



**Universidad José Martí Pérez**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Carera: Ingeniería en Procesos Agroindustriales**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Título:** Mejoramiento de los parámetros de calidad poscosecha de 13 accesiones de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

**Autor:** Alexei Nodarse Cruz.

**Tutor:** MSc Wilfredo Valdivia Pérez

**Curso 2013 – 2014**

## RESUMEN

El trabajo tiene como propósito mejorar de los parámetros de calidad para la comercialización: variable rendimiento agrícola, % de humedad, % de impurezas y uniformidad del grano de 13 accesiones de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). El experimento se estableció en la cooperativa de créditos y servicios (CCS) “10 de Octubre” del municipio de Sancti Spíritus, ubicado en el centro de la provincia. Durante el periodo: octubre 2013 - marzo del 2014, en la finca del campesino “Ángel Bermúdez Prieto”. Posteriormente la semilla fue tratada en la Empresa de Semillas Varias, para su almacenamiento y conservación en frío. Diseño experimental utilizado fue un Bloque al azar con tres réplicas que permitió un nivel de aleatoriedad en correspondencia con las exigencias de la investigación, sobre un suelo Pardo con Carbonato que son los que predominan en el agroecosistema del área de producción. Con relación al rendimiento agrícola las accesiones del mejor comportamiento fueron las identificadas con el código 63 n, 68 n, 120 r y 139 b y en el análisis de la discusión alcanzaron resultados superiores a los conseguidos por la provincia de Sancti Spíritus y la Empresa de Cultivos Granos “Valle de Caonao”. Además todas las accesiones mejoraron sus parámetros de calidad para su comercialización. Para evaluar la calidad del proceso se utilizaron métodos como: La Entrevista, Causa - Efecto y Experto, que posibilitaron identificar los problemas. Herramientas que ayudaron a ordenar todas las causas que pueden contribuir a un determinado efecto negativo, que alterara los resultados esperados en el trabajo.

## I - INTRODUCCIÓN

La población mundial, en la actualidad, rebasa los siete mil millones de personas y se calcula que alcanzará los 12 mil millones en el año 2050. El 97 % de este incremento será en los países en vía de desarrollo, en los cuales existen 700 millones de personas que no tienen un adecuado suministro de alimentos (Quintero, 2010). Para poder enfrentar este crecimiento se requerirá duplicar o triplicar la producción existente de alimentos, fundamentalmente en estos países (FAO, 2006). De hecho las producciones de granos puede jugar un papel fundamental en la solución de dicha situación, Según (Quintero, 2007) El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de mayor consumo en el mundo

En las regiones tropicales y subtropicales es el grano de mayor importancia, destinado al consumo directo de la población Constituye la fuente más barata de proteína, por lo que es un componente indispensable en la dieta y una fuente importante de ingresos para los pequeños productores (Martínez *et al.*, 2004).

En el mundo desaparecen las variedades tradicionales, desarrolladas pacientemente para los diferentes climas y suelos. La panorámica agrícola actual en Cuba se caracteriza por el déficit de semilla de calidad en los cultivos alimenticios, que en el presente deben estar adaptadas a las diversas condiciones de sostenibilidad existente en toda la nación y esto no será posible sin la activa participación de los campesinos, no solo en la producción de semilla, sino en la creación de genotipos que cumplan realmente la adaptación específica a las miles condiciones existentes en los campos cubanos. Esa acción participativa activa de los campesinos se conoce como fitomejoramiento participativo Ortiz *et al* (2003).

En Cuba, el frijol constituye uno de los granos fundamentales en la alimentación del pueblo, siendo un alimento de preferencia en la dieta diaria. Las regiones frijoleras más importantes de Cuba se encuentran en las provincias de Holguín, Pinar del Río, Villa Clara, Sancti spíritus y Granma y diseminado por todo el territorio nacional se encuentran numerosas planes frijoleros de menor magnitud; además los pequeños agricultores dedican a este cultivo parte de sus tierras con propósitos de autoconsumo (ONE, 2007).

Este procedimiento se conoce como aquellas reuniones de agricultores fitomejoradores, decidores políticos, conservadores de bancos de Germoplasma y líderes de organizaciones campesinas, entre otras, realizadas en un campo, previamente preparado para tales fines, y que, persiguen el propósito fundamental de contribuir a través de la selección participativa de las variedades al mantenimiento e incremento de la diversidad de especies y variedades de cultivos de interés económico para los agricultores, de manera que se satisfagan las necesidades de consumo familiar y de comercialización como fuente de ingreso de nuevos recursos (De la Fe, 2003).

Este procedimiento ha demostrado ser un mecanismo idóneo para hacer llegar al productor, fundamentalmente del sector no Empresarial, nuevos conocimientos para ellos sobre tecnología agropecuaria en general, tales como la posibilidad de la diversificación de cultivos y la diversificación varietal dentro de cada uno de ellos en función de sus necesidades, preferencias o condiciones productivas (Ortiz *et al.*, 2003).

Los rendimientos del frijol que se obtienen son bajos y no satisfacen las necesidades de los agricultores y población en general, esto se debe en parte a las pérdidas ocasionadas por los eventos extremos climáticos, la falta de una diversidad de variedades en el cultivo, por la incidencia de plagas y enfermedades y la sobre explotación de los suelos. Convirtiéndose en un ejemplo práctico en la zona centro de la provincia de Sancti Espíritus específicamente en el municipio de Sancti Spíritus el cual tiene una historia productiva, donde la producción agrícola tiene importante peso en la economía familiar.

La semilla de frijol antes de llegar a los productores tiene que ser procesada en la planta de tratamiento para facilitar la comercialización. (INCA, 2009)

La semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cuando llega al productor sin ser procesada en la planta de tratamiento de la Empresa de Semillas Varias (ESV), merma en su calidad y por tanto en sus parámetros comerciales: % de humedad, % de impurezas, uniformidad del grano y rendimiento agrícola.

### **Problema científico**

¿Cómo mejorar los parámetros de calidad para la comercialización de la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)?

### **Objetivo general**

Evaluar los parámetros de calidad para la comercialización de las 13 accesiones de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), después del proceso de tratamiento.

### **Objetivos específicos**

1. Fundamentos teóricos del problema objeto de estudio mediante la revisión de la literatura actualizada relacionada con el frijol y el tratamiento de la semilla para mejorar los parámetros de calidad.
2. Determinar los parámetros de calidad para la comercialización de las 13 accesiones de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) después del de tratamiento en la Empresa de Semillas Varias (ESV).
3. Evaluar los parámetros de calidad para la comercialización de las 13 accesiones de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

### **Hipótesis**

Si las accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) son procesadas en la planta de tratamiento de la Empresa de Semillas Varias (ESV) mejorarán los parámetros de calidad para su comercialización.

### **Métodos de investigación**

Se hizo uso de los métodos teóricos y empíricos, los cuales son de utilidad esencial para la investigación realizada; los métodos teóricos: analítico sintético, inductivo-deductivo, histórico-lógico, y enfoque de sistema y la modelación y los métodos empíricos: la observación, el análisis de documental, y del nivel estadístico y matemático.

### **Campo de acción**

Obtención de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con parámetros de calidad razonables para su comercialización

## **Definición conceptual de las variables**

**Variable independiente:** producción y proceso de tratamiento de la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la ESV.

**Variable dependiente:** mejorar los parámetros de calidad de la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). % de humedad, % de impurezas, tamaño del grano y rendimiento agrícola.

La investigación es valiosa para la producción de frijol en el municipio, además de ser un tema de suma importancia para agricultura, pues presenta a los productores una semilla con parámetros de calidad en correspondencia con las exigencias. Es viable, ya que se cuenta con los medios para la producción y tratamiento de la semilla de frijol, así como con los recursos financieros, materiales y humanos para procesarla con el apoyo del MINAGRI en el territorio.

## **Población y muestra**

**Población:** todos los componentes agroindustriales para la siembra, producción y tratamiento de la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

**Muestra:** las 13 accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) seleccionadas para el experimento.

## **Tipo de investigación**

La investigación complementa elementos cualitativos y cuantitativos, comienza un tanto detallando el proceso de producción del cultivo del frijol: diseño experimental, las labores de preparación de suelo, las labores culturales y de cosecha, así como la fase vegetativa del frijol. Posteriormente se efectúa el cálculo de la variable del rendimiento agrícola y los parámetros de calidad de la poscosecha de la semilla antes y después del tratamiento en la ESV. Un procedimiento de coordinación entre los elementos que participan en la fase agrícola y de tratamiento industrial, para lograr una mayor calidad en los parámetros comerciales de la semilla de frijol. Donde se pone de manifiesto la relación entre la variable del rendimiento agrícola y la calidad poscosecha de la semilla.

La lógica investigativa que se asumió en la solución de las tareas planteadas dio la posibilidad de emplear métodos teóricos, tales como el histórico - lógico,

el hipotético - deductivo, el analítico - sintético, todos de gran utilidad en la conformación del marco teórico – referencial y los criterios de los autores consultados. Los procedimientos lógicos del pensamiento (análisis, síntesis, inducción, deducción, abstracción) se emplearon durante la investigación.

En la investigación se utilizaron método científico en sus fases de exploración, demostrativa y expositiva. Las técnicas utilizadas fueron la observación directa e indirecta del fenómeno objeto de estudio, entrevistas e investigación bibliográfica que sirvió de base para la investigación. Los instrumentos utilizados fueron el cuestionario, tablas de vaciado de datos y gráficos.

El **valor teórico** está dado por la construcción del marco referencial de la investigación, a través del análisis de los autores consultados que tratan la importancia nutricional y económica del cultivo del frijol, su ubicación taxonómica, su fisiología y elementos de la fitotecnia, para garantizar rendimientos agrícolas razonables y semilla de calidad para los productores.

El **valor metodológico** da la posibilidad de integrar diferentes conceptos, diseños, sistemas y procesos que permitan perfeccionar e implementar procedimientos para la obtención de accesiones con parámetros comerciales de calidad y rendimientos razonables.

El **valor práctico** se pone de manifiesto en la implementación de procedimientos para producir y tratar semilla de frijol, que cumpla los parámetros de calidad para su comercialización, de modo que contribuya al abastecimiento en el municipio de Sancti Spíritus.

El **valor social** se hace evidente en el beneficio derivado de la obtención de variedades comerciales de frijol, que tienen como propósito abastecer a los productores del municipio de Sancti Spíritus.

El presente trabajo se estructura en tres capítulos como se muestra a continuación.

**Capítulo 1:** Fundamentos teóricos de la investigación. En este capítulo se hace un análisis de la taxonomía, la fisiología y la fitotecnia de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), estableciendo el marco teórico referencial del trabajo.

**Capítulo 2:** Se esboza de modo secuencial la ubicación del experimento, el diseño experimental, sistema de cultivo y el procesamiento estadístico de la información obtenida para el cálculo de la variable rendimiento y los parámetros de calidad de la semilla. .

**Capítulo 3:** Se valoran los resultados para conocer su impacto en los rendimientos y la calidad de la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en los parámetros de comercialización.

## **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Importancia económica y nutricional del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**

En el contexto mundial los granos constituyen importantes grupos de alimentos, indispensables para el logro de una dieta balanceada, toda vez que aportan energía, carbohidratos, proteínas y otros elementos esenciales para la nutrición humana y animal. Los frijoles aportan al hombre entre el 25 y el 30 % de las proteínas que necesita. (Santos, 2011)

Las características climáticas de los ecosistemas en cubas son muy favorables al cultivo de granos y especialmente el frijol, los que como se explicó anteriormente, constituyen la base alimentaria tanto del hombre como de los animales.

Este cultivo tradicionalmente se ha sembrado en nuestro país en pequeñas extensiones campesinas, lo que se mantiene hasta nuestros días, aunque con la estructura actual de tenencia de la tierra se ha extendido a áreas de otras formas de producción estatales y no estatales. El rendimiento promedio es relativamente bajo (0,63 t/ha) comparado con Chile, Perú y Argentina aunque similar o superior a otros países de la región (Santos, 2011).

Una de las vías para obtener rendimientos satisfactorios en la producción agrícola es el empleo de sistemas de cultivo que estén en perfecta armonía con el medio ambiente sin ocasionar contaminación química, entre los cuales ocupan un lugar importante el manejo integrado a plagas.

Estas legumbres son ricas en fibra dietética y minerales, como calcio, hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio y magnesio. Los frijoles constituyen una de las fuentes principales de fibras solubles en la dieta común: ayudan en la reducción del colesterol. Gracias a su contenido de gomas y pectinas, los frijoles pueden ayudarnos en la prevención y tratamiento de la diabetes. Este tipo de fibra controla los niveles de glucosa en sangre, estimula la formación de

más receptores celulares de la insulina y eleva la eficacia de la que se encuentra circulando. La fermentación de su fibra soluble a nivel de intestino grueso propicia el mejoramiento de la flora intestinal. Muy en particular, el fríjol negro es una excelente fuente de molibdeno. Contiene buenas cantidades de zinc, manganeso y cobre, y una favorable relación sodio-potasio. (Vázquez, 2009)

Una ración de sesenta gramos de la mayoría de las legumbres aporta entre 155 y 180 calorías. (Vázquez, 2009) El mismo autor plantea que los frijoles, por su larga perdurabilidad dentro de la dieta de muchos pueblos, han demostrado sus dones y la necesidad de considerarlos como alimentos excepcionales. No cabe duda de que insistir sobre sus genuinas cualidades constituye un noble propósito que enfatiza su rol creciente en el futuro de la alimentación.

El fríjol ha constituido tradicionalmente un componente importante en la dieta del cubano, y tiene una gran importancia nutricional por sus aportes en calorías, fósforo, vitaminas, hierro y otros elementos, por lo que su producción constituye una creciente importancia económica internacional a bajos precios. (Arroyo, 2002)

## **1.2 Características botánica del cultivo del fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.).**

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

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

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

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

### **1.4 Morfología de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) .**

El frijol es una planta de consistencia herbácea, el ciclo biológico es relativamente corto de carácter anual, de tamaño y hábito variable ya que hay variedades de crecimiento determinado como indeterminado (arbustos pequeños y trepadores)

#### **Raíz.**

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. de radio, con numerosas ramificaciones laterales. Este sistema se mantiene durante toda la vida de la planta. (Quintero, 2010)

#### **Tallo.**

Según Socorro y Martín (1989) 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 alcanza 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.

## **Inflorescencia**

Según (Socorro Y Martín 1989) Se produce en racimos que pueden ser: terminales (estos solo se presentan en variedades de crecimiento determinado) y asilares, 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. Por otra parte, podemos apreciar la inflorescencia presentando nudo de inserción helicoidal, portando cada uno tres flores, de cada nudo nacen progresivamente nuevos tallos florales cortos, tendiendo a generar inflorescencias complejas (espigas de espigas).

## **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, que pueden ser redondas, ovoides, elípticas, pequeñas casi cuadradas y alargadas ovoideas.

## **Hojas**

Sus hojas, son alternas, compuestas por tres folíolos (dos laterales y uno terminal o central). Los folíolos son grandes, ovalados y con extremos acuminados o en forma de punta. Existen folíolos en forma ovalada o romboide. Posee un nervio central y un sistema de nervaduras ramificadas en toda el área del limbo foliar, las hojas son alternas trifoliadas y de color verde, oscuro o claro. La forma de los folíolos es variada: ovalada, deltoidea y cuneiforme. Del mismo modo, existen hojas trifoliadas, con borde foliar liso o muy finalmente denticulados, cubierto por densa vellosidad corta, que cubre tanto el haz como el envés, estando algo más marcadas sobre los nervios (Quintero, 2010)

## **Vainas.**

Las vainas o legumbres corresponden a frutos compuestos por dos valvas, 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 más de 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, pueden fluctuar entre 9 y 16 cm. (Rodino, 2000).

### **1.5 Característica Morfoagronómicas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**

#### **Hábitos de crecimiento.**

El ciclo de desarrollo del frijol consta de diferentes fases (Socorro y Martín1989).

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.

### **1.6 Exigencias ecológicas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).**

El frijol es una planta anual y requiere de un clima de templado a cálido. Entre los factores climáticos cabe destacar: la sequía y las altas temperaturas los que más influyen. 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. El exceso de las 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 según informe del (MINAGRI, 2009).

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 polinizan y disminuir el número de semillas por vaina (Socorro et al.; 1989). 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. (MINAGRI, 2009).

Durante la floración, la falta de cierto grado de humedad en el ambiente a los 30 40cm sobre el suelo, afecta la polinización con la consiguiente disminución del rendimiento. Es un cultivo que no resiste sequías ni lluvias prolongadas. Los mejores para este cultivo son los franco arenosos, franco arcillosos, franco limosos. No se recomienda 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 (Singh, 1999), el frijol es una planta muy sensible a la salinidad, por lo tanto no se recomienda para este cultivo suelos con una alta conductividad eléctrica.

### **1.7 Necesidades edáficas. (Suelos)**

Entre los factores edáficos la baja fertilidad del suelo es uno de los más limitantes por las concentraciones de aluminio y manganeso (Wortmann et al.;

1998), que pueden llegar a los 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 flores, maduración prematura y por ende, bajos rendimientos, según (Socorro y Martín, 1989). El frijol requiere para su desarrollo suelos sueltos que tengan buen drenaje tanto interno como superficial, 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. Tanto o más diversas que las anteriores son las adversidades de origen biótico, existiendo plagas de muchas especies de insectos, arácnidos, nemátodos, moluscos, etc., 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.

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

### **1.8.1 Época de siembra.**

En Cuba especialistas del (MINAGRI, 2009) establecieron el período de siembra entre la primera quincena de Septiembre y de Enero donde se cuente con regadío y establecen 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, 2010). En este caso, no deben hacerse siembras de grandes extensiones. La época de siembra influye sobre el comportamiento de 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.

### **1.8.2 Método de siembra.**

La siembra del frijol se puede realizar de forma manual o mecanizada con el desarrollo de la agricultura en Cuba se ha extendido la siembra mecanizada facilitando con ello el ahorro de fuerza de trabajo, así como una mayor uniformidad y distribución de la semilla según (Socorro y Martín 1989). La siembra de frijol se logra realizar en suelos lisos o en camellones para facilitar la eliminación del exceso de agua que se puedan acumular en las zonas de las raíces.

### **1.8.3 Lucha contra la maleza.**

Este cultivo es una planta poco competitiva. Se han observado reducciones en la cosecha hasta de 75% cuando no se han manejado todas las malezas durante todo el ciclo de cultivo. Los primeros treinta días de cultivo, deben mantenerse libres 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, 2010), 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 afectan la producción y calidad del grano. El complejo de plagas, enfermedades y malezas actúa e interactúan entre sí y con el cultivo como un sistema integrado.

### **1.8.4 Riego**

El riego es una práctica indispensable para alcanzar altos rendimientos y mejorar la calidad del grano, las leguminosas son cultivos sensibles al déficit

como al exceso de agua. Se les debe aplicar entre 2 y 5 riegos, dependiendo de la textura del suelo, los suelos arenosos requieren más de 3 riegos, los arcillosos entre 1 y 2 riegos. Los riegos deben ser ligeros y frecuentes utilizando surcos, nunca se debe regar al pie de la planta para evitar compactación de la zona de la raíz. Las etapas de desarrollo vegetativo, prefloración y llenado de vainas (Valladolid, et al.; 1998).

#### **1.8.5 Fertilización.**

El fríjol 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 fríjol, según taxonomía más actualizada hasta el presente son: *Rhizobium leguminosarum* y *phaseoli*, *Rhizobium tropicii* y *Rhizobium* etc. (MINAGRI, 2010)

#### **1.8.6 Control de plagas y enfermedades.**

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 fríjol constituyen un serio problema para la mayoría de los productores que siembran este cultivo en Cuba. Entre las más frecuentes en nuestro país según estudios realizados por (Saucedo, 1997), tenemos: Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), Marchitez por Fusarium (*Fusarium oxysporum*. Sp. *Phaseoli*), Mildio polvoriento (*Erysiphe polygori*), pudredumbres de cuello y/o raíces (*Phytophthora* ssp., *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolicola* y *Pythium* ssp), *Rhizoctonia solari* Kühn y la roya del fríjol *Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint. Var. *Typica* Arth. Según estudios realizados por Lanes (2005) la roya es la enfermedad que más incide en el país. En cuanto a enfermedades se puede distinguir enfermedades virales, bacterianas, y fungosas. El fríjol es afectado por alrededor de 50 enfermedades virales. (Socorro y Martín 1989), las principales afectaciones son ocasionadas por mosaico común del fríjol (BCMV), mosaico dorado (BCMV), mosaico amarillo y moteado clorótico. Las enfermedades virales causan

importantes pérdidas en el cultivo del fríjol en todo el mundo, destacándose el virus del mosaico común (BCMV) presente en la mayoría de las regiones de producción Singh, 1999). También las bacterias juegan un papel muy importante principalmente *Pseudomona phaseolicola*, *Xantomonas phaseoli* que produce el tizón bacteriano (Socorro y Martín 1989).

El daño ocasionado por enfermedades fungosas foliares y radicales en el cultivo del fríjol constituye un serio problema para la mayoría de los productores que siembran el cultivo. Las más extendidas son la mancha angular (*Phaseoli cariopsis griseola*), antracnosis (*Colletotrichum linderruthiarum*) y roya (*Uromyces Phaseolus Pers.*), que causan enormes pérdidas en el cultivo en nuestro país. Otro problema en el cultivo del fríjol común 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* (Hemiptera, Cicadellidae), Crisomélidos *Andrectus ruficornis*, *Systema basalís*, *Diabrotica balteata* (Coleoptera: Chrysomelidae), Mosca blanca *Bermicia tabaci* (Homoptera: Alerodidae).

### **1.9 Rendimientos del fríjol común (*Phaseolus vulgaris L.*) .**

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. Quintero (2010) por lo que el rendimiento en cada una de las épocas es ciertamente diferente, siendo superior el de la época intermedia en comparación a la temprana y a la tardía. El efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento en el cultivo de fríjol. 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. El rendimiento del fríjol por lo demás está compuesto por el número de inflorescencia por la planta, el número de vainas por racimos, el número de

semillas por vainas y el peso promedio de las semillas que también está afín con los componentes largo y ancho según (Rodríguez et al.; 1981), por regla general, cada nudo forma una inflorescencia, el eje de esta tiene de dos a tres nudos y generalmente dos flores en cada uno de ellos.

Varios investigadores han investigado las causas de los bajos rendimientos en el frijol en muchos lugares. (Singh, 1999) determinó como causa principal de los bajos rendimientos en el frijol:

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

Por otra parte Castiñeiras (2001) planteó que los rendimientos mundiales se comportan en 1.4 t/ha, como promedio en los países de mayor producción (Brasil Estados Unidos y Alemania), sin embargo la (FAO 2008) acota que el rendimiento promedio mundial está en el orden de las 0,7 t/ha.

En Cuba, esta leguminosa es de gran importancia en la alimentación. Se cultiva a lo largo y ancho del país, y alcanza un área de 100 000 ha anuales para su consumo seco, incluyendo el sector estatal y no estatal. Con un rendimiento promedio de 1,1 t/ha. (ONE, 2009).

### **1.10 Conclusiones del Capítulo 1**

Al concluir el capítulo 1 se arriba a las siguientes conclusiones.

1. Se detallaron los sustentos teórico - referenciales de la investigación partiendo del estudio de la taxonomía, morfología, importancia económica, rendimientos y fitotecnia del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).
2. Se penetró en la esencia del objeto y el campo de la investigación en función de hallar la variable del rendimiento agrícola y el tratamiento de la semilla de frijol en la ESV

3. La búsqueda y el análisis constituyen la premisa para la solución del problema científico planteado con el propósito de obtener semilla de frijol de alto rendimiento y con parámetros factibles para la comercialización.

## **CAPÍTULO 2: Materiales y métodos utilizados en la producción y tratamiento de la semilla del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).**

**(*Phaseolus vulgaris* L.).**

### **2. 1 Ubicación del experimento**

El experimento se estableció en la cooperativa de créditos y servicios (CCS) “10 de Octubre” en municipio de Sancti Spíritus, ubicado en el centro de la misma provincia. En la finca del campesino Ángel Bermúdez Prieto. Durante el periodo: octubre 2013 - marzo del 2014

**2.2 Diseño experimental utilizado.** Un Bloque al azar con tres réplicas que permitió un nivel de aleatoriedad en correspondencia con las exigencias de la investigación.

<b>63</b>	<b>64</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>71</b>	<b>116</b>	<b>118</b>	<b>123</b>	<b>120</b>	<b>125</b>	<b>132</b>	<b>133</b>	<b>139</b>
<b>125</b>	<b>132</b>	<b>133</b>	<b>139</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>71</b>	<b>116</b>	<b>118</b>	<b>123</b>
<b>68</b>	<b>71</b>	<b>116</b>	<b>118</b>	<b>123</b>	<b>125</b>	<b>132</b>	<b>133</b>	<b>139</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>67</b>	<b>68</b>

Las parcelas tienen 5 surcos de 2 m de largo. Las semillas se dispondrán a una distancia de 0.50 m de camellón por 0.10 m entre plantas, para unas 100 semillas por parcela; la profundidad de siembra no excedió los 5 cm.

Ancho de la parcela: 2.50 m

Largo de la parcela: 2.0 m

Área de la parcela: 5 m<sup>2</sup> (área sembrada)

Largo de la columna por bloque: 13.00 m

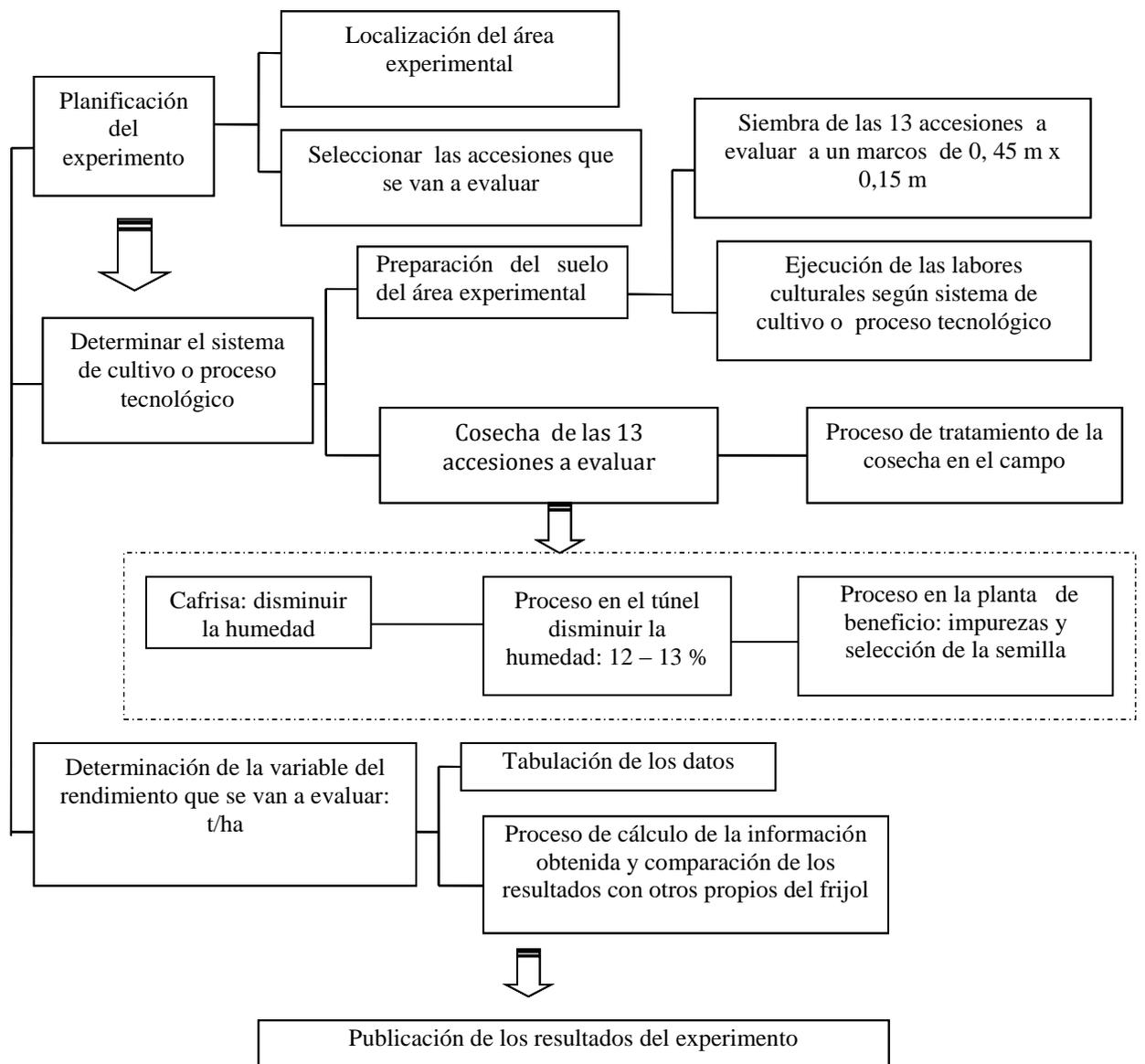
Espacio entre Parcelas: 1.0 m

Área total del diseño: 240.0 m<sup>2</sup>

Se estableció una barrera de sorgo a cada lado del diseño

### **2.3 Construcción de la secuencia del experimento**

El diseño teórico-metodológico de la investigación nos permitió trazar la estrategia para la construcción de la secuencia del experimento (ver figura 2.1) a partir de darle solución al problema científico del trabajo de diploma. Mediante un análisis de la lógica del objeto de estudio se conceptualizaron los aspectos fundamentales que lo caracterizan y las posibilidades de crear las bases para la implementación de procedimientos de trabajo. Se precisaron las particularidades del diseño experimental.



**Fig 2.1** Secuencia del experimento desde la producción hasta el tratamiento de la semilla.

2.4 En la figura 2.2 se representa el ciclo cerrado del proceso tecnológico de la semilla de frijol

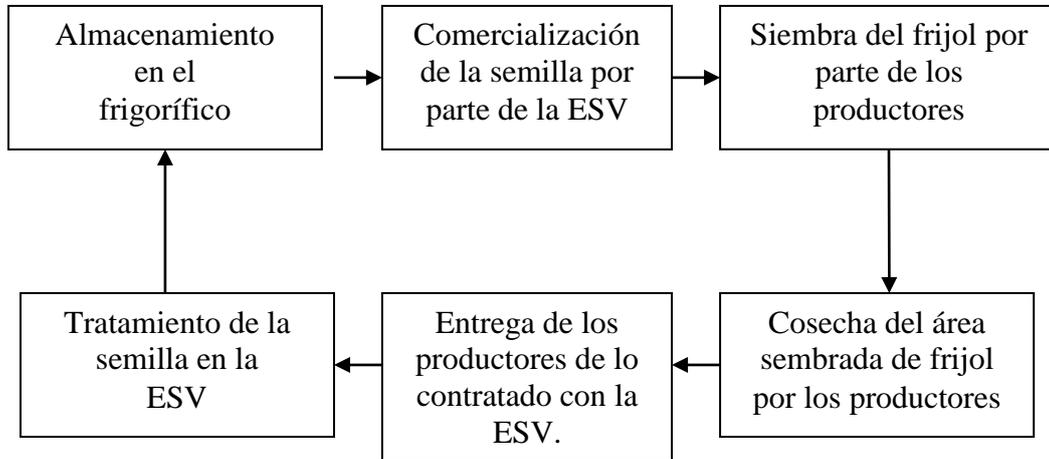


Fig. 2.2 Proceso tecnológico del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

### 2.5 Etapas de desarrollo morfológico del frijol común. (*Phaseolus vulgaris* L.)

Las etapas de desarrollo de la planta de frijol están basadas en su morfología y en los cambios fisiológicos que suceden durante su desarrollo, lo que permite conocer las etapas agromorfológicas para observar el desarrollo fenológico para precisar cualquier alteración.

#### 2.5.1 Escala de desarrollo de una planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

V 0	V 1	V 2	V 3	V 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	
Fase vegetativa					Fase reproductiva					
Siembra					1er botón					Madurez

	Etapas		Identificación del inicio de cada etapa
	Código	Nombre	
Vegetativa	V0	Germinación	La semilla está en condiciones favorable para iniciar la germinación
	V1	Emergencia	Los cotiledones al 50% de las plantas aparecen a nivel del suelo
	V2	Hojas primarias	Las hojas primarias del 50 % de las plantas están desplegadas
	V3	Primera hoja trifoliada	Las primera hoja trifoliada del 50 % de las plantas están desplegadas
	V4	Tercera hoja trifoliada	Las tercera hoja trifoliada del 50 % de las plantas están desplegadas
Reproductiva	R5	Prefloración	Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50 % de las plantas
	R6	Floración	Se ha abierto la 1ra flor en el 50 % de las plantas
	R7	Formación de vainas	Al marchitarse la corola en el 50% de las plantas aparecen por lo menos una vaina
	R8	Llenada de vainas	Llenado de semilla en la primera vaina del 50% de las plantas
	R9	Maduración	Cambio de color en por lo menos una vaina del 50% de las plantas del verde al amarillo uniforme o pigmentado

**Fig.2.3 Escala de desarrollo de una planta de Fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**

## **2.6 Sistema de cultivo empleado en el experimento.**

Se estableció el experimento teniendo en cuenta la época tardía de siembra porque las condiciones climáticas no permitieron adelantar el experimento y se tomó en el mes de enero (día 10). Sobre suelos Pardo con Carbonato (Hernández y col 1999) que son los que predominan en el agroecosistema.

La preparación del suelo se realizó sobre bases sostenibles de modo tradicional utilizando tracción animal: (Fases) aradura, cruce, grada y surcado por espacio de 45 días (noviembre – diciembre de 2013) y la misma tuvo como objetivo crear las condiciones para la siembra en función de un buen mullido, para que la semilla se beneficiara de un lecho óptimo, alcanzó una profundidad de 20cm, el suelo se trabajó teniendo en cuenta el cultivo precedente y se incorporaron los restos de cosecha al mismo.

La siembra se ejecutó teniendo en cuenta la época tardía, considerándose que es buena para la zona donde está ubicado el agroecosistema. Esta época es utilizada en áreas con sistema de riego. La siembra se ejecutó de forma manual, ajustándose al marco de siembra: 0.50 m por 0.10 m, para una densidad de población de: (200-300 mil pl/ha), considerándose óptima: (20 pl/m<sup>2</sup>). La norma de siembra: 80 Kg/ha. La profundidad de siembra osciló en 4 a 5 cm. para garantizar su germinación eficiente. A la semilla se le hizo la prueba de germinación, en todas las variedades y fue óptima, de 98% como promedio.

El diseño experimental consistió en la siembra de parcelas con 3 réplicas distribuidas al azar, formando un típico bloque al azar, con un área utilizable para el experimento de 30 m<sup>2</sup>. El área ocupada por la parcela se le sembró en su alrededor sorgo a modo de barrera fitosanitaria.

**Se puso en práctica un sistema de manejo integrado a plagas y enfermedades sostenible. Con las medidas siguientes:**

- 1- Selección correcta del área de cultivo: suelos fértiles, de estructura suelta y de buen drenaje interno y superficial.

- 2- Sin colindancia con especies susceptibles: papa, tomate, pimiento y otras, de la misma familia, con edades superiores a los 15 días.
- 3- Buena preparación del suelo: teniendo en cuenta las malezas predominantes y la presencia de nematodos.
- 4- Utilización de semilla certificada por la dirección del MINAGRI.
- 5- Siembre en época óptima para evitar la presencia de la roya (*Uromyces phaseoli*).
- 6- Se establecieron barreras de sorgo con 15 días de antelación a la siembra del frijol. Para facilitar la acción de los reguladores.
- 7- Se garantizó la humedad necesaria para la germinación y las densidades establecidas según el marco de siembra.
- 8- Se inoculó la semilla antes de siembra utilizando: Trichoderma (1kg/100 Lbr. de semilla) y Gaucho PS 70 (3,7 g/kg de semilla). Para proteger el cultivo de las enfermedades y plagas en los primeros 30 días. Se realizaron las conversiones.
- 9- Las labores de limpia y cultivo se realizaron de modo oportuno y correctamente con medios mecánicos. Para evitar la incidencia de plagas.
- 10- Se repitieron los tratamientos con Trichoderma dirigidos a la base del tallo, cada 7 u 10 días, con la humedad requerida.

**El riego se concibió en las etapas de mayor exigencia y según las necesidades del suelo. Se aplicó una norma promedio de 150 m<sup>3</sup>/ha.**

Se utilizó la aspersión con un sistema de una hectárea con una motobomba.

1er Riego. De germinación con una norma de 150 m<sup>3</sup>/ha

2do Riego a los 4 días de la germinación con norma de 200 m<sup>3</sup>/ha

3er Riego a los 20 días de la germinación con norma de 100 m<sup>3</sup>/ha

4to Riego a los 36 días de la germinación con norma de 150 m<sup>3</sup>/ha

5to Riego a los 63 días de la germinación con norma de 200 m<sup>3</sup>/ha

En la etapa de desarrollo del cultivo se reportaron lluvias promedios de 12 mm, Se registraron y fue tenido en cuenta para la determinación de las normas de riego en función de las necesidades del cultivo y las características de los suelos del agroecosistema.

**Se programó un manejo integrado de la fertilización según el cartograma y sobre bases sostenibles.**

1-Fertilización de fondo con la fórmula 1-0,5-1,5 a razón de 0,6 t/ha.

2-Inoculación de Rhizobium a 1kg por kg de semilla.

3-fertilización nitrogenada (Urea) a los 20 días después de la siembra a razón de 0,15 t/ha. (30 de enero)

4-Bayfolan a los 40 días después de sembrado a 2 l/ha. (20 de febrero)

**Atenciones culturales durante ciclo del cultivo.**

**Control de malezas**

Las atenciones de deshierbe se realizan manual con guataca:

\*La primera entre 7-9 días de germinado el frijol.

\*La segunda entre 32-33 días.

\*Recorrido para limpia a mano de las malezas persistentes en las parcelas.

El cultivo: Se utilizó un cultivador de tracción animal y se pasó a los 27 días de germinado.

**Cosecha y procesamiento de la información física.**

Se realizó de forma manual entre el 8 y el 9 de marzo. Se adoptaron las medidas para evitar la mezcla de las variedades. Se arrancan las plantas de forma manual por parcelas independientes, se efectúa la trilla en sacos de nylon réplica a réplica, los granos resultantes de la trilla se guardan en pequeñas bolsas independientes con una tarjeta con los datos de la variedad, el número de la réplica y el número de vainas, luego comenzó la etapa de procesamiento de la información, resultados que relacionamos posteriormente.

El sistema de cultivo utilizado se concibió como un programa sostenible para incrementar los niveles en el rendimiento agrícola de las variedades

estudiadas. Permitted conservar el medio ambiente y economizar el proceso. De modo que se puede aseverar que incidió en el resultado.

En ninguna de las variedades estudiadas se observaron alteraciones de las etapas del ciclo. Aunque alguna susceptibilidad al complejo de hongos del suelo.

## **2.7 Herramientas y técnicas básicas de ingeniería**

### **1. Tormenta de ideas**

Fue el primero de estos métodos que se utilizó porque permite generar una gran cantidad de ideas en breve tiempo. Se desarrolla con un grupo de expertos, idealmente de siete a quince personas aún cuando puede variar .manteniendo su eficiencia. Se expone un problema a los presentes, o se les envía en un memorando previo. Las ideas se generan y exponen por los asistentes en forma clara y precisa, evitando discursos, sin que medie ninguna crítica o evaluación de estas, por descabelladas que pudieran parecer.

En esta atmósfera no crítica las personas se sienten libres para decir lo que piensan y estas ideas, aún en el caso que no tuvieran valor pueden dar origen a otras por asociación. Las ideas se recogen y listan en pliegues de papel que se mantienen a la vista de todos. Estas ideas se valoran posteriormente. La generación de ideas y su recogida puede realizarse, dependiendo de las características del grupo y sus integrantes, según tres variantes

1. Los integrantes dan las ideas espontáneamente y se listan.
2. Se realizan varias rondas, cada integrantes lanza una idea en su turno o puede pasar una ronda. Se listan las ideas. Se continúa el proceso hasta que todos dan su criterio.
3. Una persona actúa como facilitador pide a los presentes que escriban en una hoja de papel sus ideas. Estas se recogen y organizan en pliegues que se presentan al grupo, que pueden repetir el proceso de generación de ideas por asociación con las que se presentan.

Merita destacar brevemente el papel que desempeña en esta y otras técnicas, el denominado facilitador que es quien debe propiciar el clima y los resultados óptimos; para ello:

- No dirige sino que facilita el trabajo del grupo, la elaboración y exposición de ideas, creativamente.
- Brinda confianza para expresar las ideas, evita ataques, permite y promueve la participación de todos.
- No evalúa, apoya, no se solidariza con ninguna de las ideas.
- Garantiza la agilidad del desarrollo de la actividad y el logro de sus objetivos.

A pesar de ser el Brainterming una poderosa herramienta para la generación de ideas, pueden presentarse algunas situaciones tales como:

- Las ideas no son expuestas cuidadosa y rigurosamente.
- El Brainterming es monopolizado por uno o varios integrantes del grupo.
- La generación de ideas puede verse frenada por la presencia de uno o varios participantes.
- Existen conflictos o controversias en el seno del grupo que pueden influir en la acogida y posterior valoración de las ideas.

En estas situaciones es conveniente la aplicación de otras técnicas (Sociedad Latinoamericana para la calidad, 2000).

## 2. Diagrama Causa y Efecto.

Consiste en organizar y representar las diferentes teorías sobre las causas de un problema (Cuesta Santos, 2005). Constituye una herramienta que ayuda a ordenar todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto (Ischikawa, 1988).

Para la confección del diagrama Ischikawa ponderado se recomienda usar la matriz de ponderaciones de causas (Cuesta Santos, 2005) con el uso del método Delphi por rondas. Se muestra el estudio del proceso, donde el valor 1 corresponde al más importante y el 7 al menos importante, no requiere que se llegue a una aceptación. El objetivo es más bien obtener un número de opiniones que se haya reducido por la aplicación del método, esta información sirve después para validar el resultado. Como parte de la investigación es un proceso sistemático, formal y profundo. Una vez conformado el diagrama causa

– efecto, se realiza la matriz de causas al enumerar las causas y dar una puntuación por cada experto se detallan los pasos para aplicar esta técnica.

## **2 conclusiones del capítulo 2**

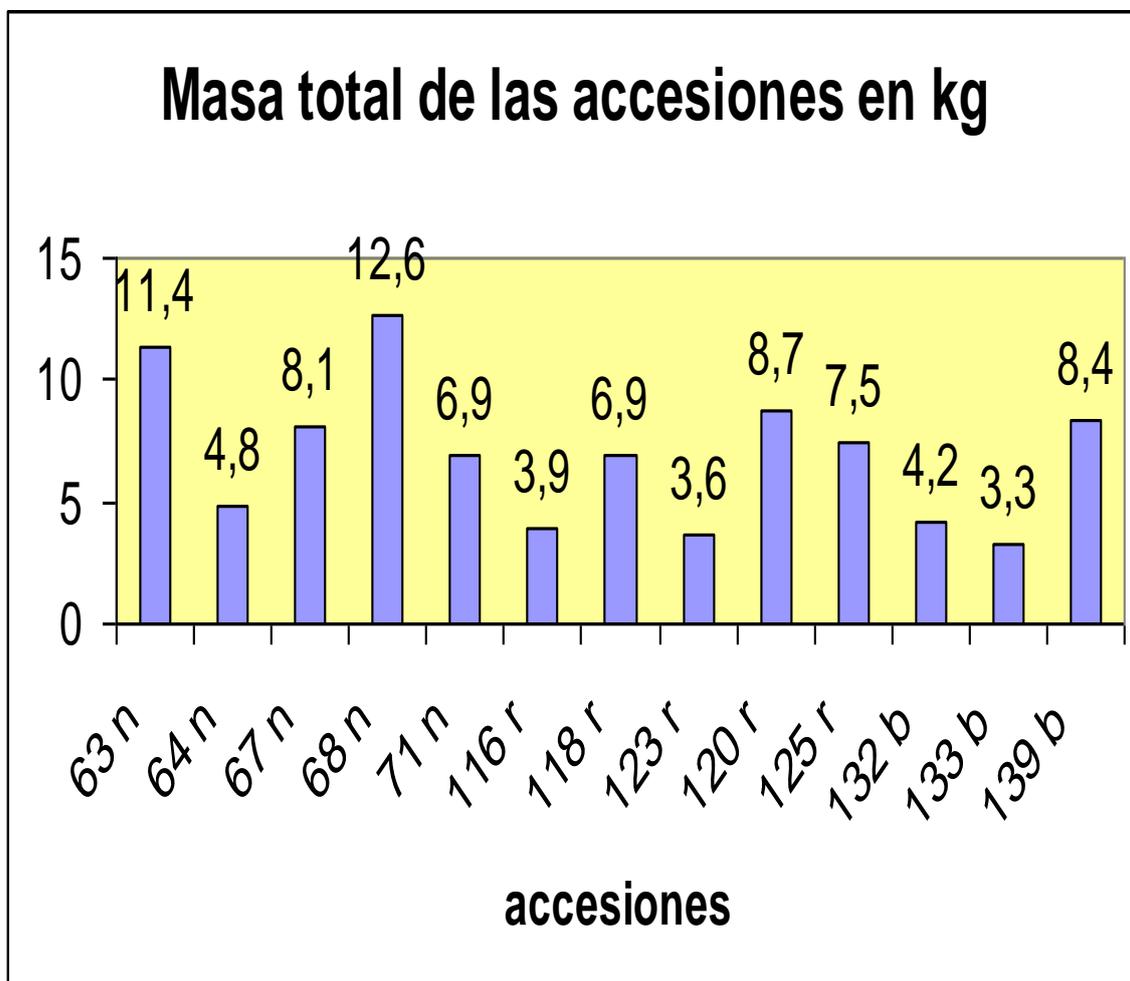
1. En la evaluación poscosecha de la semilla de frijol común permitió obtener resultados en el rendimiento, según las potencialidades de las accesiones evaluadas.
2. El diseño experimental utilizado permitió un nivel de resultados coherentes con la realidad.

### **Capítulo 3: RESULTADOS Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VARIABLE RENDIMIENTO Y LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA SEMILLA DE FRIJOL TRATADA EN LA PLANTA DE BENEFICIO.**

**3.1 Tabla del cálculo de la masa en kilogramo (kg).** Resultado que se obtuvo al sumar las tres parcelas de cada accesión. Cada parcela tenía sembrada área de 5 m<sup>2</sup> donde se obtuvo determinada producción. Al sumar los resultados de las tres parcelas se obtiene la masa total de la accesión.

<b>Código de las accesiones</b>	<b>Masa/accesiones en kg (Suma de las parcelas)</b>
<b>63 (n)</b>	<b>11,4</b>
<b>64 (n)</b>	<b>4,8</b>
<b>67 (n)</b>	<b>8,1</b>
<b>68 (n)</b>	<b>12,6</b>
<b>71 (n)</b>	<b>6,9</b>
<b>116 (r)</b>	<b>3,9</b>
<b>118 (r)</b>	<b>6,9</b>
<b>120 (r)</b>	<b>3,6</b>
<b>123 (r)</b>	<b>8,7</b>
<b>125 (r)</b>	<b>7,5</b>
<b>132 (b)</b>	<b>4,2</b>
<b>133 (b)</b>	<b>3,3</b>
<b>139 (b)</b>	<b>8,4</b>

Gráfico del comportamiento de la masa en kilogramo de las accesiones evaluadas.

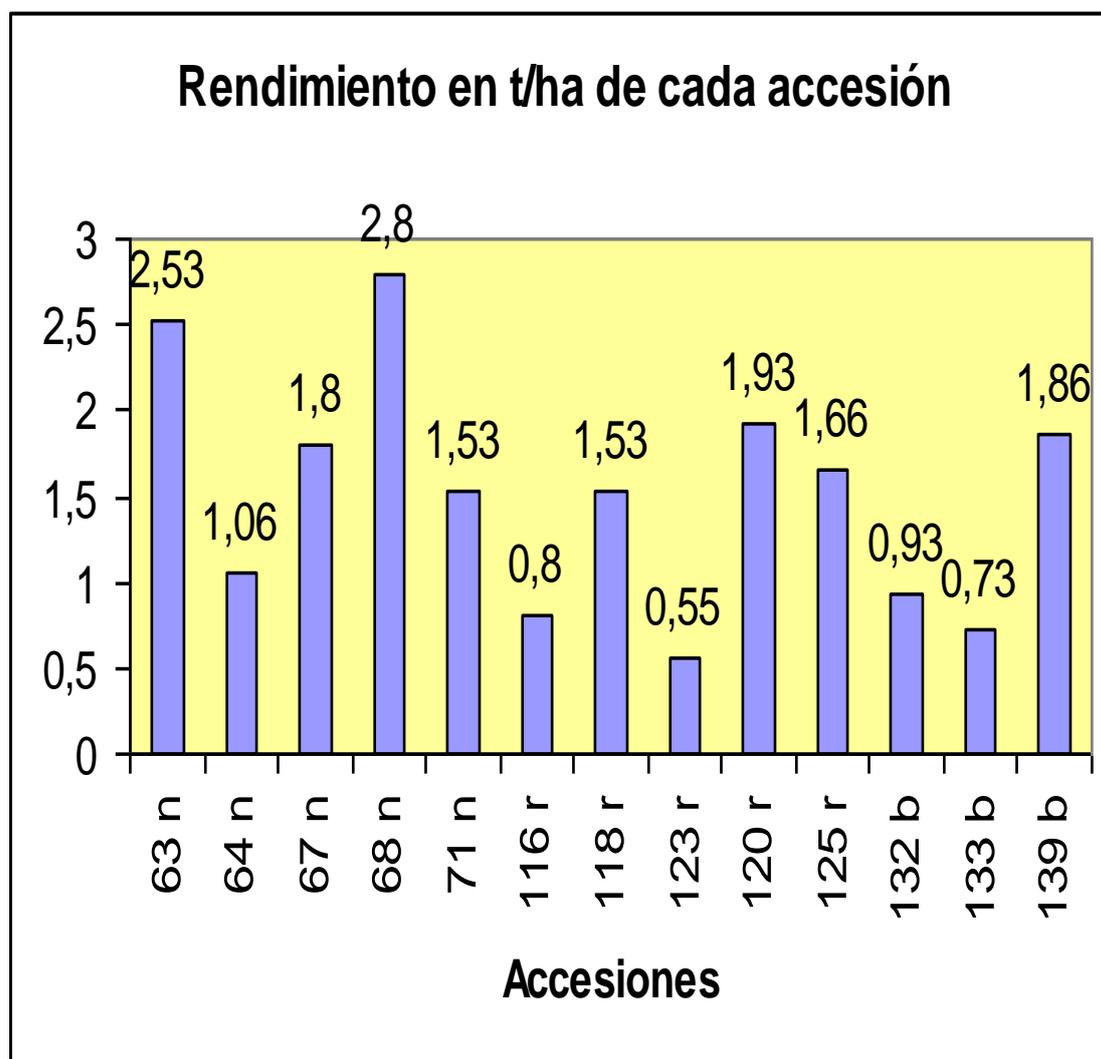


**Fig 3.1 Masa total de las accesiones en kg.** La figura expresa la cantidad en kilogramo de la masa total de cada una de las accesiones. Como se puede observar las accesiones identificadas con el código 63 n, 68 n y 120 r lograron los mejores resultados de producción neta.

**3.2 Tabla del comportamiento del rendimiento en toneladas/hectárea de cada accesión.** Para determinar el rendimiento agrícola tuvimos en cuenta el área plantada por cada variedad y la producción cosechada, dividimos la producción entre el área y obtuvimos el rendimiento en toneladas por hectárea mediante la conversión.

<b>Código de las accesiones</b>	<b>Rendimiento en tonelada/hectárea</b>
<b>63 (n)</b>	<b>2,53</b>
<b>64 (n)</b>	<b>1,06</b>
<b>67 (n)</b>	<b>1,80</b>
<b>68 (n)</b>	<b>2,80</b>
<b>71 (n)</b>	<b>1,53</b>
<b>116 (r)</b>	<b>0,80</b>
<b>118 (r)</b>	<b>1,53</b>
<b>120 (r)</b>	<b>0,55</b>
<b>123 (r)</b>	<b>1,93</b>
<b>125 (r)</b>	<b>1,66</b>
<b>132 (b)</b>	<b>0,93</b>
<b>133 (b)</b>	<b>0,73</b>
<b>139 (b)</b>	<b>1,86</b>

### Gráfico del comportamiento del rendimiento de cada accesión en t/ha

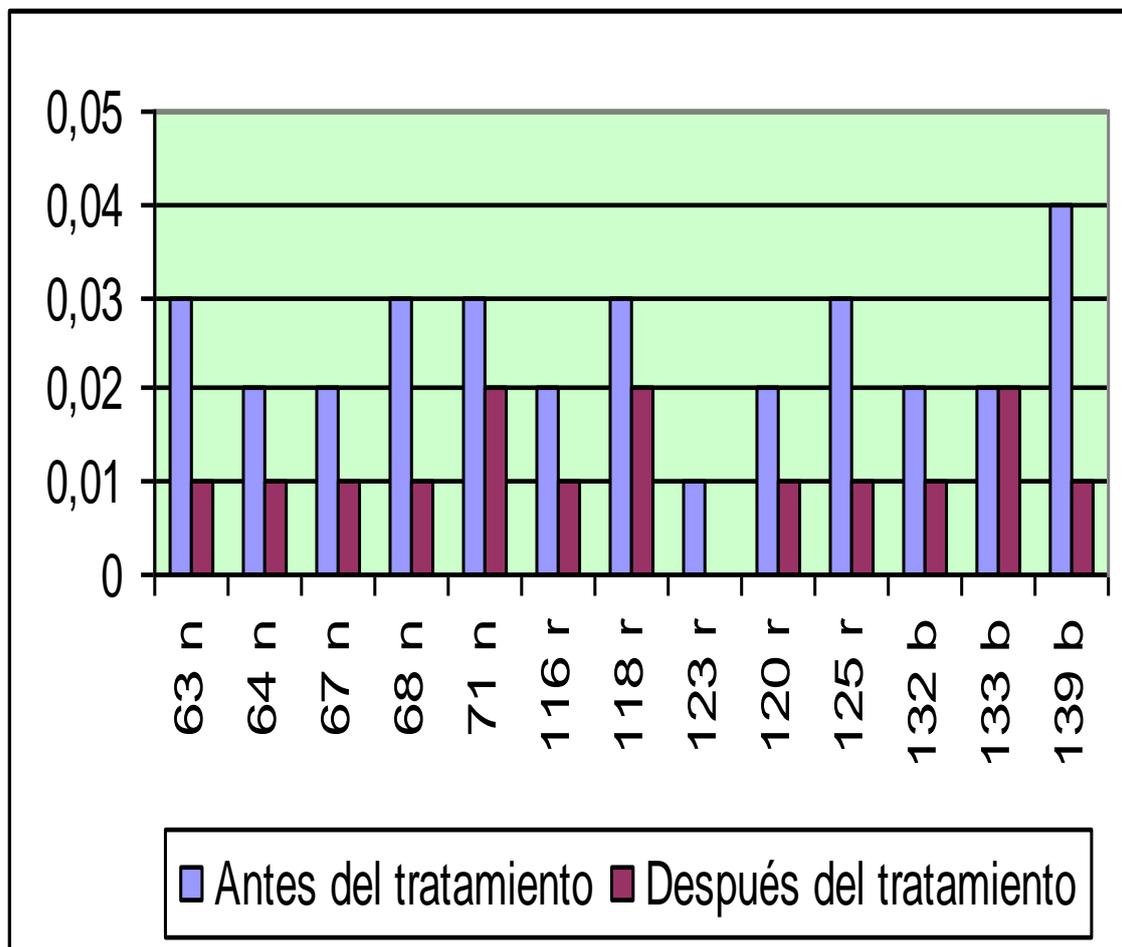


**Fig 3.2 Comportamiento del rendimiento en t/ha.** El rendimiento de cada accesión es la variable agroproductiva más importante, pues expresa la producción por área. Como se aprecia en la figura las accesiones identificadas con el código 63 n, 68 n, 120 r y 139 b son las de mejores resultados. De modo que las nombradas con los códigos 116 r, 123 r y 133 b alcanzaron los peores resultados, con potencialidades extremadamente bajas para el cultivo del frijol.

**3.3 Tabla que refleja los parámetros de impurezas antes y después del proceso en la planta de tratamiento de la ESV.** Es decir antes de pasar por la planta de beneficio la semilla tenía determinada cantidad de materias extrañas o impurezas: piedras pequeñas, restos de cosecha, tierra y otras, que se eliminaron hasta niveles muy bajos, con el tratamiento en la planta.

<b>Accesiones</b>	<b>Parámetros de impurezas antes del tratamiento en la ESV</b>	<b>Parámetros de impurezas después del tratamiento en la ESV</b>
<b>63 (n)</b>	<b>0,03%</b>	<b>0,01%</b>
<b>64 (n)</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,01%</b>
<b>67 (n)</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,01%</b>
<b>68 (n)</b>	<b>0,03%</b>	<b>0,01%</b>
<b>71 (n)</b>	<b>0,03%</b>	<b>0,01%</b>
<b>116 (r)</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,01%</b>
<b>118 (r)</b>	<b>0,03%</b>	<b>0,01%</b>
<b>120 (r)</b>	<b>0,01%</b>	<b>0</b>
<b>123 (r)</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,01%</b>
<b>125 (r)</b>	<b>0,03%</b>	<b>0,01%</b>
<b>132 (b)</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,01%</b>
<b>133 (b)</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,01%</b>
<b>139 (b)</b>	<b>0,04%</b>	<b>0,01%</b>

Gráfico que refleja los parámetros de impurezas antes y después de pasar por la planta de tratamiento de la ESV

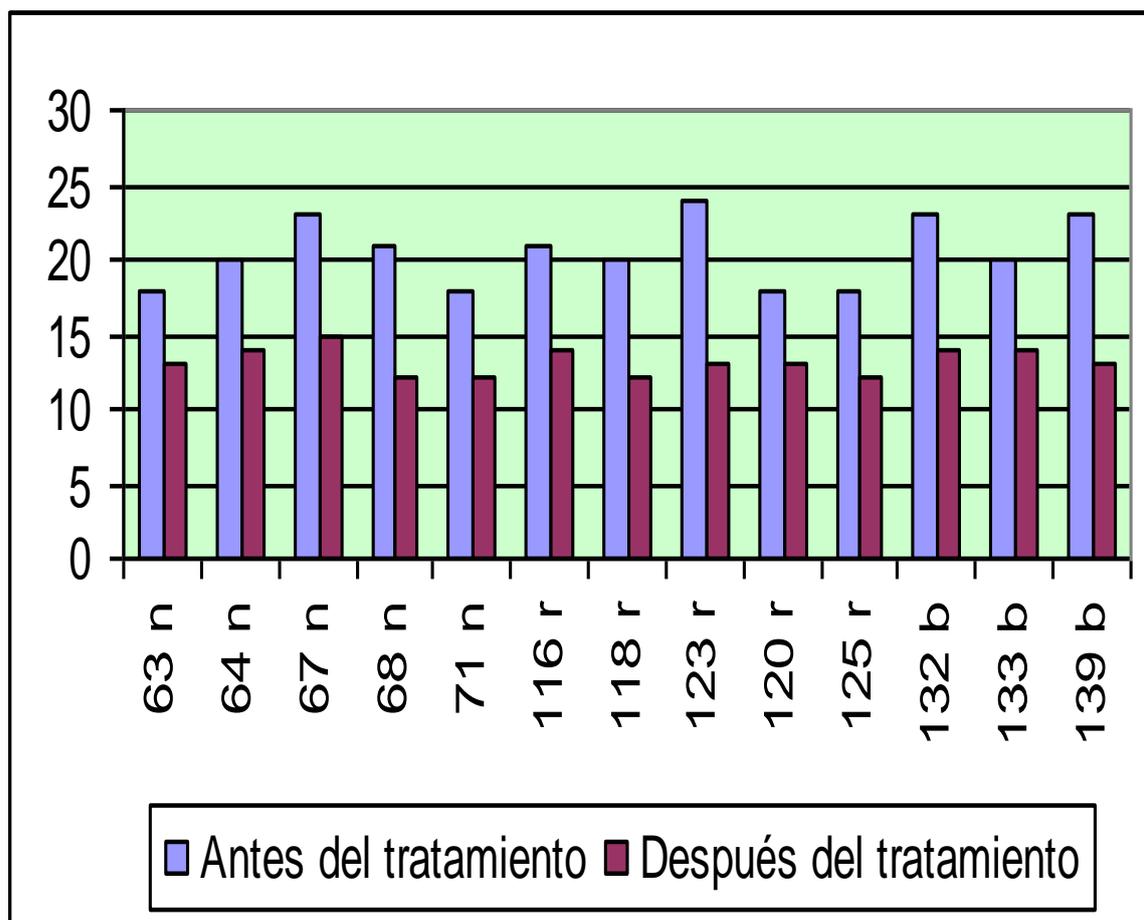


**Fig. 3. 3 Parámetros de impurezas.** La figura refleja hasta que medida se eliminó las impurezas, como se aprecia los niveles después del tratamiento son inferiores, lo que demuestra la efectividad del proceso.

**3.4 Tabla que refleja los parámetros de humedad antes y después de pasar por la planta de tratamiento de la ESV.** Es decir la semilla llegó al proceso de tratamiento con niveles por encima del % admisible (13%) y al ser tratada en el túnel y la cafriza de la planta, disminuyeron considerablemente los % de humedad de la semilla, para su conservación en el frigorífico.

<b>Accesiones</b>	<b>Índice de humedad antes del tratamiento en la ESV</b>	<b>Índice de humedad después del tratamiento en la ESV</b>
<b>63 (n)</b>	<b>18%</b>	<b>13%</b>
<b>64 (n)</b>	<b>20%</b>	<b>14%</b>
<b>67 (n)</b>	<b>23%</b>	<b>15%</b>
<b>68 (n)</b>	<b>21%</b>	<b>12%</b>
<b>71 (n)</b>	<b>18%</b>	<b>12%</b>
<b>116 (r)</b>	<b>21%</b>	<b>14%</b>
<b>118 (r)</b>	<b>20%</b>	<b>12%</b>
<b>120 (r)</b>	<b>24%</b>	<b>13%</b>
<b>123 (r)</b>	<b>18%</b>	<b>13%</b>
<b>125 (r)</b>	<b>18%</b>	<b>12%</b>
<b>132 (b)</b>	<b>23%</b>	<b>14%%</b>
<b>133 (b)</b>	<b>20%</b>	<b>14%</b>
<b>139 (b)</b>	<b>23%</b>	<b>13%</b>

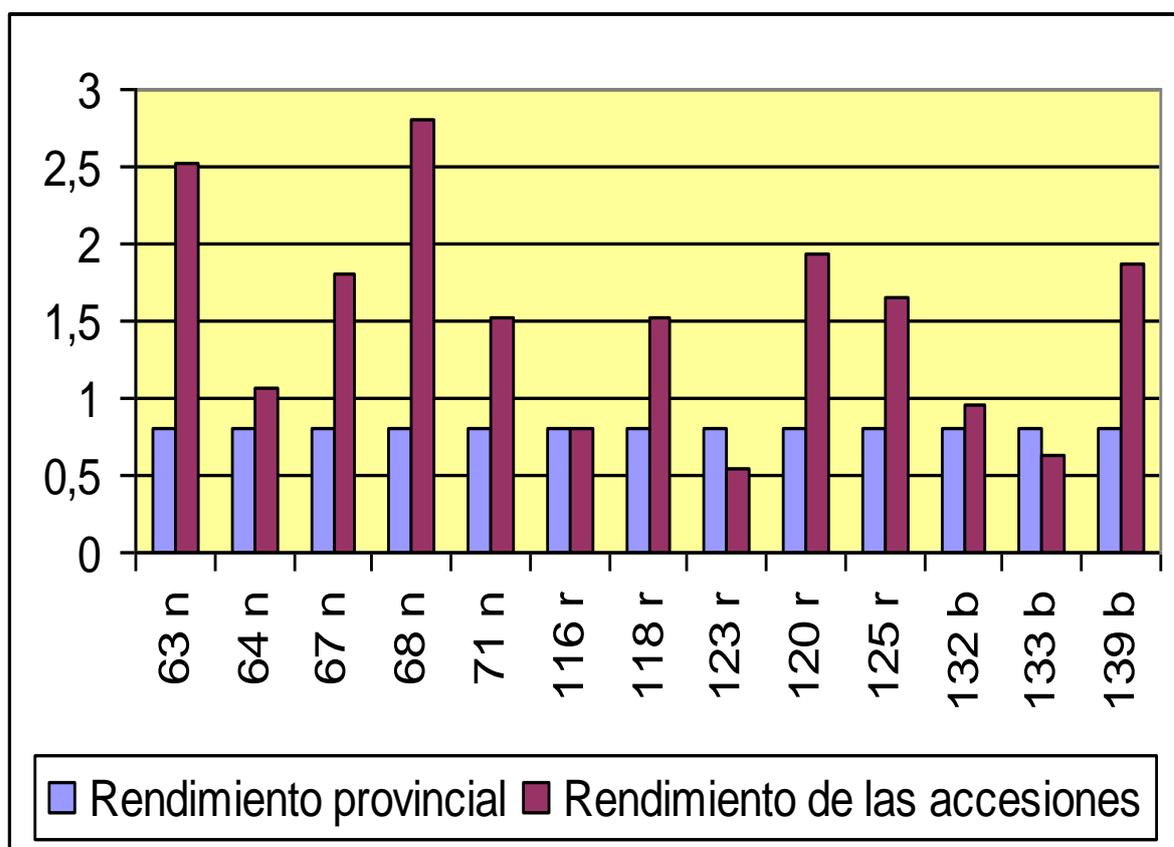
Gráfico que refleja los parámetros de humedad antes y después de pasar por la planta de tratamiento de la EPSV



**Fig. 3.3 Parámetros de humedad.** Como se aprecia la diferencia en el % de humedad es considerable. Proceso que permite conservar la semilla para la próxima etapa de siembra.

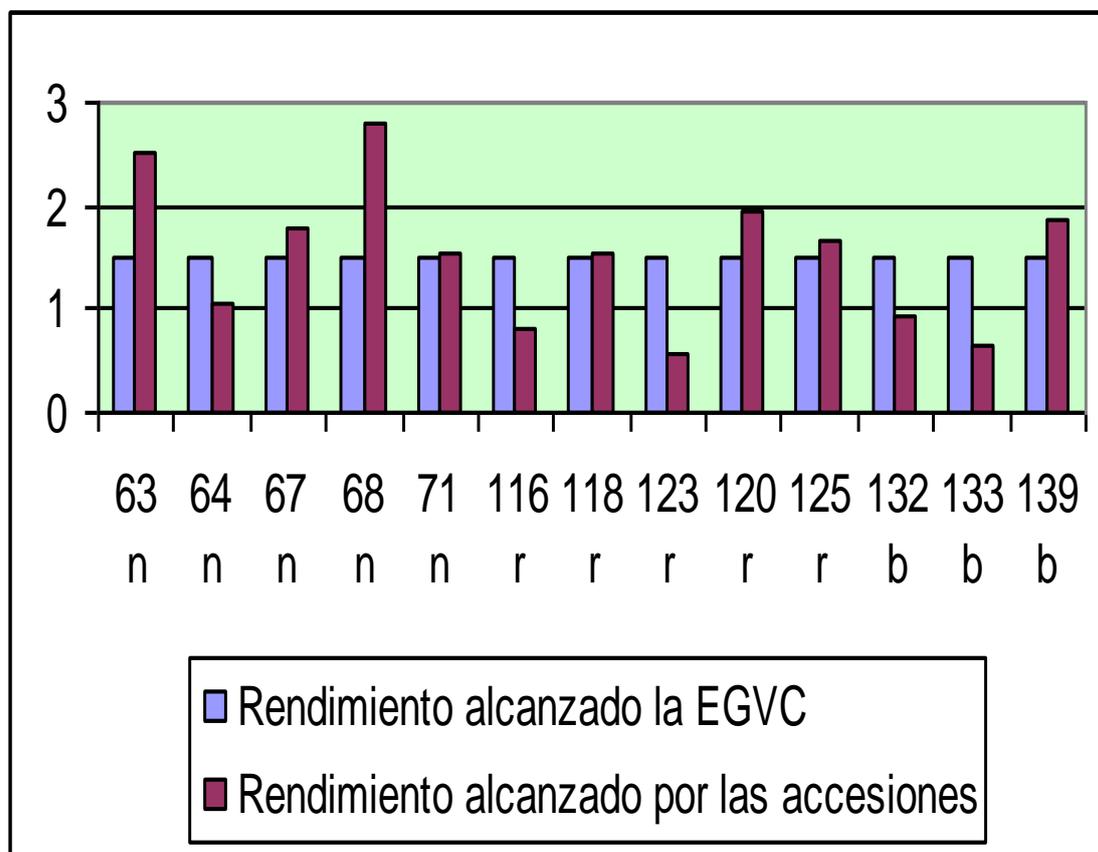
Según se ha constatado con la delegación de la agricultura en la provincia, los rendimientos del frijol común (*Phaseolus vulgaris* Lim) en la presente etapa de producción (2013 – 2014), en el territorio están en el orden de las 0,8 Ton/ha y en mayor empresa productora de esta leguminosa “Valle de Caonao” se comporta el rendimiento en 1,5 Ton/ha.

**Gráfico del comportamiento del rendimiento de las accesiones evaluadas con relación al obtenido en la presente etapa (2013 – 2014) por la provincia de Sancti Spíritus, de 0,8 Ton/ha.**



**Fig 3.4 Estado comparativo de las accesiones.** Se constató con la dirección de la Delegación del Ministerio de la Agricultura en la Provincia de Sancti Spíritus para conocer el rendimiento promedio en el territorio, he informan que está en el orden de las 0,8 t/ha, cifra superada por las accesiones evaluadas, con la excepción de las identificadas con los códigos 123 r y 133 b.

**Gráfico del comportamiento del rendimiento de las accesiones evaluadas con relación al obtenido en la presente etapa (2013 – 2014) por la Empresa de Granos “Valle de Caonao” (EGVC) de 1,5 Ton/ha**



**Fig. 3.5 Estado comparativo de las accesiones.** Refleja el rendimiento potencial de las accesiones evaluadas, con relación al obtenido en la presente etapa (2013 – 2014) por la Empresa de Granos “Valle de Caonao” (EGVC) de 1,5 t/ha. Solo cinco accesiones identificadas con los códigos: 64 n, 116 r, 123 r, 132 b y 133 b, tienen niveles inferiores a los alcanzados por la mejor empresa productora de grano en el territorio. Es evidente las potencialidades de las accesiones del experimento.

**El seguimiento y medición del proceso de producción y tratamiento de la semilla**

La información primaria acerca del desempeño general del procedimiento de producción y tratamiento de la semilla de frijol se manejó mediante entrevistas

en profundidad, apoyada en la lista de chequeo (Sociedad Latinoamericana de Calidad, 2000) y el método de observación participante. Se realizaron entrevistas a los 18 trabajadores, los que representan el 100 % del total de la población. Los resultados se muestran en la tabla 3.13.

**Tabla 3. 5 Resultados de las entrevistas a profundidad.** Después de la Entrevista, los problemas que más incidieron en la calidad del proceso.

No.	Problemas presentados en el procedimiento para la producción y tratamiento de la semilla de frijol	Cantidad	%
1	Deficiencias en el tratamiento poscosecha en el área de campo	10	55,55
2	Insuficiencias en las condiciones climáticas	8	44,44
3	Insuficiente disponibilidad a los medios de trabajo	5	25,00
4	Insuficiente cantidad de materia orgánica para el suelo	4	22,22
5	Deficiencias en el control sistemático a plagas	3	12,50
6	Deficiencia en la norma de riego correcta	3	12,50
7	Deficiencias en la preparación de suelo en tiempo	2	11,11

Fuente: elaboración propia

Los tres factores que más incidieron son deficiencias en la maquinaria, las deficiencias en los métodos de trabajo y deficiencias en la mano de obra. Se seleccionaron los indicadores de las variables, que permiten evaluar la eficiencia y eficacia del proceso de producción

**3. 6 Aplicación del método de expertos. Con la aplicación del método se obtuvieron criterios que propiciaron la identificación de los siguientes problemas:**

1. Déficit en la calidad de la semilla
2. Necesidad de envases adecuados
3. Utilización de semillas no comerciales
4. Diferencias en el ciclo de las accesiones
5. Condiciones climáticas adversas para el tratamiento en el área de producción.
6. No existen las condiciones óptimas para el almacenamiento
7. Carencias en la capacitación técnica de los campesinos.

3.7 La determinación del número de expertos se realiza mediante criterios basados en la distribución binomial de probabilidad de Bernoulli. Para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$n = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2} \quad (1)$$

Donde:

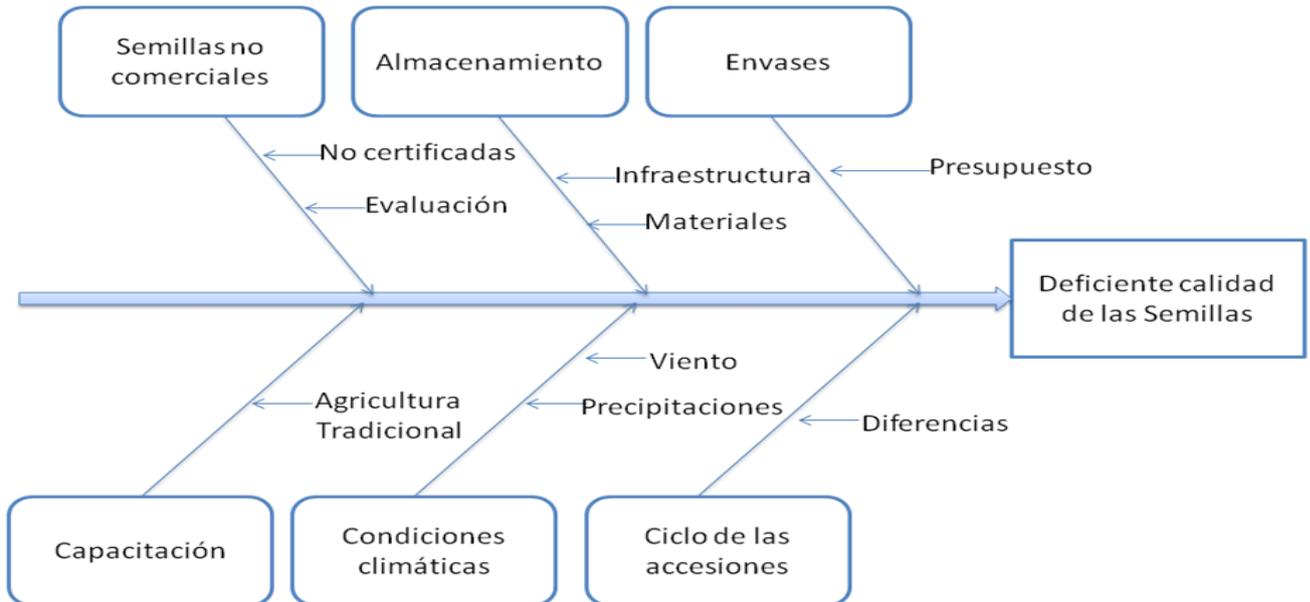
i: nivel de precisión deseado.

p: proporción estimada de errores de los expertos

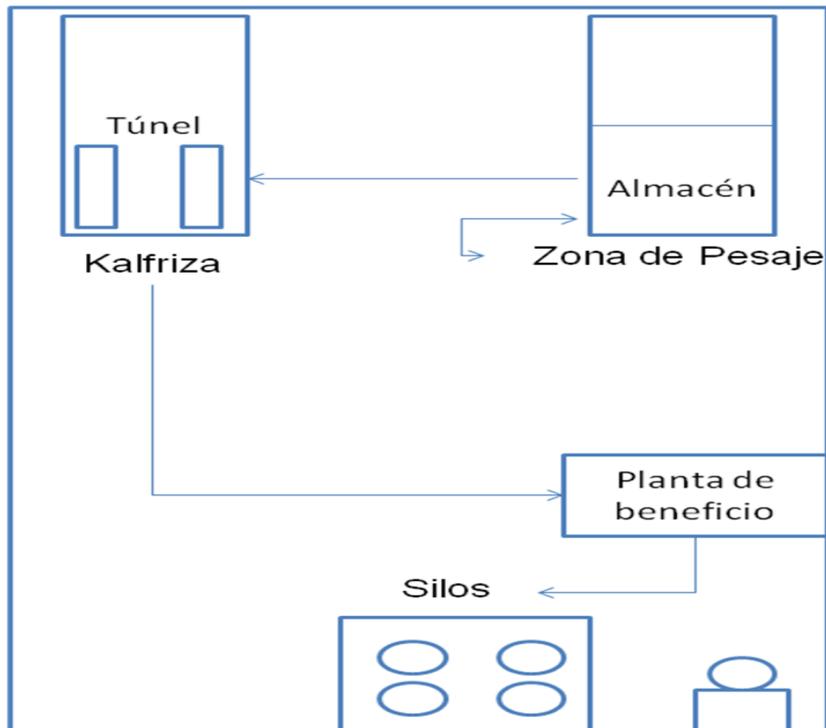
k: constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido.

Los valores de k se ofrecen a continuación:

**3.6** Para interpretación de estos resultados muestran el proceso se requiere ser estudiado a profundidad, para determinar las oportunidades de mejora del proceso cosecha y tratamiento. Seguido el estudio y análisis se precisó un utilizar el diagrama de causa – efecto.



**3.7 Croquis de la planta de tratamiento de la ESV.** Donde aparecen las fases del procesamiento a la semilla de frijol para mejorar los parámetros de calidad para su comercialización.



### 3.5 Conclusiones del Capítulo 3

Al concluir el capítulo 3 se arriba a las siguientes conclusiones

1. En el capítulo se implementa el procedimiento para el cálculo de la variable rendimiento como parámetro esencial para la calidad de la semilla de frijol.
2. La aplicación práctica de este proceso dio posibilidad de comparar los parámetros de calidad de la semilla de frijol, antes y después del tratamiento en la Empresa de Semillas Varias

## CONCLUSIONES

1. El estudio bibliográfico realizado asociado a la construcción del Marco teórico-referencial de la investigación, posibilitó la base conceptual sobre el tratamiento poscosecha a la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para mejorar los parámetros de calidad.
2. Se determinaron los parámetros de calidad poscosecha durante el tratamiento en la Empresas de Semillas Varias donde de modo evidente las accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) quedaron en condiciones óptimas para su comercialización.
3. La evaluación del proceso de siembra, cosecha y tratamiento de las accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) permitió el mejoramiento de la semilla para su comercialización.

## **RECOMENDACIONES**

1. Generalizar los resultados de esta investigación mediante su publicación en artículos y presentación en eventos científicos relacionados con el tratamiento poscosecha a la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).
2. Sugerir a las instituciones implicadas la utilización de herramientas de evaluación para mejorar los parámetros de calidad de la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

## BIBLIOGRAFÍA

- Abascal, J. Fernández, R. Sánchez, M. Cebollada, J. (2005). Análisis macroeconómico del proceso de hemodiálisis en el hospital clínico universitario Lozano Blesa de Zaragoza. Revista Diálisis y Trasplante (DYT). pp 115-124.
- Águila A., E. (1995). Caracterización agronómica de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 57p.
- Amozarrain, M (2005). Métodos para la identificación de procesos Aragón González N [2005] Memorias de Organización en procesos, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- BASCUR, G. (2011) Leguminosa de grano, leguminosa de consumo humano: in agenda del salitre. 11 ed. Santiago, Chile: SOQUIMICH Comercial,. pp. 627-647.
- Calsada, M,E. (2010). Comportamiento en suelo Aluvial poco diferenciado de cinco variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. de testa roja. Tesis en opción al título de Ingeniero agropecuario. Universidad de Santi Spiritus .Cuba.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali, 56p.
- Colectivo de autores (2009). Introducción a la Ingeniería, materiales auxiliares compilados Primera Versión, La Habana, Editorial Félix Varela, pp 27, 129.
- Colectivo de autores (2007). Seguridad y salud en el trabajo, La Habana: Editorial Félix Varela, pp 95-98.
- Colectivo de autores. (2007). Ergonomía, La Habana: Editorial Félix Varela. pp 54, pp113-39 pp 211- 227, pp 235, 258, pp 280-287, pp 291,329.
- Deming Edward W. (1986). Calidad, productividad y posición Competitiva Mc Graw Hill. EUUA.
- Díaz, H. (2008) Manejo integrado de plagas al cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L ).
- Diccionario de la Real Academia Española.

Dueñas L. García H. y Espinosa J. (2004) Caracterización de un sistema de gestión de información científico-tecnológico con enfoque a procesos: garantía para la mejora continua. Memorias Congreso Internacional de Información. La Habana. pp 2-4.

FAO. (2000) Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Roma: FAO.

Forum Nacional (1986). Informe de los grupos científicos. IV Forum Nacional de piezas de repuesto.

Franco, F.; Pedroso, R.; NOA, A.; y C. Hacón, A. (2004). Lista oficial de plantas. Material complementario para la botánica. Cuba: Universidad central. Centros de estudios Jardín Botánico,

Fuentes, F. "Experimentación Agrícola" .Editorial. Félix Varela. Villa Clara. 1999.

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

Gómez A. Bismaida (2006). Procedimiento para la mejora del proceso

Gómez S.,J., Rojas, J. y Quintero, E. 1996. Complejo de plagas del frijol según época de siembra y variedades. Fac. C. Agrop., Universidad Central de las Villas, Cuba. Inédito.

Hernández, G. et al. (2009) Trop. Agric. (Trinidad); 70:3.

Industrial cubano de la caña de azúcar. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctora en Ciencias Técnicas. UCLV. Santa Clara. Cuba.

ISO 9001: (2004) Sistemas de Gestión de la calidad. Guía para llevar a cabo la mejora continua.

INRA.1977. El cultivo del frijol. Cuba.

International Rules for Seed Testing, (1999). ISTA. Reglas Internacionales

Ishikawa, K. (1988). Autores de la Gestión de la Calidad. Monografía.

ISO 9000: (2000).Fundamentos de los Sistemas de Gestión de la calidad. Gestión por proceso. Oficina nacional de Normalización. La Habana Cuba.

ISO 9001: (2000) Sistemas de Gestión de la calidad. Oficina nacional de Normalización. La Habana Cuba.

Lamin, N. G., Miranda, Sandra y Ríos, H. 2005. Evaluación del imparto de la selección participativa de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Palma, Pinar del Río. Cultivos Tropicales 16(4): pp89 – 94.

Martínez, E. Establecimiento y evaluación morfoagronómica de 9 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. Trabajo de Diploma. Pojabo: Sancti Síritus, 2004.

Martínez, E.; Manejo Integrado de Plagas. Manual práctico. Biopreparados. La Habana, Cuba: P. E, 2011.

Massip, F,U. 2010. Valoración de diferentes variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para diversificar la producción en la granja agropecuaria 7 de noviembre. Tesis en opción al título de Ingeniero agropecuario. Universidad de Santi Spiritus .Cuba.

MINAGRI. (2010). Carta tecnológica del cultivo del frijol. La Habana, Cuba

MINAGRI. (2003)Carta tecnológica del cultivo del frijol. La Habana: IIG. Cuba

MINAGRI.(2000) Instructivo Técnica de Frijol. La Habana.

MINAGRI.2009. Instructivo Técnico para el cultivo del frijol. Dirección de Cultivos Varios, MINAGRI, La Habana, 35p.

Morales A., F. y Mosquera F., A. 1995. Estudio comparativo de nueve variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en siembras de enero. Trabajo de Curso. Facultad de Ciencias. Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 28p.

ONE Oficina nacional de estadística. Siembra y superficie existente sembradas frijol. Cuba: Edición, 2008.

ONE. Regiones más frijoleras de Cuba. Oficina nacional de estadística: edición. 2007.

Pacheco, D. 1989. Tendencias en la producción mundial de frijol. Para Ensayos de Semillas.

Pastor Corrales, M.A. & Schwartz, H.F. (Eds.). Problemas de producción del frijol en los trópicos. CIAT. Cali, pp.1-10.

Portales, B. J.2009. Evaluación agronómica y preferencia de productores en variedades comerciales de frijol común en suelos pardos de Santa Clara. Tesis

para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara.

Quintero F. E. (2010). Manejo de algunos Factores Fitotécnicos en Frijol común en condiciones de una agricultura sostenible. *Tesis de Maestría*. Santa Clara: UCLV.

Quintero, E. (2012). Manejo agrotecnico del frijol en Cuba. Santa Clara: Facultad de Ciencias Agropecuarias UCLV,

Quintero, F. 2005 E. R. XII FORUM de ciencia y técnica. Cuba: UCLV,.

Quintero, E. (2008). XII FORUM de Ciencia y Técnica. Santa Clara, Villa Clara: CIAP,

Quintero, F. E. y LEÓN, H. A. Comportamiento de cuatro variedades de frijol en siembras de Diciembre. Cuba: Centro Agrícola, 1982.

Quintero, F. (2009). Propuesta de estructura varietal del Frijol común para la región central de Cuba. Cuba: UNAH,.

Rodiño, M. y Paula, A. Universidad de Lleida. Fuente. Tesis de Doctorado. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes: F, 2000.

Rodríguez, A. S. (2005): Agricultura y Biodiversidad: enemigos irreconciliables. Temas Cultura Ideología Sociedad, Vol (44): 56-64 pp.

Rodríguez, M, O; B. Faure; R, Benítez; M., R. Carballo, (1999) Avances en el estudio de la bacteriosis común del frijol. Revista Agronomía Mesoamericana.10 (1) p. 55–58.

Santos, I. “La educación agropecuaria de la escuela cubana actual” Editorial Félix Varela” Villa Clara. Cuba. 2011.

Singh, S.P.: Production and Utilization. En: Singh, S. P. (eds).Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer Academic Publishers. Pp1-24. 2009.

Socorro M y Martín D ( 1989) Granos, Editorial Pueblo y Educación, P 1,2 y 3.

Socorro, Q.; Miguel. A.; Martín, F. y David, C. (1989) Granos. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba. pp1-53.

Valladolid, A. y Aquino, O. (1998). Curso producción de menestras de exportación. Perú: Chiclayo.

Vazquez O. (2008). Mejoramiento Genético del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).  
Cali, Valle, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.