trabajó con cuatro cultivares de frijol común, tres de ellos registrados en la Lista oficial de variedades comerciales (MINAGRI, 2017) y uno aún en estudio (Tabla 1). La semilla de categoría básica, procedía del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (FCA) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV).

Tabla 1. Cultivares de frijol común

Cultivares
Tomeguín 93
Local U-1
CUL-156
Cubana 23

La siembra se efectuó el 9 de diciembre (época intermedia) de 2017 en un diseño de bloques al azar con cuatro cultivares y tres repeticiones, en parcelas de 2,80 m de largo por 2,10 m de ancho, con tres hileras a 0,70 m de camellón por 0,05 m de narigón. Con un tamaño de parcela experimental de 70, 56 m².

La preparación de suelo se realizó mediante la tecnología convencional, se utilizó maquinaria para las labores de rotura y cruce y las restantes con tracción animal. Las labores agrotécnicas se realizaron según lo orientado por el Instructivo Técnico para el cultivo (Alemán *et al.*, 2008).

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

roya + Nitrato. Se efectuó una aplicación de fertilizantes NPK, fórmula completa 9-13-17, a razón de 0,37 t ha⁻¹ en el momento de la siembra.

Se realizaron tres riegos de agua: después de la siembra, al inicio de la floración y en la formación de legumbres, con una norma de 250 a 300 m³ ha⁻¹, teniendo en cuenta la humedad del suelo y las precipitaciones.

La cosecha se realizó en el mes de marzo de 2018, el cultivar Local U-1 el día 1 y las demás el día 9.

Las variables climáticas (temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, humedad relativa media), fueron tomados de la estación meteorológica 78 343 ubicada en el Yabú, Santa Clara, y la lluvia acumulada por meses se obtuvo de un pluviómetro instalado en la Estación Experimental de la Universidad Central de Las Villas a una distancia 300 m del lugar del experimento.

3.1. Indicadores de crecimiento de cultivares de frijol común

Los indicadores de crecimiento se determinaron en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la (FCA) Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UCLV.

3.1.1. Área foliar

Se determinó por el método de los discos (Vázquez y Torres, 1983). Se tomaron 5 plantas por cultivar en la fase fenológica R4 (llenado de las legumbres), (etapa donde mayor demanda requiere el cultivo), de ellas se midió el peso húmedo de 30 discos por planta, con un diámetro de disco de 1,1 cm y se pesaron los 30 discos junto con todas las hojas de la planta para determinar el peso de todas las hojas de la planta y luego mediante la fórmula:

$$At = \frac{Ph \cdot Ad}{Pd}$$

Donde:

At: Área foliar total de la planta

Ad: Área total de los discos extraídos

Ph: Peso fresco de todas las hojas de la planta

Pd: Peso fresco de todos los discos

3.1.1. Masa fresca y masa seca de los órganos de las plantas

Para la determinación de la masa fresca y masa seca de raíz, tallo, hojas y frutos, se tomaron en fase fenológica R4 (llenado de las legumbres), 5 plantas por cultivar, a las que se les pesaron los diferentes órganos por separado, en una balanza digital marca Sartorius BSA 214 S; después se colocaron en una estufa a 70 grados hasta peso constante. Luego de sacados de la estufa, los diferentes órganos de las plantas fueron pesados en la misma balanza digital para determinar la masa seca de estos.

3.2. Incidencia de plagas en cultivares de frijol común

Los muestreos se realizaron una vez por semana después de la emergencia de las plantas. Se evaluaron cinco plantas en tres puntos fijos en cada réplica para un total de 15 plantas por cultivar. Se utilizó la metodología de Sanidad Vegetal (LPSV, 2005).

3.2.1. Insectos plagas asociados a los cultivares de frijol común

Los insectos adultos colectados se colocaron en frascos de cristal con una solución de alcohol al 70 % para su conservación, los demás estados de desarrollo se ubicaron en soportes apropiados. Todos los insectos fueron trasladados a los Laboratorios de Entomología y Taxonomía del (CIAP), para su posterior identificación. En cada muestreo se tuvo en cuenta las fases fenológicas en las que se encontraba el cultivo según García (1996) (Tabla 2).

3.2.2. Incidencia de enfermedades en cultivares de frijol común

En los muestreos realizados fueron cuantificadas las plantas que manifestaban síntomas de enfermedades, se tomaron muestras en sobres de papel con su ubicación y se trasladaron al Laboratorio de Fitopatología del CIAP, donde se realizó la identificación de los agentes patógenos presentes mediante las técnicas clásicas según Mayea *et al.* (1983). En cada muestreo se tuvo en cuenta la fase fenológica en la que se encontraban los cultivares según García (1996) (Tabla 2).

Tabla 2. Fases fenológicas del cultivo de *P. vulgaris* (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

3.2.3. Distribución en el campo e intensidad de ataque de las enfermedades

Se determinó la distribución (incidencia) de la enfermedad según la fórmula referida por (LPSV, 2005):

$$\%D = \frac{n}{N} \times 100$$

Donde:

n: Total de plantas afectadas, N: Total de plantas muestreadas, % D: % de distribución

Para el cálculo de la intensidad de ataque se empleó la escala de grados según la metodología del Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol (González y García, 1996) (Tabla 3).

Tabla 3. Escala cuantitativa de evaluación de la intensidad de ataque de la enfermedad roya (*U. phaseoli*)

Grado	Descripción
0	Planta sana
0,1	Aparición de las primeras pústulas
1	Hasta un 20 % del área foliar afectada
2	De 21-40 % del área foliar afectada
3	De 41-60 % del área foliar afectada
4	De 61-80 % del área foliar afectada
5	Más del 80 % del área foliar afectada

Se calculó la intensidad de enfermedades según la fórmula de (LPSV, 2005):

% de Intensidad (% I)

$$\%I = \frac{\sum(a \cdot b)}{N \cdot K} \times 100$$

Donde: a: grado, b: cantidad de plantas afectadas en cada grado N: total de plantas evaluadas, K: último grado de la escala.

3.3. Componentes del rendimiento y rendimiento agrícola de cultivares de frijol común

En el momento cosecha se tomaron 15 plantas por cultivar (5 por réplica) que fueran representativas de la población y se evaluaron los siguientes componentes:

Número de legumbres por planta (NLP)

Número de legumbres afectadas por planta (NLAP)

Número de semillas por legumbres (NSL)

Número de semillas por planta (NSP)

Peso de semillas por planta (PSP) en gramos (g),

Peso de 100 semillas en gramos (g)

3.3.1. Rendimiento estimado en t ha⁻¹

A partir de la producción obtenida en cada cultivar y réplicas se estimó el rendimiento agrícola.

La semillas por planta y el peso de 100 semillas se pesaron en una la balanza digital marca Kern, modelo PRS 320-3 de aproximación 0.001 g máx. 320 g y las muestras por parcelas después de beneficiadas se pesaron en una balanza digital Profesional marca FerTon con capacidad máxima de 66 lb y precisión de 0, 011 lb.

3.4. Valoración económica

Se realizó una valoración económica de los resultados productivos obtenidos, a partir del rendimiento por ha y el precio de venta para los cultivares con granos de testa negro \$ 900 y para los de testa crema \$ 950 el quintal según la GOP (2015). Además se tuvo en consideración todos los gastos incurridos en el proceso de producción, a partir del precio establecido para cada uno de los elementos de gastos y otros convenidos entre el productor y los obreros (ver Anexos 1 - 4). Para el caso de los ingresos se consideró el 8 % de descuento por concepto de seguridad social y fondos de la CCS.

Se calculó las ganancias a partir de la siguiente fórmula:

Ganancia = Ingreso – Gasto

Procesamiento estadístico de los datos

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 Duncan para determinar las diferencias entre tratamientos.

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

4. Resultados y discusión

4.1. Indicadores de crecimiento de cultivares de frijol común

4.1.1. Área foliar (AF)

Los cultivares de frijol en estudio no tuvieron diferencias significativas en cuanto al indicador área foliar (Tabla 4), el mayor valor lo presentó el Local U-1, con 21,55 dm², lo cual estuvo favorecido por las características genéticas y morfofisiológicas de este cultivar de testa crema. Le siguió en orden descendente los cultivares CUL-156, Cubana 23 y Tomeguín 93.

Tabla 4. Área foliar de las plantas de frijol por cultivar

Cultivares	AFP (dm ²)
Tomeguín 93	19,45
Local U-1	21,55
CUL-156	20,97
Cubana 23	20,74
EE x ±	1,53

Leyenda:

AFP: área foliar de las plantas

Utilidad del Área Foliar. El empleo de modelos matemáticos para el cálculo del área foliar en plantas es de gran importancia en cuanto a la fisiología vegetal, ya que nos permite determinar la eficiencia fotosintética que la planta posee en su etapa adulta, así como la estimación del crecimiento celular que posee la planta al momento de tomar referencia de otras plantas que se encuentren en medios de cultivo que les proporcionan nutrientes necesarios para la generación de giberelinas así como de ácido abscísico, etileno, factores que influyen en el crecimiento y proliferación de tejidos en plantas y que son de vital importancia al momento de estrés abiótico ya que puede estimular o inhibir el desarrollo de la planta (Carrasco *et al.*, 2015).

4.1.2. Masa fresca y masa seca de los órganos de las plantas

Al analizar las medias de rangos de la masa fresca de la raíz no se evidenciaron diferencias estadísticas entre los cultivares de frijol, el mayor valor lo tuvo el cultivar Local U-1, seguido por Tomeguín 93, el valor más bajo se obtuvo en CUL-156.

Tabla 5. Masa seca de las raíces por cultivar (g)

Cultivares	Medias reales (MFR)	Medidas de rango (MFR)
Tomeguín 93	3,57	10,6
Local U-1	4,67	13,8
CUL-156	3,4	8,6
Cubana 23	6,55	9,0
EE x ±	1,85	

Leyenda:

MFR: masa fresca de las raíces

Respecto al indicador de crecimiento masa fresca de los tallos (MFT) no hubo diferencias significativas entre los cultivares, el de mayor valor fue el Cubana 23, seguido por el Local U-1, y seguido a este CUL- 156 y Tomeguín 93. En cuanto a la masa fresca de las hojas (MFH) tampoco hubo diferencias significativas, el cultivar Local U- 1 fue el de mejor valor, seguido por CUL-156, Tomeguín 93 y Cubana 23 respectivamente.

El cultivar Local U-1 tuvo mejores resultados en cuanto al MFF, este mostró diferencias significativas respecto a los demás cultivares, seguido por Cul-156, Tomeguín 93 y por último Cubana 23, estos tres sin diferencias significativas entre ellos (Tabla 6). Estas diferencias en los indicadores de crecimiento están asociadas a las características genéticas de cada cultivar que se manifiestan en las características fenotípicas, como es el tamaño de las hojas, hábitos de crecimiento y días a cumplimentar las diferentes fases fenológicas.

Tabla 6. Masa fresca (g) de los órganos de las plantas de frijol por cultivar

Cultivares	MFT (g)	MFH (g)	MFF (g)
Tomeguín 93	21,83	43,68	55,89b
Local U-1	32,42	71,09	110,64a
CUL-156	29,42	47,80	79,34b
Cubana 23	32,93	42,47	54,78b
EE x ±	4,80	9,85	10,29

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

Leyenda:

MFT: masa fresca de los tallos

MFH: masa fresca de las hojas

MFF: masa fresca de los frutos

(g): gramos

La masa seca (MS) de las raíces, tallos y hojas de los cultivares de frijol en estudio no mostraron diferencias estadísticas (Tabla 7). El mayor valor de MS de los frutos se obtuvo en el cultivar Local U- 1 con diferencias estadísticas con los restantes cultivares y estos a su vez no presentaron diferencias entre ellos. La duración del ciclo biológico de los cultivares influyó en la MS de los frutos, ya que el cultivar de menor duración en completar su ciclo, acumula más rápido la materia seca en sus frutos.

Tabla 7. Masa seca (g) de los órganos de las plantas de frijol por cultivar

Cultivares	MSR (g)	MST (g)	MSH (g)	MSF(g)
Tomeguín 93	1,408	5,38	7,95	7,64b
Local U-1	1,252	5,11	10,62	26,35a
CUL-156	1,074	6,03	9,77	13,76b

Cubana 23	1,212	6,03	8,82	9,42b
EE x ±	0,19	0,88	1,36	2,23

Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan para $p \leq 0,05$.

Leyenda:

MSR: masa seca de las raíces

MST: masa seca de los tallos

MSH: masa seca de las hojas

MSF: masa seca de los frutos

(g): gramos

4.2. Incidencia de plagas en cultivares de frijol común

Al evaluar los insectos plagas en los cultivares de frijol en estudio se identificaron ocho especies de fitófagos, representadas en cinco órdenes y siete familias (Tabla 8). Dentro de ellas las más frecuentes fueron *D. balteata*, *C. ruficornis* y *E. kraemeri*; sus poblaciones se cuantificaron desde V2 a R6 para las dos primeras especies y hasta R8 para *E. kraemeri*. Los adultos de las dos especies de crisomélidos se observaron alimentándose de las hojas, flores y legumbres en estado inmaduros, indistintamente del cultivar, sus lesiones causaron pérdida del área foliar, lo cual provocó disminución de la superficie fotosintética.

Las poblaciones de *E. kraemeri*, tanto ninfas como adultos se observaron en el envés de las hojas succionando la savia, sin causar severos daños por la toxina que trasmite a la planta a la hora de alimentarse con su estilete. Esta especie estuvo presente hasta la fase R8.

La mosca blanca *B. tabaci* que es uno de los principales vectores transmisores de virus estuvo presente desde la fase fenológica V3 hasta la R3, es decir en el periodo de mayor crecimiento e inicio de la fase reproductiva.

Tabla 8. Insectos plagas asociados a los cultivares de frijol común

Especie	Orden; Familia	Estado fenológico	Actividad biológica
<i>D. balteata</i>	<i>Coleoptera</i>	; V2- R6	Adultos se alimentan del

	<i>Chrysomellidae</i>		follaje, causan perforaciones en las hojas, transmiten virus tiro de munición
<i>C. ruficornis</i>	<i>Coleoptera;</i> <i>Chrysomellidae</i>	V2- R6	Adultos causan perforaciones en las hojas, transmiten virus
<i>E. kraemeri</i>	<i>Hemiptera;</i> <i>Cicadellidae</i>	V2 - R	Producen encrespamiento del follaje, succionan la savia de la planta, causan clorosis y necrosis de las hojas
<i>B. tabaci</i>	<i>Hemiptera;</i> <i>Aleyrodidae</i>	V3 - R5	Succiona la savia de las hojas, transmiten el Virus del Mosaico Dorado Amarillo (BGYMV)
<i>L. trifolii</i>	<i>Diptera; Agromyzidae</i>	V3 - R3	Larvas forman minas y galerías al alimentarse y desarrollarse dentro de la hoja.
<i>H. indicata</i>	<i>Lepidoptera; Pyralidae</i>	V4 - R5	En estado larval se alimenta de la savia de las hojas. Las hojas son tan dañadas que no pueden proveer de alimento a la planta. Deja de formar vainas, y se baja la producción
<i>T.palmi</i>	<i>Thysanoptera;</i> <i>Thripidae</i>	V4 - R6	Ninfas raspan y chupan la savia de las hojas produciendo cicatrices que le dan a la hoja un aspecto cenizo.
<i>N. viridula</i>	<i>Hemiptera</i> <i>Pentatomidae</i>	V4 – R5	Se alimentan de la savia de la planta, semilla y legumbres inmaduras

Las especies *L. trifolii*, *H. indicata* y *T. palmi* se observaron en plena fase vegetativa y se extendieron hasta mediado de la fase reproductiva, sin causar daños severos.

N. viridula se observó por primera vez en V4, alimentándose de las hojas y tallos de las plantas y al iniciar la fase reproductiva con la floración, su fuente de alimentación lo constituyó las legumbres inmaduras y los granos en formación. En el momento de la cosecha se pudo constatar los daños ocasionados por esta especie en legumbres y granos.

Estos resultados coinciden con Martínez *et al.* (2007) quienes señalaron que los crisomélidos *D. balteata* y *C. ruficornis* y la mosca blanca *B. tabaci*. son insectos plagas que atacan al frijol común.

Según Martínez *et al.* (2007), *E. kraemeri* está presente en todo el país.

La mosca blanca es reconocida por Martínez *et al.* (2007) como una plaga importante del frijol y su mayor relevancia en el cultivo la adquiere como vector de virus (Morales, 2000).

Los insectos defoliadores *D. balteata*, *C. ruficornis* e *H. indicata* incidieron por primera vez a los 10 días de la siembra en los cuatro cultivares de frijol; sus poblaciones tuvieron una tendencia ascendente hasta inicio de la fase reproductiva (Figura 1), coincidiendo con el estadio de desarrollo del cultivo donde tenía mayor follaje y disponibilidad de alimento para los fitófagos masticadores. A partir de los 40 días de la siembra comenzaron a descender las poblaciones, estadio de desarrollo en que las plantas inician la maduración fisiológica y la disponibilidad de alimento y su calidad disminuye.

Las dos aplicaciones de insecticidas realizadas durante el ciclo del cultivo ocasionaron una ligera reducción de la plaga, en el primer caso las poblaciones descendieron y se mantuvieron estable durante siete días, a partir de ese momento aumentaron hasta alcanzar un pico poblacional en los cuatro cultivares entre los 35 y 40 días después de la siembra; a partir de la segunda aplicación de insecticida las poblaciones descendieron de forma gradual.

La efectividad de la primera aplicación se vio limitada por la ocurrencia de una precipitación al día siguiente.

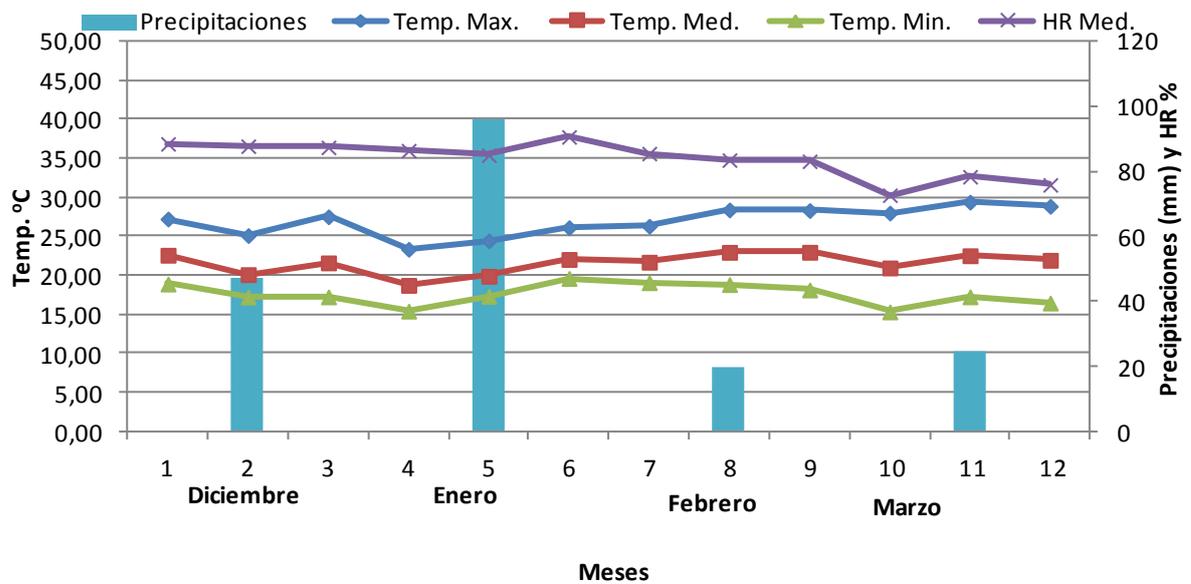
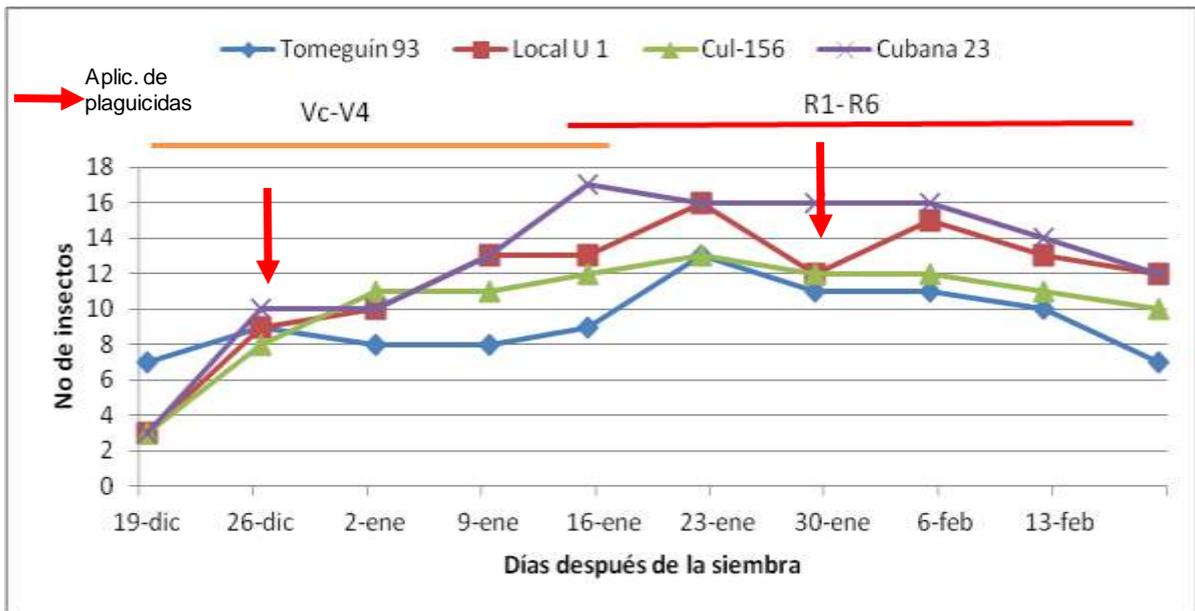


Figura 1. Fluctuación de los insectos defoliadores (*D. balteata*, *C. ruficornis* y *H. indicata*), en los cultivares de frijol común y su relación con la fenología de los cultivos y las variables climáticas

Los mayores niveles poblacionales coincidieron también con el periodo de abundantes precipitaciones, alta humedad relativa y las temperaturas se mantuvieron entre 18 y 28 ° C, condiciones que favorecieron el desarrollo de los fitófagos.

El cultivar más afectado durante todo el ciclo del cultivo por los insectos defoliadores fue el Cubana 23 y el Tomeguín 93 registró los menores niveles de afectación.

Los primeros adultos de *E. kraemeri* se observaron a los siete días después de la siembra, sus poblaciones se mantuvieron hasta el final de la fase reproductiva (R8) y alcanzaron su pico poblacional a los 42 días después de la siembra (R2), los mayores niveles poblacionales coincidieron con el periodo de bajas precipitaciones, humedad relativa y temperaturas, condiciones propicias para el desarrollo de esta plaga (Figura 2).

El cultivar con menor incidencia de la plaga fue Tomeguín 93, mientras que CUL-156 fue el de mayor nivel poblacional.

La primera aplicación de insecticida provocó una discreta reducción de la plaga, debido a la ocurrencia de una precipitación de 45 mm al día siguiente, mientras que la segunda aplicación logró mayor eficacia técnica.

Los resultados obtenidos coinciden con Hernández *et al.* (2013), quienes en estudios realizados sobre la identificación y fluctuación de *E. kraemeri* sobre frijol común en Villa Clara encontraron que este fitófago es una de las principales plagas de *P. vulgaris* y su aparición comienza en las primeras fases fenológicas de desarrollo del cultivo (V2).

Existen referencias de la influencia del color de la testa de la semilla en el grado de tolerancia a *E. kraemeri* por los diferentes cultivares de frijol común. Referido a ello, Ramos (2008) encontró en un estudio de la incidencia de *E. kraemeri* en ocho cultivares de frijol común, que los que poseen los granos de testa negra fueron los más tolerantes al ataque de esta plaga. Además refiere que los mayores niveles poblacionales de este insecto se registraron entre las fases (R4 a R6) con el 58,30 % de la población, lo cual coincide con el presente estudio.

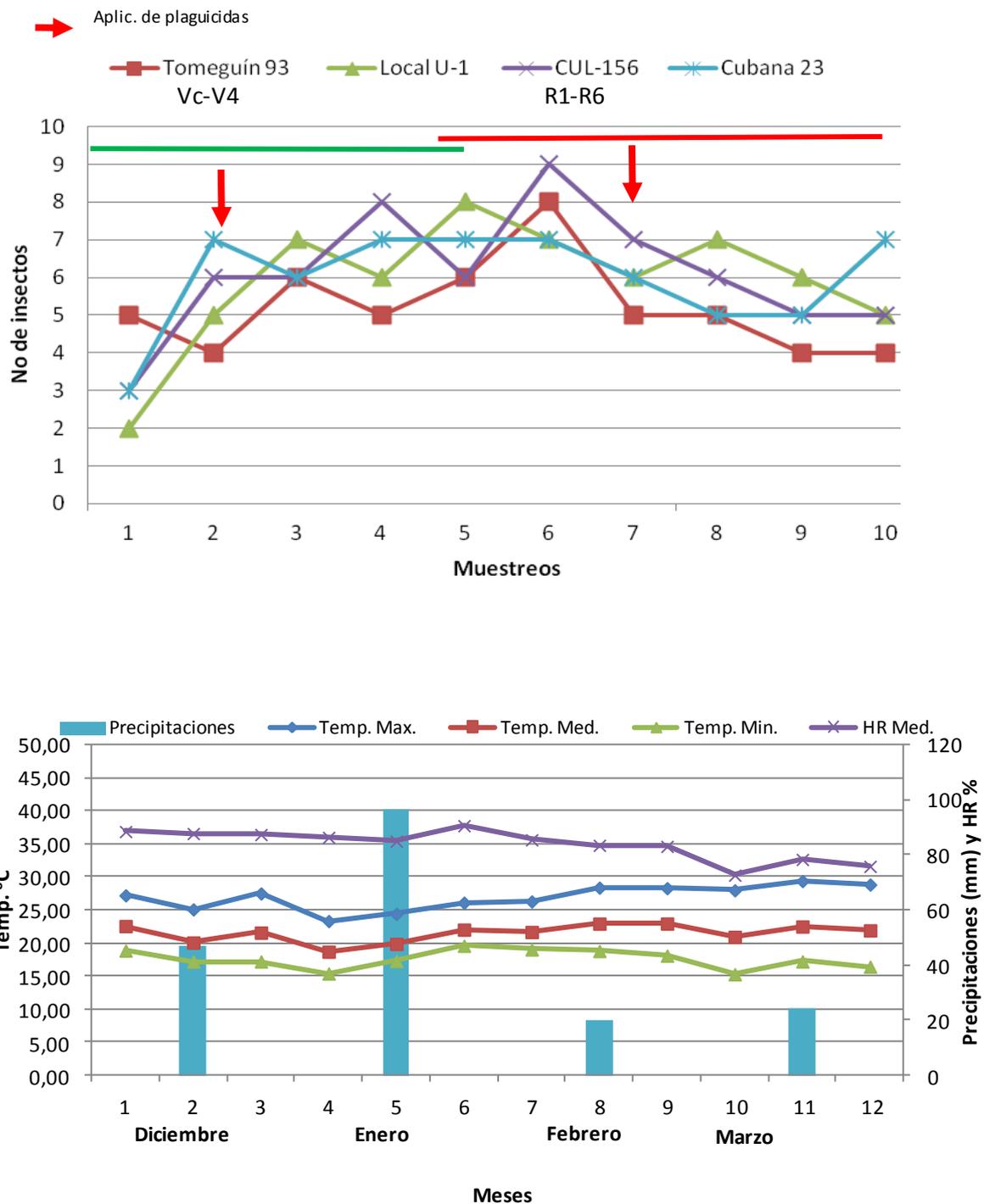


Figura 2. Fluctuación de *E. kraemeri*, en los cultivares de frijol común y su relación con la fenología de los cultivos y las variables climáticas

4.2.2. Incidencia de enfermedades en cultivares de frijol común

Las principales enfermedades encontradas durante todo el ciclo del cultivo fueron la roya del frijol (*U. phaseoli*) y plantas enfermas con síntomas de virosis; el cultivar Local U-1 fue el más afectado. Los primeros síntomas se manifestaron

al inicio de la fase reproductiva, aspecto asociado a que en este estadio las plantas movilizan todas sus reservas para dar respuesta al fenómeno fisiológico de la reproducción, las cuales se debilitan y se hacen más susceptibles a los patógenos.

4.2.3. Distribución en el campo e intensidad de ataque de las enfermedades

El cultivar que se vio más afectado por la distribución en el campo de esta enfermedad fúngica *U. phaseoli* fue Cubana 23, seguido del Local U-1, sin diferencias significativas entre ellos, y ambos mostraron diferencias significativas con los demás cultivares (CUL- 156 y Tomeguín 93), los que a su vez difieren entre ellos, siendo el cultivar Tomeguín 93 el de mayor resistencia a la enfermedad (Figura 3).

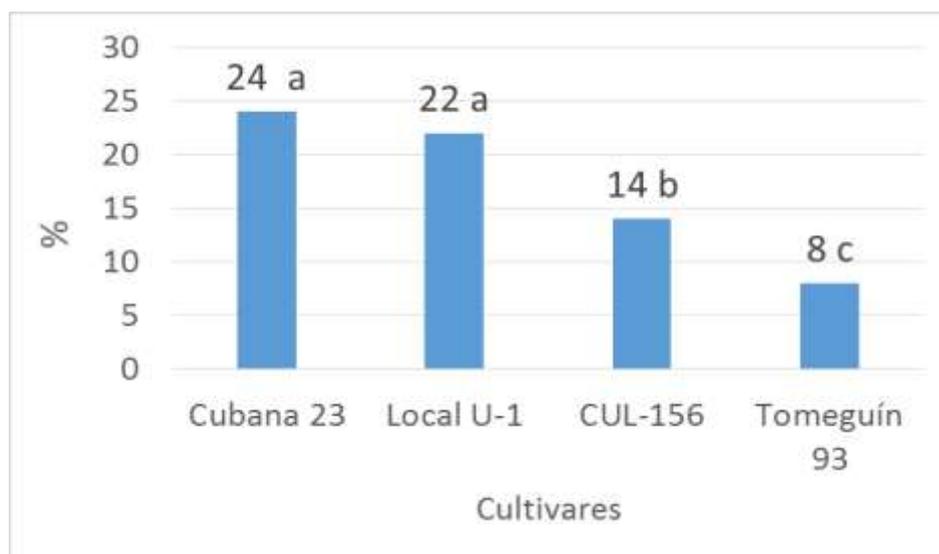


Figura 3. Distribución de *U. phaseoli* en cultivares de frijol común. Medias con letras no comunes difieren por Duncan para $p \leq 0,05$.

El cultivar Tomeguín 93 fue el de mejores resultados en cuanto a la Intensidad de la roya (*U. phaseoli*), este fue el menos afectado y tuvo diferencias significativas con los demás cultivares, seguido por el cultivar CUL-156 y por el Cubana 23, respectivamente; estos sin diferencias significativas entre ellos y el más afectado fue el Local U-1, con diferencias significativas con el resto de los cultivares (Tabla 9).

Tabla 9. Intensidad (%) de la roya (*U. phaseoli*) en cultivares de frijol común

Cultivar	%
Local U-1	81 a
Cubana 23	46 b
CUL-156	40 b
Tomeguín 93	10 c

Medias con letras no comunes difieren por Tukey para $p \leq 0,05$.

Los resultados obtenidos coinciden con Vargas (1980), que refiere que la influencia de las temperaturas, provoca un incremento de la severidad de la enfermedad (*U. phaseoli*) y puede representar pérdidas de hasta de un 100 %. Con temperaturas moderadamente frescas, de 14 °C a 27 °C y valores de humedad relativamente altos, junto a períodos prolongados de rocío (más de 10 horas), se favorece el desarrollo de este agente patógeno en la superficie de las hojas; por esta razón las siembras en noviembre, diciembre y enero son severamente afectadas (Quintero *et al.*, 2004).

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con temperaturas mínimas y máximas que oscilaron entre 15 a 20 °C y 23 a 30 °C, respectivamente, la humedad relativa media estuvo entre 80 y 85 %, y las precipitaciones fueron de 20 mm hasta 97 mm; el cultivar más afectado fue el Local U-1, quien tuvo menos tolerancia a estas condiciones ambientales.

En cuanto a la intensidad de infección, estos resultados coinciden con los obtenidos por González (1988) y (Mayea *et al.*, 1994), quienes encontraron que las condiciones de humedad y temperatura tienen una marcada influencia en la producción y liberación de uredósporas.

Distribución en el campo de plantas enfermas con síntomas de virosis

El cultivar Local U-1 mostró mayores daños por síntomas de virosis, lo cual repercutió en su menor rendimiento respecto a los demás cultivares, este tuvo diferencias significativas con el cultivar Tomeguín 93 y con el CUL- 156 y sin diferencias con el cultivar Cubana 23, el cual no mostró afectaciones por virus, esto pudo estar influenciado por las características gerenticas (Figura 4).

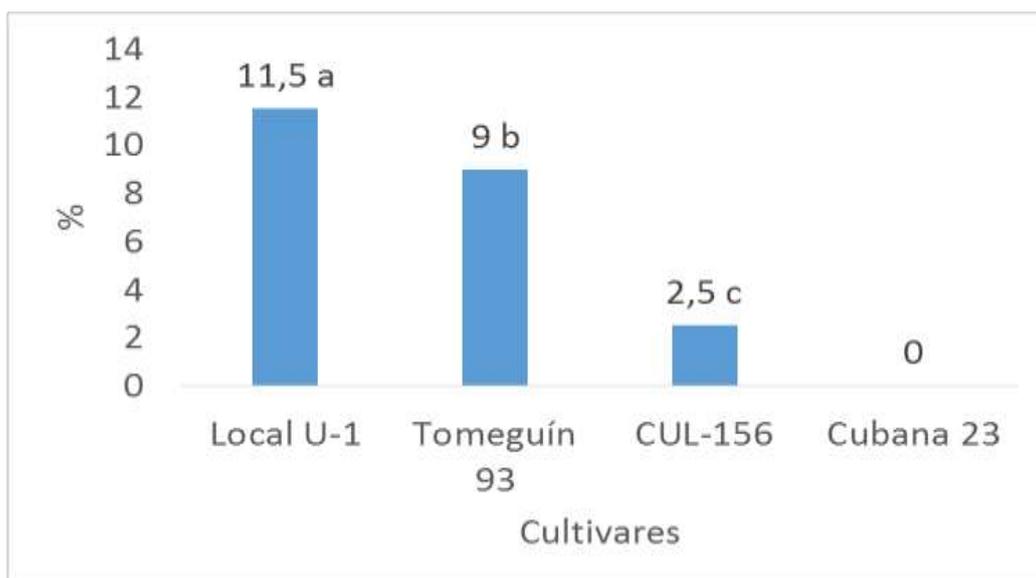


Figura 4. Distribución de plantas con síntomas de virosis en cultivares de frijol común
Medias con letras no comunes difieren por Duncan para $p \leq 0,05$

Las enfermedades virales causan importantes pérdidas en el cultivo del frijol común en todo el mundo, destacando el virus del mosaico común (BCMV) presente en la mayoría de las regiones de producción Morales y Singh (1997) y según Santalla *et al.* (1998) el virus del mosaico amarillo (BGMV) se desarrolla en las regiones tropicales y subtropicales de América Central, México, Brasil y Argentina.

4.3. Componentes del rendimiento y rendimiento agrícola de cultivares de frijol común

En cuanto al componente del rendimiento NLP no hubo diferencias significativas entre los cultivares, el de mejor resultado fue el Cubana 23, seguido por Tomeguín 93, CUL-156 y el Local U-1 (Tabla 10); en el componente NLAP el cultivar Tomeguín 93 tuvo diferencias significativas con los demás cultivares, siendo este el de mejor resultado, y los otros cultivares sin diferencias entre ellos y respecto al componente PSP, el cultivar Local-U1 fue el de mejor valor, este tuvo diferencias significativas respecto a los demás y estos sin diferencias entre ellos, lo cual sucedió en cierta medida por las características morfofisiológicas del cultivar Local U-1.

Tabla 10. Componentes del rendimiento de frijol por cultivar

Tratamientos	Medias reales NLP	Medias de rango NLP	Medias reales NLAP	Medias de rango NLAP	Medias reales PSP (g)	Medias de rango PSP
Tomeguín 93	16,53	30,2	1,33	19,0b	19,87	27,93b
Local U-1	14,47	27,27	3,73	39,83a	26,29	43,87a
CUL-156	15,67	30,6	2,0	32,53a	17,07	22,13b
Cubana 23	17,6	33,93	2,0	30,63a	20,19	28,07b
	1,52		0,46		1,92	

Medias de rangos con letras no comunes en una misma columna difieren Por Kruskal Wallis para $p \leq 0,05$

Leyenda:

NLP: número de legumbres por planta

NLAP: número de legumbres afectadas por planta

PSP: peso de semillas por planta (g)

g: gramos

Los cultivares Cubana 23, CUL-156 y Tomeguín 93 presentaron el mayor número de semillas por planta, sin diferencias significativas entre ellos y si con el cultivar Local U1 (Tabla 11), por lo general los cultivares con semillas de testa negra tiene mayor número de semillas que los de testa crema.

Tabla 11. Componentes del rendimiento de frijol por cultivar

Tratamientos	Medias reales (NSPP)	Medias de rango(NSPP)
Tomeguín 93	85,6	34,83a
Local U-1	45,0	9,96b
CUL-156	84,93	35,53a
Cubana 23	103,06	41,66a
EE $X \pm$	8,37	

Medias de rangos con letras no comunes en una misma columna difieren Por Kruskal Wallis para $p \leq 0,05$

Referido al componente del rendimiento promedio de semillas por legumbre (PSL) hubo diferencias significativas entre los cultivares estudiados, Cubana 23 fue el de mejores resultados, seguido por Tomeguín 93, y este por CUL- 156 sin diferencias entre ellos, estos a su vez difieren de Local U-1 (Tabla 12).

En cuanto al número de semillas por planta (NSP) (Tabla 12), los mejores resultados se obtuvieron en el cultivar Cubana 23 y Local U-1, sin diferencias significativas entre ellos, el primero difiere de CUL- 156 y Tomeguín 93 y estos no tuvieron diferencias entre ellos.

Al analizar el componente del rendimiento peso de 100 semillas (P 100 S) el cultivar Local U-1 fue el de mayor valor, con diferencias significativas con los demás cultivares, seguido de Tomeguín 93, el CUL-156, sin diferencias entre ellos y por último el Cubana 23 (Tabla 12).

Tabla 12. Componentes del rendimiento y rendimiento agrícola en cultivares de frijol común

Tratamientos	PSL	NSP	P 100 S (g)	Rto t ha ⁻¹
Tomeguín 93	5,53b	33,87cd	22,54b	2,19a
Local U-1	3,05c	53,53ab	55,42a	1,41b
CUL-156	5,39b	42,53bc	21,92bc	2,09a
Cubana 23	6,07a	64,93a	20,54c	1,45c
EE x ±	0,14	4,06	0,48	0,02

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

Leyenda:

PSL: promedio de semillas por legumbre

NSP: número de semillas por planta

P100s: peso de 100 semillas

Rto: rendimiento agrícola

Los cultivares de mayor rendimiento agrícola fueron Tomeguín 93 y CUL-156 (2,19 y 2,09 t ha⁻¹ respectivamente), (Tabla 12), con diferencias significativas con los restantes cultivares, a su vez CUL-156 presentó diferencias

significativas con Cubana 23, este último resultó ser el de más bajo rendimiento con 1,45 t ha⁻¹.

La expresión del rendimiento del cultivar Tomeguín 93 en el ambiente en estudio estuvo influenciado por mostrar más tolerancia a la incidencia y distribución de la roya, así como la menor afectación por *E. kraemeri* y los fitófagos defoliadores.

Los valores obtenidos de semillas por legumbres estuvieron entre 3,05 y 6,07, lo cual coincide con Suárez *et al.* (2016), quienes en investigaciones para la caracterización de 24 líneas de frijol común en el Centro Experimental “La Compañía”, Carazo, Nicaragua, obtuvieron valores de entre 4 a 6 semillas por legumbres.

Delgado *et al.* (2013) refieren que los patrones del comportamiento de la variable legumbres por planta difieren significativamente entre genotipos con distintas arquitecturas de plantas y hábitos de crecimiento en dependencia del efecto del ambiente.

Las diferencias en el rendimiento están influenciadas por el comportamiento de los componentes que lo conforman y la influencia de las variables climáticas. Estas variables son ampliamente empleadas para la caracterización de genotipos de frijol y tienen suma importancia por estar relacionados con el rendimiento y los gustos culinarios (Lamz *et al.*, 2013).

Los rendimientos obtenidos en los cuatro cultivares estudiados estuvieron entre 1,41 y 2,19 t ha⁻¹, estos no coinciden con (MINAG, 2015) que refiere que los rendimientos agrícolas en el cultivo del frijol común en el territorio Villa Clara y Santi Spíritus oscilan entre 0,8 y 1,0 t ha⁻¹ y los rendimientos obtenidos en los cultivares estudiados son superiores.

4.4. Valoración económica de los cultivares estudiados

Al realizar la valoración económica estimada de los cultivares en estudio, a partir de los gastos incurridos en el proceso de producción para una hectárea y los ingresos recibidos, se obtuvo que los cultivares de mayores ganancias fueron Tomeguín 93 con 27 957, 59 CUP y CUL-156 con 26 353,51 CUP respectivamente (Tabla 13). Estos resultados están relacionados con los rendimientos obtenidos por cada cultivar.

Las diferencias de los costos de producción entre los cultivares estuvo asociada a los rendimientos, gastos por alquiler de la trilladora y los envases (Anexos 1-4).

Tabla 13. Valoración económica de los cultivares estudiados por hectárea (ha)

Tratamientos	Gastos de producción (CUP)	Valor de la producción (CUP)	Ingresos (CUP)	Ganancia (CUP)
Tomeguín 93	11 462,41	42 847,83	39 420	27 957,59
Local U-1	10 155,46	29 119,57	26 790	16 634,54
CUL-156	11 266,49	40 891,3	37 620	26 353,51
Cubana 23	10 086,67	28 369,57	26 100	16 013,33

Leyenda.

CUP. Peso cubano

5. Conclusiones

1. El cultivar Local –U1. presentó el mayor peso fresco y peso seco de los frutos con diferencia significativa con los restantes cultivares. Los demás indicadores fisiológicos analizados no mostraron diferencias significativas entre los cultivares.
2. Se identificaron ocho especies de fitófagos, representadas en cinco órdenes y siete familias. Las más frecuentes fueron *D. balteata*, *C. ruficornis* y *E. kraemeri*; alcanzando sus picos poblaciones en las fenofases V3 a R5., siendo el cultivar Cubana 23 el más afectado.
3. Se identificaron como enfermedades a la roya del frijol (*U. phaseoli*) y plantas con síntomas de virus. El cultivar Tomeguín 93 fue el que menor incidencia e intensidad de *U. phaseoli* presentó con diferencias significativas con los demás cultivares, mientras que Cubana 23 fue el más resistente a virus.
4. Los cultivares de mayor rendimiento agrícola fueron Tomeguín 93 y CUL-156 con 2,19 y 2,09 t ha⁻¹ respectivamente, con diferencias significativas con los restantes, y a su vez fueron los de mayor efecto económico.

6. Recomendaciones

1. Proponer al productor incluir en la estrategia varietal a los cultivares Tomeguín 93 y CUL-156.
2. Repetir los experimentos en otras épocas de siembra del cultivo.

7. Bibliografía

Alemán, R., Gil, Victor., Quintero, E., Saucedo, O., Alvarez, U., Carlos G, J., et al. (2008). PRODUCCION DE GRANOS EN CONDICIONES DE SOSTENIBILIDAD. UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILAS. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP).

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.

Araújo, A. y Teixeira, M. (2012). Variabilidade de dos índices de colheita de nutrientes em genótipos de feijoeiro e sua relação com a produção de grãos. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 36(1): 137-146.

Araya, R., Elizondo, F., Hernández, J., Martínez, K. (2013). Guía para el funcionamiento del comité técnico: mejora genética participativa y el control de calidad de la semilla en la agricultura familiar. Oficina de la FAO en Costa Rica, proyecto GCP/RLA/182/SPA. San José, Costa Rica. 15 p.

Araya, R., R. Rodríguez; J. C. Molina; F. T. Ramos. (1995). Variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Concepto, obtención y manejo. CIAT. Cali. Colombia. 65 p.

Barrios, G., Martínez, E., Rovesti, L., Santos, R. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. La Habana. Cuba. 187 P.

Beebe, S.E y Pastor-Corrales, M.A. (1991): Breeding for disease resistance. In A. van Schoonhoven & O. Voysest (Eds). Common bean, research for crop improvement. CIAT. Cali, Colombia. 561-618.

Benavides, A., Hernández, R., Ramírez, H., Sandoval, A. (2010). Tratado de Botánica Económica Moderna. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo. México. p. 51

Boicet, T. F., Secada, Y., Chaveco, O., Boudet, A., Gómez, Y., Meriño, Y., Reyes, J. J., Ojeda, C. M., Tornos, N., y Barroso, L. (2011). Respuesta a la sequía de genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando diferentes índices de selección. *Centro Agrícola* 38(4), 69-73. Recuperado de <http://bit.ly/2scCrdU> .

Cabral, A. M. (2006). La mejora del frijol en México. Normatividad Agropecuaria. Academia Mexicana de Ciencias.

Carrasco, B. W.; Cruzalegui, S.; Cueva, B. A. y Tueros, J. C. (2015). INFORME DE LABORATORIO DE FISIOLÓGÍA. Área Foliar. Índice de área foliar, métodos para su determinación. LinkedIn Corporation © 2018.

Carravedo F, M. y Mallor G., Cristina. (2008). Variedades autóctonas de Legumbres españolas. Editorial: Centro de Investigación de Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), 525 p.

Castañeda, M. C., Córdova L. T., González, V. H., Delgado, A. A., Santacruz, A. V. y Gabino, G. S. (2006). Respuestas fisiológicas, rendimiento y calidad de semilla en frijol sometido a estrés hídrico. *Interciencia* 31(6), 461-466.

Castillo Pérez, T., *et al.* (1988). Dos condiciones de producción en el rendimiento de variedades de frijol (*P. vulgaris*) en las montañas de Guerrero. Chapingo. 12 (58-59): 37-42.

Crespo Mesa, A. (1995). Comportamiento de los residuos de Atrazina y Diuron sobre las variedades de frijol Ica Pijao y CC 25-9 en suelo Ferralítico Rojo. Centro Agrícola. 22 (2): 32-38.

Cuba (2008). Rev. *Protección Vegetal*. v.23 n.3 La Habana sep.-dic. 2008.

Cuba (2016). Listado oficial de plaguicidas autorizados. República de Cuba, Registro central de plaguicidas. 146 p.

De Mejía, E.; Guzmán-Maldonado, S. H.; Acosta-Gallegos, J. A.; Reynoso-Camacho, R.; Ramírez-Rodríguez, E.; González-Chavira, M. M.; Castellanos, J. Z. and Kelly, J. (2003). Effect of cultivar and growing location on the trypsin inhibitors, tannins, and lectins of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in the semiarid highlands of Mexico. *J. Agric. Food Chemistry*. 51:5962-5966

Delgado H, Pinzón EH, Blair M, Izquierdo PC. Evaluation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines result of an advanced backcross between a wild accession and radical cerinza. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. (2013). 16(1):79–86

Escalante, J. A. y Kohashi, J. (1993). El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 84 p.

FAO (2008). Base de datos estadísticos. Disponible en: <http://www.fao.org>. Consultado 4/4/2012.

FAO (2014). Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAOSTAT) Agriculture Data. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QC/E>.

FAOESTAT (2015) Base de Datos de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): Consumo mundial de frijol. Obtenido de www.faoestat.com.

FIRA (2015) Panorama agroalimentario Frijol. En sitio web: http://www.fira.org/pdf/Panorama_Agroalimentario_frijol consultado en mayo del 2016.

Fleites, A. y García, D. (2013). Propuesta de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

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.

Gaceta Oficial de Precios (2015). RESOLUCIÓN No. 239/ 2015. MINISTERIO DE FINANZAS Y PRECIOS. MINISTRA Lina O. Pedraza Rodríguez. La Habana. Cuba.

García, A. (2003). Sustitución de importaciones de alimentos en Cuba: necesidad vs. Posibilidad. XXIV Congreso de la Asociación de Estudios Latinoamericanos, LASA, Dallas, Texas, EE. UU. 45 p.

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

Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. (1985). Physiology of crop plants. Iowa State University Press, USA. 325 p.

Giller, K. E. "Nitrogen fixation in tropical cropping systems". CABI publishing, 423 pp. (2001).

- González, M. y García, E. (1996). Evaluación de la pérdidas por roya en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes épocas de siembra en Cuba. *Agronomía Mesoamericana* 7(1): 95-98.
- González, Mirta (1988). Enfermedades fungosas del frijol en Cuba. Editorial Científico-Técnico. La Habana, 152pp.
- Gordon, R., D.M. Brown, and M.A. Dixon. (1997). Estimating potato leaf area index for specific cultivars. *Potato Res.* 40:251-266.
- Guzmán-Maldonado, H.; Castellanos-Ramos, J. Z. and González de Mejía, E. (1996). Relationship between theoretical and experimentally detected tannins of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry* 55(4):333-335.
- Cuba (2015). GUÍA TÉCNICA DEL CULTIVO DE FRIJOL COMÚN
- Guzmán-Maldonado, S. H.; Acosta-Gallegos, J. and Paredes-López, O. (2000). Protein characteristics and mineral contents of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80:1874-1881.
- 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. *Centro Agrícola. UCLV, Santa Clara, Cuba, Año 40 (2), 4 p.*
- Hernández, A.; Pérez, J.; Bosch, D. y Castro, N. Clasificación de los suelos de Cuba (2015). edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, (2015), 93 p., ISBN 978-959-7023-77-7.
- Hernández, J. A.; R.A. Cabrera; G.M. Ascanio; D.M. Morales; R.L. Rivero; D.R. Cánovas; A.N. Martín; A.J. Buisre; M.E. Frómeta: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. MINAGRI, La Habana, Cuba, (1999), 64 p.
- INEGI (2015) Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INVI. (2004); MINAGRI, (2001). El empleo de productos biológicos en el control de plagas del frijol común". Generalidades.
- Irañeta, M.; R. Rodríguez. (1983). Agrotecnia del frijol en IV Curso Intensivo de Posgrado del frijol. La Habana. MINAGRI.

Ladizinsky y Gideon (1998). Life Sciences Plant Sciences. Plant Evolution under Domestication. Authors:, Gideon. P. 1-60. Disponible en: <https://www.springer.com/gp/book/9780412822100>.

Lamz PA, Cárdenas RM, Ortiz R, Montero V, Martínez B, de la Fé CF, et al. Evaluación del comportamiento agro-morfológico a partir de la caracterización de la variabilidad en líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sembradas en época tardía. Cultivos Tropicales. (2016); 37(2):108–14.

López S.; O.H. Tosquy; F.J. Ugalde; J.A. Acosta: Rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de frijol negro en el estado de Veracruz. Revista Fitotecnia Mexicana, 31(3):5-39, (2008).

LPSV (2005). Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Resumen ampliado de Metodologías de Señalización y Pronóstico.

Martínez, E.; Barrios G.; Rovesti L.; Santos R. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. España.

Martínez, E; Espinosa, J; González, T; Paz, O; González, C; Rovira, S. (2015). Tecnología Agroecológica para el cultivo del frijol. Fertilización. p. 7,14, 21.

Mayea S, Herrera L, Andreu CM (1994). Enfermedades de las plantas cultivadas en Cuba. Editorial Pueblo y Educación. La Habana: 425p.

Mayea, S. y Padrón, J. (1983). Bacterias y hongos fitopatógenos. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. Cuba, 233p.

MINAGRI (2015 a). Informe del diagnóstico de la cadena del frijol en la región central Cuba 93p.

MINAGRI (2017) Producción de granos en la provincia de Villa Clara en el año 2016. Ministerio de la Agricultura. Villa Clara. 6 p.

MINAGRI. (2015 b). Plan estratégico de la cadena del frijol para la región central Cuba 42p.

MORALES, A. (1997). Informe Anual (1997), Programa de Frijol. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Investigaciones Agropecuarias. San José Costa Rica. Sntp.

Morales, F. J. (2000). El mosaico dorado y otras enfermedades del frijol común causadas por geminivirus transmitidos por mosca blanca en América Latina. Centro Internacional de la Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Colombia.

Morales, M., Carlos, A.; Vázquez, M., Luis; Elizondo, Ana Ibis; Neyra, Manuel; Velázquez, Yissell; Pupo, Elsy; Reyes, Sonia; Rodríguez, Ireño; Toledo, Cecilia. (2002) MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DE INSECTOS EN EL CULTIVO DEL FRIJOL. Fitosanidad, vol. 6, núm. 3, septiembre (2002), pp. 29-39.

Pacheco, M., Hernández, A., Alonso, M., Puldón, V., *et al.* (2016). La cadena de valor del frijol común en Cuba. Proyecto AGROcadenas. Cuba. 171 p. Padilla-Ramírez, J. S; J. A. Acosta-Gallegos; E. Acosta-Díaz; N. Mayek-Pérez; J. D. Kelly (2005). Partitioning and partitioning rate to seed yield in drought-stressed and non-stressed dry bean genotypes. Ann. Rep. Bean Improv. Coop 48:152-153. 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.

Peña-Cabriales, J. J. y Zapata. F. (1999). Aumento de la fijación biológica del nitrógeno en el frijol común en América Latina. Ed. IMPROSA, SA. de C.V, Irapuato. México. 203 p. Interacción planta-microbios.

Pinheiro, C., Baeta, J.P. Pereira, A.M., Domínguez, H., Ricardo, C. (2007). Mineral elements correlations in a Portuguese germplasm collection of *Phaseolus vulgaris*. Integrating Legume Biology for Sustainable Agricultura. 6 European Conference on Grain Legumes. 12-16 noviembre 2007, Lisboa, Portugal. p. 125-126.

Quintero E., (2012). Instrucciones básicas para el cultivo de frijol común. "Universidad Central Marta Abreu de las Villas".

Quintero, E. y Gil, V.D. (2012). INSTRUCCIONES BÁSICAS PARA EL CULTIVO DEL FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) EN CUBA.

Quintero, E., Guzmán, L., y Gil, V. (2005). El banco de germoplasma de frijol del CIAP y su contribución al desarrollo en el sector productivo de Villa Clara. III Conferencia Internacional Sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad "Agrocentro 2005", Santa Clara, Junio 2005.

Quintero, E.; Gil, V.; Guzmán, L.; Castillo, S. (2004). Banco de germoplasma de frijol del CIAP: fuente de resistencia a la roya. *Centro Agrícola*, Año 31 (3-4):10-12.

Quintero, F.E. (2009). El Cultivo del Frijol en Cuba. Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Ramos, Y. (2008). *Empoasca kraemeri* Ross y Moore sobre el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en un suelo Ferralítico Rojo Típico. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de las Villas 34 p.

Reynoso, R., Ríos, M del Carmen., Torres, I., Acosta. JA., Palomino, A Cristina., Ramos, M., González, E. y Guzmán, S. (2007). EL CONSUMO DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) Y SU EFECTO SOBRE EL CÁNCER DE COLON EN RATAS SPRAGUE-DAWLEY. *Agricultura Técnica en México* Vol. 33 Núm. 1 Enero-Abril 2007 p. 43-52.

RÍOS, M., J. y QUIRÓS D., J. (2002). El Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico. FENALCE. Bogotá. 193 pp.

Rosas, J.C. (2003). Recomendaciones para el manejo Agronómico del cultivo del frijol. Programa de Investigaciones en frijol, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Imprenta LitoCom, Tegucigalpa, Honduras, 33p.

Singh, S. P.; Gutierrez, J. A.; Molina, A.; Urrea, C.; Gepts, P. (1991b). Genetic diversity in cultivated common bean: II. Marker based analysis of morphological agronomic traits. *Crop Sci.* 31:23-29.

Singh, S. P.; Nodari, R.; Gepts, P. (1991a). Genetic diversity in cultivated common bean: I. Alloenzymes. *Crop Sci.*31:19-23. Singh S. Broadening the genetic Base of Common Bean Cultivars: A review. *Crop Sci.* 31:1659-1675.

Socorro Quesada, M. A. y Martín Fagundo, D. S. (1989). Editorial Pueblo y Educación. Pp 1- 53

Suárez E C, Solís EJ. Caracterización y evaluación preliminar de 24 líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el centro experimental "La compañía", Carazo [Internet] [Tesis de Diploma]. [Nicaragua]: Universidad Nacional Agraria;

2006 [cited 2016 Mar 8]. Available from:
<http://repositorio.una.edu.ni/1985/1/tnf30s939.pdf>

Ulloa, J. A.; Ulloa, P. R.; Ramírez, R. J. C. y Ulloa, R. B. E. “El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos”. Revista Fuente, vol. 3, no. 8, (2011), pp. 5-9, ISSN 2007-0713.

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas 2012 Proyecto “Recursos Fitogenéticos de Granos”.

Vargas M L P, J S Muruaga, J A Acosta, R Navarrete, P Pérez, G Esquivel, M B G Irizar, J M Hernández (2006). Colección Núcleo de *Phaseolus vulgaris* L. del INIFAP. Catálogo de Acciones de la Forma Domesticada. Libro Técnico no. 10. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Chapingo, México. 461 p.

Vargas, E. (1980). La roya en: Problemas de producción de frijol. H. F.

Vázquez E., Torres S. 1983. Prácticas de Fisiología Vegetal II. Universidad Central de las Villas. Cuba.

Zimmermann, M. J. de O. /et al /. (1990). Cultivo do Feijoeiro. Fatores que afetam a produtividade. Agrocienca. vol II(4). Montecillo.

Zimmermann, M. J. de O. /et al /.1988. Cultivo do Feijoeiro. Factores que afetam a produtividade. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba – SP.

Anexos

Anexos1. Gasto en el proceso de producción para una ha de frijol del Cultivar Tomeguín 93

Actividad	UM	Cantidad	Valor	Costo
Rotura(combustible)	L	24	10	240
Salario	cord	24	20	480
Cruce(combustible)	L	24	3	72
salario	cord	24	20	480
Surque con buey	J	20	50	1000
Fertilizante NPK	U	7	90	630
Fertilización	J	2	50	100
Semilla	kg	46	39,13	1 799,98
Siembra	J	3	50	150
Tratamiento fitosanitario	J	3	50	150
Plaguicidas	T	3	37,36	111,37
Riego de agua	L	120	10	1 200
Salario	J	6	50	300
Cosecha	J	5	50	250
Trilla	J	5	50	250
Alquiler trilladora	kg	221,67	18	3 990,06
Beneficio	J	4	50	200
Envase	U	49	1	49
Total				11 462,41

Leyenda:

kg. Kilogramo

J. jornadas

T. tratamientos

Cord. Cordeles

L. litros

U. unidades

Anexo 2. Gasto en el proceso de producción para una ha de frijol del Cultivar Local U-1

Actividad	UM	Cantidad	Valor	Costo
Rotura(combustible)	L	24	10	240
Salario	cord	24	20	480
Cruce(combustible)	L	24	3	72
salario	cord	24	20	480
Surque con buey	J	20	50	1000
Fertilizante NPK	U	7	90	630
Fertilización	J	2	50	100
Semilla	kg	46	39,13	1 799,98
Siembra	J	3	50	150
Tratamiento fitosanitario	J	3	50	150
Plaguicidas	T	3	37,36	111,37
Riego de agua	L	120	10	1 200
Salario	J	6	50	300
Cosecha	J	5	50	250
Trilla	J	5	50	250
Alquiler trilladora	kg	142,69	19	2 711,11
Beneficio	J	4	50	200
Envase	U	31	1	31
Total				10 155,46

Leyenda:
 kg. Kilogramo
 J. jornadas
 T. tratamientos
 Cord. Cordeles
 L. litros
 U. unidades

Anexo 3. Gasto en el proceso de producción para una ha de frijol del Cultivar CUL-156

Actividad	UM	Cantidad	Valor	Costo
Rotura(combustible)	L	24	10	240
Salario	cord	24	20	480
Cruce(combustible)	L	24	3	72
salario	cord	24	20	480
Surque con buey	J	20	50	1000
Fertilizante NPK	U	7	90	630
Fertilización	J	2	50	100
Semilla	kg	46	39,13	1 799,98
Siembra	J	3	50	150
Tratamiento fitosanitario	J	3	50	150
Plaguicidas	T	3	37,36	111,37
Riego de agua	L	120	10	1 200
Salario	J	6	50	300
Cosecha	J	5	50	250
Trilla	J	5	50	250
Alquiler trilladora	kg	211,51	18	3 807,14
Beneficio	J	4	50	200
Envase	U	46	1	46
Total				11 266,49

Leyenda:
 kg. Kilogramo
 J. jornadas
 T. tratamientos
 Cord. Cordeles
 L. litros
 U. unidades

Anexo 4. Gasto en el proceso de producción para una ha de frijol del Cultivar Cubana 23

Actividad	UM	Cantidad	Valor	Costo
Rotura (combustible)	L	24	10	240
Salario	cord	24	20	480
Cruce(combustible)	L	24	3	72
salario	cord	24	20	480
Surque con buey	J	20	50	1000
Fertilizante NPK	U	7	90	630
Fertilización	J	2	50	100
Semilla	kg	46	39,13	1 799,98
Siembra	J	3	50	150
Tratamiento fitosanitario	J	3	50	150
Plaguicidas	T	3	37,36	111,37
Riego de agua	L	120	10	1 200
Salario	J	6	50	300
Cosecha	J	5	50	250
Trilla	J	5	50	250
Alquiler trilladora	kg	146,74	18	2 641,32
Beneficio	J	4	50	200
Envase	U	32	1	32
Total				10 086,67

Leyenda:
 kg. Kilogramo
 J. jornadas
 T. tratamientos
 Cord. Cordeles
 L. litros
 U. unidades