



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**MANEJO DE AGUA DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL COMÚN  
(*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA FINCA “EDÉN” DEL MUNICIPIO  
TAGUASCO.**

**Autor: Erisel Díaz Fernández**

**2017**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**MANEJO DE AGUA DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL COMÚN  
(*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA FINCA “EDÉN” DEL MUNICIPIO  
TAGUASCO.**

**Autor: Erisel Díaz Fernández**

**Tutor: Dr. C. Martín Santana Sotolongo**

**2017**

## **DEDICATORIA**

Dedicado con todo mi corazón y muy especial:

A mis padres Legliana y Eduardo por todo el amor y sacrificio,

A mi hermana Eliana María por toda su espera y confianza,

A mi tía Datia Lisset y a mi primo Ángel Michel por su ayuda y apoyo incondicional,

A mi abuela Elsa por su cariño y paciencia,

A mi tutor Martín por permitirme utilizar de su inteligencia y brindarme su dedicación,

Dedicado también a todos mis familiares que me brindaron todo su apoyo y los que no lo son pero que apoyaron en todos los momentos que necesite de ellos, a mis amigos por ser parte especial en mi vida y además a todos mis profesores de la facultad,

*Erisel Díaz Fernández.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme permitido formarme como futuro ingeniero,

A la universidad de Sancti Spíritus por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de culminar mis estudios,

A mis profesores por haberme brindado todo su apoyo, experiencias y conocimiento durante toda la carrera,

A mi tutor por revisar mi trabajo y lograr que este cumpliera con todos los requisitos establecidos,

A mi gran amigo el Dr. C. Manuel Ernesto Horta por su ayuda incondicional y desinteresada,

A todas las trabajadoras de la rectoría y el vice rectorado primero que me ayudaron en todo momento,

A mi primo Yumiuri y su esposa Rosi por su apoyo en todo momento,

A mi familia en general y todos mis amigos,

Y además a todos los que me ayudaron de una forma u otra a culminar mi carrera.

*Erisel Díaz Fernández.*

## **Síntesis**

Esta investigación responde al lineamiento 202 aprobado en el VII Congreso del PCC, referido a la actividad del riego en la producción de alimentos. La misma tuvo como objetivo evaluar el manejo adecuado del agua destinada al riego para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la finca "Edén" del municipio Taguasco, de manera que propicie un incremento en sus rendimientos productivos. La misma se realizó en el período comprendido entre el 12 septiembre y el 30 de noviembre de 2016. En la realización de la investigación se emplearon diferentes métodos de investigación científica tanto del nivel teórico como de nivel empírico, además de métodos del nivel estadístico matemático. Para ello, se realizó una encuesta no estructurada la cual permitió la elaboración de la propuesta que contribuye a la solución de la problemática. Además, se encontraron potencialidades para la transformación de la finca y el uso eficiente del agua destinada al riego del cultivo del frijol común en el área de estudio, la misma puede ser generalizada en zonas con condiciones similares. Para la realización de la pesquisa se consultó bibliografía referente al tema de investigado, lo que permitió sistematizar el documento y encontrar las carencias que se trabajaron.

## **Synthesis**

This research responds to the line 202 approved in the VII Congress of the PCC, referring to the activity of irrigation in the production of food. The objective of this study was to evaluate the proper management of irrigation water for the cultivation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the "Edén" farm of Taguasco municipality, in order to promote an increase in yields. The same was done in the period between September 12 and November 30, 2016. In the realization of the research were used different methods of scientific research, both theoretical and empirical level, as well as methods of mathematical statistical level. For this, an unstructured survey was carried out which allowed the proposal to be carried out. In addition, potentialities were found for the transformation of the farm and a proposal was made for the efficient use of water for the irrigation of common bean cultivation in the study area and that can be generalized in areas with similar conditions. In order to carry out the research, a bibliography was consulted regarding the research topic, which allowed the analysis of the main methods on the efficient use of water and its importance for the cultivation of common bean.

## Índice

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo I. Marco teórico referencial</b> .....	5
1.1 Riego. Tipos. Su importancia para el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.).....	5
1.1.1 Riego por aspersión.....	6
1.1.2 Clasificaciones de los sistemas por aspersión.....	7
1.1.3 El método de riego por aspersión: ventajas y desventajas.....	8
1.1.4 El método de riego localizado: ventajas y desventajas para el cultivo.....	9
1.2 Generalidades del cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.).....	10
1.2.1 EL cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en Cuba.....	13
1.2.2 Valor nutricional y económica del cultivo del frijol común. ....	15
1.2.3 Características botánicas frijol común (Phaseolus vulgaris L.).....	17
1.2.4 Taxonomía del cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.).....	17
1.2.5 Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.).....	17
1.3 Características fisiológicas del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) .....	20
1.3.1 Hábitos de crecimiento.....	20
1.3.2 Requisitos ecológicos.....	21
1.3.4 Requisitos edáficos.....	22
1.3.5 Agrotecnia del cultivo del frijol.....	23
1.4 Época de siembra.....	24
<b>Capítulo II. Materiales y métodos</b> .....	31
2.1 Área de estudio.....	31
2.2 Variables asociadas al cultivo.....	31
2.3 Variables asociadas a los riegos.....	32
2.4 Procesamiento estadístico.....	33
2.5 Tipo de estudio.....	34
2.6 Métodos.....	34

2.7 Descripción de los instrumentos.....	35
2.8 Procedimientos.....	36
2.9 Aspectos de carácter ético y legal.....	36
<b>Capítulo III. Resultados y discusión.....</b>	<b>37</b>
3.1 Caracterización de la finca objeto de estudio.....	37
3.1.1 Localización, límites y extensión.....	37
3.2.2 Recursos naturales.....	39
3.2.3. Recursos de infraestructura y técnicos.....	39
3.2.4. Capital humano.....	39
3.2.5 Actividad fundamental.....	40
3.2.6 Análisis económico.....	40
3.3 Diagnóstico de la finca objeto de estudio.....	42
3.4 Estado comparativo del problema a investigar.....	44
3.5 Análisis de varianza univariante.....	45
3.6 Propuesta para mejoras en el cultivo del frijol común bajo riego en la finca “Edén” del municipio Taguasco.....	51
<b>Conclusiones.....</b>	<b>53</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>54</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>55</b>

## **Introducción**

La llamada postmodernidad en lugar de tender a proteger a la naturaleza como bien común de todos los habitantes del planeta, se ha ido por el camino opuesto: Su mercantilización, en el afán, para unos de satisfacer las necesidades alimentarias de la población y para otros, de lucro, enriquecimiento y ocio. La agricultura mundial ha estado cambiando en las últimas décadas después de un período de intensificación irracional del uso de insumos de alta tecnología.

El máximo esplendor de este tipo de agricultura se alcanzó en la década de los 70, después de un alto desarrollo tecnológico en las industrias de los pesticidas, los fertilizantes y la maquinaria agrícola, llegándose a estandarizar como un modelo de agricultura. La revolución verde se convirtió en el paradigma que hoy es calificada como convencional (Socorro y Col, 2005). Los cambios han seguido una tendencia hacia nuevos conceptos popularizados después de que la concepción del desarrollo sostenible viera la luz en 1980 durante el debate de la Estrategia Mundial para la Conservación.

Por otra parte, la situación económica, social y política de los países del llamado tercer mundo no avistan una salida a ningún plazo, más bien hacia un incremento de la pobreza y la marginación. Cuba no está exenta de esta situación y fue uno de los países que abrazó la revolución verde de manera intensa. Hoy es, por muchos organismos internacionales reconocida, como la nación que más segura avanza hacia la sostenibilidad en la producción de alimentos. Dentro de los cultivos de la línea de desarrollo económico del país se encuentra el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), grano básico de la alimentación

nacional, el cual requiere de un riego adecuado para obtener altos índices de producción.

El riego se hace necesario entonces para mantener el agua del suelo a niveles óptimos en la zona radical de las plantas. Este medio, aunque es utilizado solo en un 20% de la tierra cultivada garantiza el 80% de la producción mundial. El riego agrícola es una de las prácticas más antiguas utilizadas por el hombre para producir sus alimentos, cuando se establece en un cultivo no solo se persigue la supervivencia de este, si no que se pretende que propicie rendimientos elevados.

En Cuba se utilizan otros métodos de riego, por ejemplo, riego por gravedad el cual ocupa alrededor del 45% del área beneficiada (Dehogues y Col, 1992). La microirrigación, y por aspersión en las diferentes tecnologías. Las tendencias actuales en las técnicas de riego por aspersión están dirigidas a la transformación de máquinas de riego de pivote central de accionamiento hidráulico a eléctrico y la adquisición de tecnologías de baja intensidad de aplicación y tiempos largos de puestas en explotación.

En los últimos años una política activa encaminada a la generación y transferencia de tecnologías en riego y drenaje. Más concretamente, se trabaja en el perfeccionamiento de la tecnología de riego para aumentar la eficiencia del riego y el ahorro de combustible. Se está introduciendo el láser en la tecnología de nivelación de tierras y construcción de sistemas de riego y drenaje. Se trabaja en el perfeccionamiento del riego superficial, el drenaje agrícola y la recuperación de suelos salinizados.

En el país por la disminución en el régimen de lluvia se hace necesario el empleo cada vez más inminente del riego por aspersión puesto que las condiciones económicas actuales y el costo de los energéticos no permiten sustituir completamente el riego superficial por estos métodos. Esta situación no es exclusiva sólo de Cuba, sino que prevalece en la mayoría de los países del tercer mundo y hace favorable el uso del riego superficial en el futuro; por consiguiente, cualquier esfuerzo por mejorar la agricultura de riego necesitará solucionar diversos problemas que afectan el rendimiento del agua.

El agua es vital en la producción de cultivos ya que el crecimiento de las células vegetales se produce por acción del agua. La falta de este elemento provoca una menor área foliar, menor fotosíntesis y como consecuencia una menor producción. En la resolución económica del VII Congreso del Partido Comunista de Cuba (2016) se expone con claridad que la eficiencia es el objetivo central de la economía cubana y constituye una de las mayores potencialidades con que cuenta el país para hacer un mejor uso de los recursos, elevar la productividad del trabajo y alcanzar mejores resultados con menos costos.

Para instrumentar esta política en el regadío, el diseño óptimo de los sistemas de riego debe estar basado en la minimización de los costos, puesto que el agua es un recurso limitado y la energía es cara. Además, el costo de producción se incrementa si las pérdidas no se minimizan. El ahorro de agua, energía y la posibilidad potencial de incrementar los rendimientos hacen del riego superficial una tecnología altamente competitiva en las actuales condiciones de Cuba (Brown, 1998).

Es preciso tener en cuenta que la práctica del riego no es algo independiente, sino que está íntimamente ligada al resto de las prácticas de cultivo en que este se desarrolla. Establecer el tiempo de riego en base a las cantidades de agua que requiera el cultivo y al sistema de riego que se usa. O sea, cuánta y con qué frecuencia se debe aplicar agua al cultivo de frijol.

En la provincia de Sancti Spíritus y específicamente en el municipio Taguasco existen áreas dedicadas al cultivo del frijol, con mayor aporte del sector privado. Por problemas de desconocimiento y el nivel de empirismo en productores y productoras, el manejo varietal es muy pobre, con la explotación de variedades las cuales han sido cultivadas durante muchos años, siendo los propios agricultores los encargados de la producción, almacenamiento y conservación de las semillas.

En el territorio las variedades CUL 156, y el DELICIAS 368, son unas de las más cultivadas en el municipio, sin embargo, no se utiliza de manera correcta el riego de esta leguminosa, pues no se tiene en cuenta el porcentaje de humedad que representa cada riego, así mismo se desconocen los riegos que

se deben aplicar en cada ciclo productivo, todo esto conlleva a que los rendimientos de su producción no sean eficientes, (MINAG, 2006).

Este cultivo se encuentra en suelo pardo con carbonato, estos son profundos con un nivel medio de plasticidad, por lo que dificulta el drenaje produciendo encharcamientos, de forma que un riego excesivo puede ser suficiente para dañar el cultivo. Por lo tanto, se hace necesario hacer una evaluación de la realización del riego para determinar si los requerimientos hídricos del frijol están siendo satisfechos.

Teniendo en cuenta lo antes planteado, nos proponemos resolver el siguiente **problema científico**: ¿Cómo contribuir a la mejora del manejo del agua destinada al riego del cultivo del frijol en la finca “Edén” del municipio Taguasco?

La **hipótesis** está centrada en:

Si se aplican medidas, basadas en estudios, que respondan al uso eficiente del agua destinada al riego del cultivo del frijol común en la finca “Edén” del municipio de Taguasco, entonces se deben incrementar los rendimientos productivos del frijol común por área.

### **Objetivo general**

-Proponer medidas para la mejora del manejo del agua destinada al riego del cultivo del frijol común en la finca “Edén” del municipio Taguasco, de manera que se incrementen los rendimientos del cultivo.

En consecuencia, con la problemática abordada se definen como **objetivos específicos** los siguientes:

-Caracterizar la finca “Edén” integralmente en función de la producción de frijol común.

- Comparar la producción de frijol común en la finca “Edén” del municipio Taguasco, en condiciones diferentes de suministro de agua.

-Formular un procedimiento que sirva de guía a los productores para cultivar el frijol común en diferentes condiciones de suministro de agua en las condiciones estudiadas.

## **Capítulo I. Marco teórico referencial**

### **1.1 Riego. Tipos. Su importancia para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**

El agua es un recurso finito y solo una parte de ella es aprovechada por el hombre, los animales y las plantas. Los asentamientos poblacionales crecen y junto a su crecimiento va unida la actividad económica de los recursos naturales y las reservas lugareñas existentes, sin una conciencia de preservación de la naturaleza.

Se ha estimado (Pacheco y Col, 1985) que los consumos de agua a nivel mundial se corresponden con las siguientes cifras:

- Consumo agrícola: 69.0 %
- Consumo industrial: 23.0 %
- Consumo poblacional 8.0 %

Para la mayoría de los países del mundo en vías desarrollo, la agricultura es considerada como la principal fuente de riqueza, un aumento de la productividad agrícola, es requisito básico para acelerar el desarrollo rural y económico de dichas comunidades y achicar la diferencia entre el crecimiento demográfico (4.0 % anual) y de los alimentos (2.0 % anual). En regiones de altas precipitaciones si el agua del suelo se repone constantemente con la lluvia no resultaría una limitación importante para la producción agrícola, sin embargo, debido a la distribución inequitativa de las precipitaciones o su erraticismo, la escasez de agua es la limitación fundamental para elevar el rendimiento de las cosechas.

Según el propio autor: el riego se hace necesario entonces para mantener el agua del suelo a niveles óptimos en la zona radical de las plantas. Este medio, aunque es utilizado solo en un 20% de la tierra cultivada garantiza el 80% de la producción mundial. El riego agrícola es una de las prácticas más antiguas utilizadas por el hombre para producir sus alimentos, cuando se establece en un cultivo no solo se persigue la supervivencia de este, si no que se pretende que propicie rendimientos elevados, en la actualidad existen gran variedad de métodos de riego, estos se clasifican en método de riego superficial, método de riego por aspersión y método de riego localizado, cada uno de ellos lleva consigo técnicas de riegos.

En Cuba Cisneros (2005), el riego y el drenaje son imprescindibles para tener producciones de calidad, es por ello que no podemos renunciar a su ejecución. Por otra parte, la mecanización masiva del riego, mediante la extensión de las máquinas de pivote central y otras, aunque logran elevadas productividades de áreas regadas por hombre, muestran signos de poca efectividad agrícola y baja eficiencia en el uso del agua, que están relacionadas generalmente a su empleo incorrecto y al desconocimiento del modo de operar estas tecnologías. Una de las vías para mejorar esta situación es a través de los Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR).

El principal objetivo de la programación del riego es proveer, de forma oportuna, la cantidad de agua apropiada a la planta para prevenir las pérdidas de rendimiento y la calidad de los productos agrícolas. Para determinar la cantidad óptima de agua a aplicar durante el riego se deben conocer los requerimientos hídricos de los cultivos, los cuales dependen de la interacción entre el clima (temperatura, velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa y pluviometría), suelo (textura, propiedades físicas e hídrica.), y características propias de las plantas (variedad, porcentaje de cobertura del cultivo, sistema radical.) (Proaño, 2004).

### **1.1.1 Riego por aspersión**

El objetivo de todo riego mediante aspersión es lograr la mayor uniformidad y eficiencia posibles en la aplicación de agua. Este objetivo deriva de la creciente demanda de los escasos recursos hídricos disponibles (Orellana, 2007). El sistema de riego por aspersión distribuye el agua en forma de lluvia, mediante

aspersores que giran alrededor de un eje por la fuerza de la presión hídrica. Los aspersores van conectados a una tubería, denominada ala de riego y sobre tubos elevadores verticales, que disipan la turbulencia adquirida por el agua al pasar de la tubería al aspersor.

No precisa ninguna preparación previa del suelo y su eficiencia en la aplicación del agua es superior a los riegos por superficie. Se recomienda cuando existe poca disponibilidad de agua, una alta o baja velocidad de infiltración del agua, una excesiva parcelación o un relieve accidentado. No es adecuado en zonas de fuertes vientos, ni con agua salina en cultivos cuyas hojas se dañen al quedar las gotas en ellas. La intensidad de la lluvia no debe superar la capacidad de infiltración del suelo, para no encharcarlo (Keller, 1988; Cisnero, 2002). El elemento clave en este sistema de riego es el aspersor.

Existe una gran variedad de aspersores; los más empleados son los denominados de impacto, doble boquilla y media presión. La combinación entre el tipo de boquilla y presión es lo que determina el tamaño de las gotas. No son deseables las gotas demasiado grandes ni demasiado pequeñas.

Las grandes tienden a compactar el terreno o producir daños en las hojas, mientras que las pequeñas ocasionan una mala uniformidad y eficiencia, al ser muy sensibles al viento y vaporizarse con rapidez (España, 2009). Según Calvache (1998) estos equipos tienen sus ventajas ya que pueden ser utilizados con facilidad en terrenos con pendientes pronunciadas; se puede dosificar el agua con una buena precisión; no afecta el material vegetal sometido a riego, ya que se elimina la presión que el agua puede ofrecer a las plantas; y como es homogénea su distribución sobre el material vegetal, el riego de la vegetación por aspersión es total y se distribuye suavemente el agua sobre toda el área deseada.

Como desventaja se incluye que el consumo de agua es mayor que el requerido por el riego por goteo; siendo este muy importante en cada caso de riego. Se necesita determinar bien la distancia entre aspersores, para tener un coeficiente de uniformidad superior al 80%.

### **1.1.2 Clasificaciones de los sistemas por aspersión**

Según Tajuelo (2005), resulta conveniente clasificar los sistemas de aspersión en función de la movilidad de los diferentes elementos del sistema, ya que facilita la

comprensión de su funcionamiento y puede dar idea de los gastos de inversión necesarios.

Los sistemas de riego por aspersión pueden agruparse en dos grandes familias:

- Los estacionarios, permanecen fijos mientras riegan.

- Los de desplazamiento continuo mientras realizan la aplicación de agua

Dentro de la primera familia están los sistemas móviles, donde todos los elementos de la instalación son móviles, incluso puede serlo la bomba.

Los sistemas semifijos suelen tener fija la red de tuberías principales, que normalmente va enterrada y la tomas y los hidrantes donde se conectan los ramales de riego son móviles.

Estacionarios: móviles: –tubería móvil (manual o motorizada)

Fijos: -tubería fija

- permanente (cobertura total enterrada)

- temporales (cobertura total área)

Desplazamiento continuo: Ramales desplazables: pivote central

(desplazamiento circular)

Aspersores gigantes: - Lateral de avance frontal

- Ala sobre carro

- Cañones viajeros

- Enrolladores

### **1.1.3 El método de riego por aspersión: ventajas y desventajas**

El riego por aspersión, es un método de riego que en los últimos años ha adquirido gran importancia y aceptación en la agricultura moderna. Con este método de riego no es necesario nivelar el suelo, y se puede regar un potrero recién sembrado sin causar problemas de erosión o de corrimiento de las semillas, si se usa la presión y el aspersor adecuado. Este tipo de riego ha tenido en los últimos años gran importancia y aceptación en la agricultura moderna. Existen diferentes clasificaciones de riesgos por aspersión, según Pacheco (1997)

- Técnicas que utilizan instalaciones Móviles  
Semiestacionarias  
Estacionarias
- Método de riego por aspersión
- Técnicas que utilizan máquinas De acción frontal  
De acción circular

En el riego por aspersión influyen diferentes factores, entre ellos: el tipo de suelo, la topografía, el agua, el clima, el tipo de cultivo que se va a plantar, la energía eléctrica o si es necesario un motor de combustión interna, la organización de trabajo (disponibilidad de fuerza de trabajo) y el modo de aplicación de los aspersores.

Según Calvache (1998) el riego por aspersión al igual que los restantes riegos antes mencionado ofrece ventajas y desventajas.

Las ventajas que ofrecen radican en:

- permite regar terrenos de microrrelieves complejos de grandes ondulaciones
- es adaptable a cualquier tipo de suelo.
- garantiza fácilmente el control de gasto de agua.
- ofrece una influencia beneficiosa sobre la fisiología de los cultivos regados.
- permite la distribución de fertilizantes y pesticidas conjuntamente con el agua de riego.
- garantiza una conservación adecuada de la estructura del suelo, no erosionándolos cuando se adecuan sus elementos de diseño.
- asegura mejores condiciones para el trabajo de las máquinas agrícolas en función de la agrotecnia de los cultivos.
- mayor aprovechamiento del agua.
- permite la operación de riego nocturno

## Desventajas

- inversiones muy costosas de equipamiento.
- la influencia del viento en relación con la uniformidad del riego es un elemento negativo, por lo que no debe realizarse el riego con vientos fuertes.

### **1.1.4 El método de riego localizado: ventajas y desventajas para el cultivo**

Se denomina riego localizado a la técnica de riego, mediante la cual solamente se humedece aquellas partes del suelo donde se encuentran ubicadas la mayoría de las raíces. Este sistema de riego está conformado por varios elementos: estación de bombeo, cabezal de riego, tuberías principales, tuberías secundarias y distribuidoras y los emisores). Criterios de Santana (2004) permiten plantear que las técnicas de riego se pueden clasificar en dos grandes grupos: riego presurizado y riego por gravedad.

El **riego por gravedad** utilizando surcos es la técnica más difundida en el mundo debido a sus bajos costos de inversión, explotación y mantenimiento. Cubre alrededor de 250 millones de hectáreas de las 270 beneficiadas con el riego a escala mundial (Camejo, 1999). Se practica aproximadamente en las dos terceras partes de los 25 millones de hectáreas bajo riego de los Estados Unidos de América y ocupa un lugar importante en países como México, Francia, Italia, España y Pakistán, sólo por citar algunos. (Dueñas y Col, 1981; Santana, 1998).

En nuestro trabajo investigativo se emplea el sistema de riego por aspersión ya que la adquisición de nuevas tecnologías de riego para productores en pequeña escala le es deficitaria además que muestra ventajas en relación con otras tecnologías de riego aplicados al cultivo de frijol común, empleando está en condiciones planificadas se obtienen rendimientos superiores a los alcanzados hasta el momento los cuales no superan la media provincial.

El empleo de esta técnica de riego por aspersión permite, lograr una mayor eficacia y eficiencia en la producción del frijol común, grano que forma parte indispensable la cultura alimenticia en la dieta del cubano, además permitirá incrementos en la obtención de productos agropecuarios, con calidad y un alto valor agregado que garanticen un mayor aporte a la seguridad alimentaria de la población y un producto de competitividad en el mercado.

Teniendo en cuenta que la producción de frijol a nivel nacional no satisface la demanda de la población el país mantiene altos niveles de importación, que son insostenibles, esto ha llevado a estimular una mayor producción para sustituir importaciones, explotando más eficientemente el potencial productivo.

Así mismo con la implementación de esta tecnología se pretende elevar los volúmenes de producción y los niveles de productividad del frijol lo que generará mayores ingresos para el productor y su familia, favoreciendo por igual en sentido general a hombres y mujeres en los resultados finales de la producción, e irradiándose a nivel comunitario.

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

En el mundo, con el escenario de globalización cada vez más marcado, se han realizado estudios y proyecciones para orientar al mundo sobre los diferentes retos que existen hacia el futuro. Uno de ellos, de gran relevancia mundial, es el crecimiento esperado de la población en el planeta que para 2030 será aproximadamente de 8.500 millones de habitantes y para 2050 crecerá a cerca de 9.700 millones (ONU, 2015)

Al revisar qué regiones del mundo tienen la capacidad de incrementar la producción de alimentos de manera sostenible, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) por sus siglas en inglés, ha concluido que el desarrollo de la producción de alimentos hacia el futuro debería estar concentrada en 7 países que cuentan con las mejores condiciones para atender este reto mundial y que son: Brasil, República Democrática del Congo, Angola, Sudán, Argentina, Colombia y Bolivia (FAO and Earthscan, 2011).

En México, el frijol es el tercer cultivo en importancia por la superficie que ocupa, después del maíz grano y el sorgo grano; durante 2014 se cosecharon 1.68 millones de hectáreas de frijol en ese país. (Sitio <https://www.google.com/search?q=frijol+2014&ie=utf-8&oe=utf-8>)

La producción mundial de frijol creció a una tasa promedio anual de 0.8 por ciento entre 2003 y 2013, para ubicarse en 22.8 millones de toneladas. Esta tendencia en la cosecha de la leguminosa.

En siete países se concentró el 64.8 por ciento de la producción mundial de frijol en 2013: Myanmar (16.2 por ciento), India (15.9 por ciento), Brasil (12.7 por ciento), México (5.7 por ciento), Tanzania (4.9 por ciento), Estados Unidos (7.9 por ciento) y China (4.5 por ciento). (Sitio [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61950/Panorama\\_Agroalimentario\\_Frijol\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61950/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf))

El consumo mundial de frijol se estima en alrededor de 17 millones de toneladas, y al igual que la producción, muestra una alta concentración. Los primeros cinco países consumidores participan en conjunto con el 57.7 por ciento del consumo mundial: India (24.7 por ciento), Brasil (19.0 por ciento), Estados Unidos (5.5 por ciento), México (5.3 por ciento) y Tanzania (3.3 por ciento) (Sitio [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama\\_Agroalimentario\\_Frijol\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf).)

Barquero (2017) comunica que en Costa Rica se verá obligada a importar más frijoles de lo previsto, para el periodo 2016-2017, en vista de una disminución del 38% en la cosecha nacional de ese grano, pues la producción fue afectada por las secuelas de El Niño y por los frentes fríos de finales del 2016 e inicios de este año.

El propio autor revela que el último estudio de mercado para ese producto realizado por el Consejo Nacional de Producción (CNP), según el cual la cosecha nacional caerá de 14.178 toneladas en el periodo 2015-2016 a apenas 8.720 toneladas para el año productivo 2016-2017. El año frijolero se inicia en julio y termina en junio.

Patricia Uribe (2017) hace referencia a campesinos de Zacatecas, México, que en el presente año manifestaron fuertemente su inquietud al gobierno por la comercialización injusta de este grano, lo que compromete su producción (Sitio <http://ntrzacatecas.com/2016/11/03/campesinos-exigen-precio-justo-del-frijol/>.)

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2016 en un informe sobre la situación del frijol en Guatemala expresó que los principales alimentos básicos que se producen y consumen en la mayor parte de Centroamérica son maíz, arroz y frijol. Este último constituye una fuente

importante de proteína para los hogares pobres. En Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica se consume frijol negro, por lo que es objeto de comercio entre los países.

En Centroamérica, los precios de frijol negro mantienen un comportamiento normal (incrementos en las épocas de mayor escasez y bajas en las épocas de producción).

(Sitio [http://web.maga.gob.gt/diplan/download/informacion\\_del\\_sector/informes\\_de\\_situacion/2016/03%20Informe%20Situaci%C3%B3n%20Del%20Frijol%20Negro%20Marzo%202016.pdf](http://web.maga.gob.gt/diplan/download/informacion_del_sector/informes_de_situacion/2016/03%20Informe%20Situaci%C3%B3n%20Del%20Frijol%20Negro%20Marzo%202016.pdf))

Según Abreu, 2015 en su tesis de ingeniera agrónoma plantea que el *Phaseolus vulgaris* es la especie más conocida del género *Phaseolus* en la familia Fabaceae, con unas cincuenta especies de plantas, todas nativas de América según Quintero (2005). Es una especie anual, que se cultiva en todo el mundo. Existen numerosas variedades y de ella se consumen tanto las vainas verdes como los granos secos. El frijol prospera en climas fríos y cálidos, tiene variedades trepadoras y enanas. Se cultiva en suelos no muy salinos, con índice medio de lluvias. Se cultiva en lugares donde el calor del sol llegue al tallo de la planta. Aunque admite una amplia gama de suelos, los más indicados son los suelos ligeros, de textura silíceo-limosa, con buen drenaje y ricos en materia orgánica. En suelos fuertemente arcillosos, muy calizos y demasiado salinos vegeta deficientemente, siendo muy sensible a los encharcamientos, de forma que un riego excesivo puede ser suficiente para dañar el cultivo, quedando la planta de color pajizo y achaparrada.

Los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7,5, aunque en suelo arenoso se desarrolla bien con valores de hasta 8,5. Si el suelo es ligero y arenoso, se añade una cantidad abundante de turba húmeda, abono o estiércol maduro. Si el drenaje no es bueno se forma un cúmulo o montecito y se siembra en su parte superior. Si el suelo es muy ácido se agrega cal (García, 1998).

Con el propósito de evaluar los rendimientos y los comportamientos de plagas en el cultivo del frijón, unas 72 variedades del grano serán sembradas por primera vez en la central provincia de Ciego de Ávila, territorio seleccionado para el experimento. Los plantíos les permitirán valorar a los expertos del Ministerio de la Agricultura en Cuba, un grupo de parámetros en el cultivo de la

legumbre, obtener semillas de alta calidad para elevar los niveles de producción y sustituir importaciones (Saavedra, 2010).

### 1.2.1 EL cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cuba

EL frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cuba ha sido durante muchos años una práctica común el campesinado. Para el período comprendido entre los años 2008 y 2013 por el sector estatal y no estatal el rendimiento y la producción agrícola del frijol se muestran en las Figuras 1 y 2 (ONEI, 2014). (oficina nacional de estadística e información) Aquí se aprecian los bajos rendimientos por hectárea obtenidos, los cuales promedian aproximadamente 1 t.ha<sup>-1</sup> en el sector privado y 0,75 t.ha<sup>-1</sup> en el sector estatal y como la producción nacional de frijol es liderada por los pequeños agricultores.

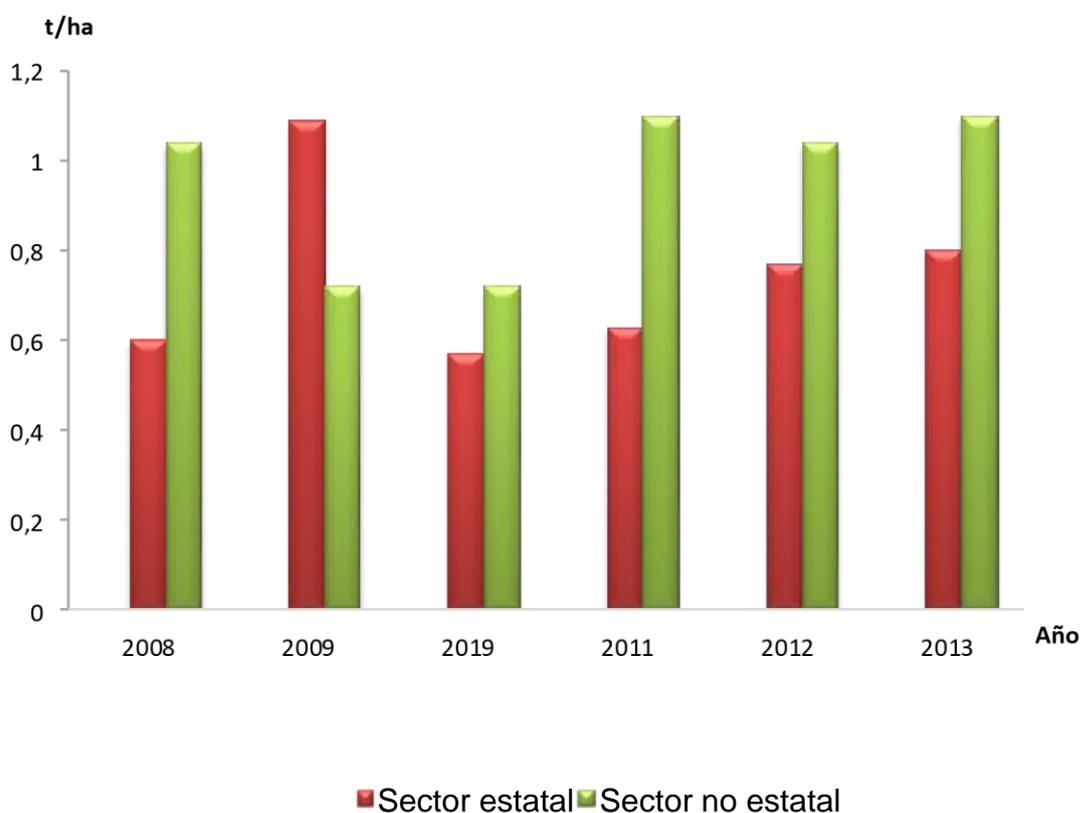


Figura 1. Rendimiento agrícola del frijol (t.ha<sup>-1</sup>), por tipo de tenencia de la tierra, en Cuba.

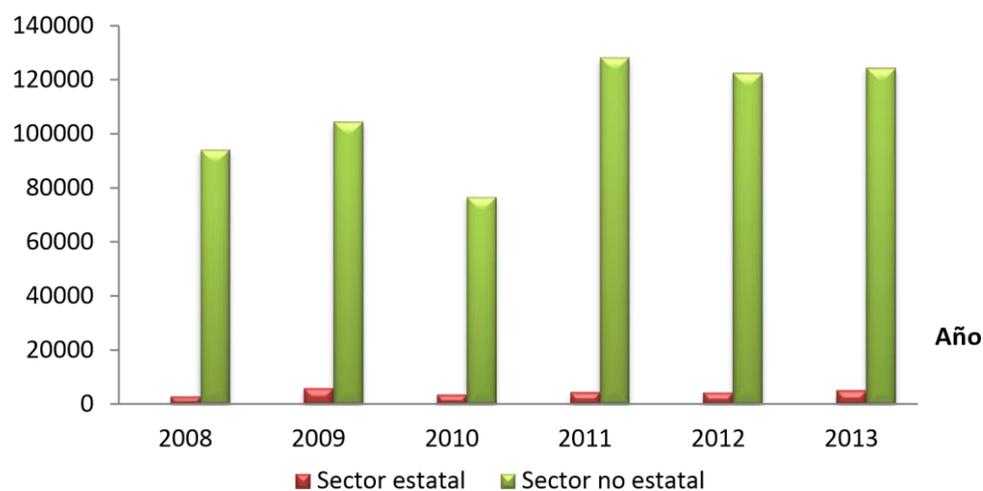


Figura 2. Producción agrícola del frijol (t), por tipo de tenencia de la tierra, en Cuba.

Según Hidalgo (2015) la Sucursal Labiofam de la provincia cubana de Granma, perteneciente al Grupo empresarial de producciones biofarmacéuticas y química, potenciará en la venidera campaña de frío la variedad de frijol negro Cul 156, con destino al consumo nacional.

“Para esta etapa prevén sembrar 200 hectáreas y estiman casi 400 toneladas de rendimiento, a lo cual contribuirá la disponibilidad en el programa de granos de Niquero de sistemas de riego y cinco motobombas”. Este programa marcha en la puntera del territorio junto al de Media Luna, que también cumple con las metas y que en esta campaña de frío debe llegar a 150 hectáreas sembradas de frijol negro.

El frijol necesita alrededor de 10 riegos (con una norma neta total promedio de 500 m<sup>3</sup>/ha) durante todo el ciclo del cultivo, dependiendo de la variedad y el tipo de suelo, éste debe mantenerse en un 80% de capacidad de campo. El frijol tiene 4 etapas críticas, donde no puede faltar el agua para que el rendimiento no se afecte en más de un 35 %: germinación (2 riegos), floración (2 riegos), formación de vainas (3 riegos) y llenado de las vainas (3 riegos). Cuba (2009).

### 1.2.2 Valor nutricional y económico del cultivo del frijol común

Según Herrera (2013) su alto contenido de hierro, elemento vital para el buen desarrollo cerebral en los pequeños, ayuda a corregir desórdenes biliares, gota, enfermedades reumáticas, disminuye la tasa de colesterol y es eficaz contra la

anemia. Por cada 100 gramos, hay 20 de proteínas, 5.8 de grasa y más de 3 de fibra. El frijol es una leguminosa que constituye una rica fuente de proteínas e hidratos de carbono, además es abundante en vitaminas del complejo B, como niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina; también proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio, y presenta un alto contenido de fibra.

Tabla 1 Valor nutricional del frijol para adultos

---

Valor nutricional por cada 100 g  
**Energía 330 kcal 1390 kJ**

---

<b>Carbohidratos</b>	61.5 g
Fibra alimentaria	4.3 g
<b>Grasas</b>	1.8 g
saturadas	0.12 g
monoinsaturadas	0.06 g
poliinsaturadas	0.18 g
<b>Proteínas</b>	19.2 g
<b>Agua</b>	7.9 g
Vitamina A	1.0 µg (0%)
Tiamina (Vit. B1)	0.62 mg (48%)
Riboflavina (Vit. B2)	0.14 mg (9%)
Niacina (Vit. B3)	1.7 mg (11%)
Vitamina B6	0.4 mg (31%)
Ácido fólico (Vit. B9)	394 µg (99%)
Calcio	228 mg (23%)
Magnesio	140 mg (38%)
Fósforo	407 mg (58%)
Potasio	1406 mg (30%)
Sodio	24 mg (2%)
Zinc	2.79 mg (28%)

---

Los frijoles poseen un alto contenido en proteínas y en fibra, siendo así mismo una fuente excelente de minerales. También cabe destacar la elevada cantidad de folatos que aporta y el contenido equilibrado en demás vitaminas del grupo B exceptuando la cianocobalamina (Balmaseda, 2014).

Tiene gran importancia económica, pues genera ingresos para millones de pequeños agricultores, a tal grado que la producción mundial anual es de cerca de USD \$11 mil millones según plantea Aguilar (2003). Se considera que el promedio de producción con empleo de maquinaria propia o rentada en las actividades y diversas regiones productivas, así como el precio medio de mercado, es un factor de ingreso que permite que la actividad tenga niveles de ingreso.

Como siempre sucede al hablar de promedios, existen productores que superan estos niveles de producción e ingreso, producto de la oportunidad con que realizan sus labores y prácticas agrícolas. El precio medio pagado en el mercado es variable de acuerdo a la oferta y la demanda, fluctuando desde los 3,800.00 dólares por tonelada hasta 7,000.00 las variedades de frijol claro.

Un análisis económico sencillo, teniendo como fuente de referencia la carta tecnológica establecida para el cultivo del frijol, 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 de producción.

### **1.2.3 Características botánicas frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) 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 cultivadores 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.

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

El frijol común pertenece al género *Phaseolus* y recibe el nombre científico de *Phaseolus vulgaris* L. Según Cronquist citado por Franco y Col (2004), su ubicación taxonómica es:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Rosidae*

Orden: *Fabales*

Familia: *Fabaceae*

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

#### **1.2.5 Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) 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 como indeterminado (arbusto pequeño y trepadoras) según describe Socorro y Col (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 sistema se mantiene durante toda la vida de la planta.

El 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. Esto permite que estas especies concentren en sus tejidos cantidades altas de nitrógeno, principalmente en forma de proteínas y de aminoácidos libres.

### **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.

### **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 acuminado o en forma de punta. Posee un nervio central y un sistema de nervaduras ramificadas en toda el área del limbo foliar.

### **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, etc.

### **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, aunque lo normal es de cinco a siete, de forma reniforme, aunque también pueden ser redondas, ovoides, elípticas, pequeñas casi cuadradas, alargadas ovoideas, así se representa en la clasificación de los granos según la metodología planteada por Muñoz y Col (1993).

Atendiendo al color se pueden encontrar granos de color uniforme, por ejemplo: negros, 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 estos 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 para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica.

El tiempo requerido para que las vainas alcancen su longitud máxima, es generalmente similar al que se requiere para que los granos completen su desarrollo (estado de madurez fisiológica). Los granos, luego de alcanzar su madurez fisiológica, pierden aproximadamente un 3% diario de humedad como promedio, alcanzando su madurez de trilla cuando presentan en promedio un 14 o 15% de humedad.

### **Vainas**

Las vainas o legumbres corresponden a frutos compuestos por dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido; en la unión de las valvas aparecen dos suturas, una dorsal y una ventral. Los óvulos, que corresponden a las futuras semillas, se presentan dispuestos en forma alterna en las dos valvas de las vainas. Durante los primeros 3 a 4 días de crecimiento de las vainas, estas se elongan lentamente (0,3 a 0,4 cm por día), portando rudimentos florales en su parte apical.

Posteriormente, la elongación de las vainas comienza a ser más rápida, llegando a incrementarse hasta en más de 1 cm por día, en la segunda mitad del período de crecimiento.

Las vainas que pueden ser planas o cilíndricas, alcanzan al estado verde una longitud promedio, que según el cultivar y las condiciones de manejo, puede fluctuar entre 9 y 16 cm, el número original de óvulos por vaina varía generalmente entre cuatro y siete; el aborto de granos, que puede ocurrir por distintas causas, determina que las vainas lleguen a veces a lograr un menor

número de granos que el potencial que presentaban de acuerdo al número de óvulos expresados.

### **1.3 Características fisiológicas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**

#### **1.3.1 Hábitos de crecimiento**

En un informe sobre el programa del frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se describe que existen dos tipos: hábito de crecimiento determinado con terminales reproductivos sobre el tallo principal, sin producción de nudo sobre este después que inicie la floración y hábito de crecimiento indeterminado de terminales vegetativos sobre el tallo principal con producción de nudos sobre este , después se inicia la floración de ramas erectas que salen de los nudos inferiores del tallo principal .

El ciclo de desarrollo del frijol consta de las siguientes fases (Socorro y Col, 1989).

- Germinación.
- Primeras hojas verdaderas.
- Formación de las inflorescencias.
- Floración.
- Formación de las vainas.
- Maduración de las vainas.

Las fases de desarrollo pueden comenzar en diferentes momentos y no solo en campos diferentes, sino también en el mismo campo. En años diferentes, en los plazos de comienzo de las fases, así como en la duración de esta alcanzan valores considerables (hasta 10 ó 15 días). Esta diferencia no solo está determinada por la variedad, sino también por la temperatura, la humedad del suelo y del aire, así también por el régimen de nutritivo correspondientes a los botones ubicados en la parte terminal del tallo principal y de las ramas; posteriormente, la floración se extiende sucesivamente hacia los nudos inferiores de los tallos.

En el caso de los cultivares indeterminados, la floración comienza en los nudos reproductivos inferiores del tallo principal y de las ramas, para posteriormente extenderse sucesivamente hacia los nudos superiores.

### **1.3.2 Requisitos ecológicos**

El frijol es una planta anual y requiere de un clima templado a cálido. Puede crecer con temperaturas relativamente bajas, pero su rendimiento se ve afectado. Temperaturas inferiores a 16 – 18°C son perjudiciales para el crecimiento. Entre los factores climáticos cabe destacar la sequía y las altas temperaturas. El *stress* provocado por el déficit de agua es un fenómeno muy extendido en las zonas productoras de frijoles. Es frecuente la pérdida del cultivo por sequía, si ocurre en plena floración provoca aborto floral y de frutos, además del retraso general de la fonología del cultivo.

El exceso de lluvias puede destruir las plantas por asfixia, puede producir pudrición en las raíces, además de ser un factor de predisposición ante el ataque de enfermedades. Este cultivo no tolerante al exceso de humedad, necesita para su buen desarrollo una distribución adecuada del agua por lo que el riego debe estar en función del tipo de suelo y la época de siembra (MINAG, 2003).

Por otra parte, las altas temperaturas pueden limitar severamente la producción de esta leguminosa, las temperaturas óptimas son de 22 a 26 °C, señalándose como mínimo para la floración 12°C con una temperatura óptima de 25°C.

Para el crecimiento y desarrollo del fruto, así como su maduración se señalan temperaturas entre 25 - 35°C como las más favorables. Temperaturas superiores a 30°C ocasionan en determinadas variedades, una disminución en la capacidad de producción, pues un exceso de calor hace decrecer el número de flores que se polinizan y disminuir el número de semillas por vaina.

El frijol es una planta que necesita buena luminosidad para producir una mejor fecundación de sus flores; condiciones que se dan en las zonas donde se cultiva en el país. (MINAG, 2003).

Este factor, ya sea en forma de lluvia, neblina o humedad atmosférica muy alta, tiene una acción negativa sobre los rendimientos de frijol, ya que favorece el ambiente para la proliferación de insectos y enfermedades. Sin embargo,

durante la floración, la falta de cierto grado de humedad en el ambiente a los 30 – 40 cm sobre el suelo, afecta la polinización con la consiguiente disminución de rendimiento. En consecuencia, es un cultivo que no resiste heladas, sequías ni lluvias prolongadas.

El frijol prospera en la mayoría de los suelos, pero los mejores para este cultivo son los francos: franco arenosos, franco arcillosos, franco limosos. No se recomiendan los excesivamente arcillosos o arenosos carentes de nutrientes. Generalmente los suelos arcillosos tienen problemas de compactación y drenaje que no permiten un buen desarrollo radicular. El frijol es una planta muy sensible a la salinidad, por lo tanto, no se recomienda para este cultivo suelos con una conductividad eléctrica superior a 2 milimhos.

Este factor se puede determinar mediante un análisis de suelo. Principalmente, la deficiencia en nitrógeno y fósforo (Singh, 1999), además de dentro de estos hay que considerar las enfermedades, plagas, y malas hierbas, que afectan al cultivo disminuyendo el rendimiento.

#### **1.3.4 Requisitos edáficos**

Entre los factores edáficos la baja fertilidad del suelo es uno de los que más limitan las concentraciones de aluminio y manganeso (Wortmann y Col; 1998), que pueden llegar a niveles muy elevados siendo tóxicas para las plantas. Las deficiencias en potasio y hierro, provocan una clorosis, sobre todo en suelos con pH elevado, el exceso de sodio ocasiona raquitismo, amarillamiento, aborto de las flores, maduración prematura y, por ende, bajos rendimientos según Socorro y Col (1989).

El frijol requiere para su desarrollo suelos sueltos que 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.

Las condiciones edáficas varían ampliamente en función de la diversidad de tipos y categorías de suelo de todo el territorio nacional (Quintero, 1982). Tanto o más diversas que las anteriores lo son las adversidades de origen biótico, existiendo plagas de muchas especies de insectos, arácnidos, nemátodos, moluscos, y enfermedades causadas por muchas especies de hongos, bacterias y tipos de virus, existiendo muchas veces diversidad de razas o

prototipos dentro de un mismo agente causal de una enfermedad. No es posible ni conveniente reunir, en una misma variedad, resistencia o tolerancia a tan amplia gama de adversidades.

Lo más razonable, y posiblemente el arma más poderosa que podamos usar, es contar con una estructura varietal en el cultivo lo suficientemente amplia, y manejarla de forma tal que minimice el efecto de las adversidades, tanto en sentido territorial como temporal.

### **1.3.5 Agrotecnia del cultivo del frijol**

En Cuba es clásica la alternancia frijol - maíz, sembrando la leguminosa en el período otoño - invierno y el de maíz en el de primavera - verano. De esta forma el maíz, que es exigente en nitrógeno, aprovecha el aporte del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) como planta fijadora de este elemento. También se usa en rotación con el arroz donde las condiciones del suelo en que se siembre el arroz permiten el desarrollo del frijol (arrocera sobre suelos arenosos en “Los Palacios”, Pinar del Río).

Este cultivo es una planta poco competitiva. Se han observado reducciones en la cosecha hasta de 75% cuando no se han manejado las malezas durante todo el ciclo de cultivo. Los primeros treinta días de cultivo, deben mantenerse libre de malezas, ya que este es el período crítico en que las malezas causan un daño irreversible y por lo tanto pérdidas en el rendimiento.

Según Quintero (1996), es significativo el daño causado por las malezas pues además de competir por luz, nutrientes y agua, ocasionan otros problemas, como hospederos de plagas y enfermedades, interfieren las labores de cosecha y afectar la producción y calidad del grano.

El complejo de plagas, de enfermedades y de malezas actúa e interactúan entre sí y con el cultivo como un sistema integrado, no cada uno por separado, independientes entre sí. Debemos verlo de esta manera y en consecuencia con esta concepción actuar sobre el sistema “cultivo” para la regulación de los citados enemigos bióticos de las plantas cultivadas.

## **1.4 Época de siembra**

En Cuba especialistas del MINAG (2003), establecieron el período de siembra entre la primera quincena de septiembre y de enero donde se cuente con regadío, estableciendo algunas regulaciones con el uso de variedades en relación a la fecha de siembra. No obstante, está demostrado que puede sembrarse hasta febrero, pero en este caso aumenta el riesgo de pérdidas en cosecha por la aparición de las lluvias en el mes de mayo (Quintero, 1996).

En este caso no deben hacerse siembras de grandes extensiones. La época de siembra influye sobre el comportamiento de las variedades específicamente en el ciclo vegetativo.

Este propio investigador plantea que se ha demostrado que existen diferencias significativas en la manifestación del rendimiento de las tres épocas, pero que se produce una fuerte interacción entre este aspecto con las variedades. Cada una de las tres épocas presenta sus características peculiares, fundamentalmente referidas a condiciones climáticas y bióticas. En Cuba se utiliza fundamentalmente el sistema de monocultivo.

No obstante, algunos productores, generalmente privados, suelen establecer asociaciones en las siembras de frío de caña de azúcar, así como en plantaciones en fomento de plátanos y frutales, utilizando el frijol como cultivo secundario. También cuando el frijol constituye el cultivo principal algunos productores acostumbran el intercalamiento con maíz a densidades bajas. Hay, además algunas experiencias con Girasol y con Sorgo.

### **1.4.1 Método de siembra**

La siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) se puede realizar de forma manual o mecanizada, con el desarrollo de la agricultura en Cuba se ha extendido la mecanizada facilitando con ello el ahorro de la fuerza de trabajo, así como una mayor calidad en la uniformidad y distribución de semilla. (MINAGRI, 2003).

## **1.4.2 Labores culturales:**

### **Control de malezas**

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.

### **Riego**

Para un desarrollo normal de la planta, en las etapas reproductivas no debe faltar humedad en el suelo, desde el inicio de la floración hasta el llenado de grano. En suelos aluviales, con alto nivel freático, un riego de auxilio puede ser suficiente al inicio de floración; en cambio, con bajo nivel freático se sugiere la aplicación de un segundo riego de auxilio en la etapa de formación o llenado de grano (entre 60 y 70 días). En suelos de barrial, dos riegos de auxilio son necesarios para las variedades precoces e intermedias; el primero al inicio de floración y el segundo en formación de vainas.

Las variedades tardías (como las de tipo negro) generalmente requieren un tercer riego de auxilio en la etapa de llenado de grano. En todos los casos es necesario dar riegos ligeros en tiradas no mayores de 150 metros, para evitar problemas de pudriciones de raíz y alta incidencia de moho blanco.

Algunos de los módulos de riego de la zona norte de Sinaloa han implementado con éxito el Sistema de Pronóstico de Riego en tiempo real. Este permite determinar con toda precisión el momento oportuno de aplicar los riegos.

El dictamen de riego se basa en información computarizada que se envía desde las estaciones climatológicas a una base de datos en una computadora, previamente alimentada con información climática, sobre el cultivo y características de suelo.

Las experiencias obtenidas en el valle del Fuerte indican que al aplicar el riego en el momento preciso, el rendimiento puede mejorar sensiblemente, por lo que

el productor debe conocer este sistema y aplicarlo en la medida de lo posible. (Quintero y León, 1982).

### **Fertilización**

El frijol tiene la capacidad de utilizar, indirectamente, el Nitrógeno presente en el aire atmosférico a través de la asociación simbiótica en sus raíces con bacterias capaces de tomar directamente el nitrógeno atmosférico. Las principales especies de bacterias que se asocian al frijol, según la taxonomía más actualizada hasta el presente son: *Rhizobium leguminosarum cv phaseoli*, *Rhizobium tropicii* y *Rhizobium etli*. Como puede apreciarse, el potencial de fijación biológica es muy superior a las necesidades de extracción y exportación por el cultivo con los niveles de rendimiento promedio en muchas regiones del mundo.

Investigaciones realizadas en Cuba sobre el balance de absorción de nutrientes por el frijol, reportado por Socorro y Col (1989) demuestran que del total absorbido y retenido en la planta en madurez de cosecha despreciando el posible contenido en las hojas que quedaron en el suelo por senescencia de la planta, pueden regresar al suelo en los residuos de la cosecha más de la cuarta parte del nitrógeno, más de la quinta parte del fósforo y cerca de las dos terceras partes del potasio.

#### **1.4.3 Control de plagas y enfermedades**

El cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) está sometido a un multivariado complejo de plagas, enfermedades y condiciones edafoclimáticas. Las enfermedades tienen gran diversidad de orígenes, e incluso en algunas de ellas gran diversidad de razas y ecotipos.

El daño ocasionado por enfermedades foliares y radicales en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye un serio problema para la mayoría de productores que siembran este cultivo en Cuba.

Entre las más frecuentes en nuestro país según estudios realizados por Saucedo (2011), tenemos: Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), Mancha angular (*Isariopsis griseola*), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Marchitez por Fusarium (*Fusarium oxysporum .sp. phaseoli*), Mildio polvoriento (*Erysiphe polygoni*), Podredumbres de cuello y/o raíces

(*Phytophthora* spp., *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolicola* y *Pythium* spp), *Rhizoctonia solani* Kühn y la roya del frijol *Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint. var. *typica* Arth.

En cuanto a enfermedades se puede distinguir enfermedades virales, bacterianas, y fungosas. El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es afectado por alrededor de 50 enfermedades virales. (Socorro y Col, 1989), las principales afectaciones son ocasionadas por: mosaico común del frijol (BCMV), mosaico dorado (BCMV), mosaico amarillo y moteado clorótico.

Las enfermedades virales causan importantes pérdidas en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en todo el mundo, destacando el virus del mosaico común (BCMV, por sus siglas en inglés) presente en la mayoría de las regiones de producción (Singh, 1999).

También las bacterias juegan un papel muy importante principalmente *Pseudomonas phaseolicola*, *Xantomonas phaseoli* que produce el tizón bacteriano según (Socorro y Col, 1989). El daño ocasionado por enfermedades fungosas foliares y radicales en el cultivo del frijol constituye un serio problema para la mayoría de productores que siembran este cultivo.

Las más extendidas son la mancha angular (*Phaseoisariopsis griseola*), antracosis (*Colletotrichum lindemuthiarum*) y roya (*Uromyces phaseolis* Pers.), que causan enormes pérdidas en el cultivo en nuestro país.

Otro problema importante en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) son las plagas insectos, que provocan pérdidas que en ocasiones pueden alcanzar el 100% del cultivo. Entre las plagas más importantes que atacan al cultivo se encuentran: Saltahoja (*Empoasca kraemeri*), Crisomélidos (*Andrectus ruficornis*), Mosca blanca (*Bermicia tabaco*).

En condiciones de almacenamiento los principales daños están dados por los gorgojos (*Acanthoscelides* spp) los picudos (*Apion godmani*) que afectan al grano seco (Wortmann y Col, 1998).

#### **1.4.4 Rendimiento**

El rendimiento del cultivo tiene una influencia determinante en la fecha de siembra en las condiciones climáticas ya que favorecen o limitan las funciones

fisiológicas de la planta, así como la incidencia de plagas o enfermedades. Según (Quintero, 1998) el rendimiento de cada una de las épocas de siembra es ciertamente diferente, siendo superior el de la época intermedia en comparación a la temprana y a la tardía. No obstante, con una selección correcta de variedades podemos incrementar considerablemente el nivel de rendimiento en cada una de ellas y de esta forma aprovechar mejor el período total de siembra posible en este cultivo, también se requiere de una estrategia diferenciada en el manejo fitotécnico, incluida la selección de las variedades a emplear.

#### **1.4.4.1 Factores que limitan la producción**

La producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es afectada por muchos factores agronómicos como son la fertilidad del suelo, suelos con inadecuadas condiciones físicas, la presencia de plagas y enfermedades, deficiente calidad de la semilla y su conservación, condiciones climáticas adversas.

En Cuba el descenso de los rendimientos de este grano se origina fundamentalmente por el déficit nutricional, así como por la incidencia de plagas y enfermedades (MINAG, 2003).

Varios investigadores se han dado a la tarea de investigar las causas de los bajos rendimientos en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en muchos lugares. Singh (1999) determinaron como causa principal de los bajos rendimientos en el frijol a:

- La susceptibilidad a numerosas plagas y enfermedades.
- Su alta sensibilidad a factores climáticos y edáficos.
- Siembras continuadas de variedades decadentes.
- Un aprovechamiento inadecuado de la vasta variabilidad genética disponible en la especie.

Según Singh (1999), entre los factores bióticos, las enfermedades pueden causar enormes pérdidas en rendimiento dependiendo de las características de la población prevaleciente del patógeno, la variedad de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), las condiciones ambientales de la zona, y el sistema del cultivo practicado. Los eventos bióticos también pueden tener profundas repercusiones

económicas y sociales, por ejemplo, en 1998 el área sembrada de frijol en América Central fue severamente reducida por efecto del huracán Mitch y las necesidades de la semilla y grano comercial se hicieron sentir en toda la región (Bonilla, 2000).

El cultivo del frijol común en Cuba está sometido a una amplia gama de adversidades que pueden ser de origen climático, edáfico y biótico, pudiéndose presentar complejas interacciones entre ellas. La variación en las condiciones climáticas está dada por el hecho de practicar el cultivo en todo el país, de Oriente a Occidente; del llano a la montaña; y en sentido temporal, desde septiembre hasta mayo, aparte de la posible variación climática entre los años (Quintero, 1998).

#### **1.4.1.2 Manejo de la diversidad varietal**

De todas las prácticas agrotécnicas el manejo adecuado de las variedades es, posiblemente, la que aporta los incrementos más notables en la producción de una región o país, sin ocasionar gastos adicionales de consideración por concepto de su introducción, pues simplemente se limita a la sustitución de unas variedades por otras (Quintero, 1985). El uso de una o pocas variedades en los cultivos ha conducido a no pocos fracasos, incluso desastres, en nuestra agricultura.

Son muy conocidos en nuestro país los casos ocurridos en caña de azúcar, primero con la variedad “Cristalina” y la incidencia de una virosis llamada “mosaico”, y más recientemente con la “Barbados 4362” y la “roya” causada por el hongo *Puccinia melanocephala*. Recientemente tuvimos el caso del tabaco y la reaparición del “moho azul” (*Peronospora tabacina*), predominando en esos momentos la variedad “Pelo de Oro”, susceptible a la enfermedad, por lo que en ese año se produjeron grandes pérdidas en la producción tabacalera.

Estos son algunos ejemplos, hay muchos más, de reacción diferenciada de los genotipos (variedades) a los agentes patógenos, pero también este fenómeno se manifiesta frente a plagas, a condiciones climáticas, edáficas, agrotécnicas, etc.

La respuesta diferenciada de las variedades a plagas y enfermedades, a las variaciones de las condiciones climáticas, ya sea en sentido temporal (épocas

de siembras y entre años) o en sentido territorial (localidades), a las condiciones edáficas y fisiográficas, y a la diferencial preferencia de los consumidores y del mercado por colores, formas y tamaños del grano, justifica y exige el uso de una estructura varietal amplia en estos cultivos (Quintero, 1999).

Una amplia experiencia en el trabajo con variedades durante varios años en diferentes agroecosistemas de las provincias, se puede producir en interacción fuerte entre el factor varietal y las variaciones de las condiciones climáticas, épocas de siembras, campaña y territorial. Un grupo de las variedades que presentan comportamiento “sobresaliente”, permite hacer recomendaciones sobre la adopción de determinadas estructuras o composición de variedades en función de los agroecosistemas evaluados.

Así como disponer de una estructura varietal adecuada que sea capaz de satisfacer la demanda y gusto de los consumidores y que a la vez se logre un buen comportamiento agronómico mediante una correcta estrategia de biodiversidad en sentido espacial y temporal, hacia esta valoración se encamina el presente trabajo de diploma.

## **Capítulo. II Materiales y métodos**

### **2.1 Área de estudio**

La investigación se realizó en la finca “Edén” perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) “Leonel Barrios Castillos” del Municipio Taguasco, provincia Sancti Spíritus. Esta se encuentra enclavada en el Consejo Popular La Yamagua y limita por el norte con la Finca “Los Cuellar”, por el sur con la Empresa de Cultivos Varios, por el este con la UBPC “Edén” y por el oeste con la CPA “Jesús Menéndez”.

Los suelos predominantes en el territorio están caracterizados como pardos con carbonato de profundidad media (Hernández y Col; 1999), donde se desarrollan fundamentalmente la producción tabacalera y de cultivos varios, además de alternar con otros cultivos como es el caso de los granos fundamentalmente el frijol y maíz además de otras producciones como frutas y cítricos, las características que presentan los suelos de la finca “Edén” permiten encontrarse entre las fincas de avanzada en la CCS y en el territorio incidiendo sobre todo en la producción de tabaco y granos.

Para el desarrollo de la investigación se estableció una estrategia para la producción de frijol común de la variedad CUL 156 en el período comprendido entre el 12 septiembre y el 30 de noviembre. Para la misma se toma una muestra testigo de esta variedad bajo condiciones de riego por aspersión y 0,50 hectárea con riego natural, para ello la finca cuenta con un embalse con capacidad de almacenamiento de 17365.42 m<sup>3</sup>.

Además se cuenta con tecnologías en sistemas de riego de bombeo semi estacionarios con aspersores de impacto de baja intensidad de caudales entre

900 y 1000 l/h a la presión de trabajo de 25 m.c.a y se colocan en marcos de puesta de 12 x 12 m impulsadas por una motobomba Diesel Q= 8-10 l/seg H= 60 m con un sistema de bombeo ITAF de procedencia italiana, estas áreas cuentan con buen drenaje, lo que facilita las garantías hídricas del cultivo.

## **2.2 Variables asociadas al cultivo**

Las evaluaciones se realizaron durante el ciclo del cultivo, las mismas se corresponden con el descriptor varietal del cultivo del frijol común, según Quintero y Col (2006); Suárez y Col (2006). Cada muestreo se realizó por conglomerado con tres grupos determinados de un metro de longitud, ubicados respectivamente en la parte alta, media y baja del surco. La selección de los grupos en cada muestreo fue aleatoria el número de plantas a evaluar por tratamiento fue de 30.

Esto se evaluó en tres momentos del ciclo productivo, en un momento inicial en la germinación y nacimiento del grano, a los 38 días en proceso óptimo de la floración y a los 68 días cuando el cultivo alcanzó su total madurez fisiológica.

Las variables evaluadas en el área efectiva de cada tratamiento son las siguientes:

- Número de vainas por plantas: fue determinado por conteo físico del número de vainas que tuviesen, por lo menos, una semilla viable en cada planta muestreada.
- Número de semilla por vainas: fue determinado por conteo físico y se utilizaron las mismas vainas para determinar la longitud, y se contaron el número de semillas viables que contenían.
- Rendimiento total ( $t \cdot ha^{-1}$ ): se estimó tomando como base la producción de semillas en la superficie sembrada, refiriéndola a una hectárea.

## **2.3 Variables asociadas a los riegos**

Las evaluaciones se realizaron durante cada uno de los nueve riegos por aspersión que se efectuaron a razón de 875 m<sup>3</sup>/riego manteniendo un 80% de capacidad de campo, además se utilizaron pluviómetros colectores colocados de manera uniforme en el extremo máximo de la salida del aspersor con una presión de trabajo como mínimo en el orden de 20 m.c.a contemplando la velocidad del viento que no exceda de los 2,5 m/s.

Para medir la cantidad de agua en un tiempo de 30 minutos en cada uno de los riegos, se tiene en cuenta que en el periodo establecido para la investigación solo se alcanzaron en toda la fase del cultivo 233 m<sup>3</sup> de agua, recolectados en los pluviómetros lo que representa un 26,62 % de humedad en el suelo, esto muestra un régimen de lluvia muy escaso para la producción de frijol común.

Las etapas de desarrollo de la planta de frijol están basadas en su morfología y los cambios fisiológicos que se suceden durante su desarrollo, en cada una de sus fases y etapas se aplican riegos de agua por aspersión en la primera fase la fase vegetativa se aplican cinco riegos.

Los mismos comienzan desde la etapa de germinación donde la semilla se encuentra en condiciones favorables para iniciar la germinación, en la etapa de emergencia donde los cotiledones de más del 50 % de las plantas aparecen al nivel del suelo, en la etapa de hojas primarias donde más del 50 % de las plantas tienen las hojas desplegadas, en las etapas de las primeras y terceras hoja trifoliadas estos riegos se aplican cuando las hojas trifoliadas se encuentran desplegadas en más del 50 % de las mismas.

Así mismo sucede con la fase reproductiva donde se aplican cuatro riegos, en la etapa de prefloración donde los primeros botones o racimos han aparecidos en más del 50% de las plantas, en la etapa de floración donde más del 50 % de las plantas tiene las flores abiertas, en la fase de la formación de vainas al marchitarse la corola en más del 50 % de las plantas y al menos tienen una vaina formada.

En la etapa del llenado de la vainas y la formación del grano, esta etapa es muy importante la aplicación correcta y el control del agua en la planta pues este momento comienza el llenado de semillas en las primeras vainas apareciendo en más del 50 % de las plantas, en caso extremo se aplica un riego que permitirá acelerar el proceso de maduración fisiológica de la planta donde comienza el cambio de coloración de verde al amarillo uniforme o pigmentado.

## 2.4 Procesamiento estadístico

Los datos referidos a las variables estudiadas para los distintos parámetros de riego y características morfométricas del cultivo se analizaron estadísticamente con el *software Statistical Package for the Social Science SPSS 11.5* (2002). Se realizó un análisis de varianza univariante que determinó la distribución normal según la prueba de Comparaciones Múltiples y el estadístico de Duncan para comprobar la homogeneidad de varianza.

A partir de un análisis varianza simple para cada variable y se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación de  $p \leq 0,05$ . También se realizó una estimación curvilínea de regresión para determinar el modelo que más se ajusta.

## 2.5 Tipo de estudio

Se realizó un estudio de enfoque descriptivo con metodología predominantemente cuantitativa, la cual contó de una etapa de diagnóstico con el objetivo de evaluar las condiciones de la finca objeto de estudio para proponer medidas para la mejora del agua de riego en el cultivo del frijol común en la finca “Edén” del municipio Taguasco de manera que se incrementen los rendimientos.

## 2.6 Métodos

En la realización de la investigación se emplearon métodos del nivel teórico, del nivel empírico y del nivel estadístico matemático:

### **Métodos del nivel teórico:**

**Histórico y lógico:** permite estudiar la trayectoria real del fenómeno y acontecimiento al decursar de la historia, en este caso correspondiente con el manejo del agua de riego en el cultivo del frijol común, considerando lo lógico, que representa las leyes generales de funcionamiento y desarrollo del fenómeno estudiado. En este caso las leyes de la hidráulica, la hidrología y otras de orden físico.

**Analítico-Sintético:** posibilita descomponer la información teórica sobre los cambios, desarrollo, y evolución del manejo de riego en el cultivo del frijol

común y demás recursos a lo largo del proceso, lo que permite la flexibilidad para los reajustes y variaciones surgidas dentro del problema investigado.

**Inductivo-Deductivo:** permite a partir de la investigación realizada proponer como área piloto la finca objeto de estudio.

#### **Métodos del nivel empírico:**

Permite distinguir las características fenoménicas del área investigada, permitiendo la obtención y conocimiento de los hechos fundamentales que la caracterizan. Los métodos a utilizar son: la entrevista y la observación participante.

#### **Métodos del nivel estadístico o matemático:**

**Estadístico:** se utiliza para tabular los datos empíricos obtenidos en la investigación. Para el procesamiento de los datos se emplean técnicas estadísticas descriptivas, las variables cualitativas se resumen a partir de los por cientos y las medias aritméticas y la desviación estándar, calculándose a través del paquete estadístico SPSS 11.5 (2002).

**Matemático:** se utiliza para la determinación de porcentajes y el análisis de los resultados obtenidos en los diferentes indicadores del estudio.

### **2.7 Descripción de los instrumentos**

El proceso de investigación encierra una unidad lógica entre la aplicación de métodos empíricos y métodos teóricos. Para la confección de la investigación se utilizan los siguientes métodos y herramientas para contribuir favorablemente a su resultado final.

#### **La entrevista no estructurada**

Se aplicó la entrevista (anexo 1) concebida como una conversación que sostiene una persona con otra u otras con un propósito determinado. Este medio de comunicación logró que se manifestaran diferentes elementos: la palabra hablada, los ademanes, las expresiones, las inflexiones. Esta técnica se escogió por ser una de las más utilizadas en todas las ramas y especialidades de la sociedad, considerado uno de los medios más directos de llegar a los objetivos que se desean.

En este caso el entrevistador no hizo uso de una estructura de entrevista previa al momento de la misma ni fue de suma importancia la organización de la estrategia a la hora de realizar la misma. Se realizaron entrevistas por vía telefónica, correo y personalmente, que en este caso fue la seleccionada para aplicar en la investigación, lo que nos permitió obtener la mayor parte de la información acerca de las características y particularidades de la finca “Edén”.

### **La observación participante**

La observación como método científico se concibió como una percepción atenta, racional, planificada y sistemática, de los fenómenos relacionados con los objetivos de la investigación en sus condiciones naturales, habituales, es decir, sin provocar a las personas objeto y sujeto de estudio, con vistas a ofrecer una explicación científica de la naturaleza interna de estos. La observación constituyó un elemento fundamental de todo proceso investigativo. Esta técnica representó un preparativo sumamente útil para recoger nuevos datos, desde el inicio hasta el final del estudio.

### **2.8 Procedimientos**

Se realizaron siete sesiones de trabajo en la finca, donde se aplicaron los instrumentos para la recogida de datos en horarios donde estaban ejerciendo la labor de cultivo y en momentos de descanso de los trabajadores.

#### **Sesiones de Trabajo:**

- Primera sesión: recorrido de familiarización.
- Segunda sesión: entrevista y observación.
- Tercera sesión: entrevista y observación.
- Cuarta sesión: entrevista y observación.
- Quinta sesión: entrevista y observación.
- Sexta sesión: entrevista y observación.
- Séptima Sesión: entrevista y observación.

### **2.9 Aspectos de carácter ético y legal**

La investigación se realizó previa autorización del Delegado de la Agricultura del Municipio Taguasco, del Presidente de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) “Osvaldo Cruz García” y del propietario de la finca “Edén”. Se aplicó el principio ético de autonomía y autodeterminación, mediante el consentimiento informado de los participantes en la investigación. También formaron parte importante de esta investigación los campesinos que ejercen la labor del cultivo del frijol común en el área investigada.

### **Capítulo III. Resultados y discusión**

#### **3.1 Caracterización de la finca objeto de estudio**

##### **3.1.1 Localización, límites y extensión**

La Finca “Edén” perteneciente al municipio Taguasco fue propiedad privada y al triunfo de la Revolución fue nacionalizada mediante la Ley de Reforma Agraria, pasando a manos de la Empresa de Cultivos Varios de Taguasco, siendo explotada como plan hortícola del territorio hasta la década del 90, que se interrumpió su explotación por falta de recursos al estar el país inmerso en el período especial.

En el año 2003 el campesino Eduardo Omar Díaz Cruz, se interesó por la explotación de la finca y realizó los trámites correspondientes, por lo que recibió una caballería (13,42 ha) de tierra en usufructo para la siembra de tabaco, amparado por la Resolución No. 357 de fecha 28 de septiembre del 1993 del Ministerio de la Agricultura, sin embargo este no es el único cultivo al que se dedica, sino que en la finca también se siembra tomate, fruta bomba, frijoles, garbanzo, yuca, boniato, arroz, además se destina un área de pastoreo para la ganadería.

En el año 2006, atendiendo a los resultados productivos obtenidos en las distintas cosechas, la Delegación Municipal de la Agricultura de Taguasco decide incrementar el área en media caballería más (6,71 ha), por lo que en la actualidad cuenta con una caballería y media (20,13 ha), no obstante, en virtud del Decreto - Ley No. 300 sobre la entrega de tierras estatales ociosas en usufructo del 20 de septiembre del 2012, este productor está solicitando más tierra con el fin de expandir y elevar sus producciones.

**Nombre:** Finca “Edén” de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) “Leonel Barrios Castillo”

**Ubicación geográfica:** La finca “Edén” se encuentra enclavada en el Consejo Popular La Yamagua del municipio Taguasco, la misma limita por el norte con la Finca “Los Cuellas”, por el sur con la Empresa de Cultivos Varios, por el este con la UBPC “Edén” y por el oeste con la CPA “Jesús Menéndez”.

**Dirección y estructura:** Cuenta con el jefe de la finca: Eduardo Omar Díaz Cruz, y seis campesinos que laboran la tierra.

**Área total:** 20,13 ha.

**Área en cultivo:** 13.42 ha.

**Área no cultivable:** 0.76 ha.

**Parque y equipos de máquinas:** La finca cuenta para la explotación con:

- Un tractor Yumz – 6 M.
- Sistema de riego semi estacionarios ITAF de procedencia italiana con Motobomba Diesel y aspersores con gasto, Q= 8-10 l/seg y H= 60 m.
- Dos arados: ADI-3.
- Dos gradas: KRONEN.
- Un cultivador de brazo flexible.
- Un surcador
- Arado de vertedera

La producción de frijol en esta finca se ha convertido en un renglón prioritario aunque los resultados obtenidos no satisfacen el cumplimiento de planes objetivos por diferentes causas entre las que se destacan el desconocimiento de las medidas de conservación de suelo basado en el empirismo, el empleo de semilla de procedencia desconocida, deficiente conocimiento para el control de plagas enfermedades en el cultivo, el desconocimiento de las normas de riego y uso racional del agua, los requerimientos hídricos y nutricionales del cultivo de frijol entre otras causas afectan los rendimientos de esta leguminosa.

Hasta el momento de la investigación existían dificultades en cuanto al manejo del agua para el riego donde se empleaban métodos tradicionales por aspersión sin la calibración en los difusores o aspersores con determinadas incompatibilidades en la presión de trabajo, aplicando riego intensivo sin determinar el porcentaje de humedad en el suelo en cada riego.

Así mismo se desconocía cada fase o etapa para el riego esto ha sido mejorado significativamente, pues tanto el productor con todo su equipo de trabajo en la actividad de riego en la finca se capacita en aspectos que permiten tener un uso eficiente del agua en el cultivo.

Esto permite la aplicación de prácticas sostenibles y tecnologías en las diferentes fases del proceso de producción (siembra, manejo, cosecha). Además, se tiene en cuenta la inclusión de nuevas variedades de semilla nunca antes experimentadas, donde por su alto nivel nutricional y comportamiento productivo, le permitirá una mayor satisfacción de la demanda, así mismo con ello se logra incrementar los volúmenes de producción. Lo cual favorecerá a la rentabilidad y sostenibilidad en términos económicos y ecológicos de la producción, y por tanto contribuye a la seguridad alimentaria del sector social.

### **3.2.2 Recursos naturales**

En la finca objeto de estudio predominan suelos pardos con carbonato (Hernández y Col; 1999). Dentro de las áreas se pudo constatar la existencia de diferentes especies frutales como la guayaba, el mango, el tamarindo, y varias especies de cítricos como la naranja y el limón entre otros. La finca cuenta con un embalse y su capacidad de almacenamiento es de 17365.42 m<sup>3</sup> tanto para el consumo productivo de los cultivos como para el ganado.

### **3.2.3. Recursos de infraestructura y técnicos**

Dentro del área de la finca se observó la existencia de una vivienda principal y un rancho de desahogo para aperos de trabajo tales como arado, yugo, frontiles y rastrillos. Existe un depósito de agua potable y un medio de bombeo para el abastecimiento de los cultivos, dos yuntas de bueyes y rebaño de vaca.

### 3.2.4. Capital humano

Tabla 2 Distribución del capital humano de la Finca

Rango de edades.	Femenino		Masculino		Total	Porcentaje
	#	%	#	%		
15-35	1	50	2	40	3	42.9
55-65	1	50	3	60	4	57.1
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se observa la distribución del capital humano de la finca objeto de estudio, donde su población está constituida por siete individuos contando al propietario, de ellos dos son femeninas y cinco masculinos; y oscilan entre los 15 y 65 años de edad con un nivel de escolaridad promedio de 12 grado al nivel medio superior.

### 3.2.5 Actividad fundamental

La actividad fundamental de la finca es el cultivo de especies vegetales, la relación de cultivos y áreas establecidas durante esta investigación se presenta en la tabla dos.

Tabla 3 Distribución de los cultivos fundamentales

Especie	Área en ha	% que representa
Frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	4.0	19.87
Fruta bomba ( <i>Carica papaya</i> L.)	3.0	14.90
Plátano ( <i>Musa sp</i> )	1.42	7.05
Tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> L.)	5.0	24.83
Pastos y forrajes.	5.95	29.55

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6 Análisis económico

Tabla 4 Indicadores económicos de una ha de frijol.

Indicadores para el análisis económico de 1 ha	Costos en CUP
Materia prima y materiales	4 17,30
Gastos de fuerza de trabajo	3 104,94
Gastos directos de producción total	2043,42
Riego	1603,00
Combustible	(241,20 l) 728,42
Agua	875,00
Otros gastos generales	1 291,60
Gastos de distribución y ventas	781,27
Gastos bancarios	10 218,78

Tabla 5 Principales resultados de la producción mercantil.

Análisis económico	CUP
Gastos totales	21 728,85
Ingresos sobre las ventas	58 831,47
Total de ingresos del productor	37 102,62

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia si comparamos los rendimientos alcanzado entre la muestra testigo y la implementación del riego por aspersion en la variedad estudiada podemos inferir que en la muestra los rendimientos oscilaron 0, 57 t.ha<sup>-1</sup> mientras que en la aplicación de riego por aspersion se obtuvieron 1,4 t.ha<sup>-1</sup>, lo que representa un 40,71% de incremento en los rendimientos productivos Así mismo los incrementos en la productividad de frijol generó:

- Ingresos superiores para el productor y su familia garantizando su sostenibilidad en el tiempo.
- La posibilidad de contar con un mercado seguro, pues existe insatisfacción de la demanda.
- Sustentabilidad y sostenibilidad de la producción de frijol en la finca a mediano y largo plazo.

### **3.3 Diagnóstico de la finca objeto de estudio**

Como parte del proceso de diagnóstico se implementó la herramienta matriz DAFO con el objetivo de visualizar las fortalezas, las debilidades, las oportunidades y las amenazas con que cuenta la finca y así poder determinar las acciones de capacitación y preparación en función del uso eficiente del agua en la producción de frijol, optimizando los procesos tecnológicos desde la siembra hasta la cosecha del grano con una mayor preparación y uso racional del recurso natural.

La entrevista no estructurada ofreció resultados de interés, ya que los sujetos entrevistados plantearon que los factores que tienen cuenta a la hora de preparar el suelo son: la pendiente, la época y el cultivo. Estos elementos que ellos consideran son básicos para el manejo y diseños de los sistemas de riego que protejan los recursos naturales, entendiéndose la obtención de mayores volúmenes de producción por unidad de uso del agua y la disminución de la erosión del suelo por el agua de riego. En cuanto a la época, es importante, toda vez que esta define los elementos para el manejo de agua y la campificación para el cultivo

Cuando se indaga en torno a si tienen en cuenta la variable climatológica a la hora de aplicar el riego, estos plantean que sí en su totalidad, demostrando la observación que realizan de los elementos del clima.

En la investigación se llevó a cabo la observación participante (anexo 2) para recoger la información necesaria desde el contexto natural donde se desarrollan o tienen lugar los hechos, sucesos y acontecimientos. La observación participante permitió un acercamiento más profundo y fundamental hacia las personas y la finca objeto de estudio, particularmente hacia el comportamiento y labor del capital humano en el proceso de manejo adecuado del agua de riego en el cultivo del frijol común en el área investigada.

La misma arrojó como resultado que no siempre se realiza correctamente la preparación del suelo. En lo que se refiere a al grado de desarrollo de la planta a la hora de aplicar el riego, se pudo observar que este se realiza correctamente ya que se tienen en cuenta cada uno de los periodos filológicos y de desarrollo de la planta.

En lo que respecta al manejo de la agua para el cultivo del frijol, se pudo constatar que existe desconocimiento de las técnicas de riego por aspersión para un uso eficiente del agua en el cultivo del frijol en la finca “Edén” del municipio de Taguasco, se apreció además la obsolescencia del sistema de riego, lo cual trae consigo que no se obtengan los rendimientos deseados de esta leguminosa.

Todo lo antes descrito permitió determinar fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades.

### **Fortalezas**

- Cuenta con los recursos naturales necesarios para el manejo adecuado del agua para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).
- Existe una fuente de abasto de agua que permite el abastecimiento del cultivo del frijol común en cualquier época del año.
- Cuenta con el equipamiento necesario para el riego del frijol común.
- Existencia de voluntad política para la producción de frijol en busca la sustitución de importaciones.
- Elevada motivación por parte del productor para la capacitación en cuanto al uso racional y eficiente del agua destinada a la producción de frijol.

### **Debilidades**

- Desconocimiento de las técnicas de riego por aspersión para un uso eficiente del agua en el cultivo del frijol en la finca “Edén” del municipio Taguasco.
- Obsolescencia de la tecnología del sistema de riego.
- Insuficiente experiencia de los trabajadores en el desempeño de las tareas para lograr un uso eficiente del agua destinada al cultivo de frijol.

### **Amenazas**

- Condiciones climatológicas adversas.
- Predominio del pragmatismo y el empirismo en la producción de frijol.
- Aparición de plagas y enfermedades.
- Las complejidades económicas que imponen limitaciones materiales y financieras.

### Oportunidades

- Implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Estado Cubano emanados en el VII Congreso del PCC.
- Mercado seguro por la creciente demanda insatisfecha del grano.
- Voluntad política para desarrollar el uso eficiente del agua para el cultivo del frijol común.
- Experiencia en otras zonas de la región sobre el uso eficiente del agua destinada al riego para el cultivo del frijol común.

### 3.4 Estado comparativo del problema a investigar.

Tabla 6 Comparación de los tratamientos.

Variedad: CUL 156 bajo riego (0.50 ha)	Variedad: CUL 156 seco (0.50 ha)
Época de siembra: período comprendido entre el 12 septiembre y el 30 de noviembre. Bajo riego	Época de siembra: período comprendido entre el 12 septiembre y el 30 de noviembre. Sin riego
Marco de siembra: 70 x 5.7 cm	Marco de siembra: 70 x 5.7 cm
Porcentaje de germinación de 95% para una población de 250 mil plantas/ha.	Porcentaje de germinación de 90% para una población de 200 mil plantas/ha.
Aplicación de NPK a razón de : Nitrógeno hasta 140 kg.N.ha <sup>-1</sup> Fósforo hasta 20 kg.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .ha <sup>-1</sup> Potasio hasta 80 kg K <sub>2</sub> O.N.ha <sup>-1</sup> Aplicado 1/3 en siembra y 2/3 a los 25 días	Aplicación de NPK a razón de: Nitrógeno hasta 140 kg.N.ha <sup>-1</sup> Fósforo hasta 20 kg.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .ha <sup>-1</sup> Potasio hasta 80 kg K <sub>2</sub> O.N.ha <sup>-1</sup> Aplicado 1/3 en siembra y 2/3 a los 25 días
Número de vainas por planta 18	Número de vainas por planta 12
Número de semillas por vaina 6	Número de semillas por vaina 4
Peso de 100 semillas 20 gramos al 14% de humedad.	Peso de 100 semillas 12 gramos al 14% de humedad.
Rendimiento: 1.4 t.ha <sup>-1</sup>	Rendimiento: 0.57 t.ha <sup>-1</sup>

El estudio de esta variedad en condiciones de sequía y bajo riego, permitió conocer que la variedad CUL 156 es una variedad de frijol tolerante a intensa sequía y baja fertilidad, los resultados que se muestran en la tabla así lo corroboran, en el caso del frijol bajo riego se obtuvieron 18 vainas por planta, seis ( 6) semillas por vaina, de color negro con 20 gramos por 100 semillas al 14% de humedad, y el caso del seco se obtuvieron 12 vainas por planta, cuatro (4) semillas por vaina, de color negro con 12 gramos por 100 semillas a igual porcentaje de humedad. Esto demuestra que por cada planta se incrementaron en 9,6 g los rendimientos lo que permitió determinar un incremento de 225 kg más considerando que el área vital de una planta es de 0,399 m<sup>2</sup> atendiendo al marco de plantación registrado.

Así mismo, con igual época de siembra, la misma aplicación de los nutrientes y fertilizantes minerales e igual marco de siembra se obtienen un mayor porcentaje de germinación en el caso del cultivo bajo riego este permite aseverar que el riego por aspersión en el caso del cultivo del frijol por las características mismas del cultivo con doble sistema de absorción de la humedad y los nutrientes de manera radicular y absorción foliar se convierte en un elemento de vital importancia para el desarrollo y los rendimientos productivos del frijol.

### **3.5 Análisis de varianza univariante**

De la tabla 7 es necesario indicar que en la columna uno están expuestos los cinco pluviómetros y los nueve riegos en seguida, mientras en la columna dos está representada la sumatoria de las muestras, en este caso 10 por cada pluviómetro que representa un total de 90 por cada uno.

El valor de 50 se corresponde con las 10 muestras tomadas en cada uno de los cinco pluviómetros.

En las tablas 8 y 9 se puede corroborar que existen diferencias en la pluviometría pero no aportan significación en los diferentes riegos según el razonamiento desarrollado por Bishop (1961), citado por Valenzuela y Col (1997) y que se resume en la siguiente ecuación:

$$P = \frac{(R + 1)^{n+1} - R^{n+1}}{\quad} 100$$

$$(R + I)^{n+1} + R^{n+1}$$

donde:

- P : Percolación profunda en porcentaje
- n : Exponente de la ecuación de infiltración
- Tr : Tiempo requerido para mojar la zona de raíces
- T : Tiempo de oportunidad
- R : Relación entre Tr y T

### **3.6 Propuesta para mejoras en el cultivo del frijol común bajo riego en la finca “Edén” del municipio Taguasco**

1. Establecer un sistema de capacitación con los trabajadores de la finca en función de su preparación conceptual y la implementación de buenas prácticas en la agrotécnica del cultivo y el uso eficiente del agua en el cultivo de frijol común.
2. Realizar antes de la siembra la nivelación de la superficie del suelo para lograr mayor uniformidad de distribución del agua de riego.
3. Preparación del suelo conforme a criterios ambientalmente adecuados, propiciando el empleo de técnicas que eviten o disminuyan el desarrollo de procesos degradantes y aplicando cambios en los modelos de labranza y cultivo y en el ordenamiento de los suelos por su fertilidad, agroproductividad y la disponibilidad de agua.
4. Realizar estudios sobre el aforo de la fuente de abasto de agua antes de iniciar la campaña de siembra del cultivo.
5. Construir un sistema de pluviómetros para la evaluación (pluviométrica) de lluvias naturales y del riego.
6. Implementar la siembra del frijol común evaluando las áreas y estableciendo la siembra a curvas de nivel en busca de un uso más eficiente del agua.
7. Programar el mantenimiento de calibración del sistema de riego de la finca en épocas que no estén en explotación, así como seleccionar los difusores o aspersores a emplear.

8. Establecer una programación de riego acorde con la variedad a sembrar, así como con las exigencias hídricas y nutricionales del cultivo.
9. Realizar un estudio de laboratorio sobre la composición actual química del suelo en función de la nutrición del cultivo.
10. Evaluar en el laboratorio la calidad del agua en la finca "Edén" del municipio Taguasco.
11. Realizar estudio físico- químico del suelo en el área a sembrar.
12. Definir la familia de implementos que se utilizará en la finca "Edén" del municipio Taguasco.
13. Establecer disciplina tecnológica en cuanto a los procesos tecnológicos de siembra, cosecha y post cosecha del grano.
14. Definir de acuerdo a los estudios de suelo la nutrición del cultivo.
15. Establecer un sistema de estadísticas de todas las actividades vinculadas al cultivo que conduzca a la confección de una ficha de costo que garantice la calidad del análisis costo-beneficio.
16. Realizar un estudio perspectivo que considere al suministro de agua de la finca "Edén" del municipio Taguasco con el empleo de energías alternativas (eólica y fotovoltaica).
17. Estudiar el comportamiento de diferentes variedades o accesiones en diferentes épocas en la finca objeto de estudio para una mejor utilización de la vocación de la zona edafoclimática.

## **Conclusiones**

- Los resultados de la investigación muestran la importancia de la planificación del riego a partir de las necesidades hídricas del cultivo, lo cual permite proponer un sistema de medidas que contribuyan al manejo adecuado del agua, lo que evidencia un ahorro de recursos tan importantes como son el agua, la energía y mano de obra.
- La caracterización de la finca “Edén” permitió corroborar que en la misma existen los recursos naturales, humanos, tecnológicos y culturales para el cultivo del frijol común bajo condiciones de riego.
- El comportamiento del frijol común en las condiciones estudiadas en la finca “Edén” del municipio de Taguasco demostró rendimientos superiores a los 40.71% cuando se utiliza el regadío agrícola por aspersión comparado con el mismo cultivo en condiciones de secano.

**Recomendaciones:**

- Repetir esta metodología en la propia finca para diferentes variables, épocas y variedades.
- Ofrecer este material en las salas de lectura de modo que sea utilizado por estudiantes y profesores en docencia e investigación.
- Proponer a los productores de la zona la implementación de la propuesta de mejoras descrita en esta investigación.

## **Bibliografía**

- Abreu, B. (2015): Evaluación de la realización del riego en el cultivo del frijol en la UBPC-3 "Jesús Menéndez". Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrícola.
- Aguilar, E. (2003): miembro del equipo técnico de la Oficina de Políticas y Estrategias del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Informe de Coyuntura. Enero – Junio.
- Balmaseda, J. (2014) Composición del frijol común. 1ra Edición.
- Barquero, M. (2017) <http://www.eleconomista.net/2017/02/28/costa-rica-importara-mas-frijol-por-caida-de-un-38-en-la-produccion>.
- Bonilla, N. (2000): Producción de semilla de frijol posterior al huracán Mitch en Nicaragua. Agron. Mesoamericana 11:1-5.
- Brown, O.; Abreu. E.; Rodríguez, B.; López, I. (1998): "Mejoramiento de la tecnología de riego por surcos". Proyecto de investigación presentado al CITMA por el CEH de la Universidad de Ciego de Ávila. Cuba.
- Calvache, M. (1998): " Introducción a la Agricultura de Regadío. PRONADER-IICA Quito".
- Camejo, E. (1999): Relación Agua-Suelo-Planta-Clima. Curso de Maestría en Riego y Drenaje, Centro de Estudios hidrotécnicos. Universidad de Ciego de Ávila.
- Cisnero, F."2002): ""Mountain irrigation: performance assessment and introduction of new concepts to improve the water distribution at field level. PhD-dissertation, Faculty of Bioscience Engineering, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium."" .
- Cisneros, E. (2005): "Resultados preliminares de la implementación del servicio de asesoramiento al regante en una empresa piloto de la provincia La

- Habana. Congreso Internacional CUBARIEGO 2005, Palacio de las Convenciones".
- Cuba 2009. Guía Técnica para el cultivo del frijol en Cuba. 2da Edición.
- Dehogues y Col (1992): Modelos de infiltración en el riego por surcos. Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje. 1992.
- Dueñas y Col (1981): El Riego. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- España, W. (2009): Propuestas de WWF para un uso eficiente del agua en la agricultura [en línea].
- FAO, and Earthscan. (2011). The State of The World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing systems at risk. Roma, Londres.
- Franco, F., Pedroso, R., Noa, A., Castañeda, I., Rios, C., Aredondo, I., Chacón, A. (2004): (Lista oficial de plantas. Material complementario para la Botánica. Universidad Central. Centros de estudios Jardín Botánico. Cuba.
- García, S. E.(1998): "El cultivo del frijol caupí para granos. Holguín: ETIAH. - MINAGRI": 1998.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruiz, J.; Jaimez, E.; Marsán, R.; Obregón, A.; Torres, J.; González, J. E.; Orellana, Rosa.; Paneque, J. y Mesa, A. (1999) Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. 1ra ed. Ciudad de La Habana: AGRINFON Ministerio de la Agricultura. p. 64. ISBN 959-246-022-1.
- Herrera (2013), "Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Monografía. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Santa Clara.
- Hidalgo, A (2015): Fomentará Labiofam de Granma cultivares de frijol negro Cul 156. (Sitio <http://www.cnctv.icrt.cu/2015/09/09/fomentara-labiofam-de-granma-cultivares-de-frijol-negro-cul-156/>)
- <https://www.google.com/search?q=frijol+2014&ie=utf-8&oe=utf-8>
- Keller, J. (1988): ""Manual de diseño de sistemas de riego por aspersión y goteo. Centro Internacional de Riegos. USA, UTAH," ".

- MINAGRI (2003) Ministerio de Agricultura. Estadísticas. Cuba. P. Fernández y Cia., S., La Habana, 125p.
- MINAGRI (2006): Lista oficial de variedades comerciales 2006. Registro de variedades comerciales
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), (2016) [http://web.maga.gob.gt/diplan/download/informacion\\_del\\_sector/informes\\_de\\_situacion/2016/03%20Informe%20Situaci%C3%B3n%20Del%20Frijol%20Negro%20Marzo%202016.pdf](http://web.maga.gob.gt/diplan/download/informacion_del_sector/informes_de_situacion/2016/03%20Informe%20Situaci%C3%B3n%20Del%20Frijol%20Negro%20Marzo%202016.pdf)
- Muñoz, G.; Giraldo, G. y Fernández de Soto, J. (1993): Descriptores varietales: Arroz, frijol, maíz, sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ISBN 958-9183-27-1. Cali, 169p.
- ONEI (2014) "Anuario Estadístico de Cuba", Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.
- ONU (2015). World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. Nueva York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Obtenido de [http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key\\_Findings\\_WPP\\_2015.pdf](http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf)
- Orellana, R. Y. O., F. (2007): Del riego al manejo del agua. Revista de Agricultura Orgánica. pp. 9 - 11.
- Pacheco, J. (1985): Sobre la relación agua-rendimiento de los cultivos agrícolas. Ingeniería Hidráulica. Vol 6 No 3. Cuba.
- Pacheco, J. (1997): Metodología para la evaluación del riego por surcos. Material en elaboración. (Inédito)
- Panorama Agroalimentario, (2016). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama\\_Agroalimentario\\_Frijol\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf).)
- Panorama Agroalimentario, (2016). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61950/Panorama\\_Agroalimentario\\_Frijol\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61950/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf)

- Partido Comunista de Cuba (2016): Lineamientos de la política económica y social de Cuba. VII Congreso.
- Uribe, P. (2017) <http://ntrzacatecas.com/2016/11/03/campesinos-exigen-precio-justo-del-frijol/>.
- Proaño, D. C. Y. C. (2004): Boletín: "Manejo y Programación del Riego". Universidad Agraria del Ecuador.
- Quintero F., E. (1996): Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común en condiciones de una agricultura sostenible. Tesis Master Science. Fac. C. Agropecuarias UCLV, Santa Clara, 52 p.
- Quintero F., E. (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., E. y León H., A. (1982): Comportamiento de cuatro variedades de frijol en siembras de diciembre. Centro Agrícola 9 (3): 15-22.
- Quintero F., E., Caraza H., R., Abreu S., V. O. y León H., A. (1985): Variedades y agrotecnia en el cultivo del frijol. Informe final de investigaciones del quinquenio 1981-1985, UCLV
- Quintero y Col (1999): Producción de frijol en condiciones de una agricultura de bajos insumos.
- 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. En: E, Q. Agrocentro 2005. Villa Clara, Cuba: III Conferencia Internacional Sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad.
- Quintero, F. E. (2002): Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Santa Clara: Facultad de Ciencia Agropecuaria. UCLV.
- Quintero. F.; Gil, V.; Ríos, L.; Martínez M. Y Díaz M. (2006): El fitomejoramiento participativo del fríjol y su impacto en la introducción de caracteres positivos a los sistemas agrícolas de Villa Clara.
- Saavedra, L. F.(2010): "Diversifican en Cuba siembra de fríjol para semillas ". Granma.

- Santana M. (1998): Determinación de parámetros tecnológicos en el Riego por surcos en el cultivo de la cebolla en Banao. Tesis en opción al grado de Maestro en Ciencias. UNICA. Ciego de Ávila.
- Santana, M. (2004): Diseño de una tecnología alternativa para el riego intermitente para el cultivo de la cebolla en condiciones de pre montaña en la localidad de Banao. Trabajo presentado en el fórum de base del Departamento Agropecuario de Centro Universitario del Sancti Spíritus "José Martí Pérez".
- Saucedo, D. W y V. E Hansen (2011): Principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo. Editora Revolucionaria. La Habana.
- Singh, S.P.(1999): Production and Utilization. En: Singh, S. P. (eds).Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer Academic Publishers. Pp1-24.
- Socorro, AR. Rodríguez, W. Hernández, J. (2005): "Modelo Alternativo para la Racionalidad Agrícola". Universidad de Cienfuegos.
- Socorro, Q.; Miguel. A. (1989). Martín F. y David C.: Granos. Editorial Pueblo y Educación.pp 1-53.
- Suárez, E. y Solís, E.( 2006): Caracterización y evaluación preliminar de 24 líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el centro experimental "La Compañía", Carazo. Tesis de Doctorado. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía,. h. 123.
- Tajuelo, J. M. (2005): "El riego por aspersión y su tecnología".
- Valenzuela, A: (1997), Estudio comparativo de eficiencia de riego en California (USA) y valle central de Chile. <http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=s0304-88021997000200008&script=arttext>
- Wortmann, C. S; R. A. Kirkby, C. A. Eledu, D. J. Allen. (1998): Atlas of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in Africa. CIAT, Cali, Colombia.

## **Anexo 1 Guía de entrevista no estructurada**

**Objetivo:** Obtener información acerca de las características y particularidades de la finca “Edén” en cuanto al manejo de riego en el cultivo de frijol.

- 1- ¿Qué factores considera usted antes de establecer el cultivo del frijol?
- 2- Que demandas considera necesarias para establecer este cultivo en esta área.
- 3-Que elementos de clima y suelo considera son los más importantes para este cultivo en la zona.
- 3- Que recomendaciones usted realizaría para el uso racional del agua en el cultivo del frijol.

## **Anexo 2 Guía de observación**

**Objetivo:** Constatar opiniones y puntos de vista de los campesinos.

### **Aspectos a observar**

- Realización de la preparación del suelo
- Aseguramiento material
- Capacidades formadas
- Manejo del agua en el cultivo del frijol

### Anexos 3

Tabla 7 Muestras tomadas, cantidad de riegos.

#### Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: mm

puvliometro	riego	Media	Desv. típ.	N
1	1	3,770	,2214	10
	2	3,250	,2991	10
	3	3,070	,1059	10
	4	3,590	,3635	10
	5	3,130	,1494	10
	6	4,120	,1033	10
	7	3,480	,3190	10
	8	4,160	,1430	10
	9	3,570	,2710	10
	Total		3,571	,4376
2	1	3,800	,2309	10
	2	4,160	,1430	10
	3	3,290	,2885	10
	4	3,950	,2677	10
	5	4,190	,2470	10
	6	4,430	,1494	10
	7	3,890	,3665	10
	8	4,490	,1792	10
	9	4,120	,4367	10
	Total		4,036	,4307
3	1	4,800	,2582	10
	2	4,830	,1567	10
	3	3,490	,2807	10
	4	4,250	,3719	10
	5	4,790	,3178	10
	6	4,840	,1647	10
	7	4,290	,3348	10
	8	4,810	,1853	10
	9	4,490	,3755	10
	Total		4,510	,5053
4	1	3,800	,2582	10
	2	4,200	,1764	10
	3	3,360	,3134	10
	4	3,960	,3273	10
	5	3,960	,2119	10
	6	4,520	,1229	10
	7	3,840	,3921	10
	8	4,510	,2025	10
	9	4,030	,4473	10
	Total		4,020	,4407
5	1	3,880	,2486	10
	2	4,670	,2751	10
	3	3,440	,3688	10
	4	4,320	,4211	10
	5	4,880	,1687	10
	6	4,880	,1033	10
	7	4,310	,4701	10
	8	4,850	,1780	10
	9	4,430	,3529	10
	Total		4,407	,5532
Total	1	4,010	,4639	50
	2	4,222	,5953	50
	3	3,330	,3112	50
	4	4,014	,4286	50
	5	4,190	,6768	50
	6	4,558	,3098	50
	7	3,962	,4806	50
	8	4,564	,3056	50
	9	4,128	,4949	50
	Total		4,109	,5789

#### Anexo 4

Tabla 8 Datos de medias y desviación típica por riegos tomado en los pluviómetros.

**Factores inter-sujetos**

		N
pluviometro	1	90
	2	90
	3	90
	4	90
	5	90
riego	1	50
	2	50
	3	50
	4	50
	5	50
	6	50
	7	50
	8	50
	9	50

## Anexo 5

Tabla 9 Comparaciones múltiples entre los datos escogidos.

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: mm

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	118,719 <sup>a</sup>	44	2,698	34,410	,000
Intersección	7596,514	1	7596,514	96879,053	,000
puvliometro	49,684	4	12,421	158,406	,000
riego	53,780	8	6,722	85,732	,000
puvliometro * riego	15,256	32	,477	6,080	,000
Error	31,757	405	,078		
Total	7746,990	450			
Total corregida	150,476	449			

a. R cuadrado = ,789 (R cuadrado corregida = ,766)

## Anexo 6

Tabla 10 Interacción riego\*pluviómetro.

**pluviómetro \* riego**

Variable dependiente: mm

pluviómetro	riego	Media	Error tip.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
1	1	3,770	,089	3,596	3,944
	2	3,250	,089	3,076	3,424
	3	3,070	,089	2,896	3,244
	4	3,590	,089	3,416	3,764
	5	3,130	,089	2,956	3,304
	6	4,120	,089	3,946	4,294
	7	3,480	,089	3,306	3,654
	8	4,160	,089	3,986	4,334
	9	3,570	,089	3,396	3,744
2	1	3,800	,089	3,626	3,974
	2	4,160	,089	3,986	4,334
	3	3,290	,089	3,116	3,464
	4	3,950	,089	3,776	4,124
	5	4,190	,089	4,016	4,364
	6	4,430	,089	4,256	4,604
	7	3,890	,089	3,716	4,064
	8	4,490	,089	4,316	4,664
	9	4,120	,089	3,946	4,294
3	1	4,800	,089	4,626	4,974
	2	4,830	,089	4,656	5,004
	3	3,490	,089	3,316	3,664
	4	4,250	,089	4,076	4,424
	5	4,790	,089	4,616	4,964
	6	4,840	,089	4,666	5,014
	7	4,290	,089	4,116	4,464
	8	4,810	,089	4,636	4,984
	9	4,490	,089	4,316	4,664
4	1	3,800	,089	3,626	3,974
	2	4,200	,089	4,026	4,374
	3	3,360	,089	3,186	3,534
	4	3,960	,089	3,786	4,134
	5	3,960	,089	3,786	4,134
	6	4,520	,089	4,346	4,694
	7	3,840	,089	3,666	4,014
	8	4,510	,089	4,336	4,684
	9	4,030	,089	3,856	4,204
5	1	3,880	,089	3,706	4,054
	2	4,670	,089	4,496	4,844
	3	3,440	,089	3,266	3,614
	4	4,320	,089	4,146	4,494
	5	4,880	,089	4,706	5,054
	6	4,880	,089	4,706	5,054
	7	4,310	,089	4,136	4,484
	8	4,850	,089	4,676	5,024
	9	4,430	,089	4,256	4,604

## Anexo 7

### Pruebas post hoc

#### pluviómetro

#### Subconjuntos homogéneos

mm

Duncan <sup>a,b</sup>	pluviómetro	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
	1	90	3,571			
	4	90		4,020		
	2	90		4,036		
	5	90			4,407	
	3	90				4,510
	Significación		1,000	,710	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = ,078.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 90,000

b. Alfa = ,05.

## Anexo 8

### Riego

#### Subconjuntos homogéneos

mm

riego	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Duncan <sup>a,b</sup>					
3	50	3,330			
7	50		3,962		
1	50		4,010		
4	50		4,014		
9	50			4,128	
5	50			4,190	
2	50			4,222	
6	50				4,558
8	50				4,564
Significación		1,000	,386	,114	,915

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = ,078.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 50,000

b. Alfa = ,05.