



**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO: INGENIERIA AGROPECUARIA**

**Título: Evaluación del crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Empresa Agropecuaria Horquita.**



**Autora:** Tamara Vega Borges.

**Tutor:** Ing. MSc. Maykel Hernández Aro.

**Curso 2012-2013.**

# DEDICATORIA

---

*A mis padres, y hermano quienes amo tanto y siempre  
quisieron que fuera una profesional, a mis hijas y esposo que  
son mi razón de ser. A todos los que quiero y saben que para mí,  
esto era algo importante. Y en especial a mis cuñados por su  
apoyo incondicional.*

*A todos ellos " Muchas Gracias ". por haber hecho de mí  
una persona de bien*

# AGRADECIMIENTO

*En especial al Profesor Alevis Placeres Remior y a mi Tutor:  
Maikel Hernández Aro por su gran ayuda, interés y paciencia  
demostrada en el transcurso de la realización de este trabajo, sin nunca  
poder olvidar su alta calidad humana.*

*A Yamila Leiva Naranjo por brindar su granito de arena.  
A mis compañeros de estudio por tantos años apoyándonos entre sí.*

*A la Empresa Agropecuaria Horquita.  
Al Ministerio de Educación Superior (Sede de Horquita)  
pues de ella surgió mi compromiso y mi obligación de superación.*

# PENSAMIENTO

---

*"La naturaleza inspira, cura, consuela, fortalece y prepara para la virtud al hombre. Y el hombre no se haya completo ni se revela a sí mismo, ni ve lo invisible, sino en su íntima relación con la naturaleza"*

*José Martí*

# RESUMEN

---

Se evaluaron índices de crecimiento y el rendimiento de cuatro variedades de frijol común en condiciones locales de la Empresa Agropecuaria Horquita. Se sembró cada variedad a chorrillo, en una parcela de  $7,45\text{m}^2$  (suelo ferralítico rojo). Todas las variedades alcanzaron el máximo desarrollo vegetativo a los 56 días, pero Bolita-42 obtuvo el mayor desarrollo foliar, con  $21,3\text{dm}^2$ ; seguido por Wacute ( $16,3\text{dm}^2$ ), Santo Domingo ( $14,6\text{dm}^2$ ) y Hatuey ( $14,5\text{dm}^2$ ). Bolita 42 logró acumular a los 63 días la mayor cantidad de biomasa seca ( $23,3\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$ ), seguido por Santo Domingo con 23 y por último Wacute (18,4) y Hatuey 24 (13,2). Se destacó el crecimiento de la variedad Santo Domingo, que con la menor área foliar obtuvo la menor relación de área foliar (RAF:  $1,37\text{dm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ ), tasa de asimilación neta ( $0,257\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ ) y producción ( $9,37\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$ ). El rendimiento de esta última fue superior ( $1,31\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), sólo superado por la variedad Hatuey 24 ( $1,84\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), evidentemente por un mayor cubrimiento superficial, según el mayor índice de área foliar alcanzado (4,61), comparado con el de Santo Domingo con 2,17. Bolita 42 con una elevada tasa de asimilación ( $0,225\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ ) alcanzó el más bajo índice de cosecha ( $0,380\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), al tener menor eficiencia fotosintética en relación con su área foliar y biomasa. La variedad Wacute obtuvo el menor rendimiento a causa de un mayor cubrimiento, sin embargo se destacó el elevado número de óvulos abortados por planta.

# *SUMMARY*

---

Indexes of growth and the yield of four varieties of common bean were evaluated under local conditions of the Company Agricultural Fork. Each variety was sowed to spurt, in a parcel of 7,45m<sup>2</sup> (I am accustomed to red ferralítico). All the varieties reached the maximum vegetative development to the 56 days, but Pellet-42 he/she obtained the biggest development to foliate, with 21,3dm<sup>2</sup>; continued by Wacute (16,3 dm<sup>2</sup>), Sacred Domingo (14,6 dm<sup>2</sup>) and Hatuey (14,5 dm<sup>2</sup>). Pellet 42 were able to accumulate to the 63 days the biggest quantity in dry biomass (23,3 g·planta<sup>-1</sup>), continued by Sacred Domingo with 23 and lastly Wacute (18,4) and Hatuey 24 (13,2). He/she stood out the growth of the variety Saint Domingo that with the smallest area to foliate obtained the smallest area relationship to foliate (RAF: 1,37 dm<sup>2</sup>·g<sup>-1</sup>), rate of net assimilation (0,257 g·dm<sup>-2</sup>·día<sup>-1</sup>) and production (9,37 g·planta<sup>-1</sup>). The yield of this last one was superior (1. 31 t·ha<sup>-1</sup>), only overcome by the variety Hatuey 24 (1,84 t·ha<sup>-1</sup>), evidently for a bigger superficial cubrimiento, according to the biggest area index to foliate reached (4. 61), compared with that of Sacred Domingo with 2,17. Pellet 42 with a high rate of assimilation (0,225 g·dm<sup>-2</sup>·día<sup>-1</sup>) it reached the lowest crop index (0,380 g·g<sup>-1</sup>), when having smaller efficiency fotosintética in connection with their area to foliate and biomass. The variety Wacute obtained the smallest yield because of a bigger cubrimiento, however he/she stood out the high number of ova miscarried by plant.

# INDICE

---

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción.....                                                                                        | 1  |
| 2. Revisión bibliográfica.....                                                                              | 6  |
| 2.1. Origen, diversidad, distribución e importancia del género <i>Phaseolus</i> .....                       | 6  |
| 2.1.1. Importancia.....                                                                                     | 7  |
| 2.2. Principales factores que afectan el cultivo del frijol en Cuba.....                                    | 10 |
| 2.2.1. Época de siembra.....                                                                                | 10 |
| 2.2.2. Atenciones culturales.....                                                                           | 12 |
| 2.2.3. Fertilización.....                                                                                   | 13 |
| 2.3. Influencia de factores ambientales y principales problemas fitosanitarios<br>del cultivo en Cuba ..... | 13 |
| 2.4. Principales plagas insectiles .....                                                                    | 14 |
| 2.5 Plagas y enfermedades .....                                                                             | 15 |
| 2.6 Malezas y su control. Labores de cultivo.....                                                           | 16 |
| 3. Materiales y métodos .....                                                                               | 17 |
| 3.1 Determinación del crecimiento.....                                                                      | 17 |
| 3.2 Determinación de componentes del rendimiento.....                                                       | 19 |
| 4. Resultados y discusión.....                                                                              | 20 |
| 4.1 Determinación del crecimiento. Área foliar y contenido de materia seca.....                             | 21 |
| 4.2 Índices de crecimiento.....                                                                             | 23 |
| 4.3 Determinación de componentes del rendimiento .....                                                      | 25 |
| Conclusiones .....                                                                                          | 29 |
| Recomendaciones.....                                                                                        | 30 |
| Bibliografía                                                                                                |    |
| Anexos                                                                                                      |    |

# INTRODUCCIÓN

---

El crecimiento de la población mundial llegará a 11 mil millones en el año 2050. El 97% será en los países en vía de desarrollo de África, Asia, América Latina y el Caribe; en los cuales existen 700 millones de personas que no tienen un adecuado suministro de alimentos y se requerirá un aumento de la producción de estos alimentos para enfrentar ese crecimiento demográfico, donde vivirá el 90% de la población, siendo un grupo de leguminosas un paliativo ante esta situación (FAO, 2005).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano de mayor consumo en el mundo, siendo la más importante para cerca de 300 millones de personas, que en su mayoría, viven en países en desarrollo, debido a que este cultivo, conocido también como "la carne de los pobres", es un alimento poco costoso para consumidores de bajos recursos. Se considera como la segunda fuente de proteínas en África oriental y del sur y la cuarta en América tropical. (Velásquez y Giraldo, 2005).

Los diferentes estudios realizados demuestran la enorme importancia de la leguminosa en razón de su alto valor nutricional y las cualidades saludables de quienes lo consumen. Se trata de un producto con amplia relevancia social en estratos de bajos ingresos y de trascendencia económica para quienes lo cultivan. (Reyes *et al.*, 2008).

La producción de este grano es afectada por diferentes factores, tanto bióticos como abióticos, que reducen el área sembrada y los rendimientos esperados.

Entre los factores bióticos, las enfermedades pueden causar enormes pérdidas en rendimiento dependiendo de las características de la población prevaleciente del patógeno, la variedad, las condiciones ambientales de la zona y el sistema del cultivo practicado (Beebe y Pastor-Corrales, 1991; Morales, 2000). Los eventos abióticos también pueden tener profundas repercusiones económicas y sociales.

En nuestro país el frijol se siembra en los meses de septiembre y febrero en la mayor parte del territorio nacional (Quintero, 2000), pero en las áreas montañosas



su siembra puede extenderse a otros meses del año. Los mayores volúmenes de siembra se realizan en la época tardía, donde las áreas seleccionadas tienen el riego garantizado y en las cuales la causa principal de las pérdidas en las cosechas ocurren por la roya común (*Uromyces phaseoli* (Pers) Wint. var. *Typica* Arthur) (González, 1984).

Manso y Fontes (2010) informan que en Cuba se desarrolla con celeridad un programa para incrementar la siembra de frijoles, en busca de reducir las importaciones del grano que anualmente rondan las 60 mil toneladas. El proyecto transita en este momento por la selección de los productores de cooperativas de propietarios o usufructuarios de tierra. Al precio actual de 868 dólares la tonelada en el mercado internacional, Cuba se ahorraría más de 52 millones de dólares. Durante el año 2009 se sembraron en el territorio nacional 150.6 ha del cultivo, alcanzándose una producción de 110.8 ton y un rendimiento promedio de 0,74 ton.ha<sup>-1</sup> (ONE, 2010). Estas cifras dan una idea de la necesidad de explotar todos los recursos posibles para incrementar los niveles de producción actuales, si se quiere mantener los índices de consumos establecidos sin incrementar excesivamente los niveles de importación.

La roya es considerada como la principal enfermedad del frijol en nuestro país, estando distribuida su incidencia en todo el territorio nacional (Socorro y Martín, 1989). Esta enfermedad fue descrita por Harter y Zaumeryer (1935) citado por González (1988), quienes determinaron 20 razas fisiológicas del hongo patógeno a partir de una con la colección diferenciadora de razas y utilizando una escala de 11 grados (González y Castellanos, 1982). Este hongo puede ocasionar pérdidas en el rendimiento que van desde 18 % hasta 100 % (Vargas, 1980). La magnitud de las pérdidas que ocasiona puede explicarse por la gran cantidad de esporas que produce rápida y permanentemente. Por otra parte, la continua aparición de nuevas razas de este hongo hace que el número de variedades de frijol susceptibles sea cada vez mayor (CIAT, 1980).

La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad se ha fijado en 17 °C, por lo que su aparición en nuestro medio se produce en los meses de noviembre a febrero, siendo los meses de diciembre y enero los meses “pico” de incidencia.

Por esta razón las siembras tempranas evaden la enfermedad, pero las siembras de noviembre, diciembre y enero son severamente afectadas.

Para el control del agente causal de la roya del frijol se han empleado métodos que incluyen el control químico, resistencia varietal y labores culturales, hasta las tendencias más modernas que evidencian la práctica del control biológico, como una medida altamente promisorio que contribuye a la preservación del ambiente (Martínez *et al.*, 2007).

La práctica agrícola ha demostrado que el productor debe contar con más de una variedad de cultivo, lo cual condiciona la necesidad de tener una estructura varietal por especies capaz de dar respuesta a las exigencias ecológicas y económicas, o sea, a la búsqueda de una agricultura responsable de preservar y restablecer los ecosistemas (Muñiz, 1995).

El presente trabajo se desarrolla en la Empresa Agropecuaria Horquita, empresa esta en Perfeccionamiento Empresarial, fundada en el año 1973, se encuentra ubicada en extremo Suroeste del municipio de Abreu, provincia de Cienfuegos, limita por la porción al norte con el municipio de Aguada de Pasajeros, por el Este con el poblado de Yaguaramas, y por el Sur y Oeste con el municipio de Cienaga de Zapata, provincia de Matanzas.

La misma tiene la Misión de producir y comercializar viandas, frutales, granos, leche, y carne, servicios agropecuarios para satisfacer las necesidades del mercado nacional y en divisa con alta eficiencia económica y poca afectación del medio ambiente.

En las acciones trazadas para el mejoramiento de los suelos, se realiza un programa de rotación de los cultivos por cada máquina de riego, para tener un equilibrio nutricional de los suelos y así evitar plagas y enfermedades, para lo cual debemos tener identificado cada cultivo en el área que corresponde, además contamos con un centro de humus de lombriz, tenemos contrato para cachaza con el CAI Antonio Sánchez, contratado para todos los residuos de la cochiguera María Teresa y la Pollera de Yaguaramas.

Nuestra Empresa cuenta con un centro de producción de Medios Biológicos el cual es capaz de garantizar los medios para cada campaña, se realizan contratos

de producción a productor con la necesidad de cada cultivo y en el y tiempo previsto.

Para los planes de siembra contamos con dos fincas de semilla una gámica y agámica los cuales están debidamente identificados, con riego eléctrico, además con su plan de producción de semilla y su destino, en la semilla que tenemos déficit la Empresa de semilla provincial nos proporciona las mismas contra el plan de siembra de cada campaña.

Vale señalar que el desarrollo científico de la empresa es una tarea vital de gran magnitud, dedicada especialmente a la búsqueda de nuevas variedades de frijol que reporten mayores resultados económicos y sociales desde todos los puntos de vistas, analizando para ello que la Empresa Agropecuaria Horquita reúne un número considerable de estudios en el tema que presenta la autora, a ello se hace alusión a trabajos desarrollados por diferentes autores como el de la ingeniera Mariela Rodríguez Santi, Curso 2011-2012, relacionado con la eficacia de diferentes herbicidas sobre arvenses predominantes en el cultivo de frijol en la Empresa Agropecuaria Horquita, por su parte, por el aporte realizado con igual importancia merece destacar el trabajo del ingeniero Israel Hernández Pérez con la evaluación de los rendimientos en el cultivo del frijol Ica pijao (*Phaseolus vulgaris* L.) y su comparación con otras variedades para obtener mejores rendimientos productivos en el Banco de Semilla Registrada de la Unidad de Atención al Productor de 14 de Julio, entre otros, como el que a continuación expone la autora al determinar los índices de crecimiento y rendimiento de 4 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), donde se trabajan: Bolita-42, Wacute, Santo Domingo y Hatuey.

Sobre la base de estos antecedentes se plantea la siguiente **hipótesis** de trabajo: La evaluación del crecimiento y rendimiento de nuevas variedades de frijol común en la Empresa Agropecuaria Horquita, permitirá obtener resultados más certeros para la generalización de estas y el necesario incremento de su producción.

Para dar cumplimiento a esta hipótesis se trazó el siguiente **objetivo general**:

Evaluar los índices de crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Empresa Agropecuaria Horquita.

Del cual se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

1. Evaluar tasas de crecimiento y desarrollo en las variedades de frijol común: Wacute, Bolita 42, Santo Domingo y Hatuey 24, en la Empresa Agropecuaria Horquita.
2. Evaluar los componentes del rendimiento en las variedades de frijol común: Wacute, Bolita 42, Santo Domingo y Hatuey 24, en la Empresa Agropecuaria Horquita.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Origen, diversidad, distribución e importancia del género *Phaseolus*

El frijol es uno de los cultivos más antiguos, su origen es considerado por numerosos autores desde el continente Asiático hasta diversos sitios de Perú, México y Estados Unidos de Norteamérica, así como también en Chile, Ecuador, Argentina y Centro América. Sus hallazgos arqueológicos indican que se conocía por lo menos 5000 años antes de la era cristiana, no encontrándose aún en el proceso de domesticación. (FAO, 2005).

Sin embargo, esta distribución no implica una unidad morfológica ya que tienden a mostrar diferencias morfológicas en dependencia de las regiones y de acuerdo a las características ancestrales y adaptativas. Desde México hasta el norte del Perú las semillas tienden a ser de tamaño pequeño y redondeadas, en cambio desde el sur de Bolivia hasta Argentina son de tamaño más grande y paralelepípedas. (Kaplan y Kaplan, 1988; Gepts y Debouck, 1991, Mora, 1997).

Las actuales variedades comerciales de frijol muestran una amplia gama de características morfológicas y agronómicas (Voysest y Dessert, 1991). Estas diferencias son útiles en programas de mejoramiento donde se evalúa germoplasmas para seleccionar plantas con arquitectura, tamaño de la semilla, color del grano o habito de crecimiento, apropiados a las necesidades de los diferentes países (CIAT, 1987). Esta diversidad es más evidente con el color y tamaño de la semilla, cuya selección esta influenciada por las preferencias de consumo de la población. (PROFRIJOL, 1999).

Para Latinoamérica el frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L.) es uno de los alimentos básicos en la dieta de sus pueblos por su hábito arraigado y por estar al alcance de las mayorías, siendo precedido en ocasiones solamente por el maíz (*Zea mays* L.) (Grolleaud, 1997; Morales, 2000; Quintero, 2002).

Esta leguminosa constituye la especie del género *Phaseolus* más importante para la alimentación de los países de Centroamérica, Suramérica y los ubicados en la región del centro y este de África (Llanes, 2005), siendo así que Mc Clean *et al.* (2004)

refieren que este cultivo representa el 50% de los granos de la familia fabácea que se consumen en el mundo y constituye la principal fuente de proteínas dentro de la dieta de los países de América Latina y África.

La importancia del frijol también está concebida por su gran contenido de nutrientes, siendo así, que Socorro y Martín (1998) exponen que esta fabácea presenta un alto contenido de vitaminas del tipo tiamina y riboflavina y un adecuado porcentaje de vitaminas. También se pueden encontrar aminoácidos como isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina y triptófano; además las semillas poseen un alto valor energético.

Por otro lado Moreno (1983), Bliss (1993) y Amurrio (1999) dan a conocer que una de las propiedades más importantes de *P. vulgaris*, es que posee acción fertilizante debido a la fijación de nitrógeno atmosférico por la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* que forma nódulos en sus raíces.

En el continente americano se producen más de cuatro millones de toneladas de este grano al año y se consume una cifra que oscila entre los 10 y 20 kg per cápita. El país de mayor producción de esta leguminosa es Brasil, que llega a destinar para su cultivo hasta cinco millones de hectáreas; está seguido por México, que cultiva alrededor de dos millones (Morales, 2000).

En ambientes tan diversos como América Latina, norte y centro de África, China, Estados Unidos, Europa y Canadá, se producen en la actualidad alrededor de 18 millones de toneladas anualmente, hecho que acredita al frijol común, como la leguminosa más consumida en el mundo, siendo Latinoamérica el mayor productor y consumidor; liderado por Brasil, México, Centroamérica y el Caribe (FAO, 2005).

### **2.1.1. Importancia**

De acuerdo al proceso de domesticación múltiple e independiente que sufrió el cultivo del frijol, los patrones de consumo actuales en cuanto al tamaño y color del grano, varían entre los países de América Latina (Mora, 1997).

Según Vizgarra *et al.* (1998), Arroyo (2000), Morales (2000), Mc Clean *et al.* (2004), y Llanes, (2005), el frijol común representa el 50% de los granos que se consumen en el mundo de la familia Fabaceae y constituye la principal fuente de proteína dentro de la dieta de los países de África y América Latina y el caribe constituyendo uno de los cultivos básicos más importantes, precedidos en ocasiones por el maíz. No obstante

esto, no se satisfacen las necesidades del grano, debido a la baja productividad del cultivo. En la región, esta baja productividad está asociada a diversos factores como son el bajo uso de insumos, la falta de asistencia técnica, el mercado y los problemas fitosanitarios.

En algunos países de África se consumen las hojas como fuente de vitamina A. Así mismo, se consume en forma de vainitas, principalmente, en América Latina, y con menor frecuencia en África y Asia. Para Latinoamérica es uno de los alimentos básicos, ya que en esta región se producen más de cuatro millones de toneladas de este grano al año y se consume una cifra que oscila entre los 10 y 20 kg per cápita (Morales, 2000).

En la mayor parte del mundo, una pequeña porción del total de calorías en las dietas proviene del frijol. Sin embargo, para América Latina y África el frijol representa la sexta y tercera fuente respectivamente (Mora, 1997).

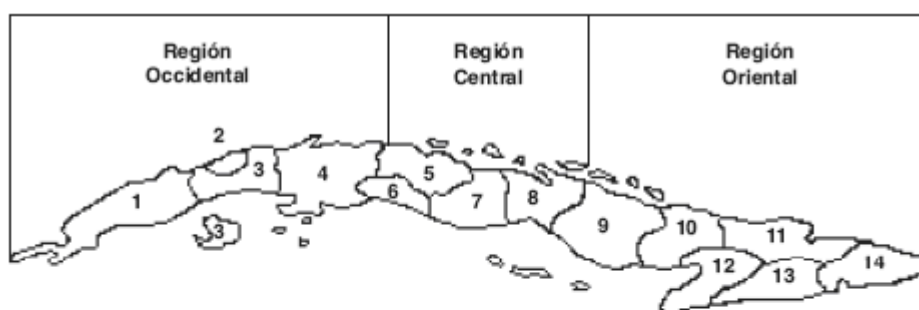
Según Puentes (1994), el frijol contiene tantas calorías por unidad de peso fresco como los granos cereales, la leche desnatada y la soya y casi el doble que la carne, el pescado y los huevos. Con base en peso fresco igual, el contenido de proteínas del *P. vulgaris* es superado solamente por la soya y la leche desnatada en polvo y es más del doble que el de grano cereal. Además, es una buena fuente de carbohidratos y contiene un bajo porcentaje de grasas, es una fuente de vitaminas del complejo B, posee un adecuado contenido de minerales Ca, Fe, por otra parte su valor energético es elevado.

La importancia del frijol también está concebida por su gran contenido de nutrientes, ya que presenta un alto contenido de proteínas del tipo tiamina y riboflavina y un adecuado porcentaje de vitaminas. También se pueden encontrar la isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina y triptófano; además las semillas poseen un gran valor energético (Socorro y Martín, 1989).

Según Grolleaud (1997), las leguminosas, en particular los frijoles, forman parte de la alimentación básica en numerosos países y tienen la ventaja de aportar un complemento proteico en la dieta de las personas, principalmente en forma de grano seco siendo la principal fuente de calorías, proteínas y de aminoácidos.

La producción de frijol en Cuba posee una alta tradición alcanzándose en 1961 y 1962 producciones de 59,5 y 55,7 miles de toneladas respectivamente. Con una tendencia descendente, implicando la necesidad de importar más de cien mil toneladas anuales de leguminosas con destino a la alimentación directa de la población, con una rogación anual de más de cuarenta millones de pesos (Nova, 2006). La popularización del frijol con su estilo dinámico y soluciones prácticas podrá contribuir a incrementar la producción y bajar los precios (MINAGRI, 2007). Por lo que de forma general ha tenido una tendencia creciente hasta el 2004 y un crecimiento medio anual de 7.35 % (Nova, 2006). Según Arroyo (2000), Cuba presenta excelentes condiciones para lograr elevadas producciones de frijol.

En todo el resto del territorio nacional se encuentran, en diferente magnitud, tierras dedicadas al cultivo del frijol; tradicionalmente el Ministerio de la Agricultura de Cuba, ha tenido las mayores áreas en monocultivo; sin embargo, el Ministerio del Azúcar, el Ministerio de las Fuerzas Armadas y el Ministerio del Interior, se han convertido en productores del grano, el cual dedican a su autoconsumo. También los pasos dados en el país en la descentralización de la Agricultura, han contribuido a diversificar la producción, ocupando el frijol hoy en día un mejor lugar (Chailloux et al., 1996).



**Figura 1. Distribución de las áreas de frijol. Cuba**

- |                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| 1. Pinar del Río                  | 8. Ciego de Avila    |
| 2. C. Habana                      | 9. Camaguey          |
| 3. La Habana, Isla de la Juventud | 10. Las Tunas        |
| 4. Matanzas                       | 11. Holguín          |
| 5. Villa Clara                    | 12. Granma           |
| 6. Cienfuegos                     | 13. Santiago de Cuba |
| 7. Sancti Spiritus                | 14. Guantánamo       |



La elevación de los rendimientos debe ser la principal vía para aumentar la oferta del producto, reducir los precios, bajar los costos de producción y aumentar la rentabilidad del cultivo (Quintero, 1998).

Llanes (2005), expone que en Cuba se cultivan aproximadamente 52 000 hectáreas de frijol. La producción total solo cubre el 5 % de la demanda, lo que exige la importación de 120 000 toneladas anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares.

Moreno (1983), Bliss (1993), Amurrio (1999) y Vilches *et al.* (2000), dan a conocer que una de las propiedades más importantes del cultivo de *P. vulgaris*, es que posee acción fertilizante; debido a la fijación de nitrógeno atmosférico por la asociación simbiótica con la bacteria *Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli*, formando nódulos en las raíces de estas plantas, que permiten la fijación efectiva del nitrógeno Chauilox *et al.* (1996), Quintero *et al.* (1998), Brunet *et al.* (1999), Miranda *et al.* 2006) y Pérez *et al.* (2006) resaltan la importancia de este cultivo en la alimentación de la población cubana. Según Martínez *et al.* (2007) es una especie idónea para la rotación y asociación con otros cultivos por el aporte de nitrógeno que incorpora a los suelos.

## **2.2. Principales factores que afectan el cultivo del frijol en Cuba**

### **2.2.1. Época de siembra**

Para su normal desarrollo, el frijol necesita que su ciclo vital trascorra en un período con temperaturas y precipitaciones moderadas durante las fases vegetativas y sus primeras fases reproductivas, un período seco durante las fase de la maduración y cosecha del grano y que la humedad del aire no permanezca con valores superiores a 80-85% por varios días consecutivos durante su período vegetativo, ya que se pueden presentar enfermedades fungosas o bacterianas capaces de destruir la cosecha, o al menos, disminuir los rendimientos (Quintero, 1996).

Quintero *et al.* (1995), en trabajos realizados con un grupo de variedades en diferentes épocas de siembra constataron que con disponibilidad de riego, se obtienen los mayores rendimientos cuando la siembra se realiza en noviembre y diciembre (época intermedia). La época temprana (septiembre y octubre) aporta

rendimientos inferiores a la intermedia debido, fundamentalmente, a la pérdida de plantas por exceso de humedad del suelo, a la mayor incidencia de enfermedades fungosas del pie de la planta (*Rhizoctonia* y *Sclerotium*) y a la mayor incidencia de tizones bacterianos. En las siembras tardías (enero y febrero) los rendimientos también decrecen producto de la incidencia de roya (*Uromyces phaseoli*) y la elevación de la temperatura en la fase reproductora de la planta, impidiendo los procesos de fecundación y retención de las legumbres.

De acuerdo con las condiciones climáticas de Cuba los meses más apropiados para la siembra son los comprendidos desde septiembre hasta enero en dependencia de la disponibilidad de regadío, por ello es que la época de siembra se puede dividir en siembra de secano y siembra de regadío (Lima, 1996).

En la siembra de secano , la planta de frijol dependerá del agua que suministren las lluvias que son frecuentes incluso hasta el mes de octubre. Para aprovechar mejor estas lluvias , deben efectuarse las siembras a mediados de septiembre y extenderse hasta el 20 de octubre aproximadamente: ello significa que todo el periodo de desarrollo de la planta hasta la floración tiene garantizada la humedad del suelo.

Las siembras de regadio pueden alargarse más que las de secano. Estas pueden comenzar tambien a mediados de septiembre, al igual que las de secano y continuar hasta mediados de enero, ya que en los meses secos de noviembre, diciembre y enero se garantiza la humedad necesaria con el riego.

El ciclo del cultivo tiene una gran influencia sobre la epoca de siembra, por ello es que se hace una programacioon de las siembras en dependencia de las variedades con que se cuente y el ciclo de cada una de ellas.

El fríjol requiere un detallado análisis de las fechas de siembra y del manejo de las variedades, por ello cada zona productora debe tener en cuenta las características del suelo, clima y posibilidades de regadío para establecer sus fechas óptimas de siembra dentro de los meses establecidos (Lima, 1990).

Llanes (2005) expone que en Cuba se cultivan aproximadamente 52 000 hectáreas de frijol, sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento. La

producción total solo cubre el 5 % de la demanda, lo que exige la importación de 120 000 toneladas anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares.

La baja productividad de este cultivo está asociada a diversos factores como son el bajo uso de insumos, la falta de asistencia técnica, el mercado y los problemas fitosanitarios (Morales, 2000).

Los rendimientos a nivel nacional se muestran inestables, reportándose en el 2009 rendimientos de 0.74 t.ha<sup>-1</sup> (ONE, 2010).

Se realizaron estudios para calcular los beneficios económicos, sociales y ambientales generados por inversiones que se han hecho en este cultivo para países productores de frijol tan importantes como la República Democrática del Congo, Malawi, Rwanda, Tanzania y Uganda. Entre 1980 y 2004 se invirtieron más de \$ 16 millones en la investigación en frijol para África al sur del Sahara. Los estudios analizaron el impacto de nuevas tecnologías de frijol en los hogares, extrapolaron los resultados que proporcionaron mediciones agravadas de impacto y calcularon la tasa de retorno a las inversiones en esta leguminosa. Los estudios indicaron que, entre 1986 y 2015, el beneficio neto de la inversión de \$ 16 millones en África oriental y central alcanzará \$ 199 millones, o sea, más de \$ 12 por cada dólar invertido. Por consiguiente, el retorno promedio a la inversión total será de 41 %, pero con una variación sustancial a través de los países de la siguiente manera: 40 % para la República Democrática del Congo, 37 % para Malawi, 34 % para Rwanda, 25 % para Tanzania y 71 % para Uganda. Los más grandes beneficios de IED se están logrando en los países con alta producción anual de frijol, aumento en el área sembrada e incrementos en el rendimiento (CIAT, 2008).

### **2.2.2. Atenciones culturales**

De todas las prácticas agrotécnicas, el manejo adecuado de las variedades es, posiblemente, la que reporta los incrementos mas 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 unas o pocas variedades en los cultivos ha conducido a varios fracasos en la agricultura. No es posible ni conveniente reunir, en una misma variedad, resistencia o tolerancia a las adversidades, lo más

razonable es contar con una estructura varietal en el cultivo lo suficientemente amplia que minimice el efecto de las adversidades, manejándose adecuadamente. (Quintero y Saucedo, 2002).

### **2.2.3. Fertilización**

Para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol, se deben tener en cuenta las dosis a utilizar, la cual está determinada por la respuesta de las variedades y por el contenido de elementos nutritivos del suelo. En las áreas donde se disponga de riego se recomienda hacer dos aplicaciones de fertilizantes, la primera de fórmula completa antes de la siembra y la segunda de fertilizante nitrogenado durante el desarrollo del cultivo. En siembras de secano se realiza solo una aplicación con fórmula completa antes de la siembra. Los fertilizantes se aplicarán prudencialmente, en forma de bandas distanciadas de las semillas con la aplicación de la formula completa y de igual forma en el caso de la urea aunque este último debe ser a mayor distancia y luego de aplicada debe ser tapada. La siembra debe realizarse en un plazo no mayor de tres días después de aplicado el fertilizante (Quintero, 1996).

### **2.3. Influencia de factores ambientales y principales problemas fitosanitarios del cultivo en Cuba**

En Cuba el fríjol está sometido a una amplia gama de adversidades agrupadas en tres categorías fundamentales: climáticas, edáficas y bióticas, pudiéndose presentar en complejas interacciones. Las condiciones edáficas varían en función de la diversidad de tipos y categorías de suelos de todo el territorio nacional (Cairo y Quintero, 1980) y (Socorro y Marín, 1989).

Según Ustimenko (1982) la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del fríjol común se encuentra entre 20 y 28 °C. Esta planta es de día corto, tolera baja intensidad luminosa por lo que se puede cultivar con éxito en asociación con otras plantas. Cuando el Fríjol atraviesa por un período de temperaturas muy altas

durante el desarrollo y maduración de las semillas se acelera dicho proceso y se producen semillas pequeñas.

Para obtener semillas de óptima calidad es esencial que estas se desarrollen y maduren a temperaturas frescas en un ambiente seco (Siddeque y Goodwin, 1980; Quintero, 1996).

Según Cairo y Quintero (1980). La producción de Fríjol es afectada por muchos factores agronómicos como son la fertilidad del suelo, las plagas y enfermedades, problemas varietales, calidad de la semilla y condiciones climáticas adversas. Las adversidades de origen biótico son las más importantes debido a la gran diversidad de especies existentes, encontrándose plagas, enfermedades y competencia con malezas.

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. Según la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal, las plagas que más afectan al cultivo del Fríjol en Cuba son *Empoasca* spp, *Bemisia tabaci* Genn., *Aphis carccivora* Koch., como principales transmisores virus del mozaico dorado y los crisomélidos. Las enfermedades más importantes son las de origen viral, la Roya causada por *Uromyces phaseoli* y la Pudrición del Pie causada por *Sclerotium rolfsii* y *Rhizoctonia Solani* (Mora, 1996), (MINAG, 2003) y (Santos, 2005).

#### **2.4. Principales plagas insectiles**

Según Hohmann y Martínez (2000) y Martínez *et al.* (2007) ubican a *Diabrotica balteata* (Leconte.) y *Ceratomyza ruficornis* (Olivier.), como los crisomélidos que ocasionan graves daños al cultivo del frijol, así como también *Bemisia tabaci* (Genn.) principal vector del virus del mosaico dorado y *Aphis craccivora* (Koch.) que además del daño directo que ocasionan los adultos y las ninfas al alimentarse, se conocen más de 110 virus vegetales que son transmitidos por este insecto (Naranjo *et al.*, 2004), así como la excreción de sustancias azucaradas que favorecen el crecimiento de hongos del genero fumago sobre las plantas (Cuellar y Morales, 2006). El minador común (*Liriomyza trifolii* Burgess.), el Thrips de los melones (*Thrips palmi* Karny.), las chinches *Nezara viridula* (L.), *Euschistus* spp. y

*Piezodorus guildinii* (West.) y *Empoasca kraemeri* Ross y Moore como otros insectos-plagas que atacan al cultivo además del ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks.).

Dentro de los principales insectos-plagas que atacan a *P. vulgaris* (L.) ocupa el primer lugar el saltahoja del frijol (*E. kraemeri*). Los adultos de este cicadélido se caracterizan por presentar un color verde y miden alrededor de 3 mm. Las ninfas, tienen la misma coloración que los adultos y son fáciles de identificar por su movimiento lateral característico (Hohmann y Martínez, 2000).

Montheith y Hollowelle (1929) dan a conocer que la plaga es denominada comúnmente como “chicharrita”, “salta hojas” o “lorito verde”, y según Murguido, (1995) es el insecto plaga más importante que actúa sobre las diferentes variedades de *Phaseolus* en Latinoamérica.

## **2.6 Plagas y enfermedades**

Esta leguminosa es la más importante de Cuba, constituyendo una parte fundamental de la dieta diaria.

Se cultiva en todo el territorio nacional, siendo una especie idónea para la rotación y asociación con otros cultivos por el aporte de nitrógeno que incorpora a los suelos. El ciclo vegetativo de la mayoría de las variedades está entre los 90 y 100 días, aunque existen algunas más precoces de 60 a 70 días. Este cultivo se siembra en dos períodos, de septiembre a noviembre y de enero a febrero.

Los efectos del virus del Mosaico Dorado del frijol, transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), ha provocado que actualmente las siembras se circunscriban al período entre el 15 de septiembre y el 15 de noviembre, fuera de este calendario los riesgos de infección aumentan.

Las plagas y enfermedades que se describen a continuación son:

### **Plagas**

Crisomelido común (*Diabrotica balteata*)

Crisomelido común de los frijoles (*Cerotoma ruficornis*)

Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

Minador común (*Liriomyza trifolii*)

Salta hoja del frijol (*Empoasca kraemeri*)

Thrips de los melones (*Thrips palmi*).

### **Enfermedades**

Fusariosis (*Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*)

Mildiu polvoriento (*Erysiphe betae*)

Roya del frijol (*Uromyces appendiculatus*)

Tizón ceniciento (*Macrophomina phaseolina*)

Tizón sureño (*Corticium rolfsii*)

Bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*)

Mosaico amarillo (Bean yellow mosaic virus - BYMV)

Mosaico común (Bean common mosaic necrosis virus - BCMNV)

Mosaico dorado (Bean Golden yellow mosaic virus - BGYMV)

Esta especie puede verse también afectada por otras plagas (*Hedylepta* spp., *Meloidogyne* spp., *Polyphagotarsonemus latus* y *Pratylenchus coffeae*). (CNSV, Cuba, 2007)

### **2.6 Malezas y su control. Labores de cultivo.**

Las labores de cultivo en el frijol se realizan con dos objetivos principales, que son:

- Combatir las hierbas indeseables.
- Mejorar las condiciones físicas del suelo.

Cuando no se aplique herbicida, se deben comenzar las labores de cultivo tan pronto como comience la aparición de las hierbas indeseables, en el momento en que pueda eliminarse la mayor cantidad de estas. Al realizar las labores de cultivo no debe arrimarse tierra al tallo; además, los órganos de trabajo no deben dañar las raíces para evitar el ataque de hongos del suelo.

Para realizar esta labor se puede emplear un cultivador fertilizador del tipo KPN-4. 2 , que realiza simultáneamente la eliminación de hierbas adventicias y la de aplicación de la segunda dosis de fertilizante nitrogenado con urea, si coincide realizar la labor de cultivo con dicha aplicación de fertilizante nitrogenado.

Está establecido que las hierbas adventicias compiten con la planta de frijol por el agua, la luz y los elementos nutritivos, ocasionando pérdidas considerables en los rendimientos esperados.

Es muy importante establecer el período en el cual el frijol es más afectado seriamente por la competencia que ofrecen las hierbas adventicias, ya que determina cuando es necesario mantener el cultivo libre de toda competencia. Los estudios realizados al respecto han demostrado que el período de mayor competencia, y por tanto donde más afectan, es el comprendido entre los 20 y 30 días después de germinado.

La eliminación temprana de las hierbas se puede lograr mediante el control mecánico o mediante el control químico.

El control mecánico se debe efectuar con un cultivador mecánico, el cual cumple la doble función de remover la capa superficial del suelo, favoreciendo la aireación y eliminando las plantas de hierbas presentes.

El control químico facilita la eliminación de las hierbas adventicias de todo el campo y se hace con el empleo de herbicidas preemergentes. En la actualidad se emplea el herbicida Treflan (Trifluralin 48%) que se aplica al suelo antes de efectuar la siembra. Las dosis de herbicidas son:

En suelos ligeros 1,5 L/ha.

En suelos medios y pesados 2.0 L/ha.

Este herbicida es muy volátil y susceptible a los rayos ultravioletas, por ello se recomienda aplicarlos en horas de baja intensidad luminosa (al caer la tarde o en las primeras horas de la mañana), poco viento, y además, incorporarlo de inmediato al suelo.

No se recomienda emplear este producto cuando el 50 % o más de las hierbas presentes no sean controladas por él, como por ejemplo, Cyperaceas, otros tipos de leguminosas, *Phisalys* sp, etc. (Socorro y Martin, 1998)

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó de octubre 2012 a enero 2013, empleando cuatro variedades de frijol común: Bolita 42 (B-49), Santo Domingo (SD), Wacute (W) y Hatuey 24 (H-24). Se sembraron para la obtención y renovación de las semillas en la Empresa Agropecuaria Horquita. El cultivo se desarrolló en condiciones de secano, sobre un suelo Ferralítico Rojo, enmarcando cada variedad en parcelas de 7,45 m<sup>2</sup>, dividido en tres surcos cada una. La siembra se realizó manualmente



a chorrillo sin ningún tratamiento previo de *Rhizobium*, ni otro fertilizante.

### 3.1 Determinación del crecimiento

Se valoró semanalmente las diferentes fases fenológicas por las que transcurrían las plantas durante su crecimiento, empleando para ello la metodología de Van Schoonhoven y Pastor (1987). Se evaluaron ocho indicadores del crecimiento, relacionándolos a continuación: área foliar (ArF), masa seca (MS), Tasa de asimilación neta (TAN), Tasa de absoluta de crecimiento (TAC), Tasa relativa de crecimiento (TCR), índice de área foliar (IAF) y Razón de área foliar (RAF).

*Área foliar.* Se tomaron 10 plantas aleatoriamente cada semana y se les midió el área foliar por el método dimensional o del largo por ancho según Torres y Vázquez (2006). Usando una regla milimetrada se midió el largo y el ancho por la mitad de la hoja (cada foliolo) y se calculó el área por medio de la Ecuación 1. Se empleó el coeficiente de área foliar recalculado para cada variedad (Ecuación 2): 0,696 para Wacute, 0,652 para Bolita-42, 0,691 para Hatuey 24 y 0,658 para Santo domingo.

$$\text{Ecuación 1 (Ec.1). } ArF = \sum (L * a) f_v \quad \text{Ec.2: } f_v = \frac{(L * a)_n}{Arf_{M.trazado}}$$

Leyenda: ArF (área foliar), L (largo de la hoja),  $f_v$  (Coeficiente de área foliar),  $Arf_{M.trazado}$  (área foliar de cada hoja calculado por el método del trazado),  $(L*a)_n$  (largo por ancho de cada hoja).

*Masa seca.* Se tomó una muestra de 3 plantas aleatorias de cada variedad a los 21, 49 y 63 días después de sembrado, se colocó en una estufa a 60°C para 72 horas y finalmente se pesó cada una, empleando una balanza digital Sartorius BL150 S (precisión: 0,001 g), empleando la metodología descrita por Torres y Vázquez (1983).

Los datos de área foliar y masa seca fueron procesados en el programa Statgraphics 5.1, realizándose análisis de varianza simple y la prueba de Duncan con un nivel significación del 5 %.

*Índices de crecimiento.* Partiendo del área foliar y la masa seca se determinaron los índices de crecimiento antes mencionados (Ecuaciones 3,4,5,6,7, según Torres y Vázquez, 1983). Se calcularon en el período de los 21 a 49 día (Semanas de la 3 a la 7) y de los 49 a los 63 días (Semanas de la 7 a la 9).

TAN (tasa de asimilación neta): Se calculó primero el coeficiente de crecimiento de Peso respecto a Área ( $\alpha$ ) a través de las ecuaciones 3, 4 y 5, evidenciándose la función lineal o cuadrática del crecimiento.

$$\text{Ec.3: } \alpha = \frac{TRC_P}{TRC_A}, \text{ Ec.4: } TRC_P = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}, \text{ Ec. 5: } TRC_A = \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1}$$

La TAN se calculó a través de una de las dos ecuaciones (Ecuaciones 6 ó 7). Si  $\alpha$  está entre 1,5 y 2,5 se usa la ecuación 6, ya que la función es cuadrática. Si  $\alpha$  está entre 0,5 y 1,5 se usa la ecuación 7, al ser la función del crecimiento lineal.

$$\text{Ec.6: } TAN = \frac{2(P_2 - P_1)}{(A_2 + A_1)(t_2 - t_1)}; \text{ función cuadrática del crecimiento } (\alpha=1,5 - 2,5)$$

$$\text{Ec.7: } TAN = \frac{(P_2 - P_1)}{(A_2 - A_1)} \cdot \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1}; \text{ función lineal del crecimiento } (\alpha=0,5 - 1,5)$$

Ec.8: TAC: Tasa absoluta del crecimiento:

Ec.9:TRC: Tasa relativa de

crecimiento:

$$TAC = \frac{(P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1)}$$

$$TRC = \frac{2(P_2 - P_1)}{(P_2 + P_1)(t_2 - t_1)}$$

Ec.10: RAF: Razón de área foliar: foliar:

Ec.11: IAF: Índice de área

$$RAF = \frac{1}{2} \left( \frac{A_1}{P_1} + \frac{A_2}{P_2} \right)$$

$$IAF = \frac{\text{Área foliar}}{\text{Área vital}}$$

### 3.2 Determinación de componentes del rendimiento

Se tomaron 10 muestras de plantas al azar en cada parcela a los 77 días posterior a la siembra y siguiendo el método empleado por Quintero (1996) se evaluaron: Cantidad de vainas por planta (VPP); Cantidad de lóculos por planta (LPP), Cantidad de lóculos por vainas (LPV); Granos perdidos por desgrane espontáneo (GPPDE), Óvulos abortados por planta (OAPP) (se obtuvo por el conteo directo de

los lóculos que estaban vacíos), Cantidad de granos no desarrollados por planta (GNDP); Cantidad real de granos por planta (GPP) (los granos completamente desarrollados), Cantidad de granos por vainas, (GPV); Producción del grano por planta (peso de granos por planta) (PGPP), Rendimiento ( $\text{g.m}^{-2}$  y  $\text{t.ha}^{-2}$ ), Peso de 100 semillas (g), Índice de cosecha, IK; calculado por la división de la masa seca comercial (peso de granos por planta, PGPP) entre la masa seca total de la planta (Biomasa/planta), Índice de eficiencia foliar (IEF) y el rendimiento de cada variedad.

Se calcularon las medias de cada parámetro evaluado y se realizó un análisis de varianza simple y la prueba de Duncan con un nivel significación del 5 %, y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para LPV, OAPP y GNDP. Para el procesamiento de los datos se usó el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus versión 5.1 para Windows (2002).

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Todas las variedades alcanzaron la fase  $V_3$  a los 14 días de sembradas y a los 21 días la fase  $V_4$ , distinguiéndose las terceras hojas trifoliadas abiertas. Santo Domingo, ya tenía 4 hojas totalmente abiertas. En la cuarta semana todas las variedades tenían 6 hojas abiertas. Hasta la semana cinco se comprobó que Santo Domingo se desarrolló más, con 14 hojas por plantas, seguido por Wacute (11 hojas), Hatuey 24 (9) y Bolita 42 (8). Todas las variedades iniciaron la fase fenológica reproductiva a partir de la quinta semana, excepto a Bolita-42 que se tardó siete días más en aparecer las primeras flores.

En la semana ocho todas las variedades tenían frutos bien desarrollados. En la semana 9 todas las variedades alcanzaron la fase  $R_8$  con el respectivo llenado de vainas y en la semana 10 se pudo observar madurez fisiológica donde las vainas perdieron pigmentación y comenzaron a secarse (Tabla 1).

| Momento (Semana) | Wacute                    | Bolita 42                 | Hatuey 24                | Santo Domingo             |
|------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 2 (14 días)      | V <sub>3</sub>            | V <sub>3</sub>            | V <sub>3</sub>           | V <sub>3</sub>            |
| 3 (21 días)      | V <sub>4</sub> (3 hojas)  | V <sub>4</sub> (3 hojas)  | V <sub>4</sub> (3 hojas) | V <sub>4</sub> (4 hojas)  |
| 4 (28 días)      | V <sub>4</sub> (6 hojas)  | V <sub>4</sub> (6 hojas)  | V <sub>4</sub> (6 hojas) | V <sub>4</sub> (6 hojas)  |
| 5 (35 días)      | R <sub>5</sub> (11 hojas) | V <sub>4</sub> (8 hojas)  | R <sub>5</sub> (9 hojas) | R <sub>5</sub> (14 hojas) |
| 6 (42 días)      | R <sub>6</sub>            | R <sub>5</sub> (12 hojas) | R <sub>6</sub>           | R <sub>6</sub>            |
| 7 (49 días)      | R <sub>7</sub>            | R <sub>6</sub>            | R <sub>6</sub>           | R <sub>6</sub>            |
| 8 (56 días)      | R <sub>7</sub>            | R <sub>7</sub>            | R <sub>7</sub>           | R <sub>7</sub>            |
| 9 (63 días)      | R <sub>8</sub>            | R <sub>8</sub>            | R <sub>8</sub>           | R <sub>8</sub>            |
| 10 (70 días)     | R <sub>9</sub>            | R <sub>9</sub>            | R <sub>9</sub>           | R <sub>9</sub>            |

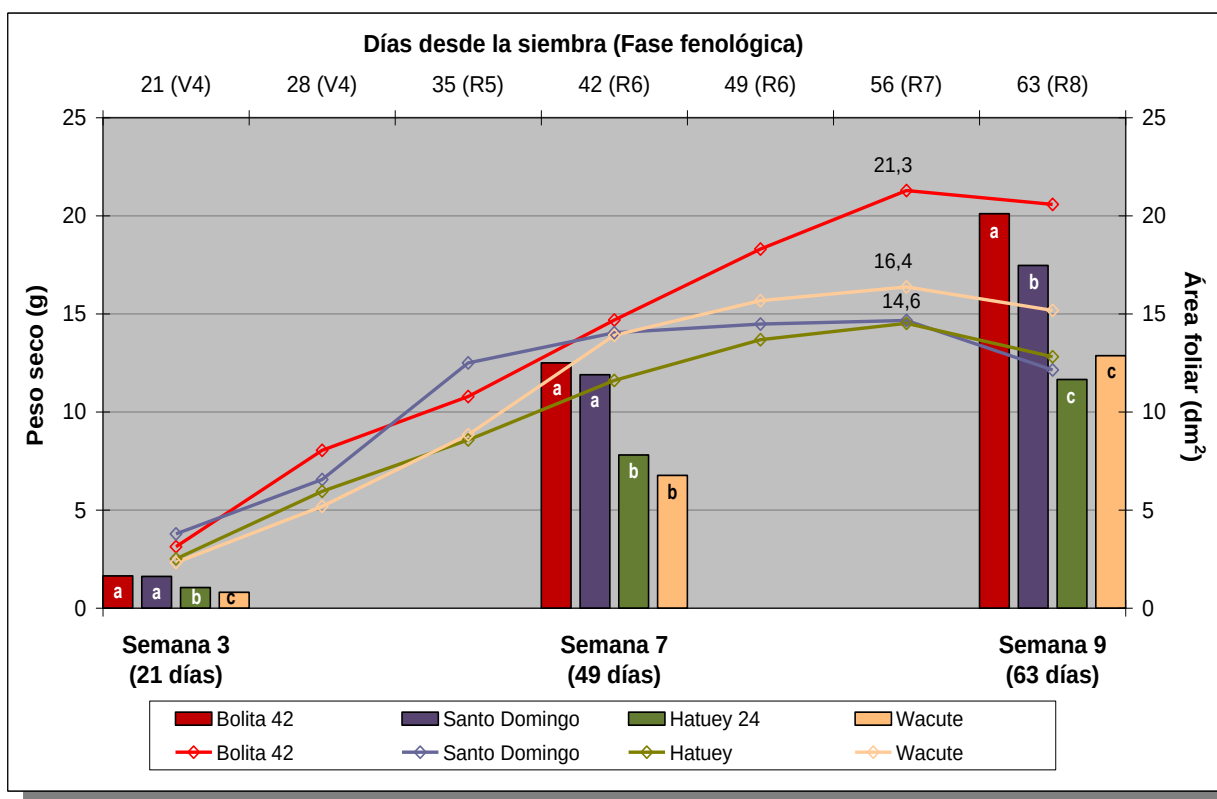
**Tabla 1. Fases fenológicas de las cuatro variedades durante el ciclo de cultivo.**

Aunque se determinó la fase fenológica específica de cada variedad por la mayor que dominó en un momento dado, se pudo observar que algunas plantas tenían mayor número de hojas que otras en una misma variedad.

Durante las observaciones, se determinó que unas variedades llegaron a tener un mayor número de hojas y más rápido que otras como identificó para las variedades Wacute y Santo Domingo entre las semanas 3 y 4. Esto puede deberse a una mayor susceptibilidad a la sequía por estas variedades. Como el cultivo se desarrolló en seco (ausencia de riego), puede producirse una maduración fisiológica más temprana en las variedades más susceptible, respecto a las otras que se sufren menos el estrés hídrico al evadirlo.

#### **4.1 Determinación del crecimiento. Área foliar y contenido de materia seca.**

El área foliar en las diferentes variedades aumentó hasta aproximadamente los 56 días desde la siembra, a partir del cual disminuyó. Bolita 42 alcanzó la mayor área foliar, con 21,3 dm<sup>2</sup>, más de un 23% superior. Le siguió Wacute con 16,4 dm<sup>2</sup>, Santo Domingo con 14,7 dm<sup>2</sup> y Hatuey 24 con 14,5 dm<sup>2</sup>, que alcanzó la menor área foliar. A los 63 días, con la caída de hojas y los daños por plagas, disminuyó el área foliar: Santo Domingo 12,1 dm<sup>2</sup> (17% de su área foliar máxima), Hatuey-24 12,8 dm<sup>2</sup> (11%), Wacute 15,2 dm<sup>2</sup> (7%) y Bolita 42 con 20,6 dm<sup>2</sup> (3%) (Figura 1).



**Figura 1.** Desarrollo de área foliar y acumulación de masa seca de las cuatro variedades de frijol durante el ciclo del cultivo. En cada período, letras desiguales difieren por Duncan para  $p \leq 0,05$ .

Bolita 42 alcanzó a los 56 días la mayor cantidad de hojas por planta, 53 hojas por planta, mientras las demás variedades promediaron en conjunto, aproximadamente 36 hojas por planta. A los 63 días con la pérdida de hojas, disminuyeron hasta 47 hojas en Bolita 42 y 37, 31 y 27 hojas en Wacute, Santo Domingo y Hatuey 24 respectivamente.

Bolita 42 y Santo Domingo lograron la mayor acumulación de materia seca durante casi todo el ciclo, excepto a los 63 días, cuando Bolita 42 lo superó en 15%. Wacute y Hatuey-24 fueron las que menor masa seca alcanzaron con 12,8 y 11,6 g (m.s.) planta<sup>-1</sup> respectivamente.

La disminución del área foliar desde los 56 días pudo deberse a la detención natural del crecimiento de las plantas, proceso marcado por la elevación de hormonas inhibitorias como el etileno, ABA y el comienzo de la reutilización de las reservas de las hojas más viejas, que comienzan a caerse. También pudo deberse

a la afectación por plagas y enfermedades, observándose más afectaciones por roya en Hatuey-24 y Santo Domingo. Así mismo, los menores valores de materia seca fueron obtenidos a la tercera semana, momento en que las plantas tenían la menor área foliar, sin embargo se registraron los mayores incrementos de masa seca para este mismo período (semana 3 -7), pues aunque con menor área, las plantas aprovechaban mejor la radiación fotosintéticamente activa. De la semana 3 -7 las plantas mostraron menor incremento de masa seca, lo cual dependió en alguna medida del autosombreo producido por la mayor área foliar desarrollada por cada planta y el normal envejecimiento de las hojas más maduras que trae consigo una disminución en sus potencialidades para realizar más eficientemente la fotosíntesis y su ubicación en los estratos inferiores de la planta (Vázquez y Torres, 2006).

#### **4.2 Índices de crecimiento**

Los índices demuestran que la variedad Santo Domingo obtuvo la mayor respuesta de crecimiento, seguido por Bolita 42, Hatuey 24 y Wacute. Santo Domingo alcanzó la mayor tasa de asimilación neta (TAN: 0,245 g/dm<sup>2</sup>/semana) y la mayor eficiencia fotosintética del tejido, expresada en términos de razón de área foliar (RAF: dm<sup>2</sup>/g). Esta variedad produjo la mayor cantidad de biomasa con la menor área foliar comparado con las otras variedades, seguramente por una mayor exposición de sus hojas a las radiaciones solares (tabla 2).

| Variedad      | Momento (sem) | TAN (g/dm <sup>2</sup> /sem) |       | TCR (g/g/sem) |       | TCA (g/sem) |       | RAF (dm <sup>2</sup> /g) |      | IAF  |      |
|---------------|---------------|------------------------------|-------|---------------|-------|-------------|-------|--------------------------|------|------|------|
|               |               | P                            | M     | P             | M     | P           | M     | P                        | M    | P    | Máx. |
| Wacute        | 3             | –                            | 0,182 | –             | 0,352 | –           | 2,270 | –                        | 2,17 | 0,21 | 1,46 |
|               | 3 – 7         | 0,166                        |       | 0,394         |       | 1,491       |       | 2,60                     |      | 1,39 |      |
|               | 7 – 9         | 0,198                        |       | 0,311         |       | 3,050       |       | 1,75                     |      | 1,35 |      |
| Bolita 42     | 3             | –                            | 0,224 | –             | 0,308 | –           | 3,258 | –                        | 1,46 | 0,41 | 2,78 |
|               | 3 – 7         | 0,253                        |       | 0,384         |       | 2,715       |       | 1,69                     |      | 2,39 |      |
|               | 7 – 9         | 0,195                        |       | 0,233         |       | 3,801       |       | 1,24                     |      | 2,69 |      |
| Hatuey 24     | 3             | –                            | 0,177 | –             | 0,289 | –           | 1,807 | –                        | 1,75 | 0,80 | 4,61 |
|               | 3 – 7         | 0,209                        |       | 0,381         |       | 1,690       |       | 2,07                     |      | 4,34 |      |
|               |               |                              |       |               |       |             |       |                          |      |      |      |
|               | 7 – 9         | 0,145                        |       | 0,198         |       | 1,923       |       | 1,43                     |      | 4,07 |      |
| Santo Domingo | 3             | –                            | 0,245 | –             | 0,285 | –           | 2,678 | –                        | 1,37 | 0,56 | 2,17 |
|               | 3 – 7         | 0,281                        |       | 0,380         |       | 2,570       |       | 1,78                     |      | 2,15 |      |
|               | 7 – 9         | 0,209                        |       | 0,190         |       | 2,785       |       | 0,96                     |      | 1,80 |      |

Tabla 2. Índice de crecimiento de cuatro variedades de frijol en diferentes momentos, (P – Parcial y M – Media).

Por otra parte alcanzó la menor tasa de crecimiento relativo (TCR: 0,285 g/g/semana), probablemente debido a que la mayor parte de su peso no estaba formado por hojas sino por tallos y raíces, órganos no fotosintéticamente activos. Bolita 42 obtuvo también una alta asimilación de CO<sub>2</sub> (TAN: 0,224 g/dm<sup>2</sup>/semana) y la más elevada tasa de crecimiento absoluto (TCA: 3,258 g/semana). Hatuey 24 obtuvo la más baja tasa de asimilación (TAN: 0,177 g/dm<sup>2</sup>/semana), 28% menos que Santo Domingo y la más baja tasa de crecimiento absoluto (TCA: 1,807 g/semana), 32% menos que Santo Domingo y 44% menos que Bolita 42. Esto pudo deberse a la sombra que se produce entre las plantas, según lo refleja el más alto índice de área foliar alcanzado (IAF: 4,61). El auto sombreado disminuye la incidencia directa de las radiaciones solares sobre la mayoría de las hojas, razón esta que aunque pudiera ayudar a que algunas hojas sombreadas sigan fotosintetizando cuando los estomas de las hojas expuestas se cerraron, reduce la eficiencia de la fotosíntesis en los momentos en que las condiciones son óptimas

para ello, al reducir la captación de las radiaciones fotosintéticamente activas (Vázquez y Torres, 2006).

La variedad Wacute obtuvo bajas tasas de crecimientos, excepto la tasa de crecimiento relativo que fue la mayor (TCR: 3,52 g/g/semana). Se destaca una baja eficiencia fotosintética (RAF: 2,17 dm<sup>2</sup>/g) en condiciones de mayor área vital, menor índice de área foliar (IAF: 1,46).

### 4.3 Determinación de componentes del rendimiento

Las variedades Wacute, Bolita 42 y Santo Domingo produjeron mayor número de granos y peso total de granos por planta, sin diferencias estadísticas entre ellas. Este resultado se correspondió con el mayor número de lóculos y granos por vainas. Wacute, a pesar de tener el mayor número de vainas, tenían menos lóculos y granos por vaina, pero no repercutió significativamente en la producción de granos comparado con las otras. La variedad Hatuey 24 fue la de más baja producción de granos, con 41% menos granos por planta y 31% menos peso de granos por planta, probablemente determinado por un bajo número de vainas por planta, 33% menos vainas por planta (Figura 2).

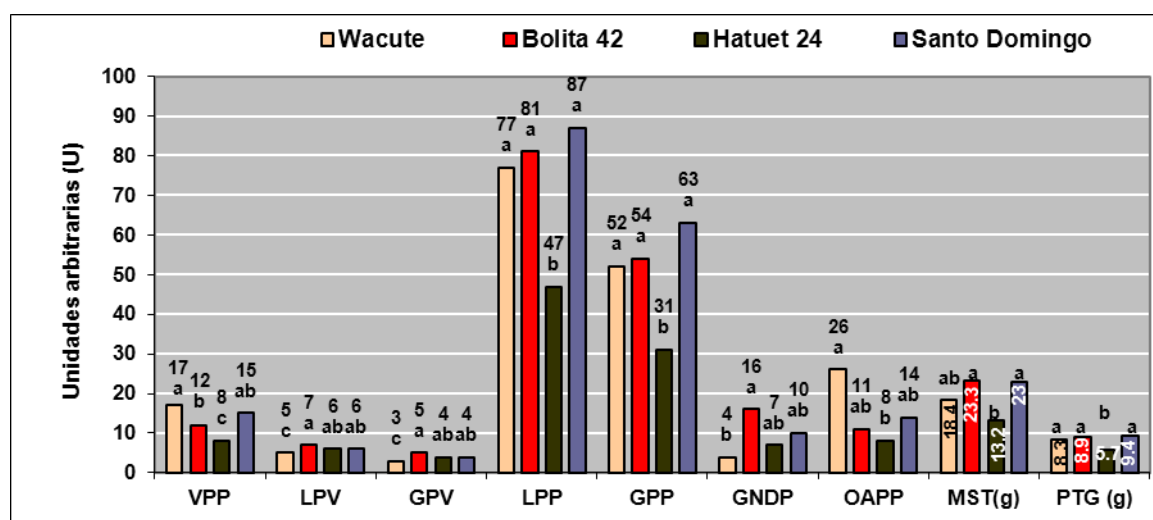


Figura 2. Determinación de los componentes del rendimiento entre variedades de frijol común. Medias con letras no comunes en una misma variable difieren por Duncan a ( $p < 0,05$ ). La variable LPV fue comparada mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.



**Leyenda:**

**VPP:** Cantidad de Vainas por Planta, **LPV:** Cantidad de Lóculos por Vaina, **GPV:** Cantidad de granos por vainas, **LPP:** Cantidad de Lóculos por Planta, **GPP:** Cantidad Real de Granos por Planta, **GNDP:** Cantidad de Granos No Desarrollados por Planta, **OAPP:** Óvulos Abortados por Planta, **MST:** Biomasa seca total por planta, **PTG:** Peso total de granos por planta.

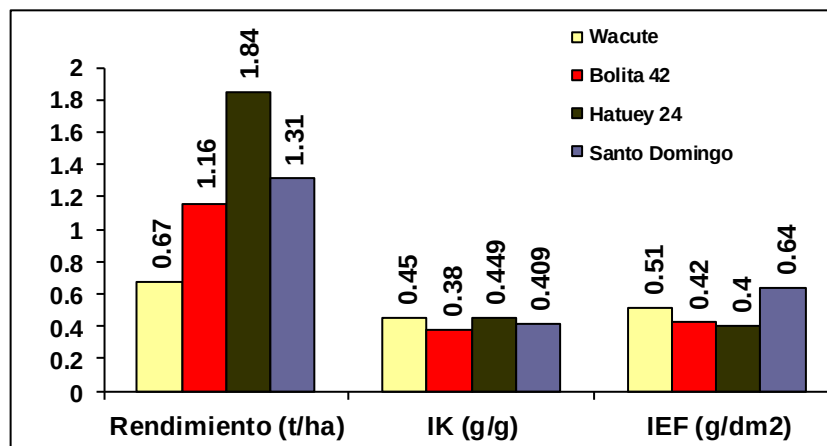
No había pérdidas de granos por desgrane espontáneo de ninguno de las variedades. Podría existir cierta correspondencia entre la biomasa seca total desarrollada por planta y el peso total de granos, aunque Wacute con semejante desarrollo de biomasa logró mayor peso de granos que Hatuey 24. No obstante, en general, fue considerable la reducción de la producción debido al número de granos no desarrollados y óvulos abortados por planta, específicamente Bolita 42 obtuvo 22 % de granos no desarrollados (respecto a GPP) y Wacute tuvo un 33% de óvulos abortados por planta (respecto a LPP). La variedad Hatuey 24 tuvo menos afectaciones por estas causas, probablemente debido al enmascaramiento que proporciona el alto índice de área foliar y la menor susceptibilidad o atracción de esta sobre las plagas.

La respuesta de cada variedad asociada a una baja producción de biomasa, podría relacionarse con una limitación en la humedad del suelo, como se impuso en el experimento. Todas las variedades pudieron alcanzar mayores producciones de biomasa y de granos, regulándose la expresión en función de la capacidad de cada variedad para soportar las condiciones de sequedad del suelo. También el área foliar desarrollada permite disponer de más o menor capacidad para producir y almacenar reservas en los granos (García *et al.*, 2003), coincidiendo con los resultados obtenidos de peso de granos por plantas (PGPP) y la biomasa por planta (MST) donde, las variedades que obtuvieron una mayor producción de biomasa acumulada en las plantas alcanzaron mayor producción de granos.

Santo Domingo obtuvo la mejor eficiencia foliar (Figura 3), seguido por Wacute, Bolita 42 y Hatuey 24,

probablemente por un menor efecto de la sombra y una mayor intensidad fotosintética,

pues esta variedad



**Figura 3.** Rendimiento, índice de cosecha (IK) y Índice de eficiencia foliar (IEF) según cada variedad.

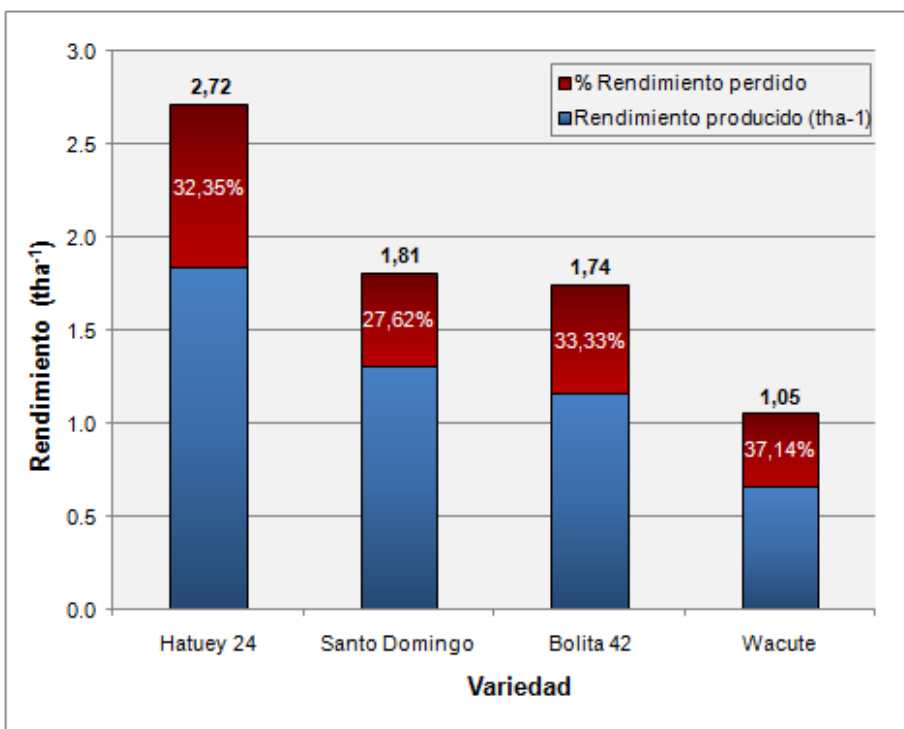
alcanzó la más baja área foliar. Sin embargo la variedad Hatuey 24 obtuvo mayor acumulación de masa seca en los granos, lo cual pudiera deberse a la baja relación de biomasa total – peso granos. De igual forma Hatuey 24 obtuvo los más altos rendimiento, pero esto está más influenciado por su más alto índice de área foliar (IAF). Al tener una mayor densidad poblacional logra una mayor producción de granos por planta, aunque a expensas de una menor producción por planta.

Bolita 42 obtuvo el más bajo IK, pues con la mayor área foliar y biomasa total logró acumular muy poca reservas en los granos, probablemente también por el auto sombreo.

Las plagas pueden afectar el número de vainas por plantas y el número de granos por vainas, además de lesiones que pueden disminuir la eficiencia de las hojas. Entre otras se pudieron observar causando daños a *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (datos no registrados), pudiendo esta causar bajos rendimientos, achaparramiento de las plantas, enrollamiento y amarillamiento de las hojas y deformaciones de las vainas (Martínez, 2007). Otras plagas encontrados en una elevada cantidad fueron *Cerotoma ruficornis* Oliver y *Hedylepta indicata* L. que causaron una reducción drásticamente en el área foliar de las plantas especialmente a partir de los 56 días cuando se pudo observar la mayor cantidad de daños mecánicos producidos en todas las variedades. A partir de este momento en que se elevan los daños por plagas se lleva en la planta el llenado de

los granos, proceso que se ve disminuido por causa de las plagas y también por las condiciones de secano que reducen la capacidad de llenado del fruto (Socorro y Martín, 1989).

En este sentido se estimaron las mayores pérdidas en rendimiento por daño a granos (granos no desarrollados y abortados) en la variedad Wacute con aproximadamente 37 % de pérdidas en rendimiento, seguido por Bolita 42 (33%), Hatuey 24 (32%) y Santo Domingo(27%)(Figura 4)



**Figura 4.** Pérdidas en el rendimiento debido al GNDP y OAPP y posible rendimiento que pudo alcanzar.

# CONCLUSIONES

---

1. Todas las variedades alcanzaron su desarrollo reproductivo a los 35 días (5<sup>ta</sup> semana) y su máximo desarrollo vegetativo a los 56 días (7<sup>ma</sup> semana), alcanzando un área foliar en orden descendiente: Bolita 42 (21,3 dm<sup>2</sup>), Wacute (16,3 dm<sup>2</sup>), Santo Domingo (14,6 dm<sup>2</sup>) y Hatuey 24 (14,5 dm<sup>2</sup>).
2. Bolita 42 logró la mayor acumulación de masa seca a los 63 días (20,1 g·planta<sup>-1</sup>), seguido por Santo Domingo (18,0 g·planta<sup>-1</sup>), Wacute (14,3 g·planta<sup>-1</sup>) y Hatuey 24 (13,2 g·planta<sup>-1</sup>). Sin embargo Santo Domingo logró mayor eficiencia fotosintética, al obtener con la menor área foliar la mayor tasa de asimilación neta y razón de área foliar, seguido por Bolita 42, Hatuey 24 y Wacute.
3. A pesar de que Santo Domingo y Bolita 42 lograron mayor número vainas, número y peso de granos y eficiencia foliar (Santo Domingo), Hatuey 24 alcanzó el rendimiento más alto (1,84 t/ha), seguido por Santo Domingo (1,31 t/ha), Bolita 42 (1,16 t/ha) y Wacute (0,67 t/ha), marcando la diferencia fundamentalmente el mayor índice de área foliar de esta.

## *Recomendaciones*

---

1. Aumentar la densidad poblacional, sobre todo en la variedad Bolita 42 y Wacute en aras de elevar el índice de área foliar. Evitar los daños por plagas y enfermedades para evitar las pérdidas del rendimiento ligado a ello.
2. Estudiar el área vital óptima de cada variedad.
3. Realizar un estudio que permita comprar la variedad Hatuey 24 y Santo Domingo con Ica pijao, variedad con muy buenos resultados en esta empresa.

# Bibliografía

---

1. Amurrio, J.M. (1999). Estudio de la infectividad de la simbiosis *Rhizobium leguminosarum* - *Pisum*. Trabajo fin de carrera. Universidad de Santiago de Compostela. 78p.
2. Arroyo, V. R. (2000). Producción local de frijoles. Disponible en: <http://www.gacicuba.net/frijol.htm>. Consultado: 22/5/13.
3. Beebe, S.E y Pastor-Corrales, M.A. (1991): Breeding for disease resistance. In A. van Schoonhoven & O. Voysest (Eds). Common bean, research for crop improvement. CIAT. Cali, Colombia. 561-618.
4. Bliss, F. (1993). Breeding common bean for improved biological nitrogen fixation Plant and Soil. *Euphytica* 67:65-70.
5. Brunet, Elisa; Luis, Maritza.; Almaguer, J.; Espinosa, W.; Suárez, Y. (1999). Comportamiento de cepas de *Rhizobium phaseoli* asociada al cultivo del frijol. I. Peso seco, número, % N y crecimiento de los nódulos. Centro Agrícola (4): 5-10.
6. Cairo P y Quintero G. Suelos. Edit. Pueblo y Educación. La Habana, 1980. pp. 367.
7. CIAT. (1980). La roya del frijol y su control. Guía de estudio Serie 04 5B-06.06. Cali. Colombia: 5-17.
8. CIAT (1987): Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Compilado por A. van Schoonhoven, y M. Pastor-Corrales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia: 56 p.
9. CIAT (2008). Informe Anual Agricultura Eco – Eficiente para reducir la pobreza. Disponible en: <http://www.ciat.cgiar.org/beans/index.htm>. (Consultado: 20 de mayo de 2012).
10. Cuellar, María Elena y Morales, F.J. (2006). La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vector de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).(Artículo de revisión). Revista Colombiana de Entomología (1):10 -14.
11. Chauillox, Marisa.; Hernández, G.; Faure B.; Caballero, R. (1996). Producción de frijol en Cuba: Situación actual y perspectiva inmediata. Agronomía Mesoamericana (2): 96 –101.

12. Chailloux, Marisa; Hernández, G.; Faure, B. y Caballero, R. (1996). Producción de frijol en Cuba: Situación actual y perspectiva inmediata. *Agronomía Mesoamericana* 7: 98-107. [en línea], disponible en:  
[www.mag.go.cr/rev\\_meso/v07n02\\_098.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v07n02_098.pdf). [Consultado 18 noviembre, 2012].
13. FAO. (2005). La aplicación de plaguicidas sin la debida seguridad provoca daños a la salud y al medio ambiente. Comunicados de prensa 97/20. ROMA, 29 de mayo. En sitio Web: <http://www.fao.org/ag/ags/agse/prs.htm>.
14. García, E. A.; Kohashi, S. J.; Baca, C. G.A; Escalante, E. J.A.S. (2003). Rendimiento y asignación de materia seca de una variedad de frijol en un sistema hidropónico y suelo. *Terra Latinoamericana*, 21: 471-480. [en línea], disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57321403>. [Consultado 18 noviembre, 2012].
15. Gepts, P. y Debouck, D. (1991). Origin, domestication and evolution of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). En: Van Schoonhoven, Voysest, O. (Eds). Common bean; Research for Crop Improvement. CIAT, Cali, Colombia. pp. 7-53.
16. González, M. (1984): Enfermedades fungosas del frijol en Cuba. Conferencia. Curso de Postgrado. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana. Cuba: 2-8
17. González, A. Mirta. (1988): Enfermedades fungosas del frijol en Cuba. Editorial Científico-Técnico. La Habana: 152 p.
18. Grolleaud, M. (1997). Pérdidas post cosecha: Un concepto mal definido o mal utilizado. Estudio sintético y didáctico sobre el fenómeno de las pérdidas que se producen a lo largo del sistema post – cosecha. En sitio web:  
[http://sleekfreak.ath.cx:81/3wdev/VLIBRARY/NEW\\_FAO/X5414S/X5414S00.HTM#CONTENTS](http://sleekfreak.ath.cx:81/3wdev/VLIBRARY/NEW_FAO/X5414S/X5414S00.HTM#CONTENTS).
19. Harter, L.; Andrus, C.; Zaumeyer, W. (1935): Studies on bean rust caused by *Uromyces phaseoli* typical on bean. J. Agric. Res. 50: 737-759.
20. Hohmann, C. L. y Martínez, S. S. (2000). Feijão, Tecnologia de Produção. En: Pragas e Seu Controle. IAPAR. Paraná. Brasil. 81 p.
21. Kaplan L. y Kaplan I. (1988). *Phaseolus* in archeology. En: Gepts P (Ed.). Genetics resources of *Phaseolus* beans. Dordrecht, Holland. Kluwer Academic Publisher. p.125-142.
22. Llanes, R. (2005). Caracterización morfoagronómica y fisiológica del Banco de Germoplasma de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) del CIAP. Tesis Ingeniero

Agrónomo. Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara. 68p.

23. Manso, F.; Fontes, L. F. (2010). Cuba acelera cultivo de frijoles para reducir importaciones. Disponible en <http://www.cadenagramonte.cu/index>.

(Consultado: 11 de Mayo de 2012).

24. Martínez, E.; Barrios, G.; Rovesti, L.; Santos, L. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico.CNSV. La Habana. Cuba. 526 p.

25. Martínez, G. E.; Barrios, S. G.; Rovesti, L. y Santos, P. R. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual práctico. Grup Bou, Tarragona: España. Pp. 187-192, 201-205, 339-342 y 344-347.

26. Mc Clean, P.; Kami, J.; Gepts, P. (2004). "Genomics ad Genetic". Diversity in Common bean". En: Wilson, R. F.; Stalker, H.T.; Brummer, E.C. (eds). Legume crop genomic. 82p.

27. MINAGRI. (2007). Lineamientos para los Subprogramas de la Agricultura Urbana para 2008-2010 y Sistema Evaluativo. 121p.

28. Miranda, Sandra.; Rosas, J.; Aranda, Luwbia Liudmila.; Ortiz, R.; Ponce, M.; Ríos, H. (2006). Análisis molecular de la diversidad genética del frijol común manejada por campesinos en Cuba. Agronomía Mesoamericana (3): 369 - 382.

29. Montheith, J. and Hollowelle, E. A. (1929). Pathological symptoms in legumes caused by the potato leafhopper. Jur. Of Agric. Research 38(2): 45-54.

30. Mora, O. (1997). Origen e importancia del cultivo de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L). Revista de la Facultad de Agronomía UCV (2): 225 - 234.

31. Morales, F. (2000). El mosaico dorado y otras enfermedades del frijol común causadas por geminivirus transmitidos por mosca blanca en América Latina. CIAT. Colombia. 70p.

32. Moreno, M. (1983). Las leguminosas de grano: una visión de conjunto. En: Cuber, J. I, M. T. Moreno (eds). Leguminosas de grano. Mundi Prensa Madrid. 15 – 34p.

33. Muñiz, C.H. (1995): Entrevista. Ciencia. Innovación y Desarrollo. La Habana. Cuba 1(1): 35 p.

34. Murguido, C. A. (1995). Biología, Ecología y lucha contra el saltahoja *Empoasca kraemer* Ross y Moore (Homoptera: Cicadellidae) en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INISAV. Ciudad de La Habana. 98 p.



35. Naranjo, S.E.; Cañas, L.A.; Ellswort. (2004). Mortalidad de *Bemisia tabaci* en un sistema de cultivos múltiples. *Horticultura Internacional* (43):14-21.
36. Nova, A. (2006). La agricultura en Cuba: Evolución y trayectoria (1959 - 2005). Editorial de Ciencias Sociales. La Habana. 310 p.
37. ONE. (2010). Anuario Estadístico de Cuba 2009. Edición 2010. Disponible en <http://www.one.cu/acc2009/esp/09>. (Consultado: 6 de Mayo de 2012).
38. Pérez, S. 1982. Valoración económica del aprovechamiento de la tierra en la Empresa de Cultivos Varios "Valle del Yabú. Tesis Lic. en Economía Agropecuaria. Fac. Ciencias Agropecuaria. Universidad Central de Las Villas, Cuba. 32p."
39. PROFRIJOL. (1999). Producción de semilla de frijol en Centro América; experiencias y planteamientos para el futuro. Memoria Taller Regional de Semillas. Costa Rica. pp. 145.
40. Puentes Maira. (1994). Monografía. Cultivo del frijol. Tema. Nutrición. UCLV. Facultad de Ciencias Agropecuarias. pp. 14.
41. Quintero, F. E. (1996). Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común en condiciones de una agricultura sostenible. Tesis Máster en Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara: 77p.
42. Quintero, E. (1998). Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Monografía. CIAP, UCLV. 27 p.
43. Quintero F. E. (2000): Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Monografía. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara: 28 p.
44. Quintero, E.; Pérez, C.; Andreu, C.; Martín, D.; Saucedo, O.; Álvarez, U.; Martínez, Z.; Rivero, A.; Rojas, J.; Díaz, M.; Hernández, A. (2002). Manejo sostenible del cultivo del frijol. Resultado de investigaciones. Centro Agrícola. (4): 79-80.
45. Quintero E., Saucedo O., Gil V. y Mena O. (2002). Estructura varietal del frijol: Contribución al manejo sostenible de su cultivo. Centro Agrícola. UCLV, Santa Clara, Cuba. Año 29 (4), 87-88 p.
46. Rehm, S. and Spig, G. 1991. The cultivate plants of the tropics and subtropics. Institute of Agronomy in the tropics. University of Gottingen. Verlag Josef Margraf, Weikersheim, 552 p.
47. Reyes, E.; Padilla, Luz Evelia.; Pérez, O., López, P. (2008): Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. *Revista Investigación*

Científica, Vol. 4, No. 3, Nueva época, septiembre–diciembre 2008. ISSN 1870–8196: 17 p.

48. Santos, R. (2005). Comunicación personal. Dirección Nacional de Sanidad Vegetal. Cuba.
49. Socorro, M. A. y S.D. Martín. (1989). Granos. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba: 318pp.
50. Socorro, Q. y Martín, F. (1998). Granos. Dirección de publicaciones y materiales Educativos del Instituto Politécnico nacional Tres guerra, México. Segunda Edición. 84p.
51. Ustimenko G y Bakunovsky V. (1982). El cultivo de plantas subtropicales y tropicales. Editorial Mir. Moscú. 189 pp.
52. Van Schoonhoven A. y Pastor Corrales M. (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT. Colombia. 56p.
53. Vázquez, E. y Torres, S. (1983). Prácticas de Fisiología Vegetal (Vol.2) Ministerio de Educación Superior: 17-20 p.
54. Vázquez, E. y Torres, S. (2006). Fisiología Vegetal. Parte 1 y 2. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba: 289 – 308 p.
55. Velásquez, J.A.; Paula A. Giraldo. (2005). Informe de avance. Posibilidades competitivas de productos prioritarios de Antioquía frente a los acuerdos de integración y nuevos acuerdos comerciales de fríjol.
56. Vizgarra, O. N.; Terán, H.; Toll, J.R. (1998). Caracterización productiva mediante análisis de conglomerados de las principales variedades comerciales de poroto negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en el noroeste argentino. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán (75):57-61.
57. Voysest O y Dessert M. (1991). Bean cultivars: Classes and commercial seed types En: Van Schoonhoven y Voysest, O (Edit) Common Beans; Reserch for Crop Improvement. CIAT. Cali. Colombia. pp 119-162.

## Anexo 1. Descripción de fases fenológicas por Van Schoonhoven y Pastor (1987)

| <b>Etapas</b>  | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                             |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V <sub>0</sub> | Germinación. Emergencia de la radícula y su transformación en raíz primaria.                                                                                                   |
| V <sub>1</sub> | Emergencia. Los cotiledones aparecen al nivel del suelo y comienzan a separarse. El epicotilo comienza su desarrollo.                                                          |
| V <sub>2</sub> | Hojas primarias totalmente abiertas.                                                                                                                                           |
| V <sub>3</sub> | Primera hoja trifoliada. Se abre la primera hoja y aparece la segunda.                                                                                                         |
| V <sub>4</sub> | Tercera hoja trifoliada. Se abre la tercera hoja y las yemas de nudos inferiores producen ramas.                                                                               |
| R <sub>5</sub> | Prefloración. Aparece primer botón flor.                                                                                                                                       |
| R <sub>6</sub> | Floración. Se abre la primera flor.                                                                                                                                            |
| R <sub>7</sub> | Formación de vainas. Primera vaina con más de 2,5cm de largo.                                                                                                                  |
| R <sub>8</sub> | Llenado de vainas. Al final de la etapa las semillas pierden su color verde y comienzan a mostrara las características de la variedad. Se inicia la de foliación de la planta. |
| R <sub>9</sub> | Madurez fisiológica. Vainas pierden pigmentación y comienzan a secarse. Las semillas desarrollan el color típico de la variedad.                                               |