



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



TRABAJO DE DIPLOMA

**COMPORTAMIENTO MORFOAGRONÓMICO DE SEIS ACCESIONES
DE FRIJOL COMÚN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) DE TESTA NEGRA.**

Autor(a): Liss María Morales Cáceres.

Sancti Spiritus, 2016



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS

“JOSÉ MARTÍ PÉREZ”

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



TRABAJO DE DIPLOMA

**COMPORTAMIENTO MORFOAGRONÓMICO DE SEIS ACCESIONES
DE FRIJOL COMÚN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) DE TESTA NEGRA.**

Autor(a): Liss María Morales Cáceres

Tutor: MSc. Wilfredo Valdivia Pérez

Sancti Spíritus, 2016

La Tierra es la gran Madre de la fortuna. Salvarla es ir directamente hacia ella.

José Martí.

A mis padres, regalo que hoy le ofrezco, por haber sido uno de sus mayores deseos.

A mi esposo, que con amor y apoyo durante todos estos años contribuyó con la culminación de mis estudios.

A mi abuelita querida que siempre confió en mí.

A todos mis familiares y compañeros que con amor y entereza me dieron su aliento en todos los momentos difíciles.

A todos los que de una forma u otra me ayudaron desinteresadamente en la conformación de este trabajo.

A mis padres, por haberme depositado confianza, por enseñarme a ser paciente, por brindarme su apoyo.

A nuestro sistema social que me dio la oportunidad de estudiar y hacer de mí una mujer de ciencia.

A mi Tutor Wilfredo Valdivia Pérez, quien con sus conocimientos y enseñanza me ha posibilitado la culminación de mi carrera.

A todos mis familiares y amistades, que de una forma u otra me han ayudado.

A todos aquellos que me han deseado suerte y éxitos en mis estudios.

A todos muchas gracias.

El propósito del trabajo fue presentar los resultados del comportamiento morfoagronómico de seis accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de testa negra, en las condiciones edáficas y climáticas de la CCS: “José Regino Sosa” del municipio cabecera de la provincia de Sancti Spíritus. El estudio se llevó a cabo en el período Octubre 2015 - Enero 2016. Se utilizó un diseño de Bloques al Azar de tres réplicas con 21 parcelas distribuidas de forma aleatoria y un área de 6 m² cada una. El Sistema de cultivo que se utilizó es el recomendado por el Instituto de Investigaciones de Granos y para medir las variables, el descriptor varietal de Edilio Quiñero del 2004. El estudio fenológico manifiesta que las accesiones más precoces resultaron: C-22 y ENAR 67. La de ciclo más largo el testigo, representado por la variedad CC-25-9 (n) con 85 días a la cosecha. Para el análisis estadístico se operó con el paquete STATGRAPHICS versión 5.0. Como regularidad en las variables agronómicas hubo diferencia significativa, pero todas las cifras superaron el testigo. En caso del rendimiento en t.ha⁻¹ todas las accesiones del estudio superaron la CC-25-9 (n) (testigo) y a su vez superaron las cifras de otros autores y registros oficiales, como los publicados por la delegación del MINAGRI en la provincia de Sancti Spíritus durante el período 2013 – 2014, que alcanzó una media de 0,8 t.ha⁻¹. De modo que los resultados revelan buena interacción de los cultivares con el ambiente del agroecosistema seleccionado.

The purpose of this study was to present the results of morfoagronómico behavior of six accessions of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) black testa in soil and climatic conditions of the CCS: "Jose Regino Sosa" of the municipality of the province of Sancti Spíritus. The study was conducted in the period October 2015 - January 2016 a design of random blocks with three replicates 21 plots randomly distributed and an area of 6 m² each were used. The culture system used is recommended by the Grain Research Institute and to measure the variables, the varietal descriptor Edilio Quiñtero 2004. The phenological study states that the earliest accessions were: C-22 and ENAR 67. the longer the control cycle, represented by the CC-25-9 (n) range with 85 days to harvest. Statistical analysis was operated with the package version 5.0. Como STATGRAPHICS regularly in agronomic variables significant difference, but all figures beat the witness. If performance in t.ha⁻¹ study all accessions exceeded the CC-25-9 (n) (control) and in turn exceeded the figures of other authors and official records, such as those published by the delegation of MINAGRI in Sancti Spiritus province during the period 2013 - 2014, which reached an average of 0.8 t ha⁻¹. So the results show good interaction with the environment cultivars selected agroecosystem.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. Generalidades del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	4
1.1.1. Cultivo del frijol en Cuba	4
1.2. Importancia nutricional y económica del cultivo.....	5
1.3. Características botánicas del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	6
1.3.1. Taxonomía del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	7
1.3.2. Morfología del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	7
1.4. Características fisiológicas frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	9
1.4.1. Hábito de crecimiento.....	9
1.4.2. Exigencias ecológicas	9
1.4.3. Exigencias edáficas.....	10
1.4.4. Variedades del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	11
1.5. Agrotecnia del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	12
1.5.1. Selección y preparación del suelo.....	12
1.5.2. Época de siembra del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	13
1.5.3. Método y densidad de siembra del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	14
1.6. Riego del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	15
1.7. Fertilización del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	15
1.7.1. Fertilización orgánica	15
1.7.2. Fertilización biológica.....	16
1.7.3. Fertilización química	17

1.8. Control de plagas y enfermedades del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)..	17
1.8.1. Lucha biológica y aplicación de productos no convencionales.....	20
1.9. Rendimientos del cultivo del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	21
1.10. Requisitos para la cosecha del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) ¡Error! Marcador no definido.	
II - MATERIALES Y MÉTODOS	23
2.1. Ubicación del trabajo experimental.....	23
2.2. Características edáficas del agroecosistema de la CCS “José Regino Sosa”. (Información del Sistema Cartográfico “Mapinfo” de la Dirección de Suelos y Agroquímica del Ministerio de la Agricultura (MINAGRI)	23
2.3. Características climáticas del agroecosistema de la CCS “José Regino Sosa”	23
2.4. Sistema de cultivo empleado en el experimento.....	24
2.5. Procedimiento para determinar las variables morfoagronómicas del experimento..	25
2.6. Diseño de la investigación utilizado	26
2.7. Observaciones morfoagronómicas durante el ciclo del cultivo	27
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
IV. CONCLUSIONES.....	36
V. RECOMENDACIONES.....	37
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

En el mundo y en Cuba desaparecen las variedades tradicionales, desarrolladas pacientemente para los diferentes climas y suelos. La panorámica agrícola actual se caracteriza por el déficit de semilla de calidad en los cultivos principales como el frijol, que debe adaptarse a las diversas condiciones edafoclimáticas existentes en el país, esto no será posible sin la activa participación de los campesinos, no solo en la producción de semilla, sino en la creación de genotipos que cumplan realmente la adaptación específica a las disímiles características de los agroecosistemas cubanos. (Ortiz *et al.*, 2003).

Las actuales condiciones en que vive nuestro planeta, donde la es el factor fundamental, hace necesario la búsqueda de soluciones viables para paliar el hambre y demás problemas que afectan a la raza humana. Cuba tiene por obligación que producir el más alto % de todos sus bienes de consumo pues de ello depende nuestra existencia y nivel de vida.

En los Lineamiento de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en su sexto congreso y en la conferencia Nacional del Partido Comunista de Cuba efectuado en enero del 2012, en su acápite 193 se destaca asegurar la producción de granos que garanticen el incremento de la producción y la gradual reducción de las importaciones, donde la producción de frijol constituye un gran problema a resolver (PCC, 2012).

El frijol ha constituido tradicionalmente un componente importante en la dieta del cubano, y tiene una gran importancia nutricional por sus aportes en calorías, fósforo, vitaminas, hierro y otros elementos, por lo que su producción constituye una creciente importancia económica internacional a bajos precios. El país dispone de variedades mejoradas y seleccionadas de frijoles, así como una amplia experiencia que le posibilite acometer y sistematizar elevadas cifras de tierra en ese cultivo, que garanticen el menguado consumo nacional (Mosquera *et al.*, 2005).

En Cuba a pesar de los esfuerzos, la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) no satisface las demandas. Se siembran 100 000 ha anuales con un rendimiento de 1.1 t/ha para una per cápita anual de 6,9 kg por consumidor. (O.N.E., 2011). Datos de la Organización Mundial de la Alimentación (2010), estiman que el continente americano produce el 30% de la producción mundial y en el área los rendimientos oscilan entre 0,68 y 0,78 t/ha.

El cultivo del frijol común en Cuba está representado oficialmente por 33 variedades de diferentes colores, reconocidas en el Registro Oficial de Variedades Comerciales (MINAGRI, 2013), diversidad suficiente para lograr la adaptabilidad de la especie a las diferentes regiones y agroecosistemas del país. Por otra parte, trabajos realizados por el Proyecto de Innovación Agropecuaria Local (PIAL) reportan experiencias de productores en Pinar del Rio que poseen hasta 260 variedades de frijol como banco fitogenético del cultivo para mitigar las condiciones adversa del clima (Ortiz *et al.*, 2013).

Según estudios del Instituto de Investigación de Granos (2014), y la experiencia de los productores, son varios los factores que influyen en los bajos rendimientos, entre ellos la adecuación de las variedades a determinados agroecosistemas.

La necesidad de aumentar las producciones y los rendimientos en condiciones de bajos insumos, induce a seleccionar variedades como una opción. Pues en un menor período de tiempo se pueden hallar genotipos sobresalientes, si los mismos se adaptan a las condiciones edafoclimáticas de diferentes agroecosistemas del territorio, tanto en áreas de productores privados como estatales.

Se conoce que un problema esencial para escoger variedades es la relación entre el ambiente de selección y el ambiente de destino. De modo que si una selección directa en el ambiente de destino siempre es más efectiva y se cuenta con una abundante variabilidad genética de frijol común en el territorio para experimentar o ensayar, entonces están creadas las condiciones para proceder.

La práctica agrícola indica que los productores deben contar con más de una variedad del cultivo, para tener una estructura varietal capaz de dar respuesta a las exigencias edafoclimáticas de cada una de ellas. La biodiversidad es importante para el reciclaje de nutrientes, el control del microclima, la regulación de los procesos hidrológicos y el manejo de los organismos deseables (Yero, 1998).

Según estudios del Instituto de Investigación de Granos (IIG) (2014), las variedades comerciales en las condiciones de Cuba no alcanzan su rendimiento potencial, entre otros factores, por el nivel de adecuación a los diferentes agroecosistemas del país.

Esta situación condujo al Instituto Nacional de Ciencias Agropecuarias (INCA) a crear un programa de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) denominado “Ensayo Nacional de Adaptabilidad y Rendimiento” (ENAR), con el propósito de determinar el comportamiento de un grupo de accesiones en distintas regiones productoras del grano en el país, en coordinación con el PIAL en las diferentes provincias. Es por ello, que se plantea el siguiente:

Problema científico

¿Cuál será el comportamiento morfoagronómico de seis accesiones del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de testa negra en el agroecosistema de la CCS “José Regino Sosa” del municipio de Sancti Spíritus?

Hipótesis

El comportamiento morfoagronómico de seis accesiones del cultivo de frijol en el agroecosistema experimental hará posible evaluar cómo se adecuan a las condiciones edafoclimáticas del entorno.

Objetivo general: Determinar el comportamiento morfoagronómico de seis accesiones de frijol en el agroecosistema de la finca para revelar la interacción con las condiciones edafoclimáticas.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

El origen del *Phaseolus Vulgaris* ha sido un tema muy debatido entre los historiadores, muchos de la opinión que este cultivo se había originado en Europa, otros apuntan que fue originario de algunas regiones de América de donde fue distribuido a otros continentes. Después de estudios más detallados de su origen existieron apariciones esporádicas en países de América, como Perú, México, Guatemala, Chile y Bolivia, por lo que se puede fijar con certeza mediante datos obtenidos en 1500 puntos aislados que aparecen en distintas descripciones y referencias (González, 1988).

El frijol es, entre las leguminosas de grano alimenticias, una de las especies más importantes para el consumo humano. Su producción abarca áreas agroecológicas diversas. Esta leguminosa se cultiva prácticamente en todo el mundo. América Latina es la zona de mayor producción y consumo, se estima que más del 45 % de la producción mundial total proviene de esta región.

1.1.1. Cultivo del frijol en Cuba

EL frijol en Cuba ha sido durante muchos años una práctica común dentro del campesinado. Según informe presentado por la Oficina Nacional de Estadística (ONE, 2008) la producción cumplimentó, en determinado grado, la necesidad del país y actualmente es insuficiente como resultado del nivel de vida de la población. Al cierre del año 2007, las entidades estatales no especializadas y los parceleros, contemplados en este levantamiento acumulaban en conjunto, un total de 1195,8 caballerías sembradas de frijol, equivalente al 22,0% de las 5439,3 caballerías plantadas en el país durante este año. De esa superficie el 75,3% corresponde a los parceleros, con un total de 900,4 caballerías y el 24,7% restante a huertos de autoconsumo de entidades estatales no especializadas con 295,4 caballerías.

González (1988) planteó que las regiones frijoleras más importantes de Cuba se encuentran en las provincias de Holguín, Sancti Spíritus, Matanzas y en zonas arroceras de Pinar del Río; diseminado por todo el territorio nacional se encuentran numerosas planes frijoleros de menor magnitud; además los pequeños agricultores dedican a este cultivo parte de sus tierras con propósitos de autoconsumo. Según Quintero *et al.* (2004), el frijol en Cuba está sometido a una amplia gama de adversidades agrupadas en tres categorías fundamentales: climáticas, edáficas y bióticas, que pueden presentarse en complejas interacciones entre ellas.

1.2. Importancia nutricional y económica del cultivo

El frijol común conocido como Alubia frijol, Alubia de riñón, Judía, Poroto y Caraota es un cultivo de gran importancia en la alimentación humana por el elevado contenido de nutrientes que posee. En América Latina es un componente esencial de la dieta por ser una fuente importante de proteínas (Socorro y Martín, 1989).

Según Castiñeiras (2001), el frijol constituye la leguminosa que ha sido objeto de más estudios en América Latina, por ser la fuente principal de proteínas, así como por formar parte importante de los hábitos alimentarios de la población. Los avances científicos corroboran la necesidad de incorporar y mantener este alimento en la dieta convencional, por sus probados valores nutricionales y medicinales. Se destaca su aporte en proteínas, de manera que en las guías alimentarias de la población cubana integra el grupo de alimentos que se caracterizan por su contenido proteico.

El propio autor refiere que contribuye con vitaminas del Complejo B y ácido fólico. Las legumbres son ricas en fibra dietética y minerales, como calcio, hierro, cobre, cinc, fósforo, potasio y magnesio. Los frijoles constituyen una de las fuentes principales de fibras solubles en la dieta común: ayudan en la reducción del colesterol.

El frijol común constituye la principal fuente de proteína, de origen vegetal, para más de 5.3 billones de persona en América Latina, África, el Caribe y Asia. Un

análisis económico sencillo teniendo como fuente de referencia la carta tecnológica establecida para el cultivo del frijol del MINAGRI, (1994) y la experiencia acumulada en la conducción de experimentos durante más de 15 años en Estaciones Experimentales y los resultados obtenidos en experimentos, demuestra que la selección de una adecuada estructura varietal en función de la época de siembra mejora sensiblemente los indicadores económicos al incrementar la ganancia y la rentabilidad en un 82.5% y reducir el costo por peso en más del 23%.

En el Caribe es un alimento básico en la dieta de países como Cuba, Haití y la República Dominicana. En esta región se cultivan unas 212 mil hectáreas anuales.

El frijol ha constituido tradicionalmente un componente importante en la dieta del cubano, y tiene una gran importancia nutricional por sus aportes en calorías, fósforo, vitaminas, hierro y otros elementos, por lo que su producción constituye una creciente importancia económica internacional a bajos precios (Arroyo, 1999).

Según González (1988), el frijol y la habichuela, así como otras leguminosas, constituyen fuentes altamente eficientes de proteína, por lo cual se deberá duplicar la producción, en relación con los niveles actuales. El contenido de proteína en las semillas secas de estos cultivos, oscila entre 12% y 25% en comparación con los niveles de proteína de los cereales, los cuales solo tienen entre 5% y 14%.

1.3. Características botánicas del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

P. vulgaris, es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas, antiguamente conocida como familia de las *Papilionáceas*. Es una especie que presenta una enorme variabilidad genética, existiendo miles de cultivares que producen semillas de los más diversos colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se destina mayoritariamente a la obtención de grano seco, tiene una importante utilización hortícola (Socorro *et al.*, 1989).

1.3.1. Taxonomía del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol común pertenece al género *Phaseolus* y su ubicación taxonómica es: Reino: *Plantae*; división: *Magnoliophyta*; clase: *Magnoliopsida*; subclase: *Rosidae*; orden: *Fabales*; familia: *Fabaceae*; género: *Phaseolus* y especie: *Phaseolus vulgaris* L.

1.3.2. Morfología del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol es una planta de consistencia herbácea, el ciclo biológico es relativamente corto de carácter anual, de tamaño y hábito variables, ya que hay variedades de crecimiento determinado e indeterminado (arbusto pequeño y trepador) según describe (Socorro *et al.*, 1989).

Raíz: Según Quintero (2002), el sistema radical está compuesto por una raíz principal, así como por un gran número de raíces secundarias y raicillas. Al germinar, es de crecimiento rápido, su capa activa se enmarca entre los 0.20 – 0.40 m. de profundidad y de 0.15–0.30 m radio, con numerosas ramificaciones laterales. Este cultivo posee la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico por la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* a partir de la formación de nódulos en sus raíces.

Tallo: El tallo está formado por nudos y entrenudos que tienen un tamaño variable, y de cada nudo emerge una hoja, su altura depende del hábito de crecimiento (determinado o indeterminado). Se les llama determinado cuando alcanzan poca altura (0.20–0.60 m.) y presentan en su extremo una inflorescencia mientras que los indeterminados pueden llegar a medir de dos a diez metros de longitud y no presentan inflorescencia en su yema Terminal (Quintero, 2002).

Hojas: Las hojas, a su vez, son alternas, compuestas por tres folíolos (dos laterales y uno terminal o central). Los folíolos son grandes, ovalados y con extremos acuminados o en forma de punta.

Existen folíolos en forma ovalada o romboide. Posee un nervio central y un sistema de nervaduras ramificadas en toda el área del limbo foliar, las hojas son alternas, trifoliadas y de color verde, oscuro o claro. La forma de los folíolos es variada:

ovalada, deltoidea y cuneiforme. Del mismo modo, existen hojas trifoliadas, con foliolos subromboideos de apiculados a mucronados, borde foliar liso o muy finalmente denticulados, cubierto por densa vellosidad corta, no glandular, que cubre tanto el haz como el envés, estando algo más marcadas sobre los nervios (Carrera, 2010).

Inflorescencia: Es en racimos que pueden ser: terminales (estos solo se presentan en variedades de crecimiento determinado) y axilares, que están presentes en ambos hábitos de crecimiento. Las flores presentan cinco pétalos desiguales: un estandarte, dos fusionados que conforman la quilla y dos "alas". La flor es simétrica y puede ser de colores variados: blanco, rosa, amarillo, violeta (Quintero, 2002).

Fruto: Es una legumbre conocida comúnmente como vaina, de forma alargada, que puede tener diferentes colores como: crema, café, morado, crema con pigmento morado, café con pigmento morado, habano o café claro, hasta la maduración. La vaina contiene de tres a nueve semillas, pero lo normal es de cinco a siete, de forma reniforme, aunque también pueden ser redondas, ovoides, elípticas, pequeñas casi cuadradas, alargadas ovoideas (Muñoz *et al.*, 1993).

Semilla: Atendiendo al color se pueden encontrar granos de color uniforme por ejemplo negro, rojos y blancos también se pueden encontrar de dos colores con diferentes variantes dentro de dicho grupo, y finalmente hasta de tres colores diferentes, el estado de madurez fisiológica, o término de crecimiento de los granos, se alcanza cuando éstos logran una humedad de 52 a 54% como promedio. El color de los granos es verde desde el comienzo de su crecimiento, hasta que alcanzan una humedad ligeramente superior o muy cercana al 60%; de ahí en adelante los granos van gradualmente adquiriendo el o los colores característicos de cada cultivar, para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica (Quintero, 2002).

Por su tamaño según la clasificación que reporta Muñoz *et al.* (1993), se pueden encontrar las siguientes categorías:

Las semillas de este cultivo tiene la propiedad de perder rápidamente la humedad una vez maduros, pudiéndose almacenar sin mayores dificultades, ya que sus tegumentos son bastantes impermeables aunque su espesor es una característica que depende de la variedad y del tipo de frijol (Socorro y Martín, 1989).

1.4. Características fisiológicas frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

1.4.1. Hábito de crecimiento

Según Socorro y Martín (1989), el ciclo de desarrollo del frijol consta de las siguientes fases. Germinación, Primeras hojas verdaderas, Formación de las inflorescencias, Floración, Formación de las vainas y Maduración de las vainas. Las fases de desarrollo pueden comenzar en diferentes momentos. Esta diferencia no solo está determinada por la variedad sino también por la temperatura, la humedad del suelo y del aire.

1.4.2. Exigencias ecológicas

En este continente, existe una gran heterogeneidad de las zonas productoras de frijol, no solo se compara un país con otro, si no aun dentro de un mismo país o dentro de una misma zona, este se siembra en altitudes bien diversas que oscila desde el nivel del mar hasta 1870 m sobre el nivel del mar y a temperaturas que varían entre los 17 y los 30°C. Sin embargo, el frijol se siembra con mayor frecuencia en zonas comprendidas entre 200 m y 1200 m sobre el nivel del mar y por lo general, en climas templados – cálidos entre 20-30°C como promedio, con precipitación entre 1000 mm y 2000 mm por año. El frijol es una especie vegetal adaptada a las condiciones de días corto, cuando estos se alargan la floración tiene retraso de 15 a 20 días; en ocasiones alcanza hasta 50 días; durante este tiempo se desarrolla con más rapidez la fase vegetativa de la planta (González, 1988).

White y Sponchiado (1985) plantearon, que en la mayoría de las zonas productoras de frijol los rendimientos potenciales nunca son alcanzados, esto se debe a que esta leguminosa se cultiva principalmente en condiciones ambientales poco

favorables, como son la escasa y errática precipitación pluvial durante la estación de crecimiento, baste decir que en América Latina el 60 % de los campos agrícolas sembrados con frijol común sufren de estrés hídrico o sequía en alguna etapa del desarrollo. Obtener materiales de frijol tolerante a la sequía constituye una meta en muchas regiones del trópico.

1.4.3. Exigencias edáficas

Las condiciones del suelo tienen una gran importancia para la obtención de rendimiento aceptable; los suelos con una profundidad hasta 12 cm. y con buena aireación, son los mejores para el buen desarrollo del cultivo del frijol, las mejores características que debe tener un suelo considerado como de fertilidad media para el cultivo son: estructura suelta, permeabilidad y PH apropiado: cuando el PH es bajo es necesario realizar encalado (González, 1988).

Por su parte, Cairo y Quintero (1980) plantearon, que las condiciones edáficas varían ampliamente en función de la diversidad de tipos y categorías de suelo de todo el territorio nacional.

Entre los factores edáficos un factor limitante es la baja fertilidad del suelo en general y en particular la deficiencia en nitrógeno y fósforo (Singh, 1999), además Wortmann *et al.* (1998), expresan que las concentraciones de Aluminio y Manganeso pueden llegar a niveles muy elevados siendo tóxicas para las plantas también son importantes las deficiencias en potasio y hierro, provocando esta última una clorosis, sobre todo en suelos con pH elevado.

Socorro y Martín (1989) plantearon, que tampoco debe existir un exceso de sodio, este ocasiona raquitismo, amarillamiento, aborto de las flores, maduración prematura y bajos rendimientos. El frijol tolera hasta el 4% de saturación de sodio no más, los mismos autores agregan que 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.

1.4.4. Variedades del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Desde el punto de vista genético, la tolerancia a sequía en plantas es un carácter cuantitativo. A la fecha, en México se han desarrollado diversas variedades de frijol con la capacidad de tolerar sequía utilizando métodos de selección en campo. Con el objetivo de acelerar la identificación de variedades tolerantes, en nuestro grupo se identificó a los genes de mayor transcripción en cultivares tolerantes y susceptibles a estrés hídrico (Barrera *et al.*, 2007)

Quintero *et al.* (1998) plantearon, que el uso de una o pocas variedades en los cultivos ha conducido a no pocos fracasos, incluso desastres en la agricultura, además aseguran que en el desarrollo y validación de variedades y tecnologías para el manejo sostenibles de sistemas de producción de frijol, se incrementó la introducción de la variedad Delicias 364 tolerantes al BGMV.

En Velazco más del 70% de las áreas que se siembran en la actualidad emplean variedades mejoradas genéticamente, predominando en la preferencia de los productores la variedad BAT-304 y la tradicional Velazco Largo (García *et al.*, 2005).

Se ha demostrado que con el uso de variedades mejoradas, conducidas tradicionalmente mediante riego rodado o aspersión y fertilización manual, pueden incrementar significativamente el rendimiento del grano (Acosta *et al.*, 2000).

Cuatro nuevas variedades de frijol comenzaron a sembrarse en Cuba desde el 2011 en: Pinar del Río, Sancti Spíritus y Guantánamo, sus bases genéticas pueden resistir los factores adversos de los diferentes ecosistemas y son más rentables, así expresó Benito Faure, especialista del Instituto de Investigaciones del Grano en Cuba, el hecho permite como política del país, mejorar la composición varietal (10 de Junio del 2011, en Juventud Rebelde)

Para el manejo de variedades: Se debe tener en cuenta los indicadores de interacción variedad por época; incidencia de plagas y enfermedades y condiciones

climáticas y edáficas en el momento de seleccionar la composición varietal a escoger dentro de la finca. (Acosta *et al.*, 2000).

1.5. Agrotecnia del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

1.5.1. Selección y preparación del suelo

La estación experimental de Holguín y su grupo de granos elaboró en el 2000 exigencias fundamentales para la preparación del suelo, teniendo en cuenta que la topografía debe ser llana o ligeramente alomada, con drenaje natural de ser factible, drenaje artificial, con una profundidad de la capa arable no inferior de 20 cm, son preferibles los suelos con plasticidad media, debe tenerse en cuenta que el Treflán no controla algunas especies tales como: Escoba amarga, Hierba mora, Cyperaceas y otras. El pH óptimo está comprendido entre 5.8 y 6.5.

El número de labores que se le debe dar para preparar al suelo en el cultivo de frijol, estará determinado por el tipo de suelo, y el cultivo que tenía anteriormente. De forma que quede bien mullido, para que la semilla tenga un buen lecho, sobre todo las siembras de seco; el suelo debe prepararse a una profundidad no menor de 20 cm (8 pulgadas) siempre cuando la capa arable lo permita, el suelo debe quedar uniformemente liso, para que pueda drenar adecuadamente, así como eliminar todos los rastrojos y malas hierbas. (MINAGR, 2000).

Las exigencias propuestas recomiendan hacer las siguientes labores: rotura, grada, cruce, alisar y grada aunque debemos recordar que el suelo mejor preparado no es el que más labores se les dan, sino al que se le da en tiempo y forma, y utilizar preferiblemente el multiarado y el tiller sustituyendo el arado de discos y la grada, que causan tantos daños al suelo pues destruimos una gran cantidad de microorganismos beneficiosos al invertir el prisma innecesariamente; se debe, siempre que sea posible, hacer uso de la tracción animal pues contribuye a la conservación del suelo.

Según el MINAG (2014), la preparación del suelo debe realizarse no menos de 45 días antes de la siembra para descomponer los restos de cosechas y de malezas. Profundizar acorde con la capa arable y dejarlo mullido.

1.5.2. Época de siembra del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Antiguamente, se consideraban como las mejores condiciones climáticas para la siembra, las que ocurren entre los meses de septiembre y octubre; en la actualidad se prefiere mejor la época tardía, es decir, la comprendida entre noviembre a diciembre con el fin de evitar la alta incidencia de plaga de los meses de siembra temprana y de enfermedades virosis que tanto afectan al cultivo; no obstante, estas siembras dependen de regadío a causa de que coinciden con las bajas precipitaciones que ocurren durante este tiempo (González, 1988).

García *et al.* (2005) plantearon, que estudios realizados en la región de Velazco indican que el mes óptimo para la siembra cuando se dispone de agua es diciembre, no obstante además del riego (imprescindible para la época) debe tenerse en cuenta que estos meses normalmente incide la roya y que siembras tardías (después del 15 de enero), puede tener afectaciones por el *thrips palmi Karny*, si en el momento de la cosecha pueden presentarse las lluvias de primavera.

Para los requerimientos climáticos se exige: temperaturas moderadas (20-28 C⁰).

Suficientes (pero no excesivas) lluvias o riegos durante fase vegetativa y parte de la reproductiva, así como período seco durante la maduración y cosecha. La humedad del aire no mayor a 80 - 85 % por varios días consecutivos. En Cuba se establece sus siembras en: Septiembre - Febrero (García *et al.*, 2005)

La época óptima: preferiblemente del 15 de noviembre al 15 de diciembre para áreas de riego y en seco del 15 de septiembre al 30 de octubre, aunque dependerá de la zona y la presencia de plagas y enfermedades. (MINAG, 2014).

1.5.3. Método y densidad de siembra del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

La siembra de frijol se puede realizar de forma manual o mecanizada con el desarrollo de la agricultura en Cuba se ha extendido la siembra mecanizada facilitando con ello el ahorro de la fuerza de trabajo, así como una mayor calidad en la uniformidad y distribución de semilla. García *et al.*, 2005)

Según el MINAG (2014), se debe utilizar semilla de calidad, trillarla, limpiarla, botar las manchadas, las muy pequeñas, las partidas y todas las que usted considere que no sirven, antes de sembrar. Además hacer la prueba de germinación con 100 granos escogidos al azar, 10 días antes de la siembra y si la germinación está alrededor del 80%, utilice mayor cantidad de granos para compensar los que dejarán de germinar. Si tiene muy baja germinación no la emplee. Debe sembrarse con una densidad de plantas por debajo de la recomendadas que en condiciones de producción, ya que posibilita además granos de mayor tamaño, reducir la diseminación de enfermedades y a la vez facilita la inspección y remoción de plantas indeseables.

Previo a la siembra se debe mezclar la semilla con *Trichoderma harizianun* razón de 6 kg por quintal de semilla. Además puede tratar su semilla con Gaucho FS60 a razón de 0,7-1,0 L. PC/100 Kg de semilla, Celest Top FS 312 (300ml PC/100 kg de semilla) los cuales le ofrecen una protección al cultivo entre 25-35 días después de la siembra. (MINAG, 2014).

Se plantea que la densidad de población óptima es de: 20 - 30 plantas/m² (250 000 a 300 000 plantas/ha) y la norma de siembra: 50 -100 Kg.ha⁻¹ (MINAG, 2014).

Las labores de cultivo tienen como función según Quintero (1996), destruir la maleza, remover y airear el suelo (para dar protección y sostén a la planta), así como reformar el surco para permitir el paso del agua de riego. Esto puede lograrse mediante uno o dos pasos de cultivadora, complementándose con deshierbes manuales, cuando sea necesario.

1.6. Riego del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

En el sistema de riego por aspersión puede disminuir hasta en 50% el gasto de agua en comparación con el riego por gravedad, sin embargo, un factor limitativo de este sistema es la velocidad del viento que no permite una distribución homogénea del agua (Manjarres y López, 1983).

Socorro y Martín (1989) plantean que los otros riegos deben hacerse según la variedad, suelo, fases de desarrollo del cultivo. Se les debe aplicar entre 2 y 5 riegos, dependiendo de la textura del suelo, los suelos franco arenosos requieren más de 3 riegos, los suelos arcillosos entre 1 y 2 riegos, los riegos deben ser ligeros y frecuentes utilizando surcos, nunca se debe regar al pie de la planta para evitar compactación de la zona de la raíz. Las etapas más sensibles al déficit de aguas conocidas como etapas críticas; son las etapas de desarrollo vegetativo, prefloración y llenado de vainas.

Se ha demostrado que con el uso de variedades mejoradas conducidas tradicionalmente mediante riego rodado o aspersión y fertilización manual puede incrementarse significativamente el rendimiento de grano (Acosta *et al.*, 2000).

Las etapas de riego más sensibles (máxima demanda) son: germinación, floración y fructificación. La frecuencia de riego entre 6 y 7 días en suelos desecantes y de 10 a 12 días en suelos arcillosos de alta retención de humedad. Con una norma parcial de riego entre 250-300 m³/ha. La cantidad de riegos de: 10 a 12 en suelos desecantes y 6 o 7 en suelos de alta retención de humedad. Para el drenaje: evitar la saturación prolongada y el encharcamiento (MINAG, 2014).

1.7. Fertilización del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

1.7.1. Fertilización orgánica

Según García *et al.* (2005), si se dispone de alguna fuente orgánica lo más beneficioso es hacer una aplicación localizada en el hilo del surco, teniendo en

cuenta que el ciclo del frijol es corto. Su grado de descomposición debe ser alto para que sea rápidamente utilizada es importante la incorporación al suelo de los restos de cosecha por el volumen de nutrientes que reciclan:

- ❖ Estiércol 20-30 t.ha⁻¹
- ❖ Cachaza 20-30 t.ha⁻¹
- ❖ Compost 15-20 t.ha⁻¹
- ❖ Humus de lombriz 4-6 t.ha⁻¹.

Utilizar la lombricultura, porque está orientado como una de las formas de producir abonos orgánicos, puede recibir un reconocimiento en un control técnico; su aplicación sería irrisoria en una superficie medianamente grande, que requeriría del uso de abonos verdes.

El MINAG (2014), para el control de arvenses sugirió realizar dos deshierbes con guataca tan pronto broten las malezas. Pues la época crítica del frijol, se halla de la germinación, hasta los 40 días de germinado, es decir antes del cierre del campo.

1.7.2. Fertilización biológica

Se planteó que la correcta utilización de las leguminosas potenciando sus funciones de fijación del nitrógeno atmosférico a través de su inoculación, incorporación como abono verde, el intercalamiento de cultivo o policultivo, las asociaciones y rotaciones: permitirá la optimización del uso del nitrógeno y su incorporación a los ciclos de nutrientes para mejorar los rendimientos. Además, que el frijol posee acción fertilizante, debido a la fijación de nitrógeno atmosférico por la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* que forman nódulos en sus raíces (Funes, 2004).

1.7.3. Fertilización química

Para MINAG (2014), se debe aplicar fórmula completa (NPK) ante o en el momento de la siembra en el fondo del surco. Utilizar preferiblemente los portadores, aplicar la cantidad necesaria acorde con las características de cada suelo y los rendimientos esperados. Las exigencias del frijol son: 140 Kg.ha⁻¹ de nitrógeno, 98 Kg.ha⁻¹ de fósforo y 60 Kg.ha⁻¹ de potasio. Si dispone es de fórmula completa, emplearla a razón de 745 - 893 kg.ha⁻¹.

MINAG (2014), propuso utilizar el nitrato con dosis de 0.05 t.ha⁻¹ a los 20-25 días después de germinado. Evitando el contacto directo con la planta, mediante un tape ligero y un riego inmediato.

Según Meléndez (2000) una cosecha de frijol de una producción de 1.5 t.ha⁻¹ extrae 134 kg. de nitrógeno, 16 kg. de fósforo, 116 Kg. de potasio, 64 kg. de calcio, 21 kg. de magnesio y 23 kg. de azufre.

El IIG (2014), indica que se puede tener la siguiente estrategia: fertilizante nitrogenado: 30-50 kg.ha⁻¹ de N, fertilizante fosfórico: 60-90 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, y fertilizante potásico: Hasta 135 kg.ha⁻¹ de K₂O.

1.8. Control de plagas y enfermedades del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Según Álvarez (2001), la evidencia experimental sugiere que la biodiversidad puede favorecer la reducción de las plagas a niveles poblacionales tolerables y propiciar un incremento en la abundancia de artrópodos depredadores y parasitoides debido a que la diversidad de cultivos puede proporcionar presas y hospedantes alternativos, fuentes de polen y néctar que atraen un mayor número de enemigos naturales, aumentando el potencial reproductivo de estos y les ofrecen sitios de refugio y nidada.

Con la modernización de la agricultura el monocultivo se intensificó y extendió. El creciente aumento de los problemas de plaga se ha relacionado experimentalmente

con la expansión del monocultivo, ya que el proceso de simplificación de la biodiversidad, alcanza una forma extrema bajo estas condiciones, de ahí que una de las principales medidas a implementar en un programa de manejo agroecológico sea hacer desaparecer el monocultivo como estructura básica del sistema agrícola. Para esto es importante definir estrategias de diversificación y un elemento clave de estas lo constituyen los cultivos múltiples, que se definen como la siembra de más de un cultivo en el mismo terreno, en un año agrícola (Pérez, 2003).

Corrales (1985) plantea, que otro aspecto importante es la afectación provocada por la acción de factores bióticos; como las pudriciones radicales del frijol, las que no son causadas por un solo patógeno sino por un conjunto de ellos. Estos hongos presentes en el suelo donde sobreviven, al atacar al frijol generalmente tienen entre ellos una relación de sinergismo, es decir, los daños causados al frijol por la intervención de dos o más patógenos es mayor que la suma de los daños individuales por separado. Los más comunes que forman parte de este complejo son: *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp y otros.

Se destaca por su presencia en la región otro grupo de enfermedades fungosas las cuales pueden causar pérdidas significativas en el rendimiento entre ellas se incluyen: la antracnosis (*Colletotrichum lindemutianum*), la mancha angular (*Phaeoisariopsis appendiculatus* (Sacc.) Ferraris), la mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank) y la roya (*Uromyces appendiculatus* Pers.) de esta última agregó que su incidencia y daños causados al cultivo del frijol, dependen de la presencia de inóculo de los agentes patógenos, en residuos de cosecha u hospederos alternos, o su introducción al campo al usarse semilla contaminada en la siembra, y las condiciones favorables de temperatura y humedad para su desarrollo (Rosas, 2003).

La roya, causada por el hongo *Uromyces phaseoli* (Pers) Wint. var. típica Arthur, es considerada la principal enfermedad del frijol en nuestro país, estando distribuida su incidencia en todo el territorio nacional. La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad se ha fijado en 17 C⁰, por lo que su aparición en nuestro medio se

produce en los meses de noviembre a febrero, siendo los meses de diciembre y enero los meses “pico” de incidencia. Por esta razón las siembras tempranas evaden la enfermedad, pero las siembras de noviembre, diciembre y enero son severamente afectadas (Socorro y Martín, 1989).

La Bacteriosis común del frijol causada por la bacteria (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* Xcp) (Smith) Dye y su variante *Fuscans* es considerada como una de las enfermedades más limitantes del frijol a nivel mundial, donde se han reportado pérdidas de rendimiento entre 22 a 60%, En Cuba constituye la segunda enfermedad de mayor importancia económica de este cultivo, siendo la primera la conocida como mosaico dorado Esta enfermedad bacteriana afecta las hojas, las vainas y se transmite por semilla, lo cual hace que su control sea más difícil. Se puede resumir que las enfermedades más comunes que afectan al cultivo están (Rodríguez, 2006).

Según Murguido *et al.* (2002), Martínez *et al.* (2007), entre los insectos fitófagos más nocivos que se alimentan del frijol está:

*La mosca blanca, *Bemisia tabaco* Ross, la cual transmite geminivirus que causan el mosaico dorado.

*El saltahoja, *Empoasca kraemeri* Ross y Moore que produce encrespamiento del follaje.

*Los crisomélidos *Diabrotica balteata* Leconte y *Andrector ruficornis* Olivier, que causan perforaciones en las hojas y transmiten los virus del moteado amarillo y del mosaico del caupí.

*Los gorgojos de los granos almacenados, *Acanthoscelides obtectus* Say y *Zabrotes subfaciatus* Boheman y el complejo de tisanópteros .

Por su parte MINAG (2014) sugirió las medidas siguientes:

*Lograr la desinfección del 100% de las semillas para el área prevista con Celest-Top a razón de 2 kg.ha⁻¹+200 ml de H₂O/100 kg de semilla y *Trichoderma ssp.*(4 g.kg⁻¹ de semilla).

*Establecer barreras de maíz o millo, preferentemente 15 días antes de la siembra.

*Realizar monitoreo permanente para la detección oportuna de plagas y enfermedades.

*Aplicar medios biológicos, entre ellos: *Bacillus* cepa 24 ó 26 para el control de lepidópteros, *Verticillium* en el control de la mosca blanca y aphidos y para el *thrips palmi Karny*, el *Metarhizium*, mezclado con *Bacillus* y siempre alternando con mezclas de tabaquina a razón de 1kg por m² o hidróxido de cal, media hora antes del tratamiento.

*El control de la roya estará basado en la utilización de la cal y fungicidas protectores con la aparición de los primeros síntomas y con una frecuencia semanal.

*Realizar selección negativa de plantas viróticas, eliminar malezas hospederas de la virosis y vectores como áfidos, moscas blancas y crisomélidos.

*Evitar las siembras continuas en áreas que han sido afectadas anteriormente por hongos del suelo.

1.8.1. Lucha biológica y aplicación de productos no convencionales

Se recomienda por la Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín (MINAGR, 2000) lo siguiente:

1. Empleo de biopreparados

Verticillium lecanii: contra fases inmaduras de la mosca blanca en dosis de: forma líquida 10 l/ha y en forma sólida 1 kg./ha.

Bacillus thuringiensis: en el control de larvas de Lepidópteros en especial en las primeras fases de desarrollo y ácaros para lo cual se producen diferentes cepas en dosis de entre 5 y 10 l/ha en dependencia del grado de concentración de los mismos.

Beauveria bassiana: para el control de crisomélidos.

Trichoderma: microorganismo antagonista de los hongos del suelo

2. Aplicación de los extractos acuosos de polvo de tabaco al 7% (conocido por Tabaquina), de los frutos del árbol paraíso y de las frutas de maya, ambos al 10% contra los adultos de la mosca blanca.

1.9. La cosecha y los rendimientos del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Para la cosecha el MINAG (2014) planteó que debe efectuarse una vez comenzada la fase de maduración técnica, cuando el grano tenga de 15-18% de humedad. Además un correcto secado de los granos al sol o en la planta de beneficios, sin temperaturas excesivas. Se debe bajar la humedad del grano por debajo del 14%.

El rendimiento promedio de la región del Caribe fue muy inferior al de los EEUU, Canadá y Argentina (1800- 2000 kg.ha⁻¹); sin embargo, este promedio se incrementó durante el periodo de 694 a 727 kg.ha⁻¹ (Ríos, 2006).

Castiñeiras (2001) planteó, que los rendimientos mundiales se comportan en 1.4 t.ha⁻¹ lográndose buenos rendimientos en Puerto Rico, Alemania, Libia y Grecia, siendo los mayores productores Brasil y Estados Unidos. La conservación de recursos filogenéticos de plantas cultivadas comprende tanto la diversidad de cultivares tradicionales como modernos, así como también sus parientes silvestres, con potenciales de utilización en el presente y en el futuro, para la alimentación y la agricultura.

En nuestro país solo se alcanza menos de 1 t.ha⁻¹ como promedio. La producción total no satisface las demandas de la población, por lo que aún en los momentos actuales existe la necesidad de importar miles de toneladas anuales. Para Cuba, su situación actual es un verdadero desafío histórico; el desarrollo de una vía endógena hacia la autosuficiencia alimentaria y producción sostenible, no solo para ella sino para el resto del mundo, obligado a compensar los daños provocados por la Revolución Verde, va en busca de una agricultura capaz de restablecer y preservar los ecosistemas (Muñiz, 2005).

II - MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del trabajo experimental

El experimento estaba ubicado en el agroecosistema de una finca perteneciente a la CCS “José Regino Sosa” en carretera central km -1 salida para Jatibonico, municipio de Sancti Spíritus. La que cuenta con un área de 4 ha. El estudio consistió en determinar el comportamiento morfoagronómico de seis accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de testa negra. Se sembró a una distancia de 0.50 m entre surco x 0.10 m entre plantas para una densidad de población de unas 200 000 – 250 000 plantas/ha. Durante el período octubre 2015 – enero 2016.

2.2. Características edáficas del agroecosistema de la CCS “José Regino Sosa”. (Información del Sistema Cartográfico “Mapinfo” de la Dirección de Suelos y Agroquímica del Ministerio de la Agricultura (MINAGR))

El agroecosistema se caracterizó por tener un Suelo Pardo Sialítico con Carbonato (Hernández *et al.*, 1999), de textura arcillosa que contribuye a la retención de la humedad, con buen drenaje superficial y una profundidad aproximada en el horizonte A de 20 cm y hasta 50 cm en el B. También posee un 1,5 % de materia orgánica (baja), entre otras propiedades importantes. Se cataloga como suelo de categoría agroproductiva II, apto para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

2.3. Características climáticas del agroecosistema de la CCS “José Regino Sosa”

Estación 48348. Instituto de Meteorología de Sancti Spíritus. Cuatrimestre Octubre 2015 – Enero 2016.

Tabla 2.1 Valores de las variables climáticas en el período de octubre 2015 – enero 2016.

#	Variabes	Valores
1	*Precipitaciones media en la etapa.	16, 00 mm
2	*Temperatura media promedio.	25,71 C°
3	*Temperatura máxima promedio.	28,24 C°
4	*Temperatura mínima promedio.	18,63 C°
5	*Humedad relativa promedio	78 %
6	*Dirección del viento que predomina	E

2.4. Sistema de cultivo empleado en el experimento

El Sistema de cultivo que se utilizó en el experimento es el recomendado por el IIG (2014).

- Preparación de suelo: arado de vertedera y grada de púa tirada por bueyes, bien mullido, libre de restos de cosecha y malezas. Se respetaron los intervalos entre labores hasta alcanzar la preparación óptima. Se concibió sobre bases sustentables, con un mínimo de costos y de cargas toxicas o contaminantes
- Fertilización: (Química) se aplicó N - P - K (De fondo), el equivalente a 0,60 t.ha⁻¹. Más nitrógeno durante la fase vegetativa IV (20 días de germinado) a razón de 150 kg/ha. Además materia orgánica a razón de 20 000 kg/ha (Humus de Lombriz), equivalente a 15-17 kg/parcela. Durante la fase vegetativa III y IV se aplicó VIUSID agro a razón de 1 l.ha⁻¹, como bioestimulante foliar.
- Riego: un riego de aseguramiento superficial por surco. Además, riegos periódicos (Se considera la lluvia caída) para mantener el 80 % de la capacidad de campo, hasta el llenado de las vainas.

- Control de malezas: Método manual y con guataca para garantizar las parcelas limpias hasta el cierre de los surcos.
- Control de plagas y enfermedades: Manejo Integrado que incluyó: desinfección de la semilla con ME – 50, más un tratamiento a surco abierto (Tape inmediato para evitar incidencia del sol) y dos después de germinado, durante las fases vegetativas II y IV. Medidas culturales y control con el bioplaguicida Sustrato de Cardona en las fases vegetativas III y IV. Además, Score SC 25 a razón $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$ en la fases vegetativa III y Polo 550 EC con dosis similares a $0,5 \text{ l.ha}^{-1}$ antes de la floración (Fase vegetativa IV).

2.5. Procedimiento para determinar las variables morfoagronómicas del experimento

Según los descriptores varietales recomendados por Quintero *et al.* (2004).

- 1. Días a la antesis: Días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que aparecieron botones florales en el 50 % de las plantas de la parcela.
- 2. Días a la madurez fisiológica: Días transcurridos desde que se sembró en suelo húmedo hasta que el 50 % de las vainas cambiaron de coloración.
- 3. Días a la cosecha: Días transcurridos desde que se sembró en suelo húmedo la semilla hasta que las vainas se encuentran secas (13 – 18 % de humedad).
- 4. Número de vainas por planta: Cantidad de vainas con granos al momento de la cosecha en una muestra de 10 plantas por parcelas.
- 5. Número de granos por vaina: Se contaron los granos en 5 vainas por plantas, en 10 plantas por parcela.
- 6. Masa de 100 semillas (g): Se tomaron 100 semillas al azar de la muestra con un aproximado de un 14 % de humedad.
- 7. Masa/Planta (g): Se pesaron las semillas de cada planta, en una muestra de 10 por parcela.
- 8. Rendimiento/variedad (t.ha^{-1}): Por conversión tomando como base el rendimiento del área efectiva de las parcelas.

2.6. Diseño de la investigación utilizado

Bloque al azar, con 30 observaciones por variedad. Utilizando muestreos de 10 plantas por parcela que constituyó la unidad experimental. Las observaciones se realizaron según tabla 2.2.

3	2	1	7 (t)	4	5	6
4	5	6	1	2	3	7 (t)
7 (7)	1	4	3	5	6	2

Figura 1. Diseño investigativo

Las parcelas tienen tres surcos de 3 m de largo. Las semillas se dispusieron a una distancia de 0.50 m de camellón por 0.10 m entre plantas, para unas 100 semillas por parcelas. La profundidad de siembra no excedió los 5 cm.

Ancho de la parcela: 2 m

Largo de la parcela: 3 m

Área de la parcela: 6 m² (área sembrada)

Espacio entre parcelas: 1,0 m

Ancho del área experimental: 21 m

Largo del área experimental: 12 m

Área total del diseño: 252 m²

Tabla 2.2 Accesiones evaluadas en el trabajo experimental

No	Accesiones (Código)	Color	Procedencia
1	ENAR 67	Negro	INCA
2	ENAR 71	Negro	INCA
3	ENAR 68	Negro	INCA
4	ENAR 64	Negro	INCA
5	C- 1	Negro	INCA
6	C- 22	Negro	INCA
7	CC-25-9 (n)	Negro	INCA

El grupo de accesiones seleccionadas para el experimento son una muestra de las encomendadas por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícola (INCA), del denominado Ensayo Nacional de Adaptabilidad y Rendimiento (ENAR) para evaluarlas en diferentes agroecosistemas del territorio por el Proyecto de Innovación Agropecuario Local (PIAL).

2.7. Observaciones morfoagronómicas durante el ciclo del cultivo

Las evaluaciones realizadas durante el ciclo de cultivo se efectuaron acorde al descriptor varietal del frijol común (*Phaseolus vulgaris*. L) propuesto por Quintero *et al.*; (2004). En la **tabla 2.3** se puede observar el número de observaciones de las variables morfoagronómicas estudiadas.

Para las muestras se tomaron los tres surcos y se obviaron las primeras cinco plantas de las cabeceras para evitar el efecto de borde. La medición de la Masa se realizó con pesa digital en el laboratorio.

Las muestras se pesaron en la pesa digital Sartorius, con una precisión de 0.001g del laboratorio de suelo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNISS.

Las mediciones se realizaron en 10 plantas seleccionadas al azar en cada parcela, las cuales fueron marcadas con estacas de madera y con un número consecutivo para evitar errores a la hora de registrar las mediciones. Todos los datos fueron registrados y tabulados con el auxilio del programa EXCEL.

Para el procesamiento estadístico de los datos obtenidos se utilizó el paquete STATGRAPHICS versión 5.0. Los datos de las variables morfoagronómicas fueron sometidos a ANOVA simple. La comparación de medias se realizó mediante el test de rangos múltiples de Tukey para un 95% de confianza.

Tabla: 2.3 Número de observaciones de las variables evaluadas durante el experimento y las en cada una.

Variables evaluadas	Cantidad de observaciones en el campo
Días a la antesis	5
Días a la madurez fisiológica	5
Días a la cosecha	5
Número de vainas por planta	1
Número de granos por vainas	1
Peso de 100 semillas (g)	1
Peso/Planta (g)	1
Peso/ parcela (g)	1
Rendimiento por variedad en t.ha ⁻¹	1
Hábito de crecimiento	3

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se aprecia en la **tabla 3.1**, las accesiones C – 22 y ENAR 67 manifestaron ser más precoces que el resto de la accesiones e incluyendo la variedad testigo que fue de 85 días a la cosecha. La ENAR 63 y la C – 1 resultaron ser las de variables fenológicas más retardadas, aunque menor que el testigo.

Tabla 3.1 Comportamiento fenológico de las 6 accesiones y la variedad testigo del experimento.

#	Accesiones	Días a la antesis	Días a la madurez fisiológica	Días a la cosecha
1	ENAR 67	32	67	75
2	ENAR 63	36	71	80
3	ENAR 68	33	67	78
4	ENAR 64	33	69	78
5	C- 1	35	67	80
6	C- 22	28	69	75
7	CC-25-9 (n)	35	76	85

A modo de discusión científica los rangos de las variables coinciden con los resultados que registra el IIG (2014), que se halla entre, 30 los días a la antesis y 86 los días a la cosecha, en un grupo de 22 variedades comerciales que se caracterizaron por la entidad de investigación.

Tabla 3.2 Resumen estadístico de la variable vainas por plantas.

Variedades	Réplica	Media
ENAR 67	3	14,4 d
ENAR 63	3	21,0 b
ENAR 68	3	24,6 a
ENAR 64	3	18,9 e
C- 1	3	15,6 c
C- 22	3	22,16 b
CC-25-9 (n)	3	13,16 c
Total	21	18,56
Varianza		17,05
Error estándar		0,90
Coef. de variación		22,24%

Como se aprecia en la **tabla 3.2**, existe diferencia significativa entre las medias de la variable vainas por plantas, aunque la de mejor resultado, la alcanzó la ENAR 68 e incluso muy superior al testigo. Todas las accesiones obtuvieron cifras superiores al testigo, evidencia de mejor adecuación al agroecosistema de destino.

Resultados similares demostró Yanes (2015), en el estudio de cuatro accesiones de frijol común de testa negra, donde el rango de las medias se comportó entre 24,6 y 14,5 vainas por plantas, similar a los valores obtenidos en el experimento. En otro agroecosistema Arbolae (2009), en la evaluación morfoagronómica de 14 variedades frijol, obtuvo valores similares cuando obtuvo una media de 13,3 vainas por plantas.

Tabla 3.3 Resumen estadístico de la variable granos por vainas.

Variedades	Réplica	Media
ENAR 67	3	5,1 d
ENAR 63	3	6,5 a
ENAR 68	3	5,4 bcd
ENAR 64	3	5,6 cd
C - 1	3	5,16 cd
C - 22	3	5,6 b
CC-25-9 (n)	3	5,4 bcd
Total	21	5, 54
Varianza		22,03
Error estándar		0,15
Coef. de variación		18,89%

En la **tabla 3.3** se muestra que de las accesiones evaluadas, alcanzó mejores resultados en número de granos por vainas, fue la ENAR - 63 con 6,5 y la de cifra más baja la ENAR - 67 con 5,1. Con carácter significativo entre las ellas. En los resultados se aprecian varios grupos homogéneos en los valores de las accesiones.

A modo de resumen, los grupos homogéneos en los resultados de la variable granos por vaina demuestran que las diferencias no son significativas, entre las accesiones evaluadas.

Resultados similares ha mostrado Yanes (2015), en el estudio de cuatro accesiones de frijol de testa negra, donde el comportamiento de la variable granos por vainas alcanzó una media de 5,5. Por su parte Astengo (2010), obtuvo resultados similares al valorar 15 variedades de frijol para diversificar el grano en La Sierpe, el que mostró valores entre 5,2 y 6,1 semillas por vainas. Además, Arbolae (2009), en la evaluación morfoagronómica de 14 variedades frijol en el municipio de Trinidad, obtuvo valores similares al conseguir una media de 5,7 granos por vainas.

Tabla 3.4 Resumen estadístico de la variable masa de 100 semillas (g).

Variedades	Réplica	Media
ENAR 67	3	19,96 e
ENAR 63	3	22,89 c
ENAR 68	3	15,37 g
ENAR 64	3	22,83 d
C- 1	3	29,52 a
C- 22	3	26,42 b
CC-25-9 (n)	3	18,2 f
Total	21	22,17
Varianza		20,98
Error estándar		0,99
Coef. de variación		20,66%

En la **tabla 3.4** se aprecia que la accesión con mejores resultados en la variable masa de 100 semillas fue la C – 1 que alcanzó 29,52 g, de modo que es evidente granos de mayor tamaño. A su vez fue la ENAR - 68 con 15,37 g, la de menor masa, evidentemente los granos más pequeños. Además fue la única con valores inferiores al testigo (CC- 25- 9 (n)).

Los resultados muestran similitud con los obtenidos por Yanes (2015) en el estudio de cuatro accesiones de frijol de testa negra. El rango de las medias se comportó entre 23,23 y 21,29 g en la masa de 100 semillas, similar a los valores obtenidos en el experimento. Aunque con menos diferencia entre las cifras ya que el tamaño de los granos no difieren de modo significativo, según clasificadores. Por otra parte, la Guía Técnica de Granos del IIG (2014) muestra 18 g en la variedad testigo (CC-25-9 (n)) para el peso de 100 semillas, por tanto no difiere de modo significativo con el obtenido en el experimento, que fue de 18,2 g. Arbolae (2009), en la evaluación

morfoagronómica de 14 variedades frijol en el municipio de Trinidad, obtuvo valores similares al mostrar una media de 24,67 en la masa de 100 semillas.

Tabla 3.5 Resumen estadístico de la variable masa por plantas (g).

Variedades	Réplica	Media
ENAR 67	3	15,09 e
ENAR 63	3	28,38 c
ENAR 68	3	33,32 a
ENAR 64	3	16,87 d
C- 1	3	30,41 b
C- 22	3	16,80 d
CC-25-9 (n)	3	13,39 f
Total	21	22,04
Varianza		62,61
Error estándar		1,72
Coef. de variación		25,90%

En la **tabla 3.5** se constata diferencia significativa entre las seis accesiones en la variable masa por plantas e incluso con relación al testigo. Aunque la ENAR - 67 es la de valores más discretos y la ENAR - 68 con cifras superiores. Aunque todas las accesiones manifiestan mejores resultados que el testigo.

Los resultados difieren de los alcanzados por Yanes (2015), en el estudio de cuatro accesiones de frijol de testa negra, donde el rango de las medias, la masa por planta en (g) muestra un rango entre 21,05 y 25,75 g. Evidente que los valores difieren con los del experimento. Por su parte López (2014), en el comportamiento agroproductivo de 10 variedades comerciales en un agroecosistema de Yaguajay, mostró un comportamiento en un rango de 6,6 y 12,3 g de masa por plantas, valores que difiere con los del experimento.

Tabla 3.6 Resumen estadístico de la variable del rendimiento en t.ha⁻¹.

Variedades	Réplica	Media
ENAR 67	3	1,44 e
ENAR 63	3	1,72 b
ENAR 68	3	2,11 a
ENAR 64	3	1,55 d
C- 1	3	1,44 e
C- 22	3	1,66 c
CC-25-9 (n)	3	0,8 f
Total	21	1,53
Varianza		0,14
Error estándar		0,08
Coef. de variación		24,51%

En la **tabla 3.6** se constata diferencia significativa en la variable rendimiento (t.ha⁻¹), entre las seis accesiones del experimento. Incluyendo al testigo. Aunque la ENAR-67 y la C – 1 son las de valores más discretos y la ENAR - 68 la de mejor resultado.

Los resultados son inferiores a los mostrados por Yanes (2015), en el estudio de cuatro accesiones de frijol de testa negra, donde las medias oscilaron, en el rango de 3,73 y 4,3 de rendimiento en t.ha⁻¹. Es evidente que los resultados agroproductivo son superiores a los valores del experimento, que mostraron cifras entre 1,44 y 2,11 t.ha⁻¹.

Al comparar el comportamiento de los resultados del rendimiento en (t.ha⁻¹) mostrados por el MINAGR en la provincia de Sancti Spíritus (2014) (0,8 t.ha⁻¹), se constata que son inferiores a los del trabajo. También superan el rendimiento en t.ha⁻¹, que mostraron los registros del grano en Cuba, según FAO. (2010). (0,9 t.ha⁻¹)

IV. CONCLUSIONES

El comportamiento morfoagronómico de las seis accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris*.L.) de testa negra en el agroecosistema de la CCS “José Regino Sosa” de Sancti Spíritus” reveló buena adecuación al ambiente edafoclimático.

V. RECOMENDACIONES

En virtud de los resultados obtenidos es necesario repetir el experimento en otros entornos edafoclimáticos y continuar evaluando en el territorio la adecuación de las accesiones recomendadas por el INCA, para el Ensayo Nacional de Adaptabilidad y Rendimiento.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abstengo J. (2010). Valoraciones de 15 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para diversificar la producción en el municipio de la Sierpe. Fitomejoramiento Participativo. Ediciones INCA. La Habana. Cuba
- Acosta J. *et al.* (2000). Desarrollo de variedades de frijol para condiciones de riego y temporal en México. México.
- Álvarez, N. (2001). “La diversidad biológica y cultural, raíz de la vida. Opciones biodiversas y sustentable”. Biodiversidad sustento y culturas. Agricultura Orgánica. La Habana. Cuba.
- Arbolae N. (2009) Evaluación morfoagronómica de 14 variedades frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el municipio de Trinidad. (Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad José Martí”. Sancti Spíritus. Cuba
- Arroyo, R. (1999). La escasez de frijoles en Cuba. Cubanet. Independiente. Disponible en: [http:// www.cuanet.org/favicon.ico](http://www.cuanet.org/favicon.ico).
- Barrera B. (2007). Isolation of dehydration-responsive genes in a drought tolerant common bean cultivar and expression of a group 3 late embryogenesis abundant mRNA in tolerant and susceptible bean cultivars. *Func Plant Biol* 34. México.
- Cairo C. y Quintero G. (1980). Suelos. Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
- Carrera A. (2010). Establecimiento y evaluación morfoagronómica de 9 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Pojabo en siembra tardía. Tesis de grado. Tutor: Ing. Rubén Viera Marín. Departamento Agropecuario. UNISS. Sancti Spíritus. Cuba. .
- Castiñeiras L. (2001). Manejo y conservación *in situ* de recursos genéticos de plantas cultivadas en huertos caseros de Cuba. Agricultura Orgánica. 1. La Habana. Cuba
- Catalysis. (2014).VIUSID agro, promotor del crecimiento. Extraído el 20 de Marzo 2014. Desde <http://www.Catalysissogrovete.com>

- Corrales P. (1985). Enfermedades del frijol causadas por bacterias. Investigación y Producción. Centro Intencional de Agricultura Tropical. (CIAT) Cali. Colombia.
- FAO. (2010). Importaciones de Frijoles Secos del año 2007. Dirección de Estadística. La Habana. Cuba.
- García E. *et al.* (2005). Recomendaciones para la producción del cultivo del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.). Holguín. Cuba.
- González M. (1988). Enfermedades fungosas del Frijol. Editorial Científica técnica. La Habana. Cuba.
- Hernández A. (1999). Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. Agrinfor. La Habana. Cuba.
- IIG. (2011). Guía Técnica para la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba.
- IIG. (2014). Guía Técnica para la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.). Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba.
- Juventud rebelde. (2011). Extienden nuevas variedades de frijol. Edición digital. 10 de junio. Pag 3. Disponible en <http://blog.juventudrevelde.cu/>. Consultado en 10-12-2011.
- López Y. (2014). Comportamiento agroproductivo de 10 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el agroecosistema del municipio de Yaguajay. Revista científica. Ifociencia. Sancti Spíritus. Cuba
- Manjarres J. (1983). Uso y manejo del agua en el Frijol en el noroeste de México (Tecnología de Producción). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-Centro de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Norte-Campo Experimental Valle de Culiacán. Sinaloa. México. .

- MINAG. (2013). Lista oficial de cultivares comerciales. Registro de variedades comerciales, sub-dirección de Certificación de Semillas. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. La Habana. Cuba.
- MINAG. (2014). Registro de los rendimientos de granos en el 2013. Delegación Territorial. Sancti Spíritus. Cuba.
- MINAGR. (2014). Cultivos y técnicas para su producción. UEICA-H – PIAL. Holguín. Cuba.
- MINAGR. 1994. Carta tecnológica del cultivo del frijol. Ministerio de la agricultura. La Habana. Cuba
- MINGR. (2000). Agrotecnia alternativa para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín. Grupo de Granos. Cuba.
- Mosquera Y. *et al.* (2005). Caracterización de variedades de frijol común de grano rojo para el desarrollo de una agricultura sostenible. Agroecología. Centro Agrícola, año 32, no. 2, abr.-jun. Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cienfuegos. Cuba.
- Muñiz H. (1995). Ciencia, Innovación y Desarrollo. Pueblo y Educación La Habana. Cuba.
- Muñoz G. y Singh S. (1993). Estudio comparativos de fuentes de resistencia para Bacteriosis común disponibles en diferentes especies de *phaseolus* y progreso genético a través de cruzamientos ínter específicos y piramidación de genes. En S. P. Singh y O. Voysest, (Eds.), Taller de mejoramiento de frijol para el Siglo XXI: Bases para una estrategia para América Latina. CIAT. Cali. Colombia
- Murguido C. *et al.* (2007). Manejo integrado de plagas de insecto en el cultivo del frijol. Fitosanidad UHCA. Holguín. Cuba
- Negrín A. *el al.* (2013). Estudio comparativo de variedades de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*. L) en suelos del municipio Morón. Ciego de Ávila. Revista Granma Ciencia. Vol. 17, no. 3.Ciego de Ávila. Cuba.
- Núñez A. y Foster E. (2011). Efecto del déficit hídrico sobre el crecimiento de hojas, tallos y vainas de frijol. Agricultura Técnica. México
- ONE. (2008). Oficina Nacional de Estadística. La Habana. Cuba

ONE. (2011). Oficina Nacional de Estadística. La Habana. Cuba

Ortiz P. *et al.* (2013). Los Centros de diseminación de la biodiversidad agrícola en el contexto del PIAL. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, INCA. La Biodiversidad Agrícola en manos del campesinado cubano. La Habana. Cuba.

Ortiz R. (2003). El mejoramiento participativo para la introducción de variedades para la producción alimenticia en fincas y cooperativas agrícolas. Centro Agrícola, vol. 33, no. 3, jul.-sept. INCA. La Habana. Cuba

PCC. (2012). Documentos del Partido. Primera conferencia Nacional del Partido. 29 de enero del 2012. La Habana. Cuba

Pérez N. (2003). Agricultura Orgánica: bases para el manejo ecológico de plagas. CEDARACTAF-HIVOS. Ciudad de La Habana. Cuba

Quintero F. (1996): Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común en condiciones de agricultura sustentable (Tesis en opción al Título de Máster en Ciencias Agrícolas), Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara. Cuba

Quintero F. (1998): Manejo de la diversidad varietal en la conducción agrotécnica del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). II Congreso sobre Agricultura Orgánica y III Taller sobre Extensión Rural y Desarrollo Sostenible (AGRONAT '98). Cienfuegos. Cuba

Quintero F. (2000). Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Monografía. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara. Cuba

Quintero F. (2004) Banco de germoplasma de frijol del CIAP. UCLV. Villa Clara. Cuba

Ríos H. (2006). Fitomejoramiento Participativo. Ediciones INCA. La Habana. Cuba

Rosas J. (2003) Recomendaciones para el manejo agronómico del cultivo del frijol. Programa de Investigación en frijol, Escuela Agrícola Panamericana. Imprenta LitoCom. Tegucigalpa. Honduras.

Comportamiento morfoagronómico de seis accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de testa negra.

Singh S. (1999) Production and Utilization. En: Singh, S. P. (eds). Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer Academic Publishers. México.

Socorro M y Martín D. (1989): Granos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba

Wortmann C. *et al.* (1998). Atlas of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in Africa. CIAT. Cali. Colombia

Yanes L. (2015). Comportamiento morfoagronómico de cuatro accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de testa negra. (Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad José Martí". Sancti Spíritus. Cuba