

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)



## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

### TESIS

**“EVALUACIÓN DE NIVELES DE APLICACIONES FOLIARES CON  
GUANO DE ISLA EN EL CULTIVO DE FREJOL (*Phaseolus  
vulgaris*), EN MARISCAL CÁCERES – HUANCAMELICA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

**CULTIVOS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

**Bach. MARUJA CANDIOTTI MARTINEZ**

**ACOBAMBA 2014**

**ASESOR** : Mg. Sc. Rolando PORTA CHUPURGO

## DEDICATORIA

A mis padres y amigos. Por apoyarme desinteresadamente en la culminación de mi Informe de Tesis que será de mucha utilidad para mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional de Huancavelica Facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme la oportunidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.
- A mi asesor Ing. Mg. Sc. Rolando PORTA CHUPURGO por el asesoramiento en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.
- A los miembros del jurado calificador por las observaciones atinadas en la elaboración del informe final.
- A mis amigos con quienes compartimos este trabajo.
- A mis familiares quienes brindaron su apoyo incondicional en la ejecución del presente trabajo.

# ÍNDICE

PORTADA	
INDICE	
RESUMEN	
INTRODUCCION	
	Pág.
I. PROBLEMA	
1.1. Planteamiento de problema	09
1.2. Formulación de problema	09
1.3. Objetivos: General y específicos	10
1.4. Justificación	10
II. MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes	12-15
2.2. Bases Teóricas	16-28
2.3. Hipótesis	28
2.4. Variable en estudio	28
III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	
3.1. Ámbito de estudio	30
3.2. Tipo de investigación	30
3.3. Nivel de investigación	30
3.4. Método de investigación	31
3.5. Diseño de investigación	31
3.6. Población, muestra y muestreo	32
3.7. Técnica e instrumentos de recolección de datos	33
3.8. Procedimiento de recolección de datos	33
3.9. Técnica de procesamiento y análisis de datos	33
IV. RESULTADOS	
4.1. Presentación de resultados y discusión	34-38

CONCLUSIONES	39
SUGERENCIAS	40
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	41-44
ARTICULO CIENTIFICO	45-52
ANEXO	53

## RESUMEN

Evaluación de niveles de aplicación foliares con guano de isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), en Mariscal Cáceres – Huancavelica. El objetivo del presente trabajo de investigación fue Conocer el nivel de aplicación foliar a base de guano de isla que promueva el mayor rendimiento en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), var. Canario. El ensayo se realizó durante los meses de setiembre a diciembre de 2014. Los tratamientos utilizados fueron 0%; 2%; 4%; 6% y 8% de Guano de Isla, los mismos que fueron analizados bajo un Diseño Completamente Aleatorio. Las variables fueron: Rendimiento de fruto en vaina verde, porcentaje de flores cuajadas y número de vainas. Según los resultados del rendimiento en Kg en vaina verde el tratamiento de 4% y 6% de guano de isla, reportó el mayor valor; superior y diferente a los tratamientos con 0%, 2% y 8%, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí. Las diferentes dosis de guano de isla en porcentaje de flores cuajadas y número de vainas por planta no presentaron diferencias estadísticas entre sí, pero se obtuvo mejores resultados aplicando 6% de guano isla.

## INTRODUCCION

La fertilización foliar a base de guano de isla se puede convertir en una practica común e importante para los productores de frejol de la región, porque mediante esta practica se podrían corregir algunas deficiencias nutricionales de la planta, favorecer el buen desarrollo del cultivo y mejorar el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero si es una practica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o complementar los requerimientos nutricionales del cultivo que no se puede abastecer mediante la fertilización común al suelo.

Con el presente trabajo de investigación se pretende evaluar las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol variedad Canario Centinela en el distrito de Mariscal Cáceres – Huancavelica.

Por tanto, con los resultados del presente trabajo, se pretende producir una mejora en el cultivo de frejol, que lleve a los agricultores a aumentar sus ingresos.

## I. PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del Problema

La deficiencia de nutrientes que están relacionados con el desarrollo del cultivo, se debe complementar con la aplicación de abonos foliares; la aplicación de fertilizantes inorgánicos incrementa los costos de producción, además contaminan los suelos frente a ello se propone evaluar la aplicación de guano de isla en forma diluida de tal manera que se producirá en forma orgánica el cultivo de frejol para el consumo y comercialización mejorando los ingresos económicos de las familias.

Las alternativas para poder sustituir o reducir la utilización de los fertilizantes sintéticos están a la mano. En nuestro país tenemos uno de los fertilizantes naturales de mayor tradición en la agricultura peruana.

Por lo tanto con el presente estudio de investigación se propone determinar el nivel adecuado de Guano de isla en la aplicación foliar es para mejorar el rendimiento del cultivo de frejol, ya que este producto natural contiene los micronutrientes que requiere el cultivo.

### 1.2. Formulación del Problema

¿Qué nivel de aplicación foliar a base de guano de isla promueve el mayor rendimiento en el cultivo de Frejol (*Phaseolus vulgaris*), var. Canario en condiciones de Mariscal Cáceres - Huancavelica?

### **1.3. Objetivos: General y Específicos**

#### **General**

- Conocer el nivel de aplicación foliar a base de guano de isla que promueva el mayor rendimiento en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), var. Canario en condiciones de Mariscal Cáceres - Huancavelica.

#### **Específico**

- Establecer el nivel de aplicación foliar a base de guano de isla que promueva el mayor rendimiento en el cultivo de frejol.
- Identificar el porcentaje de flores cuajados con los diferentes dosis de aplicación foliar a base de guano de isla en el cultivo de frejol.
- Determinar el nivel de aplicación foliar a base de guano de isla en numero de vainas en el cultivo de frejol.

### **1.4. Justificación**

#### **Científico**

La investigación va orientada de forma íntegra a solucionar problemas prácticos desde el punto de vista agrícola, siendo un hecho reconocido que los conocimientos tradicionales, los usos de una tecnología sencilla y eficaz son una importante fuente del saber que debe ser incentivada y científicamente validada y sistematizada a través de acciones que contribuyan a una mayor sensibilización, mayor conocimiento y a un mejor uso y conservación sostenible de esta potencialidad. El mejor nivel de guano de isla determinado en las aplicaciones foliares en el cultivo de frejol, permitirá promover su aplicación en la producción de este cultivo en nuestra región y sentar las bases como una nueva propuesta del uso del guano de isla en la fertilización foliar.

### **Social**

La ejecución de la tesis va orientada a realizar un trabajo de investigación científico, para obtener resultados verídicos in situ de lo propuesto a realizar, para así poder ser confiable de una determinada investigación y brindando estabilidad, bienestar individual y familiar; mayor participación social y comunitaria, resurgen los valores ancestrales, finalmente, se promueven la capacitación y la creatividad del agricultor en las actividades agrícolas consumiendo productos muy nutritivos. La aplicación foliar del guano de isla en el cultivo de frejol favorecerá el incremento en la producción del cultivo y por consiguiente en la mejora de la dieta alimentaria.

### **Económico**

La investigación realizada desarrollará actividades que favorece al incremento de la economía familiar y comunal de manera sostenible. Los agricultores dedicados a la producción del cultivo de frejol reducirán sus costos de compra de fertilizantes foliares al reemplazar este insumo con el guano de isla, un fertilizante natural de bajo costo. Asimismo, obtendrán mejores ingresos por el incremento del rendimiento comercial del cultivo de frejol.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una especie importante, debido a su valor nutricional y representa la principal fuente de proteínas (20 al 30%) de bajo costo en la dieta del ser humano (Gallegos-Tintoré *et al.*, 2004). Es un complemento de cereales y otros alimentos ricos en hidratos de carbono para proveer una nutrición casi perfecta para personas de todas las edades (Shehata *et al.*, 2011).

El uso intensivo de fertilizantes químicos y el estado del suelo resultante, el cual presenta un desequilibrio en la concentración de nutrientes, han estimulado el uso de enmiendas orgánicas para mejorar la fertilidad del mismo, que es cada vez más importante para la productividad sostenible y la gestión de los nutrientes. Los fertilizantes orgánicos dan una mayor estabilidad y sostenibilidad a la producción agrícola (Prakash y Prasad, 2000).

Los macro y micronutrientes esenciales y otras sustancias promotoras del crecimiento presentes en el medio de cultivo pueden ser suministrados a partir de fuentes inorgánicas y orgánicas (Theunissen *et al.*, 2010).

Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y en el rendimiento de las cosechas y que muchos problemas de fertilización al suelo se puede resolver fácilmente mediante la fertilización foliar (Fregoni, 1986).

Se reconoce, que la absorción de los nutrientes a través de las hojas no es la forma normal. Sin embargo, habrá casos como este en las que la fertilización foliar sea una practica mas ventajosa y eficiente para ciertos elementos, que la fertilización al suelo, cuyo efectividad permita explotar al máximo el potencial de

rendimiento de las variedades mejoradas aptas para condicionar de secano (Osuna, 1999).

La fertilización foliar es una técnica de nutrición instantáneo, que aporta los elementos esenciales al cultivo de frejol, mediante la pulverización de soluciones diluidas en agua y aplicada directamente sobre las hojas. Esta practica es una alternativa de suministro de nutrientes cuando las condiciones físico – químicas del suelo no son las optimas para aportar las cantidades requeridas por la planta (Torres, 2000).

La fertilización foliar contribuye a corregir problemas de deficiencias de nutrientes de manera inmediata y en los momentos críticos, donde los requerimientos del cultivo son superiores a su capacidad de absorción desde el suelo (Gavi, 2004).

Sin embargo, la fertilización foliar no reemplaza a la fertilización al suelo, ya que la primera es una acción complementaria a la segunda, utilizándose en los cultivos como el frejol en los momentos críticos (etapa de floración y llenado de vaina) y en situaciones donde la absorción no cubre los requerimientos del cultivo debido a que las condiciones climáticas no permiten la disgregación del fertilizante en el suelo en forma asimilable (Kovacs, 1986; Malavolta, 1986).

Entre las principales ventajas de la fertilización foliar se puede mencionar las siguientes: 1) nutre el cultivo en momentos críticos, 2) corrige deficiencias de micronutrientes, 3) aporta nutrientes a los cultivos en condiciones de inmovilización temporal en el suelo, 4) se independiza de las condiciones ambientales, de la disolución y transformación de los fertilizantes en el suelo, 5) alta efectividad de absorción de nutrientes y 6) no hay perdidas por escurrimiento y/o evaporación de la solución asperjada (Trinidad y Aguilar, 1999).

En un ensayo de fertilización edáfica y foliar sobre el desarrollo y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Giskin *et al.* (1984) reportaron un incremento en número de vainas de 43 %, en número de semillas 13 % y en peso de grano 10 %, al completar la dosis con 15, 20 y 25 % de fertilización foliar, comparado con 100 % de fertilización edáfica.

La eficiencia de aprovechamiento de un nutrimento se eleva al ser aplicado foliarmente. Así lo demostró Chonay (1981) al fertilizar el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al suelo y follaje. Al aplicar 30 kg de nitrógeno como urea al suelo, cada kg de nitrógeno incrementó 2.9 kg de grano, mientras que aplicando foliarmente la misma cantidad de nitrógeno como urea a 4 %, hubo un rendimiento de 24.5 kg de grano por cada kg de nitrógeno aplicado, aumentando 8.5 veces la eficiencia en el aprovechamiento del nutrimento. La aplicación de 30 kg de nitrógeno al follaje en el llenado de grano fue mucho más eficiente (42.4 kg de grano por cada kg de nitrógeno) que la aplicación de esa misma cantidad de nitrógeno al follaje antes de la floración.

Pérez (1988) reportó un incremento promedio de 17.7 % al aplicar tres aspersiones de NPK foliarmente a partir de una fórmula con 21 % de N, 3 % de P, 3 % de K, y 26.7 % más elementos menores. Esto indica una respuesta a la aplicación foliar de elementos menores. Otro dato importante que se observa en el mismo cuadro, es un incremento de rendimiento por concepto de fertilización foliar a bajos niveles de fertilización edáfica.

La fertilización foliar también se ha utilizado para acelerar el proceso fisiológico de algunos árboles frutales, como en el caso del mango. Osuna (1998) reporta que con aplicaciones de nitrato de potasio a 4 % o nitrato de amonio a 2 % aplicados foliarmente, aceleran la brotación de yemas florales en comparación al testigo,

que influye en un adelanto en la cosecha de fruta ganando mejores precios en el mercado.

También existe la alternativa de utilizar fertilizantes foliares orgánicos, como complemento a la fertilización mineral al suelo. Con este sistema de fertilización, en tomate se han obtenido rendimientos semejantes o superiores, a los de los testigos con solamente fertilización química al suelo (Rodríguez *et al.* 2009). Asimismo, con la aplicación de ácidos húmicos al follaje del frijol, se puede incrementar el rendimiento de grano, con relación a un testigo sin fertilización foliar (Kaya *et al.*, 2005).

Según Estrada (1993), los fertilizantes orgánicos son productos elaborados a base de materiales naturales (orgánicos), los cuales para su uso se diluyen en agua y se aplican en dosis según el material que se utilice como materia prima. Además indica que previo a su aplicación, los fertilizantes foliares orgánicos deben de someterse a un proceso de cocción o de fermentación, siendo la fermentación el proceso más adecuado de elaboración.

Estrada (1993), evaluó la eficiencia de fertilizantes foliares orgánicos asociados a una aplicación de fertilizante químico al suelo en el cultivo de frijol ejotero; este concluye en que las aplicaciones de fertilizantes foliares produjeron incrementos en el rendimiento del cultivo.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **Abonos Orgánicos**

Azabache (2003) menciona que, los abonos orgánicos incluyen materiales procedentes de plantas o animales en diferentes estados de descomposición. Estos abonos orgánicos pueden ser estiércoles, guano de isla, compost, residuos de la cosecha, humus y abonos verdes, biofertilizantes, abonos líquidos, etc.

### **El Guano de Islas**

Las culturas pre-colombinas al parecer utilizaron el guano de Islas, como lo atestiguan los restos arqueológicos de las Culturas Paracas y Nazca, de igual manera, durante la época del Tahuantinsuyo, también fue utilizado, en este sentido, Garcilazo de la Vega menciona en los Comentarios Reales que «En la costa del mar, desde más abajo de Arequipa hasta Tarapacá, que son más de 200 leguas de costa no hechan otro estiércol, sino el de pájaros marinos que hay en toda la costa del Perú . Posteriormente, durante la época colonial su uso no fue muy intensivo, dado que la principal actividad económica fue la minería. En los siglos X V I I I y XIX, los avances científicos en química y fisiología vegetal darían un fuerte impulso para su utilización. El científico alemán Alexander V. Humboldt, a inicios del siglo XIX, fue el primero que hizo conocer al guano de Islas del Perú en Europa. Pero, por una ironía de la historia, sería el químico Justus V. Liebig el que lo analizaría, poniendo de manifiesto sus bondades como fertilizante. Los conceptos de Liebig, sobre la nutrición vegetal y la fertilidad del suelo, darían origen a la agricultura química, que dejarían de lado el uso de los fertilizantes orgánicos, entre ellos al guano de Islas, que sería reemplazado por el Nitrato de Chile y este

posteriormente por los fertilizantes nitrogenados sintéticos (nitrato de amonio), a inicios del siglo XX. Hoy en día, los avances en microbiología de suelos, nutrición vegetal y bioquímica del suelo, han revelado la superioridad del guano de Islas sobre los demás fertilizantes.

### **Importancia**

Desde 1909, año en que se funda la COMPAÑIA ADMINISTRADORA DEL GUANO, hasta su colapso económico en 1956-57 por la expansión de la industria de harina de anchoveta, el guano fue el principal fertilizante para la agricultura costeña y de los más importantes valles interandinos. El guano de Islas, es un recurso renovable, de grandes cualidades fertilizadoras, de bajo precio y de fácil disponibilidad, debido a ello evitó por muchos años el ingreso de los fertilizantes sintéticos. Solo el tiempo y la falta del mismo habría de revelar la enorme importancia que ha jugado y que jugará en el futuro para el Perú. Hasta el año 1996, la División de Fertilizantes de PESCA PERU, estuvo encargada de su explotación y comercialización. En 1997, el Ministerio de Agricultura a través de su programa especial PROABAONOS asumió estas actividades.

### **Procedencia**

El guano procede, como su nombre lo indica, de las islas, islotes, y puntas del litoral peruano; también se encuentra en la costa chilena pero en poca cantidad.

El Guano de las islas se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), Piquero (*Sula variegata* Tshudi) y Pelicano (*Pelecanus thagus*).

### Composición General Del Guano De Islas

El análisis del guano comercial es el que más interesa por ser este el que está a la venta, también se tiene el análisis del guano de Islas fresco (recién extraído de las islas), y el análisis del guano pobre o fosfatado. Estos dos últimos tipos de guano de Islas no están a la venta por PROABONO.

Cuadro N° 01 Composición general del Guano de isla.

ELEMENTO	FORMULA/SIMBOLO	CONCENTRACION
Nitrógeno	N	10 – 14 %
Fósforo	P2O5	10 –12 %
Potasio	K2O	2 – 3 %
Calcio	CaO	8 %
Magnesio	MgO	0.50 %
Azufre	S	1.50 %
Hierro	Fe	0.032 %
Zinc	Zn	0.0002 %
Cobre	Cu	0.024 %
Manganeso	Mn	0.020 %
Boro	B	0.016 %

Fuente: Zavaleta A, 1992: «Edafología» Concytec: Lima - Perú

## TIPOS DE GUANO DE ISLAS EN EL COMERCIO

Tenemos solamente dos tipos de guano de Islas que comercializa PROABONOS o por los distribuidores autorizados en todo el país.

### A. Guano de exportación

Nitrógeno 14 %

Fósforo 11 %

Potasio 2 %

Humedad 15 %

### B. Guano Agricultura Nacional

Nitrógeno 10 %

Fósforo 10 %

Potasio 2 %

Humedad 17 %

## TAXONOMÍA Y ORIGEN DEL FREJOL

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

- Clase: Dicotyledóneas
- Orden: Fabales
- Familia: Leguminosas
- Subfamilia: Papilionoideas
- Tribu: Phaseoleas
- Género: *Phaseolus*
- Especie: *Phaseolus vulgaris*

Los estudios arqueológicos revelan que el frijol se origina en el continente americano. Según Paredes et al., (2006), aún se trabaja para determinar con exactitud el origen y el proceso de domesticación que incluye a tres regiones principales: 1) sur de los Andes, que va desde el sur de Perú hasta San Luis, Argentina; 2) norte de los Andes, que comprende el occidente de Venezuela y el norte de Perú, y 3) Mesoamérica, que va desde la región de los valles, que conforman los ríos Pánuco y Santiago en México hasta el norte de Costa Rica.

Lo que parece estar más claro es que, el frijol fue domesticado en regiones de América Latina hace más de 7.000 años (Gepts y Debouck, 1991).

Se argumenta que al principio del siglo XVI, durante la Conquista española, fueron los españoles quienes llevaron a Europa las primeras semillas de frijol. Según Flores (2004) el desplazamiento de las primeras semillas al viejo continente se debe al propio Cristóbal Colón.

Actualmente se cultiva en muchas partes del mundo, ya que se ha adaptado a diversos climas. En el Banco de Germoplasma del Programa de Recursos Genéticos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia, se conserva la colección de frijol más grande y diversa del mundo con cerca de 36.000 variedades de *Phaseolus* spp. a la fecha, correspondientes a 44 taxa provenientes de 109 países.

## **MORFOLOGÍA DEL FRIJOL**

### **SISTEMA RADICULAR**

En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz primaria. Sobre ella se desarrollan las raíces secundarias, y sobre ellas a su vez lo hacen terciarias y otras subdivisiones, como los pelos absorbentes, especializados en la absorción de agua y nutrientes, que se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud.

Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación incluso dentro de una misma variedad. Normalmente es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 centímetros de profundidad del suelo.

En general, la composición del sistema radical del frijol y su tamaño dependen de las características del suelo, tales como estructura, porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad, temperatura, contenido de nutrientes, etc. (CIAT, 1984).

### **PARTE AÉREA**

#### **Tallo**

Es el eje central de la planta, formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. El tallo es epigeo, herbáceo y delgado, aunque de mayor diámetro que las ramas generalmente. Puede ser erecto, semiprostrado y prostrado, según el hábito de crecimiento de la variedad.

La primera parte del tallo comprendida entre la inserción de las raíces y el primer nudo se llama hipocotilo. El epicotilo es la parte comprendida entre el primer y segundo nudo.

El tallo presenta un desarrollo característico en su parte terminal, que depende del hábito de crecimiento de la variedad. Si es de crecimiento determinado el tallo termina en una inflorescencia que, al aparecer hace que cese su crecimiento.

Si el hábito de crecimiento es indeterminado, el tallo presenta en su parte terminal un meristemo vegetativo que le permite seguir creciendo (CIAT, 1984).

### **Ramas**

Se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en las axilas, aunque también se localizan en la inserción de los cotiledones. Es el denominado complejo axilar o tríada, que generalmente está formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo. De éste, además de ramas, se pueden desarrollar otras estructuras, como las inflorescencias. El predominio de ramas o inflorescencias depende del hábito de crecimiento y de la parte de la planta considerada:

1. Completamente vegetativo: las tres yemas son vegetativas.
2. Floral y vegetativo: yemas florales y vegetativas.
3. Completamente floral: las tres yemas son florales.

En los hábitos determinados se presentan los tipos 1 y 3, mientras que en los indeterminados se presentan los tipos 1 y 2 (CIAT, 1984).

### **Hojas**

Se insertan en los nudos del tallo y las ramas. Son de dos tipos:

**Simples:** son las hojas primarias o cotiledones, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Proveen de sustancias de reserva a la planta durante la germinación y emergencia, y elaboran los primeros carbohidratos a través de la fotosíntesis.

**Compuestas:** hojas trifoliadas, las hojas típicas del frijol, las hojas verdaderas. Tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. En la base del pecíolo presentan un par de pequeñas estípulas.

En condiciones normales, existe una gran variación en cuanto al color y la pilosidad de las hojas. La variación también está relacionada con la variedad, con la posición de la hoja en la planta y con la edad y las condiciones ambientales (CIAT, 1984).

### **Flor e inflorescencia**

Las flores son hermafroditas y zigomorfas.

La flor del frijol es una típica flor papilionácea. El periantio consta de un cáliz integrado por cinco sépalos más o menos soldados y de una corola de color variable (blanco, amarillo, rosa) con cinco pétalos libres: uno superior muy desarrollado (estandarte o vexilo) dos laterales (alas) y dos inferiores (en conjunto se denominan quilla, la cual se encuentra enrollada). El androceo está formado por 10 estambres libres o unidos por los filamentos en uno (monadelfos) o dos haces (diadelfos: 9 + 1). El gineceo con ovario súpero y monocarpelar.

Las inflorescencias aparecen en racimos terminales en las plantas de hábito de crecimiento determinado, y axilares en las de hábito indeterminado.

En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales (CIAT, 1984).

Con excepción de algunos lugares específicos, en la zona tropical donde la alogamia puede ser significativa, la planta de frijol es normalmente autógama (Graham y Ranilli, 1997).

### **Fruto**

Es una vaina con dos valvas que varía en cuanto a su sección, longitud y color. Se trata de un fruto monocarpelar, polispermo, seco y dehiscente por dos suturas (placental y ventral).

### **Semilla**

Se desarrollan unidas de forma alterna sobre la sutura ventral de la vaina. De reniformes a ovaladas, de tamaño, forma y color muy variable (blanco, amarillo, negro, rojo, marrón, jaspeado,...).

No presentan endospermo. Los cotiledones ocupan toda la simiente y tienen un alto contenido en proteínas. Las partes externas son:

- La testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria del óvulo.
- El hilum, que conecta la semilla con la placenta.
- El micrópilo, que es una abertura en la cubierta través de la que se realiza la absorción del agua.
- El rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos de óvulo.

En ocasiones son impermeables al agua, por lo que su período de latencia puede durar años (CIAT, 1984).

## **CICLO VEGETATIVO Y FENOLOGÍA DEL FRIJOL**

El frijol es una planta herbácea anual. Su ciclo vegetativo puede variar entre 80 (variedades precoces) y 180 días (variedades trepadoras). Dicho lapso se encuentra determinado sobre todo por el genotipo de la variedad, hábito de crecimiento, clima, suelo, radiación solar y fotoperiodo (Ortiz, 1998).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha establecido una escala para diferenciar las etapas de desarrollo del frijol, basada en la morfología de la planta y en los cambios fisiológicos que se suceden durante el desarrollo.

Su ciclo biológico se divide en dos fases sucesivas: vegetativa y reproductiva. La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a la semilla las condiciones para iniciar la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales. La fase reproductiva está comprendida entre la aparición de los primeros botones florales y la madurez de la cosecha.

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas (CIAT 1982), las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes, como se puede ver en la Figura. La identificación de cada etapa se hace en base a un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa particular (V= fase vegetativa, R= fase reproductiva). El número indica la posición de la etapa en la escala.



FUENTE: Arias et al., 2007.

#### **Etapas de la fase vegetativa:**

**Etapa V0 (Germinación).** La semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrientes de los cotiledones. Emerge luego la radícula, que posteriormente se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias; el hipocotilo también crece, y quedan los cotiledones al nivel del suelo.

**Etapa V1 (Emergencia).** Se inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo. El hipocotilo se endereza y sigue creciendo, los cotiledones comienzan a separarse y luego se despliegan las hojas primarias.

**Etapa V2 (Hojas primarias).** Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. En un cultivo se considera que esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas presentan esta característica. Los cotiledones pierden su forma arrugándose y arqueándose.

**Etapa V3 (Primera hoja trifoliada).** Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. En un cultivo esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas han desplegado la primera hoja trifoliada.

**Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada).** Comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo comienza esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. A partir de esta etapa se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas.

#### **Etapas de la fase reproductiva:**

**Etapa R5 (Prefloración).** Se inicia cuando aparece el primer botón floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En las variedades determinadas los primeros botones se observan en el último nudo del tallo. En cambio, en las variedades indeterminadas, se ven en los nudos inferiores.

**Etapa R6 (Floración).** Se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo y continúa en forma descendente. Por el contrario, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento.

**Etapa R7 (Formación de las vainas).** En una planta, esta etapa se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Inicialmente, la formación de las vainas comprende el desarrollo de las valvas.

Durante los primeros 10 ó 15 días después de la floración, ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.

**Etapa R8 (Llenado de las vainas).** En un cultivo, se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde, así comienzan a adquirir las características de la variedad.

**Etapa R9 (Maduración).** Esta etapa es la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración del cultivo. Se caracteriza por la maduración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando en el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado. Las vainas, al secarse, pierden su pigmentación; el contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar del 15 al 20%, momento en el cual alcanzan su coloración típica.

## **2.3. Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis planteada**

La aplicación foliar del guano de isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), var. Canario presenta diferencias estadísticas.

### **2.3.2. Hipótesis alternante**

La aplicación foliar del guano de isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), var. Canario no presenta diferencias estadísticas.

## **2.4. Variables de estudio**

- Rendimiento en fruto de Frejol (vainas verdes en Kg.).
- Porcentaje de flores cuajadas en frejol (%).
- Numero de vainas por planta en frejol (numero de vainas por planta).

**Variable independiente**

- Guano de Isla.

**Variable Dependiente**

- Rendimiento de fruto.
- Porcentaje de flores cuajadas.
- Numero de vainas.

**Variable Interviniente**

- Clima
- Fertilidad del suelo
- Humedad del suelo
- Plagas y enfermedades

### III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. **Ámbito de estudio**

##### 3.1.1. **Ubicación Política** :

Región : Huancavelica.

Provincia : Huancavelica.

Distrito : Mariscal Cáceres.

Lugar : "Mariscal Cáceres".

##### 3.1.2. **Ubicación Geográfica** :

Altitud : 2835 m.s.n.m.

Latitud sur : 11° 40' 52" de la línea ecuatorial

Longitud Oeste : 62° 32' 13" Meridiano de Greenwich

##### 3.1.3. **Factores Climáticos** :

Precipitación pluvial promedio anual : 550 mm

Humedad relativa : 60 %

Temperatura promedio anual : 18 °C

#### 3.2. **Tipo de Investigación**

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental.

#### 3.3. **Nivel de Investigación**

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada.

### 3.4. Método de Investigación

Experimental en la cual se evaluó el efecto de la aplicación foliar de Guano de Isla en el rendimiento del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*).

### 3.5. Diseño de Investigación

El experimento se condujo en Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con comparaciones múltiples de TUKEY 0.05.

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i$  = 1,2,.....k (tratamiento)

$j$  = 1,2, .....n(repetición)

$Y_{ij}$  = Observacion del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$\mu$  = Media poblacional

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Desviación al azar de la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento (error experimental).

**Características del Experimento:**

01.- Diseño Experimental	:	DCA
02.- Número de Tratamientos	:	05
03.- Número de Repeticiones	:	04
04.- Número de Unidad Experimental	:	20

<b>05.- Número de semillas por maceta y/o unidad experimental</b>	:	2
<b>06.- Total de semillas para el experimento</b>	:	40

### **Tratamientos a Evaluar**

- T1:** 0% de guano de isla (0g de GI / 1Lt de Agua)
- T2:** 2% de guano de isla (20g de GI / 1Lt de Agua)
- T3:** 4% de guano de isla (40g de GI / 1Lt de Agua)
- T4:** 6% de guano de isla (60g de GI / 1Lt de Agua)
- T5:** 8% de guano de isla (80g de GI / 1Lt de Agua)

### **3.6. Población, Muestra, Muestreo :**

#### **3.6.1. Población**

En el presente trabajo de investigación se tuvo como población las plantas del cultivo de Frejol, un total de 40 plantas.

#### **3.6.2. Muestra**

En cada una de las macetas en sus respectivas unidades del área total en el sector Mariscal Cáceres - Huancavelica.

#### **3.6.3. Muestreo**

Se realizó en su totalidad las 20 macetas con 02 plantas cada una; un total de 40 plantas de frejol en el sector Mariscal Cáceres - Huancavelica.

### **3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

El presente trabajo de investigación consistió en obtener la toma de datos en campo, tabulación de datos utilizando un cuaderno para toma de datos referente al tema de investigación revisando bibliografías, folletos, revistas y el sistema de Internet.

### **3.8. Procedimiento de Recolección de Datos**

**Primera Etapa.-** Recopilación de Información

**Segunda Etapa.-** Ejecución del experimento

**Tercera Etapa.-** Evaluación y Conducción del Experimento

**Cuarta Etapa.-** Análisis y discusión de resultados

**Quinta Etapa.-** Elaboración del informe y Publicación de resultados

### **3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

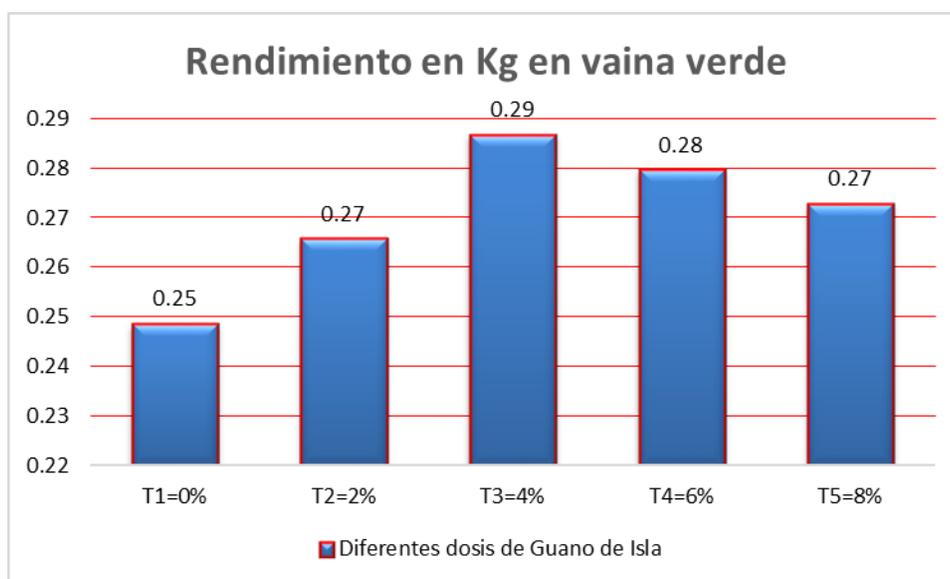
La técnica que se utilizó es el análisis con estadística experimental y el uso de programas de Microsoft Office Excel.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1.1. Rendimiento del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en Kg por planta.

Grafico1. Comparación de promedios de resultados en campo real del Rendimiento del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en Kg por planta.



#### Cuadro 01. Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en Kg por planta.

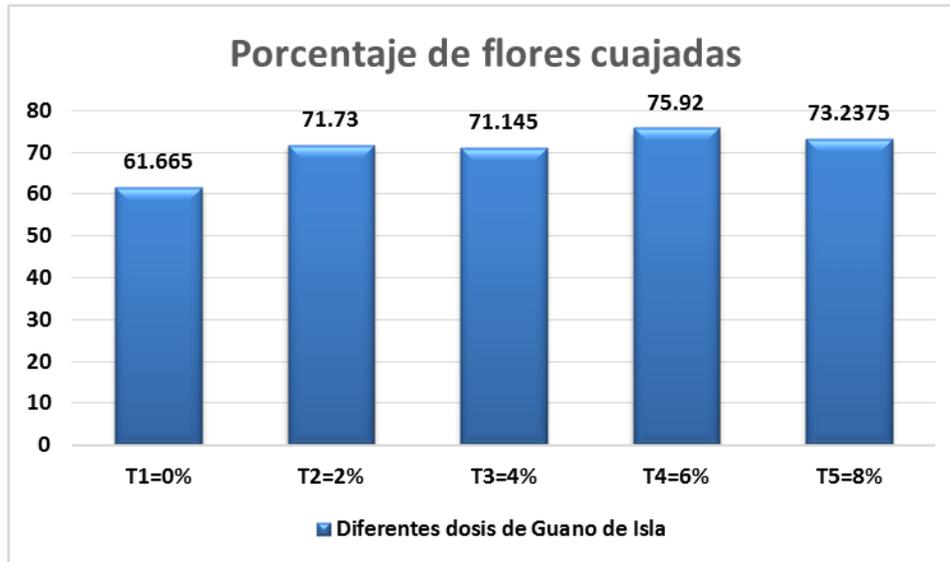
El análisis de varianza de rendimiento del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en Kg por planta en Mariscal Cáceres – Huancavelica, dentro de la fuente de variabilidad no existe significación estadística para las diferentes dosis de Guano de Isla, los tratamientos en estudio se comportaron en forma homogénea.

FV	GL	SC	CM	FC	Sig
Tratamientos	4	0.0034	0.00086	2.394	N/S
Error	15	0.0054	0.00036		
Total	19	0.0088			
CV: 0.132%					
Ft: 0.5					

El rendimiento de fruto en vaina verde del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en el presente trabajo de investigación el tratamiento N° 03 de 4% de Guano de Isla, reportó el mayor valor, superior y con mínima diferencia a los tratamientos N° 02, 04 y 05 (2%, 6% y 8%) respectivamente, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí, sin embargo superaron ligeramente las medias reportadas por los tratamiento con 4%, 6% y 8% de Guano de Isla, como se observa en el grafico N° 1 el valor mínimo reportó el testigo y 2% de Guano de Isla. El mayor kilogramo de vaina verde se obtuvo con el tratamiento 03 (0.29 Kg./planta) seguida de los tratamientos de 04 (0.28 Kg./planta) y 05 (0.27 Kg./planta) respectivamente.

#### 4.1.2. Porcentaje de flores cuajados con las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en Kg por planta.

Grafico 2. Comparación de promedios de resultados en campo real del Porcentaje de flores cuajados con las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en porcentaje por planta.



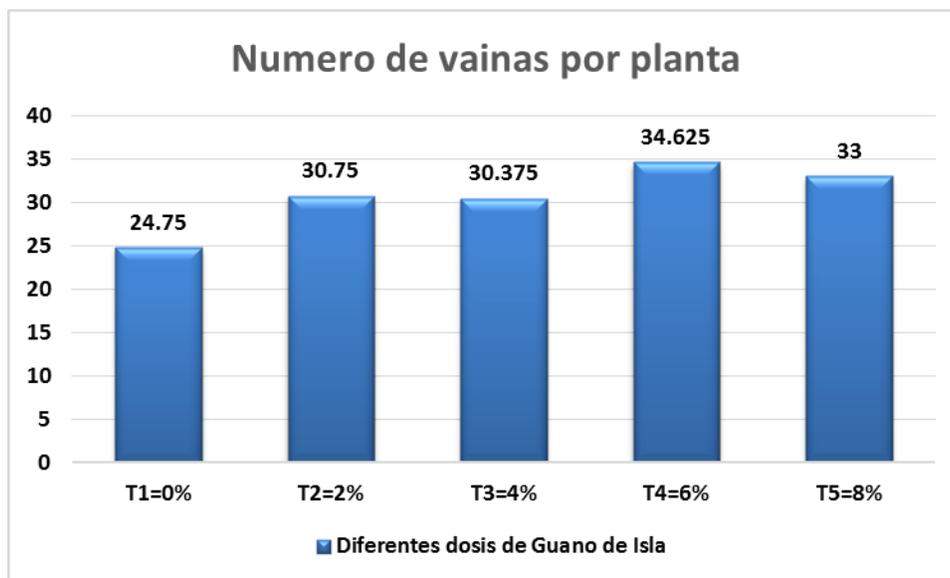
**Cuadro 02. Análisis de varianza del porcentaje de flores cuajados con las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en porcentaje por planta.**

El análisis de varianza del porcentaje de flores cuajados con las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en Mariscal Cáceres – Huancavelica, dentro de la fuente de variabilidad no existe significación estadística, los tratamientos en estudio se comportaron en forma homogénea.

FV	GL	SC	CM	FC	Sig
Tratamientos	4	0.219	0.055	1.356	N/S
Error	15	0.607	0.040		
Total	19	0.826			
CV: 2.015 %					
Ft: 0.5					

El porcentaje de flores cuajados en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en el presente trabajo de investigación el tratamiento N° 04 de 6% de Guano de Isla, reportó el mayor valor, superior y con mínima diferencia a los tratamientos N° 02, 03 y 05 (2%, 4% y 8%) respectivamente, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí, sin embargo superaron ligeramente las medias reportadas por los tratamiento con 2%, 4% y 8% de Guano de Isla, como se observa en el grafico N° 2 el valor mínimo reportó el testigo y 2% de Guano de Isla. El mayor porcentaje de flores cuajados se obtuvo con el tratamiento 04 (75.92% de flores cuajados/planta) seguida del tratamiento de 05 (73.24% de flores cuajados/planta) respectivamente.

**Grafico 03. Numero de Vainas con las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario.**



**Cuadro 03. Análisis de varianza de numero de Vainas con las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario.**

El análisis de varianza del número de vainas con las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en Mariscal Cáceres – Huancavelica, dentro de la fuente de variabilidad no existe significación estadística, los tratamientos en estudio se comportaron en forma homogénea.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Sig</b>
<b>Tratamientos</b>	4	2.099	0.525	1.548	N/S
<b>Error</b>	15	5.084	0.339		
<b>Total</b>	19	7.183			
<b>CV: 6.153%</b>					
<b>Ft: 0.5</b>					

El número de vainas por planta en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en el presente trabajo de investigación el tratamiento N° 04 de 6% de Guano de Isla, reportó el mayor valor, superior y con mínima diferencia a los tratamientos N° 02, 03 y 05 (2%, 4% y 8%) respectivamente, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí, sin embargo superaron ligeramente las medias reportadas por los tratamientos con 2%, 4% y 8% de Guano de Isla, como se observa en el gráfico N° 2 el valor mínimo reportó el testigo y 2% de Guano de Isla. El mayor número de vaina verde se obtuvo con el tratamiento 04 (75.92% de flores cuajados/planta) seguida del tratamiento de 05 (73.24% de flores cuajados/planta) respectivamente.

## CONCLUSIONES

- Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos en los tres parámetros evaluados tales como: rendimiento en vaina verde, porcentaje de flores cuajadas y número de vaina, por lo que es indiferente el uso de cualquiera de estas dosis utilizadas.
- Todos los tratamientos evaluados fueron superiores en promedios al testigo en cuanto al rendimiento de vaina verde, porcentaje de flores cuajadas y número de fruto por planta.
- Se obtuvo mejores resultados en el rendimiento de vaina verde con la aplicación foliar de guano de isla con las dosis de 4% (0.29 Kg/planta) y 6% (0.28 Kg/planta) respectivamente.
- Se obtuvo el mejor resultado en porcentaje de flores cuajadas con la aplicación foliar de guano de isla con la dosis de 6% (75.92%/planta).
- Se obtuvo el mejor resultado en número de vainas con la aplicación foliar de guano de isla con la dosis de 6% (34.625/planta).

## SUGERENCIAS

- Continuar con la investigación del uso de guano de isla como fertilizantes foliares, debido a que los evaluados en el presente trabajo aunque no alcanzaron el máximo de rendimiento, fueron superiores al testigo.
- Realizar un estudio de dosis mas proporcionados a las evaluadas en el presente trabajo con el propósito de determinar una dosis exacta para el cultivo de frejol.
- Utilizar el guano de isla como abono foliar puesto que a pesar de que no alcanzó las diferencias significativas, mejoró los rendimientos a comparación del testigo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **Azabache Leytón, A. (2003).** Fertilidad de Suelos. Para una agricultura sostenible. Primera Edición. Ediciones “U.N.C.P.”. Huancayo / PERÚ. 225 Pág.
- **Arias, J. H., Jaramillo, M. y Rengifo, T. 2007.** *Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble.* Gobierno de Antioquía (Colombia), MANA, CORPOICA, Centro de Investigación “La Selva”, FAO.
- **Chonay P., J.J. 1981.** Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium phaseoli* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Chapingo, México.
- **CIAT 1984.** *Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.).* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
- **CIAT 1982.** *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común.* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
- **CIAT 1980.** *Descripción y daños de las plagas que atacan al frijol.* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
- **ESTRADA RODRÍGUEZ, B.A. 1993.** Evaluación del efecto de tres fertilizantes foliares orgánicos en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la aldea Macanché, Flores, Petén. Investigación EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
- **Flores, E. J. 2004.** *Breve historia de la comida mexicana.* Ed. De bolsillo. México.

- **Fregoni, M. 1986.** Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. Pp. 205 – 211. Foliar fertilization. Proceedings of the first international symposium of foliar fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin.
- **Gallegos-Tintoré, S., J. Pacheco-Aguirre, D. Betancur-Ancona y L. Chel Guerrero. 2004.** Extracción y caracterización de las fracciones proteínicas solubles del grano de *Phaseolus lunatus* L. Arch. Latinoamer. Nutr 54: 81-88.
- **Gavi, R. F. 2004.** Uso de los fertilizantes. Ficha Técnica. SAGAR – Subsecretaria de Desarrollo Rural. 8 p.
- **Gepts, P. y Debouck 1991.** *Origin, domestication and evaluation of the common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. En: A. Van Schoonhoven and O. Voysest, (eds) Common bean research for crop improvement. C. A. B. int. Wallingford, UK and CIAT, Cali, Colombia.
- **Giskin, M.L., A. Trinidad S. y J.D. Etchevers. 1984.** Can the foliar application of essential nutrients decrease fertilizer inputs? Act. VI. International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Vol. 1:239-242. Montpellier, France.
- **Graham, P. H. y Ranilli, P. 1997.** *Common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Field Crops Research. 53(1997): 131-146.
- **Kaya, M., Atak, M., Khawar, K. M., Çiftçi, C. Y. y Özcan, S. 2005.** Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture & Biology, 7 (6):875-878.

- **Kovacs, G. 1986.** The importance of environmental, Plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful.
- **Shehata, S. A., Y. M. Ahmed, E. A. Shalaby, and O. S. Darwish. 2011.** Influence of compost rates and application time on growth, yield and chemical composition of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L). Aust. J. Basic Appl. Sci. 5: 530-536.
- **Ortiz, V. M., 1998.** *El frijol en el estado de Zacatecas.* Gobierno de Estado de Zacatecas.
- **Osuna, C. E. S., 1999.** Evaluacion de la fertilizacion edafica y foliar sobre el desarrollo y rendimiento de frijol de temporal. Informe de Investigacion. 25 p. CEPAP – AGS: INIFAP – SAGAR.
- **Osuna E., T. 1988.** Anatomía y fisiología de la floración forzada en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Manila. Tesis Doctoral. EFRUT-IREGEP-CP. Montecillo, México.
- **Paredes, L. O., Guevara, F. y Bello, L. A. 2006.** *Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas.* Fondo de cultura económico.
- **Pérez I., C. 1988.** Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un Andosol de la Sierra Tarasca, Michoacán. Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Montecillo, México.
- **Prakash, R. and M. Prasad. 2000.** Effect of nitrogen, chlormequat chloride and farmyard manure applied to cotton (*Gossypium hirsutum*) and their residual effect on succeeding wheat *Triticum aestivum* crop.

- **Rodríguez, N., Cano, P., Figueroa, U., Favela, E., Moreno, A., Márquez, C., Ochoa, E. y Preciado, P. 2009.** Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra Latinoamericana 27 (4):319-327.
- **Theunissen, J., P. A. Ndakidemi, and C. P. Laubscher. 2010.** Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. Int. J. Phys. Sci. 5: 1964-1973.
- **Trinidad, S.A. y D. Aguilar, M. 1999.** Fertilización Foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Terra VOL. 17 Num. 3. p. 247 – 255.
- **Torres, D. M. 2000.** Fertilización foliar en soja. Proyecto Fertilizer – INTA. Asociación Civil. 9 p.
- **Zavaleta A, 1992:** «Edafología» Concytec: Lima – Perú

# ARTÍCULO CIENTÍFICO

## RESUMEN

Evaluación de niveles de aplicación foliares con guano de isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), en Mariscal Cáceres – Huancavelica. El objetivo del presente trabajo de investigación fue Conocer el nivel de aplicación foliar a base de guano de isla que promueva el mayor rendimiento en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), var. Canario. El ensayo se realizó durante los meses de setiembre a diciembre de 2014. Los tratamientos utilizados fueron 0%; 2%; 4%; 6% y 8% de Guano de Isla, los mismos que fueron analizados bajo un Diseño Completamente Aleatorio. Las variables fueron: Rendimiento de fruto en vaina verde, porcentaje de flores cuajadas y número de vainas. Según los resultados del rendimiento en Kg en vaina verde el tratamiento de 4% y 6% de guano de isla, reportó el mayor valor; superior y diferente a los tratamientos con 0%, 2% y 8%, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí. Las diferentes dosis de guano de isla en porcentaje de flores cuajadas y número de vainas por planta no presentaron diferencias estadísticas entre sí, pero se obtuvo mejores resultados aplicando 6% de guano isla.

## ABSTRACT

Multilevel evaluation of foliar applications with guano of island in the cultivation of bean (*Phaseolus vulgaris*), in Mariscal Cáceres – Huancavelica. The objective of the present research work was Knowing the level of foliar application based on guano of island that promotes the bigger performance in the cultivation of bean (*Phaseolus vulgaris*), rav. Canary. The essay came true during the months from September to December 2014. The used treatments were 0 %; 2 %; 4 %; 6 % and 8 % of Isla's Guano, the same ones that were analyzed under an Aleatory Design Completely Variables were: Performance of fruit in green pod, percentage of curdled flowers and number of pods. According to the results of the performance in Kg in green pod the treatment of 4 % and 6 % of guano of island, gave the

bigger value; Superior and different did not present the treatments with 0 %, 2 % and 8 %, which statistical differences among themselves. The different doses of guano of island in percentage of curdled flowers and number of pods for plant did not present statistical differences among themselves, but better results applying 6 % of guano island were obtained.

## **INTRODUCCION**

La fertilización foliar a base de guano de isla se puede convertir en una practica común e importante para los productores de frejol de la región, porque mediante esta practica se podrían corregir algunas deficiencias nutricionales de la planta, favorecer el buen desarrollo del cultivo y mejorar el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero si es una practica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o complementar los requerimientos nutricionales del cultivo que no se puede abastecer mediante la fertilización común al suelo.

Con el presente trabajo de investigación se pretende evaluar las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol variedad Canario Centinela en el distrito de Mariscal Cáceres – Huancavelica.

Por tanto, con los resultados del presente trabajo, se pretende producir una mejora en el cultivo de frejol, que lleve a los agricultores a aumentar sus ingresos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo de investigación se efectuó en el Distrito de Mariscal Cáceres, Provincia y Departamento de Huancavelica, Región de Huancavelica, Ubicado a una altitud de 2835 m.s.n.m. se realizó los meses de setiembre a diciembre de 2014. Se utilizó el método de

investigación científica experimental en la cual se evaluó el efecto de la aplicación foliar de Guano de Isla en el rendimiento del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), el experimento se condujo en Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con comparaciones múltiples de TUKEY 0.05; los tratamientos evaluados: **T1:** 0% de guano de isla (0g de GI / 1Lt de Agua), **T2:** 2% de guano de isla (20g de GI / 1Lt de Agua), **T3:** 4% de guano de isla (40g de GI / 1Lt de Agua), **T4:** 6% de guano de isla (60g de GI / 1Lt de Agua), **T5:** 8% de guano de isla (80g de GI / 1Lt de Agua); variable evaluados: rendimiento en fruto de Frejol, porcentaje de flores cuajadas en frejol y numero de vainas por planta en frejol.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de fruto en vaina verde del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en el presente trabajo de investigación el tratamiento N° 03 de 4% de Guano de Isla, reportó el mayor valor, superior y con mínima diferencia a los tratamientos N° 02, 04 y 05 (2%, 6% y 8%) respectivamente, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí, sin embargo superaron ligeramente las medias reportadas por los tratamiento con 4%, 6% y 8% de Guano de Isla, como se observa en el grafico N° 1 el valor mínimo reportó el testigo y 2% de Guano de Isla. El mayor kilogramo de vaina verde se obtuvo con el tratamiento 03 (0.29 Kg./planta) seguida de los tratamientos de 04 (0.28 Kg./planta) y 05 (0.27 Kg./planta) respectivamente.

El porcentaje de flores cuajados en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en el presente trabajo de investigación el tratamiento N° 04 de 6% de Guano de Isla, reportó el mayor valor, superior y con mínima diferencia a los tratamientos N° 02, 03 y 05 (2%, 4% y 8%) respectivamente, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí, sin embargo superaron ligeramente las medias reportadas por los tratamiento con 2%, 4% y 8% de Guano de Isla, como se observa en el grafico N° 2 el valor mínimo reportó el testigo y 2% de Guano de Isla. El mayor porcentaje de flores cuajados se obtuvo con el tratamiento 04 (75.92% de flores cuajados/planta) seguida del tratamiento de 05 (73.24% de flores cuajados/planta) respectivamente.

El número de vainas por planta en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en el presente trabajo de investigación el tratamiento N° 04 de 6% de Guano de Isla, reportó el mayor valor, superior y con mínima diferencia a los tratamientos N° 02, 03 y 05 (2%, 4% y 8%) respectivamente, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí, sin embargo superaron ligeramente las medias reportadas por los tratamientos con 2%, 4% y 8% de Guano de Isla, como se observa en el gráfico N° 2 el valor mínimo reportó el testigo y 2% de Guano de Isla. El mayor número de vaina verde se obtuvo con el tratamiento 04 (75.92% de flores cuajados/planta) seguida del tratamiento de 05 (73.24% de flores cuajados/planta) respectivamente.

## CONCLUSIONES

- Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos en los tres parámetros evaluados tales como: rendimiento en vaina verde, porcentaje de flores cuajados y número de vaina, por lo que es indiferente el uso de cualquiera de estas dosis utilizadas.
- Todos los tratamientos evaluados fueron superiores en promedios al testigo en cuanto al rendimiento de vaina verde, porcentaje de flores cuajadas y número de fruto por planta.
- Se obtuvieron mejores resultados en el rendimiento de vaina verde con la aplicación foliar de guano de isla con las dosis de 4% (0.29 Kg/planta) y 6% (0.28 Kg/planta) respectivamente.
- Se obtuvo el mejor resultado en porcentaje de flores cuajados con la aplicación foliar de guano de isla con la dosis de 6% (75.92%/planta).
- Se obtuvo el mejor resultado en número de vainas con la aplicación foliar de guano de isla con la dosis de 6% (34.625/planta).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **Azabache Leytón, A. (2003).** Fertilidad de Suelos. Para una agricultura sostenible. Primera Edición. Ediciones "U.N.C.P.". Huancayo / PERÚ. 225 Pág.
- **Arias, J. H., Jaramillo, M. y Rengifo, T. 2007.** *Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble.* Gobierno de Antioquía (Colombia), MANA, CORPOICA, Centro de Investigación "La Selva", FAO.
- **Chonay P., J.J. 1981.** Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium phaseoli* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Chapingo, México.
- **CIAT 1984.** *Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.).* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
- **CIAT 1982.** *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común.* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
- **CIAT 1980.** *Descripción y daños de las plagas que atacan al frijol.* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
- **ESTRADA RODRÍGUEZ, B.A. 1993.** Evaluación del efecto de tres fertilizantes foliares orgánicos en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la aldea Macanché, Flores, Petén. Investigación EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
- **Flores, E. J. 2004.** *Breve historia de la comida mexicana.* Ed. De bolsillo. México.

- **Fregoni, M. 1986.** Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. Pp. 205 – 211. Foliar fertilization. Proceedings of the first international symposium of foliar fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin.
- **Gallegos-Tintoré, S., J. Pacheco-Aguirre, D. Betancur-Ancona y L. Chel Guerrero. 2004.** Extracción y caracterización de las fracciones proteínicas solubles del grano de *Phaseolus lunatus* L. Arch. Latinoamer. Nutr 54: 81-88.
- **Gavi, R. F. 2004.** Uso de los fertilizantes. Ficha Técnica. SAGAR – Subsecretaría de Desarrollo Rural. 8 p.
- **Gepts, P. y Debouck 1991.** *Origin, domestication and evaluation of the common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. En: A. Van Schoonhoven and O. Voyses, (eds) Common bean research for crop improvement. C. A. B. int. Wallingford, UK and CIAT, Cali, Colombia.
- **Giskin, M.L., A. Trinidad S. y J.D. Etchevers. 1984.** Can the foliar application of essential nutrients decrease fertilizer inputs? Act. VI. International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Vol. 1:239-242. Montpellier, France.
- **Graham, P. H. y Ranilli, P. 1997.** *Common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Field Crops Research. 53(1997): 131-146.
- **Kaya, M., Atak, M., Khawar, K. M., Çiftçi, C. Y. y Özcan, S. 2005.** Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture & Biology, 7 (6):875-878.

- **Kovacs, G. 1986.** The importance of environmental, Plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful.
- **Shehata, S. A., Y. M. Ahmed, E. A. Shalaby, and O. S. Darwish. 2011.** Influence of compost rates and application time on growth, yield and chemical composition of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L). Aust. J. Basic Appl. Sci. 5: 530-536.
- **Ortiz, V. M., 1998.** *El frijol en el estado de Zacatecas.* Gobierno de Estado de Zacatecas.
- **Osuna, C. E. S., 1999.** Evaluacion de la fertilizacion edafica y foliar sobre el desarrollo y rendimiento de frijol de temporal. Informe de Investigacion. 25 p. CEPAP – AGS: INIFAP – SAGAR.
- **Osuna E., T. 1988.** Anatomía y fisiología de la floración forzada en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Manila. Tesis Doctoral. EFRUT-IREGEP-CP. Montecillo, México.
- **Paredes, L. O., Guevara, F. y Bello, L. A. 2006.** *Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas.* Fondo de cultura económico.
- **Pérez I., C. 1988.** Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un Andosol de la Sierra Tarasca, Michoacán. Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Montecillo, México.
- **Prakash, R. and M. Prasad. 2000.** Effect of nitrogen, chlormequat chloride and farmyard manure applied to cotton (*Gossypium hirsutum*) and their residual effect on succeeding wheat *Triticum aestivum* crop.

- **Rodríguez, N., Cano, P., Figueroa, U., Favela, E., Moreno, A., Márquez, C., Ochoa, E. y Preciado, P. 2009.** Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana* 27 (4):319-327.
- **Theunissen, J., P. A. Ndakidemi, and C. P. Laubscher. 2010.** Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. *Int. J. Phys. Sci.* 5: 1964-1973.
- **Trinidad, S.A. y D. Aguilar, M. 1999.** Fertilización Foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra* VOL. 17 Num. 3. p. 247 – 255.
- **Torres, D. M. 2000.** Fertilización foliar en soja. Proyecto Fertilizer – INTA. Asociación Civil. 9 p.
- **Zavaleta A, 1992:** «Edafología» Concytec: Lima – Perú

## **ANEXOS**

**Cuadro 04. Datos reales obtenidos en campo del rendimiento del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario en Kg por planta.**

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>BLOK I</b>	0.27	0.26	0.29	0.28	0.30
<b>BLOK II</b>	0.25	0.28	0.26	0.27	0.25
<b>BLOK III</b>	0.26	0.28	0.29	0.29	0.26
<b>BLOK IV</b>	0.22	0.24	0.30	0.27	0.29
<b>suma</b>	<b>0.99</b>	<b>1.06</b>	<b>1.15</b>	<b>1.12</b>	<b>1.09</b>
<b>Promedio</b>	<b>0.25</b>	<b>0.27</b>	<b>0.29</b>	<b>0.28</b>	<b>0.27</b>

**Cuadro 05. Datos reales obtenidos en campo del porcentaje de flores cuajados con las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario.**

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>BLOK I</b>	67.39	74.19	70.24	77.55	82.56
<b>BLOK II</b>	68.63	71.88	86.05	78.13	66.67
<b>BLOK III</b>	51.32	69.57	55.21	73	85.23
<b>BLOK IV</b>	59.32	71.28	73.08	75	58.49
<b>suma</b>	<b>246.66</b>	<b>286.92</b>	<b>284.58</b>	<b>303.68</b>	<b>292.95</b>
<b>Promedio</b>	<b>61.665</b>	<b>71.73</b>	<b>71.145</b>	<b>75.92</b>	<b>73.2375</b>

**Cuadro 06: Datos transformado del cuadro número 05**

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>BLOK I</b>	1.93	2.08	1.99	2.15	2.28
<b>BLOK II</b>	1.95	2.02	2.38	2.17	1.91
<b>BLOK III</b>	1.6	1.97	1.67	2.05	2.35
<b>BLOK IV</b>	1.76	2.01	2.05	2.09	1.74
<b>suma</b>	<b>7.24</b>	<b>8.08</b>	<b>8.09</b>	<b>8.46</b>	<b>8.28</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.81</b>	<b>2.02</b>	<b>2.0225</b>	<b>2.115</b>	<b>2.07</b>

**Cuadro 07. Datos reales obtenidos en campo del numero de vaina por planta con las diferentes dosis de aplicación foliar a base de Guano de Isla en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*), Var. Canario.**

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>BLOK I</b>	15.5	23	29.5	38	35.5
<b>BLOK II</b>	35	34.5	37	25	28
<b>BLOK III</b>	19.5	32	26.5	36.5	37.5
<b>BLOK IV</b>	29	33.5	28.5	39	31
<b>suma</b>	<b>99</b>	<b>123</b>	<b>121.5</b>	<b>138.5</b>	<b>132</b>
<b>Promedio</b>	<b>24.75</b>	<b>30.75</b>	<b>30.375</b>	<b>34.625</b>	<b>33</b>

**Cuadro 08: Datos transformado del cuadro número 07**

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>BLOK I</b>	3.94	4.80	5.43	6.16	5.96
<b>BLOK II</b>	5.92	5.87	6.08	5.00	5.29
<b>BLOK III</b>	4.42	5.66	5.15	6.04	6.12
<b>BLOK IV</b>	5.39	5.79	5.34	6.24	5.57
<b>suma</b>	<b>19.65</b>	<b>22.11</b>	<b>22.00</b>	<b>23.45</b>	<b>22.94</b>
<b>Promedio</b>	<b>4.91</b>	<b>5.53</b>	<b>5.50</b>	<b>5.86</b>	<b>5.74</b>

## **PANEL FOTOGRÁFICO**



**FOTO N° 1: ÁREA EXPERIMENTAL DE FREJOL EN MACETAS**



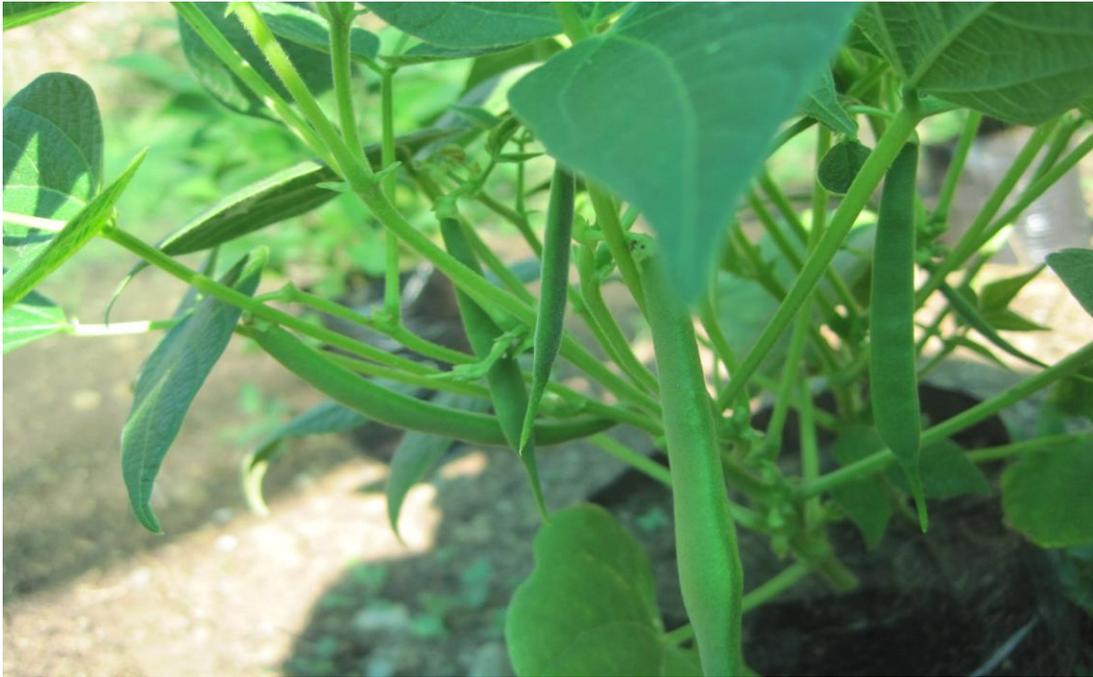
**FOTO N° 2: PLANTAS DE FREJOL EMERGIDAS Y EN ETAPA DE CRECIMIENTO**



**FOTO N°3: PLANTAS EN ETAPA DE FLORACIÓN Y FORMACIÓN DE VAINAS**



**FOTO N°4: EVALUACIÓN DE PORCENTAJE DE FLORES CUAJADOS**



**FOTO N° 5: EVALUACIÓN DE PORCENTAJE DE FLORES CUAJADOS**



**FOTO N° 6: EVALUACIÓN DEL NÚMERO DE FRUTO POR PLANTA**



**FOTO N° 7: EVALUACIÓN DEL NÚMERO DE FRUTO POR PLANTA**



**FOTO N° 8: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE FRUTO EN VAINA VERDE**



**FOTO N° 9: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE FRUTO EN VAINA VERDE**



**FOTO N° 9: RENDIMIENTO DE FREJOL VAR. CANARIO EN VAINA VERDE**