

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**“NIVELES DE GUANO DE ISLAS EN EL RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE FRIJOL CARAOTA (*Phaseolus vulgaris* L.),
CANAAN - 2735 msnm, AYACUCHO”**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AGRONOMA

Presentado por:

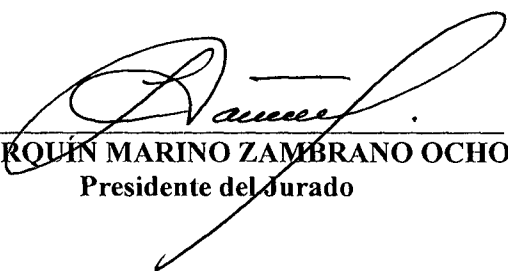
Gladys Pareja Huayhua

AYACUCHO – PERU

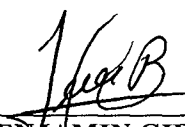
2011

**“NIVELES DE GUANO DE ISLAS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE
FRIJOL CARAOTA (*Phaseolus vulgaris* L.) CANAAN – 2735 msnm,
AYACUCHO”**

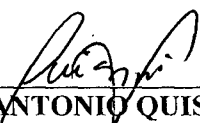
Recomendado : 16 de noviembre de 2011
Aprobado : 20 de diciembre de 2011



DR. LURQUÍN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Presidente del Jurado



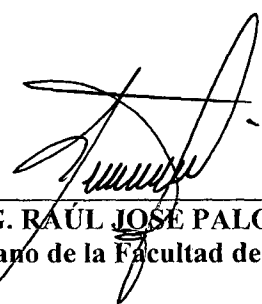
ING. JUAN BENJAMIN GIRÓN MOLINA
Miembro del Jurado



M.Sc. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Miembro del Jurado



M.Sc. ALEX LÁZARO TINEO BERMÚDEZ
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

*A mis padres Fortunato y Antonia, con
cariño e infinita gratitud por su abnegado
esfuerzo y sacrificio en la culminación de
mis estudios.*

*A mis hermanos: Lidia, Antonio (†), Raúl, Alfredo,
Manuel y Marleni ejemplo de voluntad,
perseverancia y por hacer más perfecto aquello
en lo que creo.*

*A mis sobrinos, por su cariño y por ser
fuente de mi inspiración en la lucha diaria
para el logro de mis objetivos.*

*A mis amigos y amigas por su apoyo constante y
desinteresado para la culminación del presente
trabajo.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, por haberme acogido y formado profesionalmente.

A todos mis profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus sabias enseñanzas, en mi formación profesional.

Al Ing. Juan Benjamín Girón Molina, gestor y asesor del presente trabajo, por su apoyo desinteresado en el inicio, desarrollo y conclusión del presente trabajo.

Al Ing. José Antonio Quispe Tenorio e Ing. Wilfredo Ayala Zaga, por sus aportes y consejos en la realización del presente trabajo.

Al Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) y al equipo selecto de profesionales que ahí laboran.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente me brindaron su apoyo e hicieron posible la culminación del presente trabajo.

INDICE

Página

INTRODUCCION

CAPITULO I.REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1.	Origen y distribución geográfica	1
1.2.	Importancia del cultivo	1
1.3.	Clasificación taxonómica	4
1.4.	Descripción morfológica	4
1.5.	Habito de crecimiento	11
1.6.	Etapa de llenado de granos	13
1.7.	Aspectos climáticos y edáficos	15
1.8.	Fertilidad	18
	1.8.1. Papel de los macronutrientes	19
	1.8.2. Extracción de nutrientes por el cultivo	24
1.9.	Materia orgánica	24
	1.9.1. Mineralización de la materia orgánica	26
	1.9.2. Estiércol	28
	1.9.3. Guano de Islas	29
	1.9.4. Propiedades del Guano de Islas	32
	1.9.5. Utilización como abono	32
1.10.	MANEJO AGRONÓMICO	33
	1.10.1. Preparación del terreno	33
	1.10.2. Selección de semilla	34
	1.10.3. Siembra	34
	1.10.4. Riego	35
	1.10.5. Abonamiento	36

1.10.6. Labores culturales	37
1.10.7. Aporque	37
1.10.8. Crecimiento y desarrollo	38
1.10.9. Accidentes, plagas y enfermedades	38
1.10.10. Cosecha	40
1.11. RENDIMIENTO	40

CAPITULO II. MATERIALES Y METODOS

2.1. DESCRIPCION DEL CAMPO EXPERIMENTAL	43
2.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS	44
2.3. VARIEDAD DE FRIJOL	48
2.4. FACTOR DE ESTUDIO	48
2.5. TRATAMIENTO	48
2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	48
2.7. CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	49
2.8. INSTALACION Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO	51
2.9. PARAMETROS EVALUADOS	53

CAPITULO III. RESULTADO Y DISCUSION

3.1. COMPONENTES DE PRECOCIDAD	56
3.1.1. Días a la emergencia	56
3.1.2. Primera hoja trifoliada	57
3.1.3. Tercera hoja trifoliada	59
3.1.4. Floración	60
3.1.5. Madurez fisiológica	63

3.1.6. Madurez de cosecha	64
3.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO	68
3.2.1. Altura de planta	68
3.2.2. Número de vainas por planta	68
3.2.3. Longitud de vaina	72
3.2.4. Número de granos por vaina	73
3.2.5. Peso de 1000 semillas	75
3.2.6. Rendimiento de grano seco	77
3.3. REGRESION Y CORRELACION DE LOS PARAMETROS DE RENDIMIENTO	80
3.3.1. Efecto del abonamiento en el rendimiento	80
3.3.2. Correlación entre caracteres	83
3.4. ESTUDIO ECONOMICO	86
 CAPTITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1. CONCLUSIONES	89
4.2. RECOMENDACIONES	90
 RESUMEN	91
BIBLIOGRAFIAS	94
ANEXOS	99

INTRODUCCION

Uno de los problemas actuales de la humanidad es el desabastecimiento de alimentos por el crecimiento poblacional; frente a esta realidad hay la necesidad de realizar trabajos de investigación que conlleven a incrementar los niveles de producción y productividad de los cultivos, con una inversión económica razonable y rentable.

El frijol es una leguminosa de grano muy importante para la alimentación, humana, por contener proteínas, carbohidratos, minerales, vitaminas y antocianinas cuya actividad antioxidante previene enfermedades como el cáncer, arterosclerosis e inflamaciones. Este productos es básicos para la alimentación de poblaciones rurales principalmente de la Sierra (CIAT, 1985).

El Guano de Islas es un abono natural, mejor dotado de nutrientes, la elevada concentración de materia orgánica lo hace superior a los fertilizantes tradicionales, libre de contaminantes y más barato que mejora los suelos (Proabonos, 2003).

Para aprovechar el valor del frijol en la economía agrícola, se debe incrementar los rendimientos por hectárea. Los beneficios de emplear la

ciencia y la tecnología moderna, harán aumentar el volumen de la cosecha y reducir el costo neto de producción por kg. Por lo tanto es posible mejorar la calidad de la dieta rural y producir una cosecha comercial remunerada que tenga demanda en el plan de exportación y a escala doméstica (Litzenberger, 1976).

El cultivo de frijol alcanzó una superficie total de 14899 has, con una producción total de 16907 tn y un rendimiento promedio de 1136 kg.ha⁻¹, según la Dirección de Información Agraria, el año 2008, en Ayacucho, el frijol se sembró en una superficie de 1630 has, con una producción de 1655 tn, lo que dio un rendimiento promedio de 1120 kg.ha⁻¹.

El alto precio de los fertilizantes y su gran influencia en el aumento de los rendimientos de esta leguminosa indican la importancia de hacer un uso racional del Guano de Islas, de acuerdo a la necesidad de cada suelo y cultivo en las distintas zonas, razón por la cual se estableció el presente experimento para probar los niveles de Guano de Islas y favorecer a los agricultores es sus costos de producción e incentivar la agricultura ecológica. Por las consideraciones expuestas, se planteó el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

1. Determinar la influencia de niveles del Guano de Islas en el rendimiento del cultivo de frijol caraota.
2. Determinar el mejor nivel de Guano de Islas en el rendimiento del cultivo de frijol caraota.
3. Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos en estudio.

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

Según los reportes de Valladolid y otros (1998), no se conoce exactamente el centro de origen del frijol; es una especie de origen americano, de los genocentros, VII y VIII de VAVILOV, es decir México, América Central y Perú - Ecuador - Bolivia, como centros de dispersión.

Según el CIAT (1984) y Debouck (1993), el caraota o frijol negro es originario de América, siendo México como el más probable centro de origen o centro de diversificación primaria hasta el noreste de Argentina, debido a los hallazgos arqueológicos que registran unos 7000 años de antigüedad y en América del Sur fue conocido hace 5000 años.

1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO.

a. Importancia alimenticia

Según Chumbiauca (1982), el frijol es una leguminosa cuyo grano es

una fuente de alimentación proteica de gran importancia en la dieta alimenticia de la población de bajos recursos económicos, este grano contiene 24% de proteínas de alta digestibilidad, es un alimento de alto valor energético, contiene alrededor de 60% de carbohidratos totales y aporta cantidades importantes de minerales (Ca, Mg, Fe), Vitaminas A, B1-Tiamina, B2-Rivoflavina, C-ácido ascórbico.

Maroto (1986), reporta la siguiente composición nutritiva.

Tabla 1. Componentes nutritivos de diferentes tipos de frijol

Componentes	TIPOS		
	<i>Amarillo</i>	<i>Bayo</i>	<i>Negro (Caraota)</i>
Agua (g)	7.5	10.1	12
Proteínas (g)	14.2	22.7	24
Grasas (g)	1.7	1.8	2.5
Cenizas (g)	5.2	4	3.9
Carbohidratos totales	71.4	61.4	59.8
Energía (Kcal)	358	353	349
Colesterol(mg)	0	0	0
Sodio (mg)	12	25	215
Potasio (mg)	1,042.00	1,038.00	1,042.00
Calcio (mg)	347	200	183
Fósforo (mg)	488	247	352
Hierro (mg)	4.8	5.7	4.7
Zinc (mg)	2.8	2.5	3.7
Vitamina A (µ g)	1	0	0
Tiamina (mg)	0.62	0.69	0.63
Riboflavina (mg)	0.12	0.14	0.17
Niacina (mg)	2.1	1.7	1.8

Fuente: CEPAL, <http://www.rlc.fao.org/bases/alimento>.

b. Importancia medicinal

La presencia de antocianinas en la testa del frijol negro el cual pertenecen al grupo de los compuestos fenólicos, particularmente de los flavonoides tiene una gran actividad antioxidante que inhibe los

radicales libres, previniendo enfermedades como el cáncer, arterosclerosis e inflamaciones. (Takeoka *et al.*, 1997).

c. Importancia en el comercio

En términos generales, la siembra de frijoles es una actividad que está en manos de pequeños productores, muchos de los cuales son de subsistencia, caracterizándose por contar con pocos recursos y bajos niveles de tecnología, poca o ninguna organización y poco conocimiento del mercado nacional e internacional.

La producción nacional no logra cubrir la demanda interna del producto en cada país por lo que debe ser cubierta con importaciones intrarregionales y extrarregionales, siendo los principales países de origen: Estados Unidos, México, Canadá y Chile.

d. Importancia agronómica

Por ser una leguminosa tiene la cualidad de realizar la actividad simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (*Rhizobium phaseoli*) y así contribuye gratuitamente a mejorar la fertilidad de los suelos (Litzenberger 1976 y Parsons 1981).

En cuanto al nitrógeno ciertas bacterias del suelo y otros organismos fijan el nitrógeno atmosférico como parte de sus procesos vitales. Dos distintos tipos son los organismos responsables: los simbióticos y los no simbióticos. Las bacterias suplen parte del N que necesita la planta pero, generalmente no más de 50 – 70% de las necesidades. (Graham, 1978).

1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Ospima (1980), taxonómicamente clasifican al cultivo de frijol de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal.
División	: Fanerógamas.
Subdivisión	: Angiospermas.
Clase	: Dicotiledóneas.
Orden	: Rosales.
Familia	: Leguminosae.
Sub. Familia	: Papilionoidae
Tribu	: Phaseolae
Subtribu	: Phaseolinae.
Género	: Phaseolus
Especie	: <i>Phaseolus vulgaris</i> L.
Nº cromosómico	: $2n = 22$.
Nombres comunes	: Frijol, poroto, caraota, judía, alubia, etc.

1.4. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.

a) Raíz

De acuerdo al CIAT (1984), el sistema radicular está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal. A los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales, se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz.

El frijol, es un cultivo anual, de germinación epigea, posee una raíz central bien desarrollada y fasciculada que crece rápidamente alcanzando una profundidad de 0.90 a 2 m. (Kay, 1979).

b) Tallo

De acuerdo a Cubero (1983) y Litzenberger (1976), el tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. Desde la germinación y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristemo tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos. Un nudo es el punto de inserción de las hojas o de los cotiledones en el tallo. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas y puede ser erecto, semipostrado y postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad.

El CIAT (1984), menciona que el tallo presenta un desarrollo característico en su parte terminal, con dos probabilidades, que depende del hábito de crecimiento de la variedad. Una que termina en una inflorescencia y el tallo cesa su crecimiento siendo la planta de hábito de crecimiento determinado. En la otra el tallo presenta en su parte terminal un meristemo vegetativo que le permite eventualmente seguir creciendo, formando más nudos y entrenudos, en este caso la planta es de hábito de crecimiento indeterminado.

c) Ramas

Las ramas se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en las axilas, formadas por el pulvínulo de una hoja y el tallo o rama, aunque también se localizan en la inserción de los cotiledones. El predominio de ramas o inflorescencias depende del hábito de crecimiento y de la parte de la planta considerada.

d) Hojas

Las hojas del frijol son de dos tipos, simples y compuestas y están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada.

Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del frijol, tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. En la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular que siempre son visibles. (CIAT, 1984).

e) Inflorescencia

Las inflorescencias pueden ser terminales o axilares. Desde el punto de vista botánico, se consideran como racimos de racimos, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis. 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).

f) Flor

La flor del frijol es una típica flor papilionácea. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. En su estado final, la corola, que aún está cerrada, sobresale, y las bractéolas cubren sólo el cáliz. Cuando ocurre el fenómeno de antesis la flor se abre. Las características de la flor son las siguientes:

- El cáliz posee 5 dientes triangulados dispuestos en dos grupos.
- En la base del cáliz hay dos bractéolas ovoides que persisten hasta poco después de la floración.
- La corola es pentámera y papilionácea, con dos pétalos soldados por su base. En ella se distinguen el pétalo más sobresaliente o estandarte, que puede ser de color blanco, verde, rosado o púrpura y que, generalmente, se torna amarillo después de la fecundación, y dos alas cuyo color puede ser blanco, rosado o púrpura. En general, las alas son más oscuras que las otras partes de la corola.
- La otra parte es la quilla, que tiene forma de espiral muy cerrada y compuesta por dos pétalos completamente unidos.

- El androceo está formado por nueve estambres soldados en su base por un tubo, y un estambre libre llamado vexilar.
- El gineceo incluye el ovario comprimido, el estilo encorvado y el estigma interno lateral terminal.

Según el CIAT (1984), la morfología floral del frijol favorece el mecanismo de autopolinización, ya que las anteras están al mismo nivel del estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce el derrame del polen (antesis), éste cae directamente sobre el estigma.

g) Vainas

Las vainas o legumbres corresponden a frutos compuestos por dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido; en la unión de las valvas aparecen dos suturas, una dorsal o placentar y una ventral. Los óvulos, que corresponden a las futuras semillas, se presentan dispuestos en forma alterna en las dos valvas de las vainas. Las vainas pueden ser de diversos colores, dependiendo de la variedad.

Durante los primeros 3 a 4 días de crecimiento de las vainas, éstas se elongan lentamente (0.3 a 0.4 cm. por día), portando rudimentos florales en su parte apical. Posteriormente, la elongación de las vainas comienza a ser más rápida, llegando a incrementarse hasta en más de 1 cm. por día, en la segunda mitad del período de crecimiento. Las vainas que pueden ser planas o cilíndricas, alcanzan al estado verde una longitud promedio, que según el cultivar y las condiciones de manejo, puede fluctuar entre 9 y 16 cm.

El número original de óvulos por vaina varía generalmente entre cuatro y siete; el aborto de granos, que puede ocurrir por distintas causas, determina que las vainas lleguen a veces a lograr un menor número de granos que el potencial que presentaban de acuerdo al número de óvulos expresados.

h) Semillas

La semilla no posee albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Las semillas de frijol presentan una gran variación de colores, formas y tamaños; entre los colores se puede señalar el blanco, el amarillo, el beige, el café, el rojo, el negro o combinaciones de algunos de ellos; las formas, en tanto, pueden ser cilíndricas, arriñonadas, esférica, ovaladas, etc. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de frijol.

Las partes externas más importantes de la semilla, se detallan a continuación:

- Testa o cubierta: corresponde a la capa secundaria del óvulo.
- Hilum: corresponde a la cicatriz dejada por el funículo; esta última estructura conecta la semilla con la placenta.
- Micrópilo: corresponde a una abertura natural existente en la semilla localizada cerca del hilum, permite la absorción de agua para el proceso de germinación.
- Rafe: corresponde a un lóbulo que proviene de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo.

Bajo la testa, la semilla presenta dos cotiledones y un eje embrionario; éste último está formado por la radícula, el hipocotilo, el epicotilo, la plúmula y las dos hojas primarias o unifoliadas.

Internamente, la semilla está constituida por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula de la semilla de frijol.

Imagen 1: Composición externa

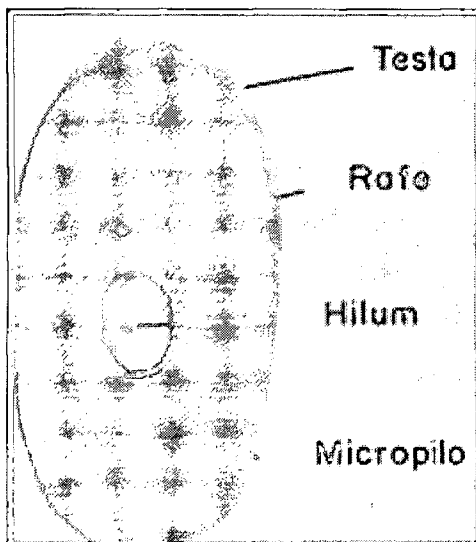
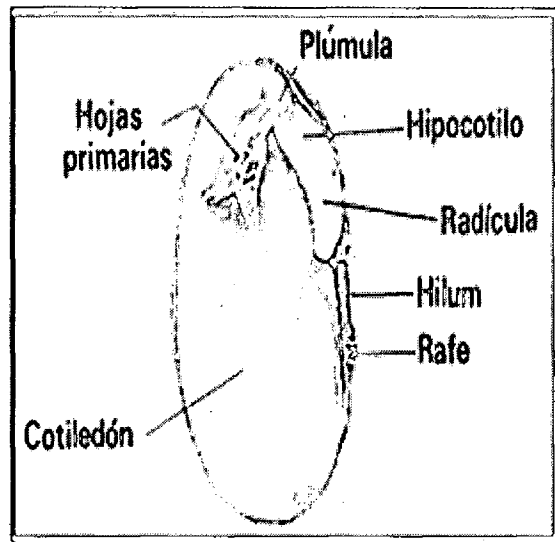


Imagen 2: Composición interna



Fuente: CIAT 1984.

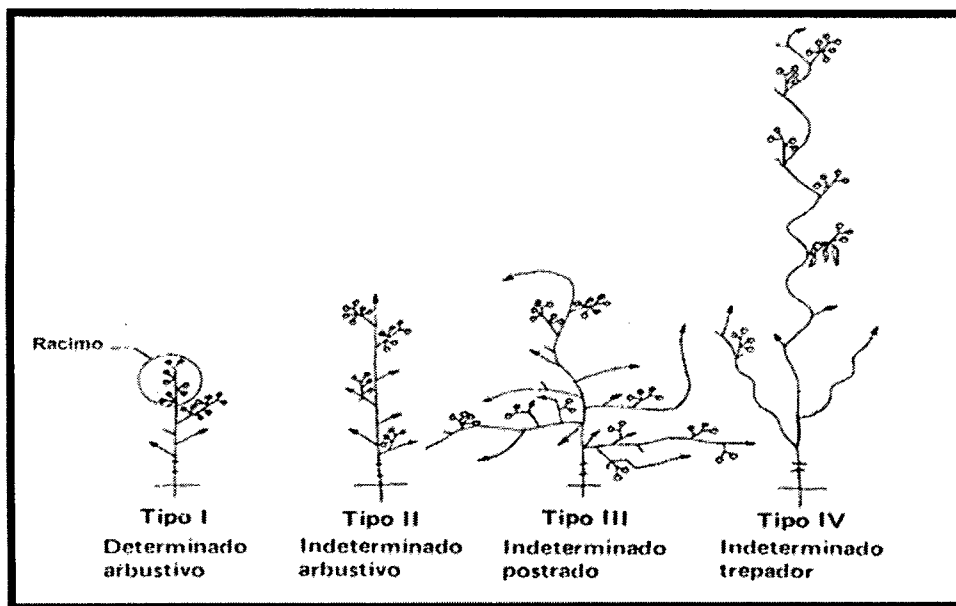
White e Izquierdo (1989), indican como las posibles causas de la abscisión en el frijol caraota lo siguiente:

- 1) Falta de fertilización de los óvulos, debido a la ineficiente autopolinización.
- 2) Estrés hídrico, altas y bajas temperaturas.
- 3) Competencia entre órganos (vainas) en desarrollo por elementos nutritivos como N, P, carbohidratos y otros nutrientes.

En este sentido, la producción de etileno y ácido abscísico ocasiona la caída de legumbres en desarrollo dentro de un racimo, por efecto de las legumbres más viejas cuya demanda por fotoasimilados es más exitosa. En las vainas también ocurre disminución en la capacidad de demanda por aborto de óvulos individuales y embriones en desarrollo (CIAT, 1984).

1.5. HÁBITO DE CRECIMIENTO.

Según estudios hechos por el CIAT (1984), se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales.



Esquema de los cuatro tipos de hábitos de crecimiento

1) Tipo I: Hábito de crecimiento determinado arbustivo: con las siguientes características:

- El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada.
- En general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos.

- La altura puede variar entre 30 y 50 cm; sin embargo, hay casos de plantas enanas, más cortas.
- La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

2) Tipo II: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo: con las siguientes características:

- Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.
- Pocas ramas, pero con un número superior al tipo I, y generalmente cortas con respecto al tallo.
- El número de nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I, generalmente más de 12.
- Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

3) Tipo III: Hábito de crecimiento indeterminado postrado: cuyas plantas presentan las siguientes características:

- Plantas postradas con ramificación bien desarrollada.
- La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80 cm.
- El número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo la longitud de los entrenudos, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías.

- El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora.

4) Tipo IV: Hábito de crecimiento indeterminado trepador: Se considera que las plantas de este tipo de hábito de crecimiento son las del típico hábito trepador. Poseen las siguientes características:

- A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que se traduce en su habilidad trepadora.
- Las ramas muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical.
- El tallo, el cual puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de 2 m. de altura con un soporte adecuado.
- La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración.

1.6. ETAPA DE LLENADO DE GRANOS.

Los granos inician su crecimiento poco antes que las vainas alcancen su máxima longitud; sin embargo, el crecimiento hasta ese momento es muy escaso, lo que permite, en los cultivares destinados a la obtención de

poroto verde, la cosecha de vainas aptas para el consumo en ese estado. Posteriormente, el crecimiento de los granos se hace bastante más rápido, lo que determina que una vaina en estado óptimo para su consumo en verde, se sobre maduró en un plazo máximo de 2 a 3 días.

Desde que se sobrepasa el estado de máxima longitud de las vainas, los granos crecen rápidamente, haciendo que las vainas presenten abultamientos característicos. El crecimiento de los granos, hasta alcanzar el estado de poroto granado (70 a 73% de humedad), se basa fundamentalmente en una acumulación de carbohidratos. Estos continúan acumulándose en forma importante, junto a las proteínas, hasta que se alcanza el estado de madurez fisiológica.

El estado de madurez fisiológica o término de crecimiento de los granos, se alcanza cuando éstos logran una humedad de 52 a 54% como promedio de ahí en adelante los granos van gradualmente adquiriendo los colores característicos de cada cultivar, para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica.

El tiempo requerido para que las vainas alcancen su longitud máxima, es generalmente similar al que se requiere para que los granos completen su desarrollo (estado de madurez fisiológica). Es común que muchos cultivares, a partir del momento en que sus semillas alcanzan un 14% de humedad, presenten dehiscencia espontánea de semillas; esta situación se relaciona con los tipos de textura que poseen las vainas, los cuales se detallan a continuación:

- **Pergaminosa:** se caracteriza por la presencia de fibras fuertes en la unión de las valvas, lo que induce una marcada dehiscencia en la maduración. Los cultivares con este tipo de textura son los más comunes y corresponden a aquellos que se cultivan exclusivamente para la cosecha de grano seco.
- **Coriácea:** se caracteriza por llegar a producir una separación leve de las dos suturas, sin que haya separación total de las dos valvas.
- **Carnosa o no fibrosa:** la vaina es casi indehiscente y las valvas no poseen fibra; este es el caso de las vainas correspondientes a los cultivares de poroto verde cilíndrico.

1.7. ASPECTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS.

1.7.1. Factores climáticos

Ríos (2002) y Quirós (2002), indican que los factores climáticos, como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables.

A. Temperatura.

White, citado por Ríos y Quirós (2002), indica que la planta de frijol crece bien en temperaturas promedio entre 15°C y 27°C. En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas (5°C o

40°C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles.

B. Vientos.

Los vientos secos, calientes y fuertes dañan a las plantas y durante la floración causan caídas de flores, dando lugar a producciones bajas y maduración desigual de las semillas (Kay, 1979 y Mateo, 1961).

C. Luz.

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días.

D. Agua.

Según Ríos y Quirós (2002), está demostrado que el frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias. El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura.

Los mejores rendimientos en frijol arbustivo se obtienen cuando la precipitación es de aproximadamente 300 a 400 mm. bien distribuidos en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo.

El PITTA – Frijol (2009), menciona que la falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades. El frijol es más productivo en zonas donde la humedad es menor, porque se reduce el ataque de plagas y enfermedades.

1.7.2. Factores edáficos

A. SUELOS.

Ríos (2002) y Quirós (2002), mencionan que las condiciones físicas y químicas de los suelos donde se cultiva el frijol son muy variables. Ello muestra que el frijol tiene la habilidad de adaptarse a una gran cantidad de condiciones de suelo y topografía. Por lo general, se siembra en zonas de montaña y también en los valles interandinos.

PITTA – Frijol (2009), recomienda que los suelos para el cultivo de frijol sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1.5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limosos y franco arcilloso ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo.

Se debe evitar sembrar en suelos ácidos, con contenidos altos en manganeso y aluminio y bajos en elementos menores. El pH óptimo

para frijol está comprendido entre 6.5 y 7.5 aunque es tolerante a pH entre 4.5 y 8.2.

1.8. FERTILIDAD.

El suelo es un depósito de nutrientes que la planta absorbe con cada ciclo de cultivo, por lo tanto es necesario aplicar fertilizantes para obtener buenos rendimientos. Entre los nutrientes más importantes para lograr buenos rendimientos, tenemos el nitrógeno, fósforo y el potasio, los cuales debemos suministrar tomando en cuenta el tipo de suelo. Los fertilizantes deben ser de rápida asimilación debido al breve ciclo vegetativo de la planta.

Castilla (1995), manifiesta que no todo el abono que se aplica al suelo lo aprovecha la planta, parte del nitrógeno se pierde por lixiviación o fijación, mientras que gran parte de Fósforo aplicado se fija en el suelo. Por tanto, la cantidad a aplicar de estos elementos puede sobrepasar varias veces la cantidad extraída por la planta. Las necesidades de fertilización para algún suelo específico debe basarse en los análisis de suelo, plantas o a través de ensayos de fertilizantes, recomienda fertilizar con la siguiente dosis de acuerdo a la fertilidad de suelo:

a.- Fertilizantes Nitrogenados

- En suelos con contenido bajo de M.O: dosis de 60-80 kg N.ha⁻¹.
- En suelos con contenido medio de M.O: dosis de 40-60 kg N.ha⁻¹.
- En suelos con contenido alto de M.O: dosis de 00-40 kg N.ha⁻¹.

b.- Fertilizantes Fosfatados

- En suelos con contenido bajo de fósforo: dosis de 40-60 kg P.ha⁻¹.
- En suelos con contenido medio de fósforo: dosis de 20-40 kg P.ha⁻¹.
- En suelos con contenido alto de fósforo: no se recomienda aplicar.

c.- Fertilizantes Potásicos:

- En suelos con contenido bajo de potasio: dosis de 40-60 kg K.ha⁻¹.
- En suelos con contenido medio de potasio: dosis de 20-40 kg K.ha⁻¹.
- En suelos con contenido alto de potasio: dosis de 00-20 kg K.ha⁻¹.

Graham (1978), sostiene que en el frijol, debe tomarse en cuenta posible fijación de nitrógeno atmosférico por bacterias del género *Rhizobium*; la cantidad que puede aprovecharse varía de 60 a 120 kg de N/ha.

1.8.1. PAPEL DE LOS MACRONUTRIENTES

a) NITRÓGENO

Robles (1979), afirma que el frijol es uno de los cultivos que pueden abastecer parcialmente sus propias necesidades de nitrógeno; por lo cual, es considerado como poco sensible a la fertilización nitrogenada. Sin embargo, cada región agrícola mostrará diferentes grados de deficiencia en el suelo y por ello el agricultor debe aplicar las recomendaciones particulares de cada localidad. El nitrógeno es esencial en todas las etapas del desarrollo de la planta que influye en la parte vegetativa.

a.1) Funciones

Proabonos (2003), menciona que este elemento proporciona prótidos de defensa a la planta contra plagas. Mejora la calidad de los frutos y almacena proteínas nutritivas que sirven para el consumo humano. La

dosis adecuada de nitrógeno en la planta permite su crecimiento sano y producción abundante.

El nitrógeno es el constituyente primario de las proteínas de la planta, de la clorofila, los ácidos nucleicos y otras sustancias. (Donahue, et al 1981).

Tisdale y Nelson (1970), refiere que el nitrógeno es de gran importancia para el desarrollo de las plantas. Una adecuada aplicación de este elemento es asociado con vigoroso crecimiento vegetativo. El suministro de nitrógeno se relaciona con el uso de carbohidratos. Cuando las cantidades de nitrógeno no son suficientes los carbohidratos se depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de esta. Sin embargo cuando están en cantidades adecuadas y en condiciones favorables se forman las proteínas a partir de los carbohidratos.

Además menciona que cuando es utilizado con otros elementos y con un plan eficiente de cultivo eleva el rendimiento de la cosecha. Sin embargo en cantidades excesivas y bajo ciertas condiciones puede prolongar el periodo de crecimiento y retrasar la madurez.

a.2) Deficiencia de nitrógeno

García (1982), señala como signos de deficiencia de nitrógeno los siguientes:

- Floración exagerada, con flores incompletas, sin estambres
- Escaso desarrollo de la parte aérea
- Caída de flores y frutos.

b) POTASIO

Al frijol exige altas cantidades de potasio, el abonamiento con potasio aumenta el número de granos por vaina asegurando una mejor fecundación de óvulos (Manuales para Educación Agropecuaria, 1990).

Asimismo la colocación del fertilizante es de primordial importancia. Si no se hace apropiadamente se corre el riesgo de obtener rendimientos reducidos y una cosecha de menor calidad, debido a que con alto nivel de potasio en los primeros centímetros del perfil del suelo inhibe la absorción del calcio por las raíces y las vainas.

El potasio es absorbido en cantidades importantes por las plantas. Intervienen en la asimilación fotosintética (favorece la síntesis y la acumulación del glúcidos). Permite una mejor economía del agua en los tejidos; le confiere una mayor rigidez y acrecienta la resistencia de los vegetales a las enfermedades criptogámicas, el potasio es el elemento equilibrio (Davelouis, 1975).

b.1) Funciones

Proabonos (2003), hace referencia que este elemento favorece a la formación de carbohidratos, sacarosa, almidón, próticos y lípidos. Además contribuye a la mejor utilización de la reserva de agua y acelera el crecimiento de las raíces.

Davelouis (1975), señala las siguientes funciones del potasio en la planta:

- Catalizador de mas de 60 enzimas
- Interviene en el desarrollo del tejido meristemático
- Interviene en la calidad de frutas y hortalizas

- Regula la apertura de las estomas influenciando en las relaciones hídricas
- Otorga resistencia a ciertas enfermedades ya que este elemento favorece a la presencia de células más grandes y una pared celular más gruesa.

b.2) Deficiencia de potasio

Tisdale y Nelson (1970), menciona que a falta de potasio la fotosíntesis disminuye, mientras que la respiración puede aumentar al mismo tiempo. Esto reduce la formación de carbohidratos y como consecuencia el crecimiento de la planta disminuye.

c) FÓSFORO

Buckmn y Brady (1993), afirman que el máximo aprovechamiento de fosfatos para las plantas se obtiene cuando el pH del suelo se mantiene 6.0 - 7.0. Aun en este límite, el aprovechamiento del fósforo es bastante bajo y los solubles se fijan fuertemente en el suelo. La escasa cantidad tomada por las plantas (1 al 30%) de fosfatos añadidos, en una estación determinada, se debe parcialmente a esta fijación.

c.1) Funciones

Proabonos (2003), señala que este elemento origina el desarrollo y vigor de la estructura de la planta. Favorece la fecundación, la formación y maduración de los frutos (precocidad).

Gros (1986), señala que el fósforo es un componente esencial de los vegetales cuya riqueza media en P_2O_5 es del orden de 0.5 – 1% de

materia seca. Se encuentra en la planta en forma de ortofosfatos y en algunos casos como pirofosfatos.

Además hace referencia que el fósforo tiene interferencia en la fotosíntesis, en la división celular, en la formación y uso de azúcares, grasas, proteínas, así como en el proceso de respiración.

Selke (1968), menciona que las formas de fósforo existente en las plantas se puede clasificar como compuesto de reserva y estructurales, así como compuesto del metabolismo intermedio. En el grupo de reserva esta la fitina que se hidroliza enzimáticamente en la germinación, liberando el fosfato en forma inorgánica que es utilizado por la plántula para su desarrollo y crecimiento. Los fosfolípidos actúan como material de reserva en las semillas. Los ácidos nucleicos forman los genes de la planta.

c.2) Deficiencia de fósforo

Tisdale y Nelson (1970), mencionan que su carencia es acompañada con un bajo crecimiento de la planta. A este elemento se le considera esencial en la formación de semillas y se concentra en grandes proporciones en semillas y frutos.

García (1982), señala que a la escasez de fósforo en el suelo se presentan los siguientes signos en las plantas:

- Deficiencia de raíces
- Falta de vigor vegetativo
- Coloración verde oscura en las hojas
- Prolongación del ciclo vegetativo
- Flores estériles

- Caída de flores y frutos con escaso desarrollo
- Pobre en grasas, vitaminas y hormonas

La deficiencia del fósforo interfiere en la normal apertura de los estomas de ciertas plantas (Donahue, et al 1981).

1.8.2. EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES POR EL CULTIVO

Tabla 1: Extracción de nutrientes.

Cultivo	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)	K ₂ O (kg.ha ⁻¹)
Frijol	2400 - 4000	100	41	80

Fuente: Fertilidad de Suelos(Manual de practica-UNSCH)

1.9. MATERIA ORGÁNICA.

Según Tineo (1999), la primera etapa de transformación desde los restos hasta humus, se denomina humificación, este proceso es relativamente corto (3 - 4 meses) y está regulado por las condiciones de humedad, aireación y temperatura. La segunda es la transformación desde el humus hasta elementos minerales asimilables por las plantas y se denominan mineralización. Este proceso es relativamente de las condiciones del clima (temperatura, humedad), del suelo (pH, aireación) y manejo del mismo (laboreo, enmiendas, etc.).

Es a través de la mineralización que los elementos componentes de la materia orgánica se hacen disponibles o asimilables para las plantas; esto ocurre fundamentalmente con el N, P y S.

Los residuos de las plantas constituyen una parte muy importante de un suelo productivo, pues sirven como fuente de energía para el crecimiento de los microorganismos del suelo. Las sustancias liberadas durante su descomposición son utilizadas en la producción de nuevas generaciones

de plantas. El carbono, nitrógeno, azufre y fósforo, que se liberan en forma de ácidos durante el proceso de descomposición, realizan una acción disolvente sobre los minerales del suelo.

La materia orgánica del suelo presenta un compartimiento similar al de las arcillas en la capacidad de intercambio catiónico (CIC), por retener e intercambiar cationes, gracias a esta propiedad los nutrientes tanto naturales como los aplicados mediante planes integrales de fertilización no se lavan fácilmente o lixivian, para luego gradualmente ser liberados a la solución del suelo y absorbidos por las raíces de las plantas.

El suelo con materia orgánica tienen las siguientes características:

- Es insoluble en agua y evita el lavado de los suelos y la pérdida de nutrientes.
- Tiene una alta capacidad de absorción y retención de agua. Absorbe varias veces su propio peso en agua y la retiene, evitando la desecación del suelo.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. Los suaviza; permite una aireación adecuada; aumenta la porosidad y la infiltración de agua, entre otros.
- Es una fuente importante de nutrientes, a través de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y hongos, especialmente absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas. Fija especialmente nitrógeno (NO_3 , NH_4), fósforo (P_0_4), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y otros.

- Mantiene la vida de los organismos del suelo, esenciales para los procesos de renovación del recurso.
- Aumenta la productividad de los cultivos en más del 100% si a los suelos pobres se les aplica materia orgánica.

A) Beneficios del uso de abonos orgánicos.

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo.

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

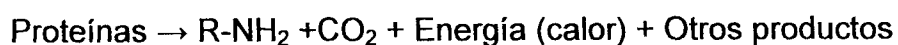
1.9.1. Mineralización de la materia orgánica.

Thompson (1965), manifiesta que la descomposición de la materia orgánica y la formación de los compuestos inorgánicos en orgánicos se llaman inmovilización.

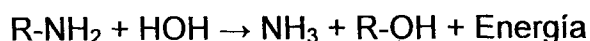
La mineralización del material orgánico se produce en tres etapas importantes.

- a. **Aminización:** Donde las proteínas y materiales complejos son atacados por un grupo de microorganismos y bajo proceso de digestión enzimático rompen la estructura de la proteína y liberan el nitrógeno aminado.
- b. **Amonificación:** Aquí las aminos liberadas son atacadas por otros microorganismos, las cuales dan lugar a la formación de N amoniacal.
- c. **Nitrificación.** En esta última el amoníaco liberado es transformado por otras bacterias en nitratos, y comprende a la vez dos procesos distintos, la primera donde el ión amonio es convertido a nitrito (NO_2) y la segunda donde los nitritos son transformados a nitratos. Las dos primeras se efectúan a través de microorganismos heterótrofos orgánicos, y la tercera es realizada por bacterias autótrofos que obtienen el carbono necesario de la atmósfera que le rodea. Estos procesos se representan de la siguiente manera:

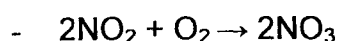
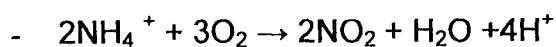
➤ **Aminización:**



➤ **Amonización:**



➤ **Nitrificación:**



1.9.2. Estiércol

Gros (1986), señala que los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10 tn.ha^{-1} al año y de preferencia de manera diversificada.

Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada. La composición y contenido de los nutrientes de los estiércoles varía mucho según la especie de animal, el tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza es el estiércol más rico en nitrógeno, en promedio contiene el doble del valor nutritivo del estiércol de vacuno. El estiércol contiene además cantidades pequeñas de minerales como: hierro, magnesio, cobre, zinc, y otros elementos mas, requeridos como sabemos para los cultivos y tienen además grandes recursos de materia orgánica que genera gran cantidad de acidez las cuales a su vez vuelven solubles a los minerales contenidos en el suelo, especialmente a los fosfatos tricalcicos que en otra forma permanecerían insolubles, además los mismos organismos que descomponen la materia orgánica producen al mismo tiempo muchas vitaminas y hormonas cuya acción catalizante estimula el desarrollo de las plantas. Además de estas ventajas, el estiércol obra mejorando sensiblemente la estructura física del terreno; mejora que se traduce en el aumento en la retención de agua y los fertilizantes y en disminución de daños por la erosión del agua y los vientos en los terrenos sueltos o ligeros, en una reducción del grado de

tenacidad con mejoramiento de la aireación y la penetración del agua en los terrenos compactos y arcillosos.

Van Haeff (1986), señala que el estiércol no debe usarse en estado fresco, si este contiene mucho rastrojo, se debe aplicar 25 kg de nitrato de calcio por cada tonelada de estiércol. Esto agiliza la descomposición y evita que las bacterias ocupen el nitrógeno del suelo.

1.9.3. Guano de Islas.

Camasca (1984), menciona que el Guano de Islas conserva un lugar de importancia entre los abonos orgánicos comerciales, debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales.

Menciona que el Guano de Islas es un compuesto orgánico heterogéneo, cuya utilización nos da ventajas en la enmiendas, además del hecho de funcionar igual que los fertilizantes sintéticos comerciales como fuentes de N , P y K elevando por tanto el rendimiento y debiendo su utilización a seguir lineamiento de uso de dichos fertilizantes.

El Guano de Islas es una mezcla de excrementos de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta.

Es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, y puede tener 12% N, 11% P y 2% K.

Debe aplicarse pulverizado a una profundidad aceptable, o taparlo inmediatamente para evitar las pérdidas de amoníaco. Puede ser

mezclado con otros abonos orgánicos para aumentar su mineralización y lograr una mejor eficiencia.

Se tiene en el mercado tres tipos de Guano de Islas:

a) Guano de Islas rico.- tiene la composición media siguiente:

- Nitrógeno: 12% (varia 9 a 15%). Existen bajo las formas: orgánicas (9 – 10%). Amoniacal (4 - 4.5%) y nítrica.
- Acido fosforito: 8% P_2O_5 (del cual el 92% es rápidamente asimilable) dependiendo de las condiciones del medio (suelo y clima).
- Potasa : 10.2 % K_2O (soluble en su totalidad.)
- CaO : 7 a 8%
- MgO : 0.4 a 0.5%
- Azufre : 1.5 a 1.6%
- Cloro : 1.5%
- Sodio : 0.8%
- Humedad: 20%
- PH : 6.2 a 7

b) Guano de Islas Pobre.- de formación antigua, llamado también fosfatados y de explotación limitada. Su contenido de elementos es el siguiente:

- Nitrógeno : 1 a 2%
- Ácido fosfórico : 16 a 20% de P_2O_5
- Potasa : 1 a 2% K_2O
- CaO : 16 a 19%

Existen dos clases de Guano pobre:

- Guano pobre tipo A: Molido
- Guano pobre tipo B: bruto.

c) Guano de Islas Balanceado.- viene a ser el Guano de Islas pobre completado con urea o sulfato de amonio (en algunos casos con Guano de Islas rico). Su contenido de elementos es:

- Nitrógeno : 12%
- Acido fosforito : 9 a 10% de P_2O_5
- Potasa : 2% de K_2O .

Bernardino, jefe zonal de Agro Rural, explicó que el Guano de Islas constituye el mejor abono orgánico natural, al poseer elementos nutritivos primarios, secundarios y microelementos indispensables para la vida y el desarrollo productivo de la planta.

Destacó que aporta microorganismos que prosperan en la materia orgánica del suelo, descomponiéndola en sustancias fácilmente asimilables por las raíces. Además es biodegradable y no genera subproductos tóxicos para la salud.

Puede ser utilizado como un fertilizante efectivo debido a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo. A partir de la concentración de dichos componentes también se puede elaborar el superfosfato.

El suelo que es deficiente en materia orgánica puede hacerse más productivo si se le adiciona el Guano de Islas.

El Guano de Islas aportan los tres principales nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas en diversas proporciones (nitrógeno, fósforo y potasio), nutrientes secundarios (calcio, azufre y magnesio) y a veces

micronutrientes, de importancia también para la alimentación de la planta (boro, manganeso, hierro, zinc, cobre y molibdeno). Los tres ingredientes principales se describen en las bolsas de fertilizantes como nitrógeno, fosfato y potasio indicando la proporción con números y en ese orden. De este modo un fertilizante 5-10-5 contendría un 5% de nitrógeno, 10% de fosfato y 5% de potasio.

1.9.4. Propiedades del Guano de Islas

ENCI (1980), señala que el Guano de Islas conserva un lugar de importancia entre los abonos orgánicos comerciales debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales. El Guano rico se caracteriza por la emanación de olores y de vapores amoniacales, se forma mediante el proceso de fermentación sumamente lenta, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, especialmente los nitrogenados tales como los nitratos, carbonatos, fosfatos y otras combinaciones menos abundantes. Este abono es del tipo compuesto por que aporta nitrógeno, fósforo, potasio (N P K), Ca, Mg, S y aun elementos menores.

1.9.5. Utilización como abono

ENCI (1980), menciona que el Guano de Islas para su descomposición en el suelo debe poseer cierta flora microbiana, esta flora varía considerablemente según el tratamiento que este ha sufrido, así el

Guano secado al horno contiene pocos microelementos, siendo el fresco rico en nitrógeno y bacterias.

Camasca (1984), señala que la utilización del Guano de Islas como abono en la producción de hortalizas debe ser aplicada pulverizado a una profundidad de 10 cm. por lo menos, a fin de evitar la pérdida de amoníaco bajo la forma de carbonato. A pesar de que la materia orgánica del Guano se nitrifica rápidamente en el suelo, para iniciar la nutrición nitrogenada en las plantas, aplicar conjuntamente el Guano y un tercio de nitrógeno, bajo la forma de nitrato de preferencia salitre potásico a fin de compensar parcialmente la pobreza del Guano en potasio.

La asociación del Guano de Islas y abonos verdes es excelente para llevar rápidamente el contenido de un suelo en materia orgánica. Igualmente el Guano de Islas proporciona una mayor eficiencia de acción a los abonos compuestos, si son aplicados conjuntamente. El Guano de Islas puede ser aplicado antes o en mezcla con las clases de abono compuesto.

1.10. MANEJO AGRONÓMICO

1.10.1. Preparación del terreno

Camasca (1994), indica que la preparación del terreno es una operación que consiste en labrar, voltear y mullir el suelo, para mejorar su condición física, dar al terreno el aireado, el nivelado, con una pendiente de superficie adecuada con la finalidad de facilitar el riego y evitar el encharcamiento por efecto de las lluvias.

Para Kay (1979), las labores de preparación del suelo dependen de las condiciones de cada terreno. El frijol puede establecerse sobre suelo preparado con labranza tradicional (barbecho, rastreos, nivelación, marca o curvas de nivel y escarificación) y también con el sistema de labranza mínima. En ambos casos deberán utilizarse únicamente las labores necesarias, ya que el uso indiscriminado de maquinaria eleva el costo de producción y no mejora el rendimiento, disminuyendo por lo tanto la rentabilidad del cultivo.

1.10.2. Selección de semilla

Douglas (1979), citado por Astorima (1998), manifiesta que antes de la siembra se debe seleccionar la semilla de acuerdo a su conformación, tamaño, buen estado sanitario, fresca (campaña anterior), que garantice una buena germinación para obtener plantas vigorosas y alcanzar buenos rendimientos.

1.10.3. Siembra

Litzenberger (1976) y Kay (1979), sostienen que el sistema de producción son muchos y variados, la siembra puede ser: al voleo, en hileras cerradas, en surcos próximos y en surcos anchos que permiten el cultivo mecánico. Puede crecer en monocultivos, en rotación con otros cultivos o asociados con estos. No se recomienda la siembra al voleo, porque no favorece el control de malezas. La profundidad de siembra varía de 2.5 a 5 cm en suelos pesados y de 5 a 10 cm en suelos ligeros. El ancho del surco y la distancia entre surcos varía de 52.5 a 90 cm y de 5 a 22.5 entre

plantas, dependiendo de la lluvia, el tipo de suelo y el método de cultivo.

Parsons (1981), menciona que la época de siembra, varía de un lugar a otro dependiendo de la temperatura, humedad del suelo, temporada de lluvia, el tipo de suelo y el método de cultivo.

El uso de cantidades mayores incrementa los costos del cultivo y los riesgos de producción, además de que los rendimientos no aumentan. La cantidad aproximada de semilla por hectárea para las variedades de tipo Azufrado de grano grande es de 90 kg; mientras que para las medianas (Azufrado Regional) empleése 70 kg, para las negras (grano chico) 50 kg. El uso de semilla certificada le proporciona mayor seguridad en la producción ya que ésta reúne los requisitos de pureza varietal, vigor y germinación requerida.

1.10.4. Riego

Para un desarrollo normal de la planta, en las etapas reproductivas no debe faltar humedad en el suelo, desde el inicio de la floración hasta el llenado de grano. Las variedades tardías como las de tipo negro generalmente requieren de un tercer riego de auxilio en la etapa de llenado de grano.

- El riego es una práctica indispensable para alcanzar altos rendimientos y mejorar la calidad del grano.
- Las leguminosas son cultivos sensibles al déficit como al exceso de agua.
- Se les debe aplicar entre 2 y 5 riegos, dependiendo de la textura del suelo.

- Los suelos franco arenosos requieren más de 3 riegos.
- Los suelos arcillosos entre 1 y 2 riegos.
- Las etapas más sensibles al déficit de agua conocidas como etapas críticas; son las etapas de desarrollo vegetativo, prefloración y llenado de vainas.

Chiappe (1981), citado por Astorima (1998), reporta que el frijol es muy sensible al exceso de la humedad, volviéndose las plantas cloróticas y desarrollan mas, bajando la producción; es necesario tener especial cuidado en el primer riego porque puede ocasionar el ataque de enfermedades fungosas como la pudriciones radicales; también indica que el número de riegos se realiza de acuerdo a las necesidades de la planta, a la clase de suelo y el clima dominante.

El frijol es sensible a la cantidad de agua que hay en el suelo, debido al efecto sobre la producción que puede ser exceso o deficiente. El "Stress" de humedad en el momento de la floración es crítico y reduce la producción al 20%. Se recomienda que la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 50% durante el periodo de la floración (Kay, 1979).

1.10.5. Abonamiento

El cultivo de frijol requiere, en la mayoría de los casos, una aplicación de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio. Los elementos secundarios y los micronutrientes se aplican solo cuando se notan deficiencias. Las nuevas variedades responden mejor a una mayor cantidad de fertilizantes que las variedades criollas.

Se debe aplicar la mezcla de los fertilizantes simultáneamente con la siembra. Se puede complementar con aplicaciones foliares durante la prefloración.

Por otro lado se tienen los fertilizantes orgánicos, como estiércol de aves, vacunos, caprinos. También rastrojos de cosechas, abonos verdes, compost; estos mejoran la textura del suelo e incrementan la población microbiana.

1.10.6. Labores culturales

Casseres (1980), señala que las primeras labores deben ser para combatir las hierbas y mantener la tierra en buenas condiciones cuando la planta está pequeña, debido a que se desarrollan muchas raíces en los primeros 5 cm. del suelo, solamente se aconsejan escardas, estos pueden suspenderse si les está causando daño.

Bocanegra (1978), manifiesta que el deshierbo es una labor muy importante durante el periodo comprendido entre los 25 a 55 días después de la siembra en variedades precoces, siendo el periodo más amplio en variedades tardías, se recomienda realizar deshierbo periódicos, ya sea en forma mecánica o manualmente.

1.10.7. Aporque

Casseres (1980), menciona que el aporque se debe efectuar con azadón a mano o con surcadores o abonadores, cuyo objetivo es obtener mejor protección contra la sequía, daños por exceso de lluvia, buena medida para el control de malezas y la aireación del suelo.

1.10.8. Crecimiento y desarrollo

Rastrepo (1979) y Laing (1979), manifiestan que el crecimiento y desarrollo de las plantas están dados por su constitución genética y por la interacción de esta con el medio ambiente.

Reyes (1980), encontró que las variedades de grano negro demuestran mayor adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades, seguido de los de grano bayo; mientras que los de grano café, blanco, rojos claros y moteados son todo lo contrario a lo primero.

1.10.9. Accidentes, Plagas y Enfermedades

Según el CIAT (1980), los principales accidentes, plagas y enfermedades que atacan el frijol son:

a. Accidentes

- Las temperaturas altas, causan caída de flores y vainas recién cuajadas.
- Las temperaturas bajas destruyen las plantas, flores.
- Granizo y Vientos

b. Plagas

Plagas que atacan la semilla y las plántulas

- Gusanos de tierra (*Spodoptera frugiperda*, *Agrotis ipsilon*).
- Gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*).
- Grillos (*Gryllus assimilis*).

Plagas que atacan al follaje

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

- Lorito (*Empoasca kraemeri*).
- Comedores de hoja (*Diabrotica*, *Cerotoma*).
- Arañita roja (*Tetranychus urticae*).

Plagas que atacan a los brotes y vainas

- Barrenadores de brotes (*Epinotia aporema*).
- Picadores de vainas (*Laspeyresia leguminis*).
- Heliotis (*Heliothis virescens*).

Kay (1979), indica que el frijol es atacado por muchas plagas, el cual actúa como factor limitante principalmente en la producción. El desarrollo de líneas resistentes ofrece mejores perspectivas a la protección de la cosecha.

c. Enfermedades

- Roya, causada por *Uromyces appendiculatum*.
- Antracnosis, causada por el *Colletotrychum lindemuthianum*.
- Mancha Foliar, es causada por el *Pheoisariopsis griseola*.

Enfermedades en las raíces

- Pudrición radical, causado por hongos
- Virus del mosaico común del frijol
- Oídium, causada por *Erysiphe polygoni*.

Según Kay (1979), el cultivo del frijol es sensible a un gran número de enfermedades, algunos están limitados por las condiciones climáticas y los insectos portadores. La prevalencia y la severidad de muchas enfermedades dependen de factores ambientales como la

temperatura y la humedad y varían de estación en estación provocando fluctuaciones notables en la producción.

1.10.10. Cosecha

Según Vallodolid y otros (1998), la cosecha se realiza cuando el 95% de vainas están secas. Esta fase es muy importante relacionada con la calidad, comprende tres etapas:

- a. Arranque de plantas:** Se debe realizar cuando las vainas se abren fácilmente al presionarlas con la mano. Se puede realizar manualmente utilizando garrote o mecánicamente con trilladora.
- b. Trilla:** Cuando la trilla es manual se debe utilizar mantas para evitar que el grano se contamine con el suelo y pierda calidad.

La trilla se realiza de diferentes maneras:

- Golpeando las vainas en el piso.
 - Pisoteando las vainas con animales.
 - Aplastándolas mediante un tractor.
- c. Limpieza de Grano:** Consiste en eliminar los materiales indeseables que están contaminando el grano. Se realiza mediante venteo y zarandas.

1.11. RENDIMIENTO

Vosest (1975), y el INIA (1980), citados por Astorima (1998), coinciden en señalar que algunos de los cultivos no tradicionales de procedencia extranjera y de grano negro producen buenos rendimientos, demostrando además rusticidad y tolerancia a plagas y enfermedades, pero su

aceptación es nula muy limitada por parte del consumidor debido a la preferencia que se tiene por el canario y panamito. Mientras Tobachi (1980), menciona que existe una marcada superioridad, en cuanto a los rendimientos alcanzados por los frijoles negros en contraposición con los de color mas claros, comprobándose en los primeros rusticidad, bajo costo de producción y alto potencial de rendimiento, además mostrándose más precoces, tolerantes a la roya y chupadera (Chumbiauca 1982).

Chumbiauca (1982), al efectuar una evaluación de 25 variedades de frijol negro en tres campañas de siembra en época de verano, concluye que las variedades de mas altos rendimientos en la primera campaña fueron: Costa rica I-8, EEUU I-546, Porrillo sintético y BAT-304 con rendimiento de 1252, 1150, 1039 y 1008 kg.ha⁻¹ respectivamente, además el rendimiento fue influenciada por días a la floración, días a la madurez fisiológica, días a la madures de cosecha negativa y positivamente con el número de vainas/plantas, peso de 1000 semillas, materia seca, mientras que la altura de planta y el número de granos/vaina no fueron significativos

La estadística del Perú (Ministerio de Agricultura, 2005), indica que el cultivo de frijol alcanzó una superficie total de 14899 has, con una producción total de 16907 tn y un rendimiento promedio de 1136kg.ha⁻¹.

Según la DRAA – DIRECCION DE INFORMACION AGRARIA, el año de 2008, en la Zona Agraria de Ayacucho, el frijol se sembró en una superficie de 1630 has, con una producción de 1655 tn., lo que dio un rendimiento promedio de 1120 kg.ha⁻¹ las causas de tan bajo rendimiento

pueden ser atribuidas a la aplicación de técnicas agronómicas deficientes, sumados al empobrecimiento de los suelos cultivados. (Parson, 1981).

Velarde (2000), al estudiar el efecto de la inoculación con rizomack en el rendimiento de cinco variedades de frijol de grano negro encontró los siguientes resultados:

✓ PORRILLO SINTETICO	:	4384.40 kg.ha ⁻¹
✓ CIAT I-167	:	4226.63 kg.ha ⁻¹
✓ EEUU I-64	:	3326.08 kg.ha ⁻¹
✓ GUATEMALA I-37	:	3112.19 kg.ha ⁻¹

Leandro (1999), al estudiar el comparativo de rendimiento de seis líneas y una variedad de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) de grano negro, encontró los siguientes resultados:

✓ GUATEMALA I-37	:	2630.00 kg.ha ⁻¹
✓ EEUU I-64	:	2560.00 kg.ha ⁻¹
✓ PORRILLO SINTETICO	:	1892.50 kg.ha ⁻¹
✓ CIAT I-167	:	1830.00 kg/ha ⁻¹

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. DESCRIPCION DEL CAMPO EXPERIMENTAL

2.1.1. UBICACION DEL TERRENO

El presente experimento se ejecutó en el Centro Experimental Canaán, propiedad del Instituto Nacional de Innovación Agraria, ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho; a una distancia de 1.5 Km. de la ciudad de Ayacucho, el mismo que se encuentra a una altitud de 2735 msnm, siendo las coordenadas de ubicación de 13°10'09" Latitud Sur y 74° 12'82" Longitud Oeste, con una pendiente entre 1 a 1.5%.

2.1.2. ANTECEDENTE DEL TERRENO EXPERIMENTAL

En el terreno de experimentación, durante la campaña anterior se cultivó papa, empleando una fórmula de fertilización de 70-80-40 de NPK; cuya fuente fue la Urea (46% N), Superfosfato triple de calcio (46% P₂O₅), Cloruro de Potasio (60% K₂O) y 1 tn.ha⁻¹ de Guano de Islas.

2.1.3. CARACTERISTICAS DEL SUELO

Las características físicas y químicas del suelo se obtuvieron luego del análisis de una muestra homogénea tomada del terreno donde se realizó el experimento.

El análisis de suelos se realizó en el Laboratorio de Suelos, Planta y Aguas “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1: Características Físico-Químicas del suelo de Canaán (2735 msnm).

CARACTERISTICAS	RESULTADOS		INTERPRETACION según Ibáñez y Aguirre (1983)
	VALORES	METODO	
Análisis físico			
Arena (%)	40.2	Bouyoucus	Fina
Limo (%)	13.1	Bouyoucus	
Arcilla (%)	46.7	Bouyoucus	
Clase Textural	Arcilloso	Triángulo textural	
Análisis químico			
pH	6.32	Potenciometría	Ligeramente ácido
Materia Orgánica (%)	1.27	Walkley Black	Bajo
Nitrogeno Total (%)	0.06	Kjeldahl	Bajo
P disponible (ppm)	54.5	Bray-Kurtz	Muy alto
K disponible (ppm)	120.3	Turbidimétrico	Medio
CIC	7.88	Acetato amonio pH 7	

2.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Las condiciones climáticas fueron evaluadas considerando los datos obtenidos de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Con estos datos se

realizó el cálculo de la evapotranspiración potencial y balance hídrico, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.2 y Gráfico 2.1.

Durante el periodo del cultivo se obtuvo una temperatura promedio de 17.29°C con una máxima de 25.92°C y una mínima de 8.67°C, respectivamente, con una precipitación total anual de 651.20 mm de lluvia. Si consideramos que la temperatura óptima para el desarrollo del frijol, está alrededor de 15 a 27°C y una precipitación de 300 mm – 400 mm. En cuanto a la temperatura no se presentó problemas porque fue ideal para el cultivo de frijol caraota, Mientras la precipitación fue deficiente para el cultivo, por lo que se complementó con riegos. Estos resultados se muestran en el Cuadro 2.2 y Gráfico 2.1, respectivamente. Durante la etapa de crecimiento del cultivo se registró un exceso de humedad en el suelo en el mes enero, febrero, marzo del 2010 y déficit de humedad en los meses de abril, mayo del 2010, por lo que fue necesaria la dotación de agua de riego.

Cuadro 2.2: Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009 – 2010, de la Estación Meteorológica Pampa del Arco – Ayacucho.

Distrito : Ayacucho

Altitud : 2772 msnm.

Provincia : Huamanga

Latitud : 13°08'

Dpto. : Ayacucho

Longitud : 74°12'

AÑO	2009				2010								TOTAL	PROM
MESES	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO		
T° Máxima (°C)	27.00	27.50	26.80	25.20	24.00	25.00	25.10	26.00	25.90	25.80	26.30	26.50		25.925
T° mínima (°C)	9.10	9.60	10.90	11.30	11.30	10.90	11.50	9.00	6.70	5.10	3.80	4.80		8.6667
T° media (°C)	18.05	18.55	18.85	18.25	17.65	17.95	18.30	17.50	16.30	15.45	15.05	15.65		17.296
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96		
ETP (mm)	86.64	92.01	90.48	90.52	87.54	80.42	90.77	84.00	80.85	74.16	74.65	77.62	1009.66	0.6450
Precipitación (mm)	8.10	39.90	87.80	153.00	126.20	103.60	67.00	27.90	13.50	0.00	0.70	23.50	651.20	
ETP Ajust. (mm)	55.88	59.34	58.36	58.38	56.46	51.87	58.54	54.18	52.14	47.83	48.15	50.07		
Déficit (mm)	-47.78	-19.44						26.28	-38.64	-47.83	-47.45	-26.57		
Exceso (mm)			29.44	94.62	69.74	51.73	8.46							

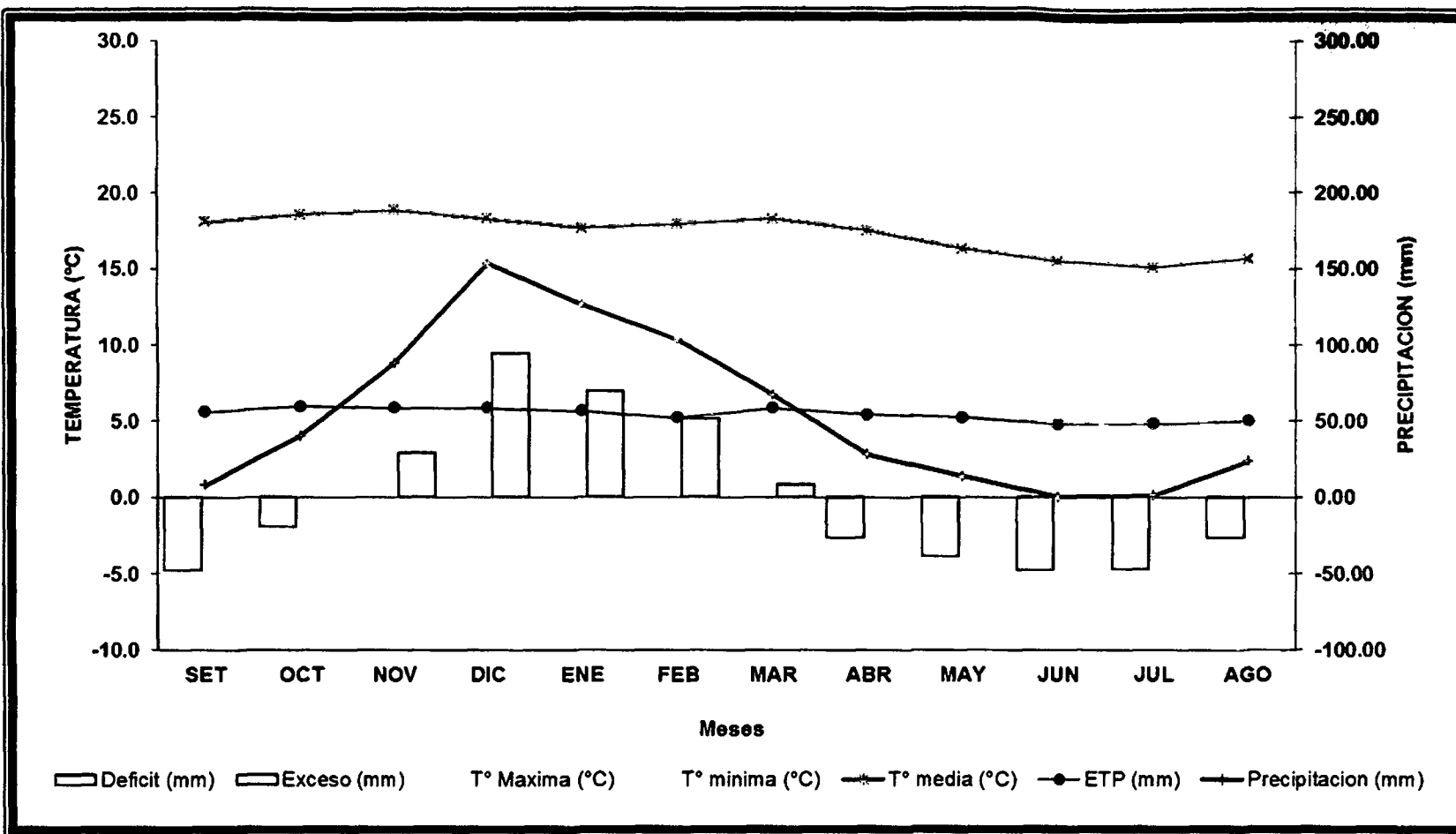


Gráfico 2.1: Diagrama de Temperatura, Precipitación y Balance Hídrico 2009 – 2010. Ayacucho.

2.3. TIPO DE FRIJOL NEGRO

Se utilizó el frijol negro (caraota) común (*Phaseolus vulgaris L.*), el cual tiene 125 días del ciclo del cultivo y cuyo rendimiento es de 2500 kg.ha⁻¹ (según DRAA) , este tipo de frijol fue proporcionada por E.E. Canaán (INIA - Huamanga).

2.4. FACTOR DE ESTUDIO

a) Niveles de Guano de Islas (G)

- G-1 : 250 kg.ha⁻¹
- G-2 : 500 kg.ha⁻¹
- G-3 : 750 kg.ha⁻¹
- G-4 : 1000 kg.ha⁻¹

2.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos estudiados son:

- T1 : 250 kg .ha⁻¹ de Guano de Islas.
- T2 : 500 kg .ha⁻¹ de Guano de Islas.
- T3 : 750 kg .ha⁻¹ de Guano de Islas.
- T4 : 1000 kg .ha⁻¹ de Guano de Islas
- T5 : Abonamiento sintético 60-80-60 NPK.
- T6 : 2 tn.ha⁻¹ de Guano de Cuy.
- T7 : Testigo.

2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la distribución de unidades experimentales y análisis estadístico se

utilizó el Diseño Bloque Completo Randomizado con 7 tratamientos y 3 repeticiones, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} : Observación cualquiera
- μ : Media general de la población
- T_i : Efecto del i esimo tratamiento
- β_j : Efecto de la j esima repetición o el efecto de la repetición j
- ε_{ij} : Error experimental de la repetición i y el bloque j .

2.7. CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

a. Campo Experimental:

- Largo del campo experimental : 25.5 m.
- Ancho del campo experimental : 17.0 m.
- Área total del campo experimental : 433.5 m².
- Área efectiva del campo experimental : 382.5 m².

b. Bloques:

- Número de bloques : 3 unidades.
- Número de parcelas por bloque : 7 unidades.
- Ancho del bloque : 5.0 m.
- Largo de bloque : 25.5 m.
- Área de Bloque : 127.5 m²

c. Parcelas:

- Número total de parcelas : 21 unidades.

- Ancho de parcela : 3.0 m.
- Largo de parcela : 5.0 m.
- Área de parcela : 15.0 m²

d. Surco:

- Número de surcos por parcela : 4 unidades.
- Largo de surco : 5.0 m.
- Distanciamiento entre surcos : 0.75 m.
- Distanciamiento entre golpes : 0.25 m.

e. Calles:

- Número de calles : 2.0 centrales
- Ancho de calle : 1.0 m.
- Largo de calle : 25.5 m.
- Área de calle : 25.5 m².

f. Croquis y randomización del terreno:

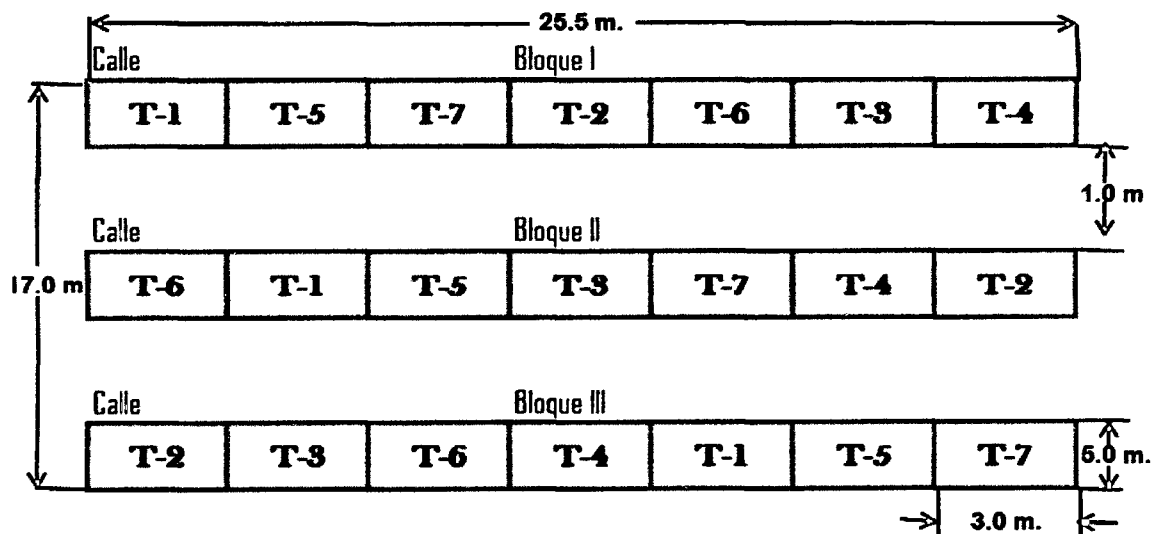


Gráfico 2.1: Tratamiento randomizados

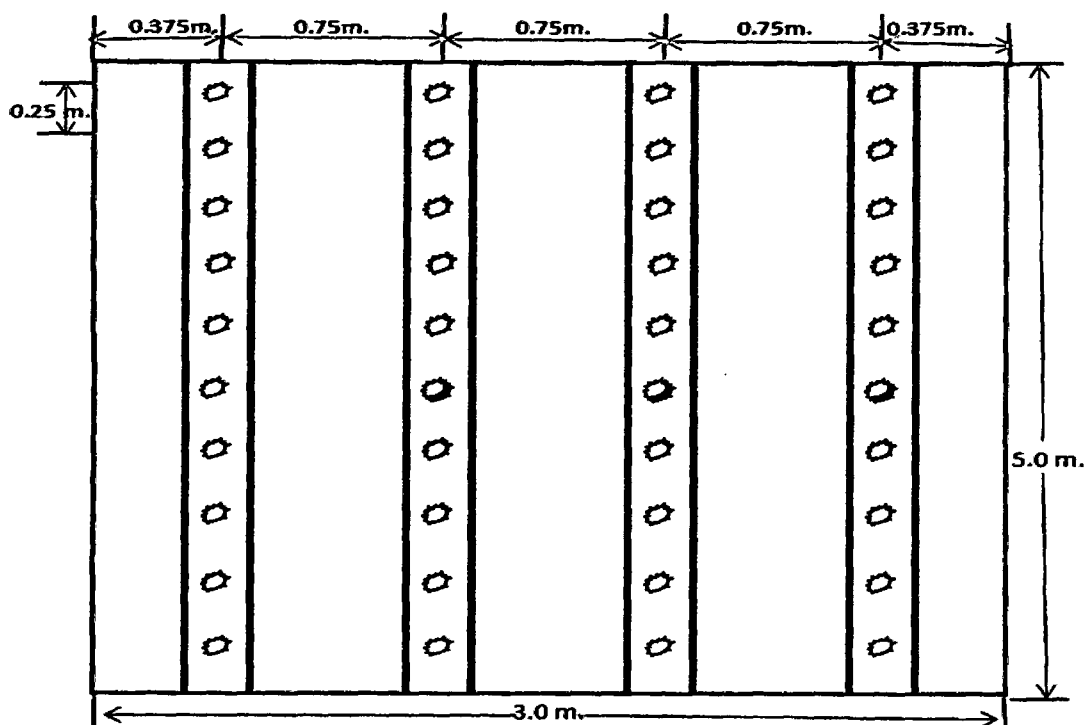


Gráfico 2.2: Medida de una parcela individual

2.8. INSTALACION Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

2.8.1 Preparación del terreno

Se realizó el 5 de enero del 2010, con una pasada de arado de discos y rastra; seguidamente el 10 de enero del 2010 se dejó el terreno desterronado, mullido y nivelado.

2.8.2 Estacado y surcado

El estacado se realizó el 11 de enero del 2010, según el croquis del campo experimental, con la distribución de los tratamientos, señalando los bloques, parcelas y las calles, utilizando cordel, wincha y estacas. Posteriormente se procedió a la apertura de surcos; distanciados a 0.75 m. entre surcos y una profundidad efectiva de 0.20 m.

2.8.3 Abonamiento

Se llevó a cabo el 12 de enero, según los tratamientos establecidos,

aperturando un hoyo aproximadamente de 4 cm. de profundidad y aplicando los insumos planteados de la siguiente manera: diferentes dosis de Guano de Islas en los cuatro primeros tratamientos (T1, T2, T3 y T4) más 60 kg de nitrógeno para cada uno de los tratamientos mencionados; seguidamente se puso urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio al tratamiento cinco (T5) y finalmente el Guano de cuy en el tratamiento seis (T6). En la fertilización química se utilizó un nivel de 60-80-60 NPK por recomendación del INIA.

2.8.4 Siembra

Se llevó a cabo el 12 de enero del 2010, utilizando 4 semillas por golpe, a un distanciamiento de 0.75 m. entre surco y 0.25 m. entre golpes.

2.8.5 Riego

El primer riego se realizó inmediatamente después de la siembra y la conducción se hizo bajo condiciones de secano, por ausencia de precipitación al inicio de floración y cuajado de frutos, se realizó riegos frecuentes a los 53, 63, 73, 83 y 93 días después de la siembra.

2.8.6 Deshierbo y desahijé

El deshierbo y desahijé se hizo a los 20 días después de la siembra, con la finalidad de eliminar las malezas y ralea la emergencia de las semillas muy densas; esta labor se realizó en forma manual.

2.6.7 Aporque

Se realizó el 20 de febrero del 2010 (40 días después de la siembra), momento que se aprovechó para la aplicación de la segunda dosis del abono nitrogenado. Complementariamente se realizó un segundo aporque a los 65 días después de la siembra, para darle soltura al suelo y eliminar las malezas.

Al comparar los tratamientos correspondiente a los testigos, el T5 (abonamiento sintético) y T6 (estiércol de cuy) fueron las más precoces a la floración, con 63.3 y 63.7 días después de la siembra, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, siendo diferente al tratamiento T7, que resulto ser la más tardía a la floración con 73.3 días después de la siembra.

Al relacionar fuente de variación Guano de Islas vs Testigo, se determinó que al aplicar los diferentes niveles de Guano de Islas se obtuvo menor número de días a la floración, con un promedio de 61.3 días después de la siembra, en comparación a los testigos, con la que se obtuvo un mayor promedio de días a la floración (66.8 días después de la siembra), como se observa en el Cuadro N° 04 del Anexo.

Al respecto, Fernández (1985) señala que las condiciones de fertilidad del suelo prolongan o acortan el periodo de floración; además afirma que la floración tardía del frijol se da en las zonas templadas y los periodos más cortos se registran en las zonas tropicales de alta temperatura. Así mismo Voyset (1979), señala que muchos son los factores que condicionan los días a la floración, dentro de ellos se considera al medio ambiente, fertilidad del suelo, densidad de siembra y con preponderancia al factor genético, la misma que influye en el tipo de crecimiento del frijol.

Según el CIAT (1985), el frijol crece adecuadamente a temperaturas de 15 a 17 °C, las temperaturas extremas pueden producir la falta de floración o esterilidad. En la conducción del experimento se determinó que la temperatura media en la fase de floración fue de 18.3 °C, en el mes de marzo del 2010 (Cuadro2.2), este valor está por encima de lo enunciado por CIAT (1985) y supera lo requerido por el cultivo.

Se menciona que se debe tener un especial cuidado de que no falte humedad en el momento de floración y durante el desarrollo de las vainas (Bocanegra 1978).

Según Bubenzer et al (1974), los vientos causan mermas en el rendimiento hasta en un 8%, cuando estos ocurren en etapas tempranas de crecimiento y del 14% cuando está en plena floración. También indican que una densidad alta trae consigo un elevado sombreamiento de las hojas inferiores que en la floración produce la caída de flores y disminución en fructificación.

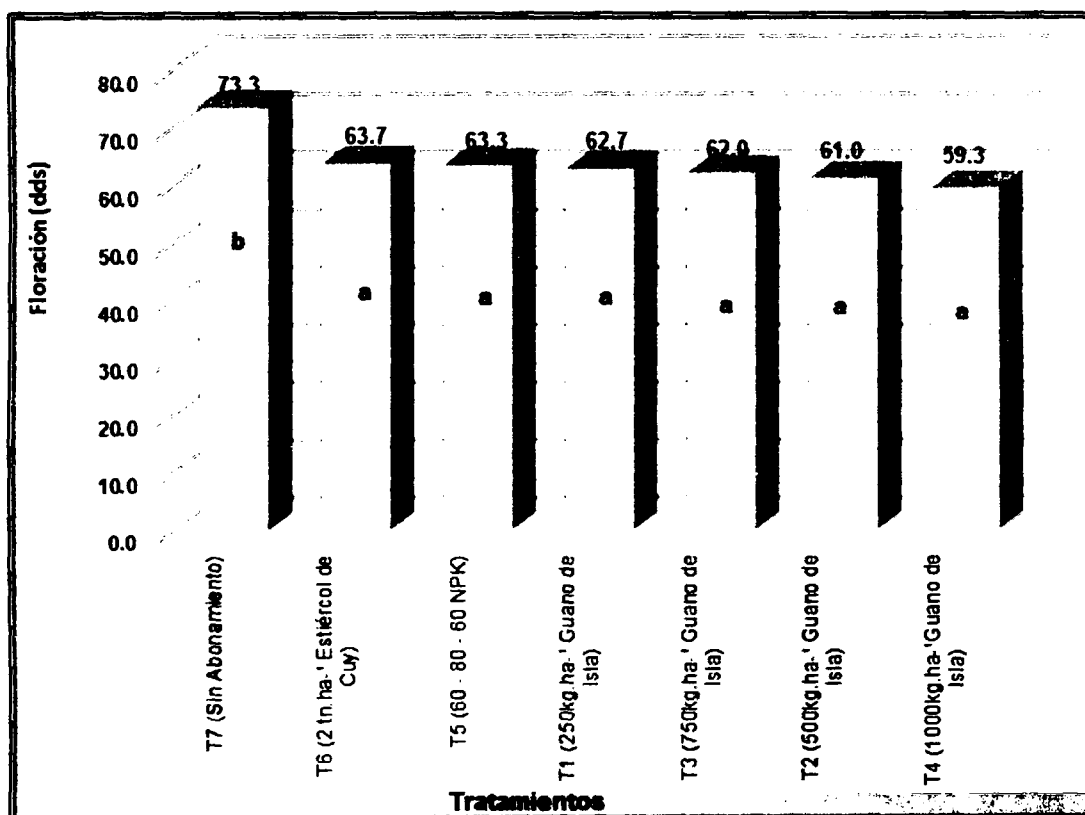


Gráfico 3.1: Prueba de Tukey del número de días a la Floración de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm - Ayacucho.

3.1.5. Madurez fisiológica

La madurez fisiológica ocurrió entre los 81.7 y 96.0 días después de la siembra, que corresponden a los tratamientos T1, T2 y T7, como se puede observar en el Cuadro N° 01 del Anexo.

Al efectuar el análisis de variancia (Cuadro 3.1) se encontró alta diferencia significativa para las fuentes de variación Tratamientos y Guano de Islas vs Testigos, con un coeficiente de variabilidad de 5.00%.

En la prueba de contraste de Tukey (Cuadro 3.2 y Gráfico 3.2), se precisó que los tratamientos T1 y T2 son los más precoces a la madurez fisiológica, con 81.7 días después de la siembra, seguida de los tratamientos T3, T4, T5 y T6, con 85.3, 85.3, 87.0 y 94.0 días después de la siembra, respectivamente, sin mostrar diferencia estadística entre ellas; en relación al tratamiento T7, ésta se comportó como la más tardía a la madurez fisiológica, con un promedio de 96.0 días después de la siembra.

Al contrastar la fuente de variación Guano de Islas vs Testigos, se comprobó que los tratamientos con Guano de Islas tienen en promedio 83.5 días después de la siembra a la madurez fisiológica, considerándose como las mas precoces en relación a los tratamientos Testigos, quienes obtuvieron en promedio 92.3 días después de la siembra, considerándolos como tardíos a la madurez fisiológica (Cuadro N° 05 Anexo), manifestando así que el tipo de abonamiento influye en la precocidad a la madurez fisiológica.

Según Chiappe (1981) y Mateo (1961), la variación de los resultados a la madurez fisiológica podría estar influenciada por el carácter varietal, clima, temperatura e inclusive la radiación solar. Sin embargo la temperatura mínima requerido por el cultivo durante la madurez fisiológica es de 18 °C,

pero en el mes de abril se registró una temperatura media de 17.5 °C. (Cuadro2.2.), el cual está por debajo de lo requerido por el cultivo.

Al respecto Leandro (1999), obtuvo un promedio de 129.25 días a la madurez fisiológica con la variedad Porrillo sintético. Mientras que Condeña (1986), con el frijol panamito local obtuvo un promedio de 133 días después de la siembra para la madurez fisiológica; estos resultados están por encima a lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

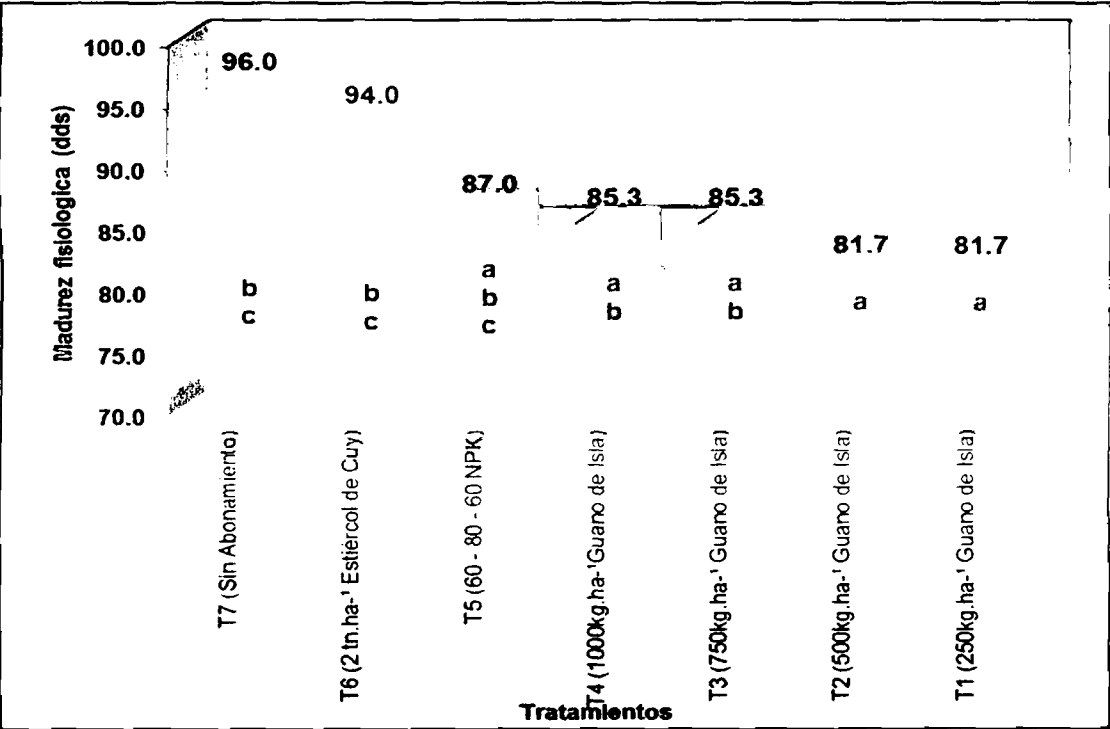


Gráfico 3.2: Prueba de Tukey del número de días a la Madurez fisiológica de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con tratamientos de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

3.1.6. Madurez de cosecha

Los días a la madurez de cosecha fluctuaron entre los 105.0 y 123.3 días después de la siembra, los cuales corresponden a los tratamientos T5 y T7, respectivamente (Cuadro N° 01 del Anexo).

Al realizar el análisis de variancia, el cual se observa en el Cuadro 3.1, se

encontró diferencia significativa en las fuentes de variación Tratamientos, Testigos y Guano de Islas vs Testigo, con un coeficiente de variabilidad del 2.39%; por lo que se procedió a efectuar la prueba de contraste.

En la prueba de Tukey (Cuadro 3.2 y Gráfico 3.3) se observó que el tratamiento T5, con un promedio de 105.0 días después de la siembra, resulto ser la más precoz, seguido de los tratamientos T4, T2, T1, y T3, con promedios de 108.3, 110.0, 110.0 y 111.7 días después de la siembra, sin mostrar diferencia estadística entre ellos, mientras que el tratamiento T7 resulto ser la más tardía, con un promedio de 123.3 días a la madurez de cosecha, diferenciándose de los demás tratamientos.

De igual manera hay una alta diferencia significativamente en los tratamientos de los testigos, distinguiendo que el tratamiento T5 es la mas precoz, con 105.0 días después de la siembra, seguido del tratamiento T6, con 113.3 días después de la siembra; y como la mas tardía el tratamiento T7 con 123.3 días después de la siembra, diferenciándose estadísticamente entre ellos.

En la comparación de la aplicación de Guano de Islas vs Testigos, los tratamientos del Guano de Islas, con promedio a la madurez de cosecha de 110.0 días después de la siembra, se comportó como la más precoz, a diferencia del testigo que llegó a la madurez de cosecha a los 113.9 días después de la siembra,

Astorima (1998), indica que la madurez de cosecha se da entre los 125.0 y 143.88 días después de la siembra. Además de ello se menciona que la rapidez con que llega la planta de frijol a la madurez de cosecha está relacionada con la falta de humedad en el suelo y el tipo de crecimiento.

Fernández (1985), indica que el ciclo de vida de una planta depende de las variedades y en cierta medida de las condiciones ambientales, la sequía y las altas temperaturas inducen una maduración temprana. Como se puede observar en el Cuadro 2.2, la temperatura es relativamente alta para el mes de mayo, que posiblemente haya influenciado en este carácter; sin embargo El MEA (1990), sostiene además que los fertilizantes serán efectivamente usados cuando los tipos, grados y cantidades satisfagan las necesidades nutritivas de los cultivos y cuando la absorción de estos por parte de la planta sea óptima.

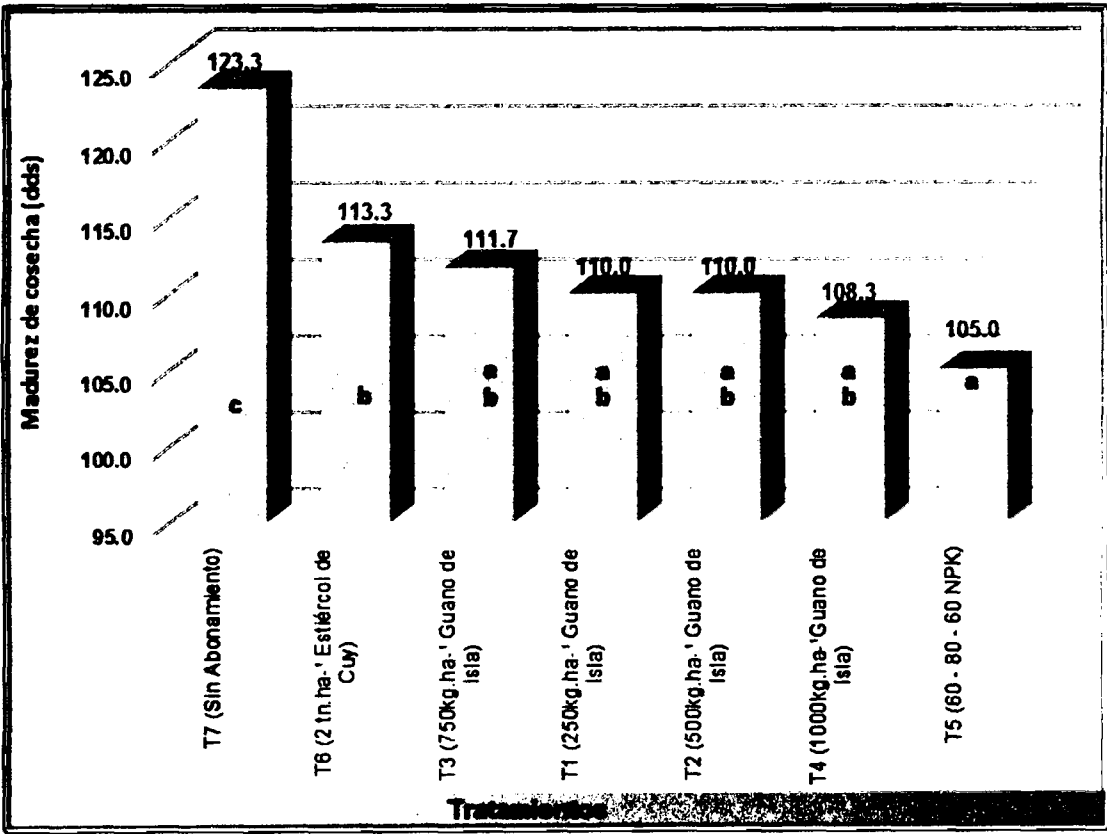


Gráfico 3.3: Prueba de Tukey del número de días a la de Madurez de cosecha de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

Cuadro 3.2: Prueba de Tukey de los promedios de caracteres fenológicos de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) a diferentes niveles de guano de Islas. Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

Tratamientos	Emergencia	Primera hoja trifoliada	Tercera hoja trifoliada	Floración	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
T1 250 kg.ha ⁻¹ de Guano de Islas	9.3 a	17.3 a	30.3 a	62.7 a	81.7 a	110.0 a b
T2 500 kg.ha ⁻¹ de Guano de Islas	9.3 a	18.0 a	30.0 a	61.0 a	81.7 a	110.0 a b
T3 750 kg.ha ⁻¹ de Guano de Islas	9.3 a	18.0 a	30.3 a	62.0 a	85.3 a b	111.7 a b
T4 1000 kg.ha ⁻¹ de Guano de Islas	9.3 a	17.3 a	29.7 a	59.3 a	85.3 a b	108.3 a b
T5 60 - 80 - 60 NPK	9.3 a	18.0 a	30.0 a	63.3 a	87.0 a b c	105.0 a
T6 2 tn.ha ⁻¹ Estiércol de Cuy	9.0 a	17.7 a	30.0 a	63.7 a	94.0 b c	113.3 b
T7 Sin Abonamiento	9.7 a	18.0 a	30.0 a	73.3 b	96.0 b c	123.3 c

3.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Altura de planta

Las plantas de frijol caraota evaluadas en el presente trabajo presentaron una altura de planta que fluctúan entre 62.1 y 69.7 cm., las mismas que corresponden a los tratamientos T7 y T6, respectivamente (Cuadro N° 01 del Anexo).

Al realizar el análisis de variancia que se presenta en el Cuadro 3.3, no se encontró diferencia estadística en ninguna de las fuentes de variancia estudiados, observándose un coeficiente de variabilidad de 10.54 %.

De acuerdo a este resultado, podemos mencionar que ninguno de los tratamientos ha influido considerablemente en la expresión de la altura de las plantas del frijol caraota. Según el CIAT (1980) y Mateo (1961), las condiciones medio ambientales influyen marcadamente en la expresión del hábito de crecimiento, por tal razón el tipo de crecimiento considerando como tal, puede ser constante. Sin embargo Ospima (1980), señala que la densidad de siembra afecta considerablemente en el crecimiento de la planta y que a mayor densidad hay mayor competencia entre plantas contribuyendo en el menor desarrollo.

3.2.2. Número de vainas por planta

El número de vainas obtenidas en el presente estudio fluctúan entre 30.7 y 39.3 vainas y corresponden a los tratamientos T1 y T5, respectivamente, el cual se observa en el Cuadro N° 01 del Anexo.

Cuadro 3.3: Cuadrados medios del análisis de variancia de los caracteres de rendimiento de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) a diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Altura de planta	Número de vainas/planta	Longitud de vainas	Número de granos/vaina	Peso de 1000 semillas	Rendimiento de grano
Bloques	2	21.26	1.86	0.03	0.01	307.23	92945
Tratamientos	6	21.74	34.76 **	1.03 **	0.03 *	494.21 **	576985 **
Guano de Islas (G)	3	13.97	24.22 *	0.23	0.02	343.12 *	358449 **
Testigos (Ts)	2	43.78	67.79 **	2.70 **	0.06 **	892.49 **	1112788 **
G vs Ts	1	0.93	0.31	0.10	0.01	156.90	160986 *
Error	12	48.80	6.34	0.07	0.01	86.94	24605
Total	20						

CV (%)	10.54	7.41	3.03	1.36	4.09	6.23
Promedio (dds)	66.30	33.96	8.87	6.21	227.85	2519.61

Al efectuar el análisis de variancia (Cuadro N° 3.3), se encontró una alta diferencia para las fuentes de variación Tratamientos y Testigos, mientras que en los tratamientos de los niveles de Guano de Islas se encontró una diferencia significativa, por lo que se procediendo a realizar la prueba de contraste; el coeficiente de variabilidad fue de 7.41 %.

En la prueba de Tukey, que se presenta en el Gráfico 3.4, se observa que el tratamiento T5 logro un mayor número de vainas por planta, con un promedio de 39.3 vainas, seguido de los tratamientos T4, T3 y T2, con 37.1, 35.5 y 32.9 vainas por planta, respectivamente, sin mostrar diferencias estadísticas entre ellas; mientras que los tratamientos T1, T6 y T7 mostraron un menor número de vaina por planta, con un promedio de 30.7, 31.1 y 31.1 vainas, respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos.

Al comparar la influencia de la cantidad de Guano de Islas utilizado, se puede observar que los tratamientos T4, T3 y T2 presentaron el mayor número de vainas por planta, con un promedio de 37.1, 35.5 y 32.9, respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, diferenciándose sí del tratamiento T1 que obtuvo el menor número de vainas por planta (30.7 vainas); en la fuente de variación testigos, el tratamiento T5 (abonamiento sintético) obtuvo el mayor número de vainas por planta con 39.3 vainas, diferenciándose de los tratamientos T6 y T7, que presentaron el menor número de vainas por planta (31.7 y 39.3 vainas, respectivamente).

Mateo et al (1961), indican que las temperaturas mayores de 28 a 30 °C, pueden provocar la caída de flores y vainas cuajadas a menos que tenga una buena humedad por ser exigente al agua y por encima de 35 °C la ausencia de crecimiento es notable. Los factores que condicionan el número

de vainas por planta, por ende el incremento de los rendimientos, son el medio ambiente, la fertilidad de los suelos, densidad de siembra y un factor muy importante que es el factor genético (Voyset 1979). Mientras que Pro abono (2003), señalan que biológicamente el Guano de las Islas juega un rol esencial en el desarrollo de raíces, tallos y hojas, encerrando todos los elementos fertilizantes y asegurando la nutrición de las plantas ya que tiene un contenido alto de NPK, además de otros elementos nutritivos (S, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu, B, Zn). El aporte de estos micronutrientes explica la respuesta obtenida.

En los reportes de Leandro (1999), la variedad Porrillo Sintético presentó 34.20 vainas por planta en promedio; dato que es casi semejante a lo hallado en el presente estudio.

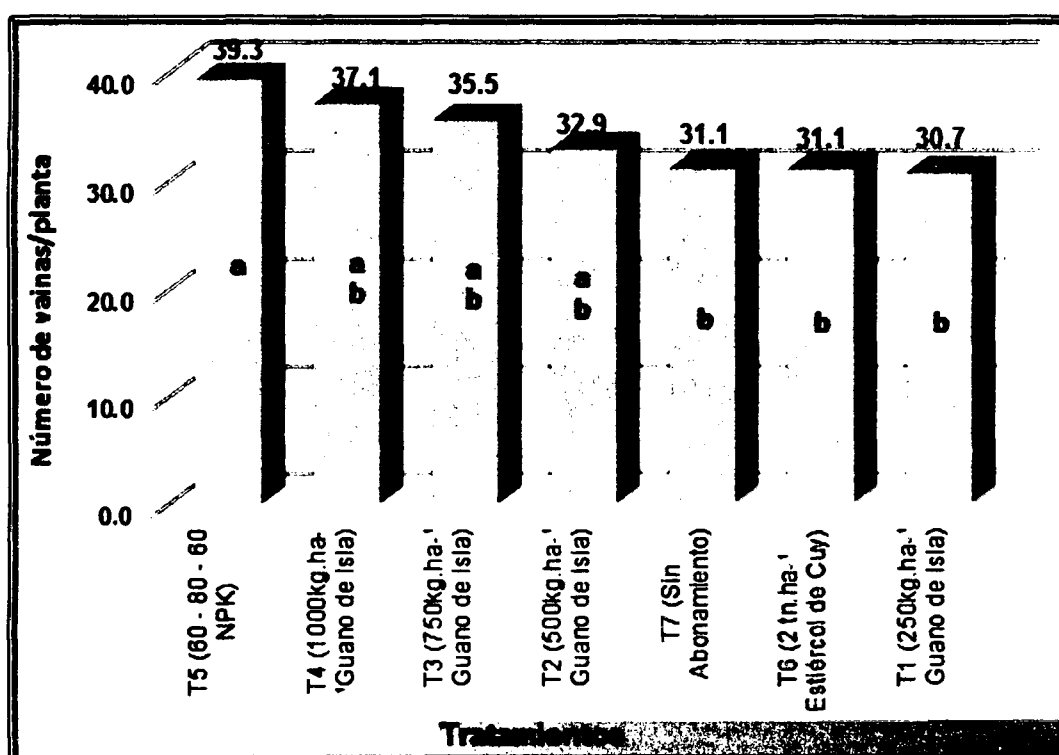


Gráfico 3.4. Prueba de Tukey de los promedios de Número de vaina/planta de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con tratamientos de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

3.2.3. Longitud de vaina

Los valores de la longitud de vainas encontrados en el presente trabajo se encuentra en el Cuadro N° 01 del Anexo, los cuales varían entre 8.0 y 9.8 cm., los mismos que pertenecen a los tratamientos T7 y T5, respectivamente. En el análisis de variancia (Cuadro 3.3), se encontró una alta significación estadística entre los Tratamientos y los Testigos, con un coeficiente de variabilidad de 3.03%; procediéndose a realizar la prueba de comparación de Tukey.

En esta prueba (Gráfico 3.5), se determinó que los tratamientos T5 y T4 alcanzaron mayor longitud de vainas, con 9.8 y 9.3 cm en promedio, sin mostrar diferencia estadística entre ellos; seguido de T3, T2, T1 y T6, con 8.9, 8.9, 8.6 y 8.5 cm., respectivamente, sin diferencia estadística entre ellas. El tratamiento que alcanzó menor longitud de vaina fue el T7, con 8.0 cm. Al comparar los Testigos, se observa que el tratamiento T5 obtuvo la mayor longitud de vaina, con 9.8 cm., que es superior a los tratamientos T6 y T7, que obtuvieron una longitud de vaina de 8.5 y 8.0 cm., respectivamente, sin mostrará diferencia estadística entre sí.

El frijol desarrolla sus frutos hasta que alcanza la longitud total de sus vainas, luego comienza el crecimiento en tamaño de sus semillas, por almacenamiento de sustancias de reserva, proceso que se manifiesta previo al amarillamiento de las hojas, cuando la planta ha detenido su crecimiento (Saumell, 1977).

Según Ospina et al (1981), las plantas reciben la influencia de las condiciones ambientales, que actúan sobre el genotipo, influyendo en la morfología de la planta y tamaño del fruto sin embargo se afirma que cuando

hay un descenso de temperatura, ésta afecta notablemente originando la formación de vainas retorcidas, conocidas como vainas en ganchillo, alterando su crecimiento y desarrollo, trayendo como consecuencia menor tamaño de vainas y un menor número de granos (Maroto, 1986).

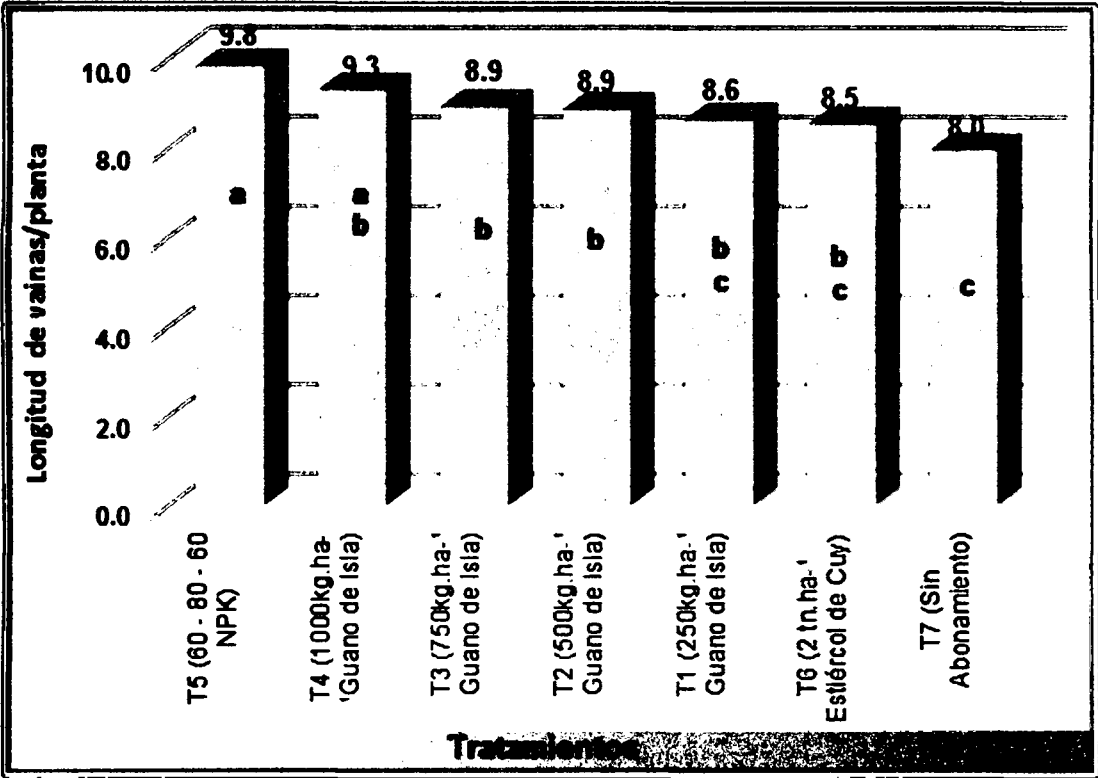


Gráfico 3.5: Prueba de Tukey de los promedios de longitud de vaina (cm.) de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con tratamientos de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

3.2.4. Número de granos por vaina

El promedio del número de granos por vaina en los tratamientos estudiados, oscilan entre 6.3 y 6.1 granos, que corresponden a los tratamientos T5 y T7, respectivamente, las que se observan en el Cuadro N° 01 del Anexo.

Al efectuar el análisis de variancia (Cuadro 3.3), se encontró una diferencia estadística entre los tratamientos y una alta diferencia entre los testigos, con un coeficiente de variabilidad de 1.36%.

En el Gráfico 3.6 de la prueba de Tukey para los tratamientos, se encontró que los tratamientos T5, T4 y T3 presentaron el mayor Número de granos por vaina, con un promedio de 6.33, 6.30 y 6.30 granos, seguido de los tratamientos T2, T1, T6 y T7, con 6.16, 6.14, 6.12 y 6.08 granos, respectivamente, sin diferenciarse estadística entre ellos.

En la comparación de los tratamientos testigos (Gráfico 3.6), se observó que tratamiento T5 obtuvo en promedio el mayor número de granos por vaina (con 6.33 granos), mientras que los tratamientos T6 y T7 obtuvieron en promedio 6.12 y 6.08 granos por vaina, sin mostrar diferencia estadística entre ellos.

Fernández (1985), sostiene que los factores más importantes en la maduración y el número de granos por vaina está influenciado por el carácter genético de cada cultivar.

Leandro (1999), obtuvo un promedio de 6.175 granos/vaina como máximo con la variedad Porrillo sintético y un mínimo de 4.8 granos/vaina con la línea negra GUATEMALA I-14, datos similares a los obtenidos en el presente estudio.

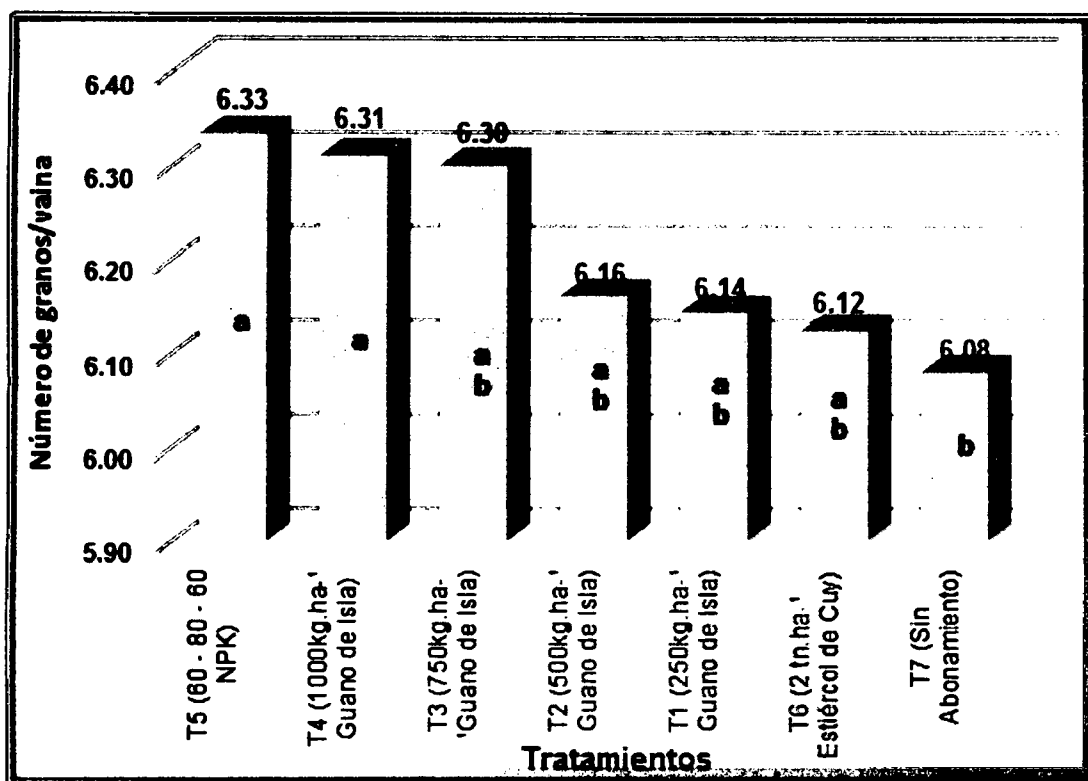


Gráfico 3.6: Prueba de Tukey de los promedios de número de granos/vaina de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con tratamientos de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

3.2.5. Peso de 1000 semillas

El peso de 1000 semillas obtenidos en el presente estudio varía entre 209.9 y 243.7 g en promedio, que corresponden a los tratamientos T7 y T5, como se observa en el Cuadro N° 01 del Anexo.

Al efectuar el análisis de variancia (Cuadro 3.3), se encontró una alta diferencia estadística entre los Tratamientos y Testigos; y una diferencia significativa entre la cantidad de Guano de Islas utilizados, con un coeficiente de variabilidad de 4.09%; procediéndose a realizar la prueba de contraste de Tukey.

En la prueba de Tukey (Gráfico 3.7), se determinó que el tratamiento T5 presenta el mayor peso de 1000 semillas, con un promedio de 243.7 g, seguido de los tratamientos T4, T3, T2, T6 y T1, con valores de 240.6, 237.4,

225.2, 220.6 y 217.7 g, respectivamente, de los cuales no se diferencia estadísticamente, mientras que el tratamiento T7 es el que presenta el menor peso de 1000 semillas, con 209.9 g.

En la comparación de la incorporación del Guano de Islas, los tratamientos T4 y T3 obtuvieron el mayor peso de 1000 semillas con 240.6 y 237.4 g, sin mostrar diferencia estadística; seguido de los tratamientos T2 y T1, con 225.2 y 217.7 g, no diferenciándose estadísticamente el uno del otro.

Al relacionar los tratamientos testigo, el tratamiento T5 obtuvo 243.7g de peso de 1000 semillas, seguido de los tratamientos T6 y T7, con un peso de 220.5 y 209.9 g, habiendo diferencia estadística entre ellos.

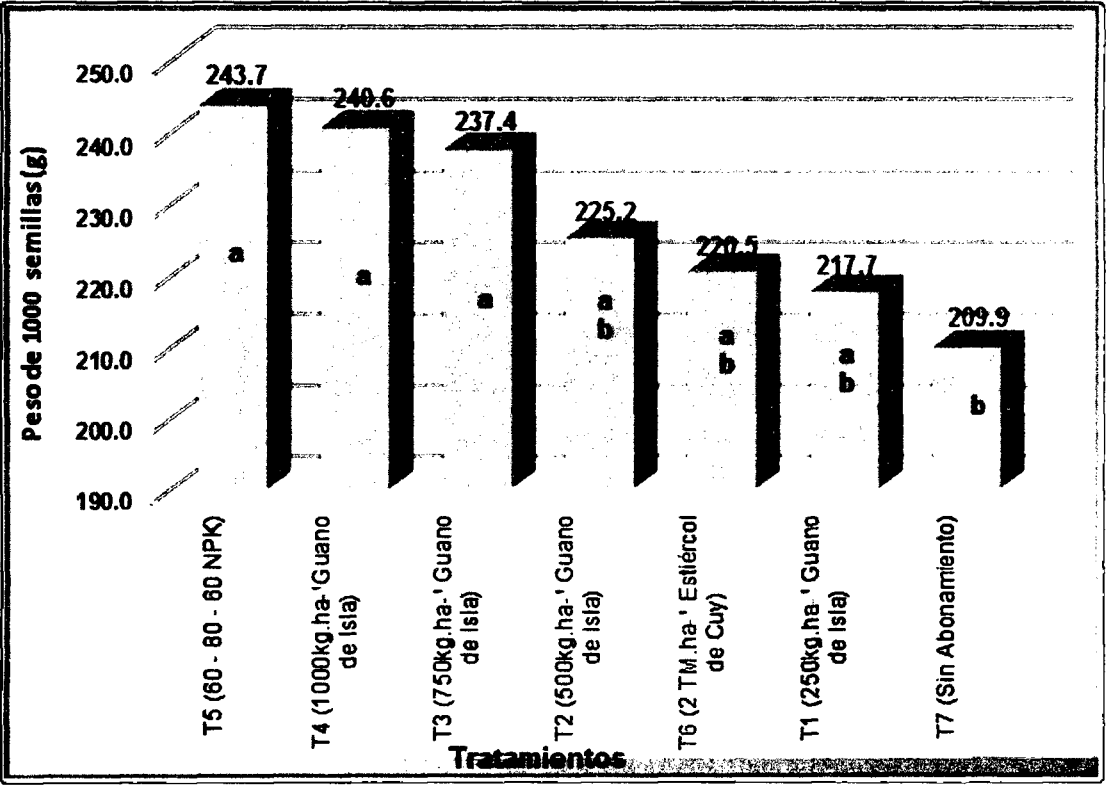


Gráfico 3.7: Prueba de Tukey de los promedios de Peso de 1000 semillas (g) de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

Las diferencias obtenidas en el peso de 1000 semillas, se debe principalmente al carácter varietal y la interacción de esta con el medio ambiente tal, como lo menciona Restrepo (1979).

Afirma Gros (1986), que el Guano de Isla, además de proporcionar elementos mayores, proporciona elementos menores y algunas hormonas que de alguna manera favoreció en el desarrollo y la producción de frijol.

Según los reportes de Leandro (1999), el peso de 1000 semillas con la línea Guatemala I-14 es de 363.950 g y en la variedad Porrillo Sintético es de 226.950 g.

3.2.6 Rendimiento en grano seco

Los rendimientos en grano seco obtenidos varían entre 2022 y 3120 kg.ha⁻¹, que corresponden a los tratamientos T7 y T5, como se puede ver en el Cuadro N° 01 del Anexo.

Al efectuar el análisis de variancia, se encontró una diferencia altamente significativa entre tratamientos, niveles de Guano de Islas y testigos; y una diferencia entre Guano de Islas vs Testigo, con un coeficiente de variabilidad de 6.23%, el cual se observa en el Cuadro 3.3.

En la prueba de Tukey, que se observa en el Gráfico 3.8, se determinó estadísticamente que los tratamientos T5, T4 y T3 alcanzaron los mayores rendimientos, con 3120, 3010 y 2729 kg.ha⁻¹, sin mostrar diferencia estadística entre ellos, seguido del tratamiento T2, que presenta un rendimiento de 2416 kg.ha⁻¹, mientras que los tratamientos T1, T6 y T7 obtuvieron el menor rendimiento de grano, con 2227, 2114 y 2022 kg.ha⁻¹ en promedio, sin mostrar diferencia entre ellos.

En relación a los tratamientos con niveles de Guano de Islas (T1, T2, T3 y

T4), muestran una alta diferencia estadística en los rendimientos (kg.ha^{-1}), observándose que el T4 y T3 obtuvieron los mayores rendimientos, con 3010 y 2729 kg.ha^{-1} , respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente; seguido del tratamiento T2, con 2416 kg.ha^{-1} ; el tratamiento T1 (250 kg.ha^{-1} Guano de Isla) obtuvo el menor rendimiento (2227 kg.ha^{-1}), diferenciándose de los demás tratamientos.

En caso del Guano de Islas vs Testigo, se observa que el mayor rendimiento se obtuvo con los niveles de Guano de Islas, con un promedio de 2595.4 kg.ha^{-1} , mientras que los tratamientos testigos tienen un rendimiento promedio de 2418.5 kg.ha^{-1} , como se observa en el Cuadro N° 09 del Anexo. En los reportes de Idrago (1982), al efectuar una evaluación de 25 variedades de frijol de grano negro, concluye que las líneas de mas alto rendimiento fueron COSTA RICA I-8, EEUU I-546, PORRILLO SINTETICO y BAT-304, con 1252, 1150, 1039 y 1008 kg.ha^{-1} respectivamente, estos valores están por debajo de lo obtenido en el presente trabajo.

Vosest (1975) y el INIA (1980), citados por Astorima (1998), coinciden en señalar que los cultivos no tradicionales de procedencia extranjera y de grano negro producen buenos rendimientos, demostrando además rusticidad y tolerancia a las plagas y enfermedades.

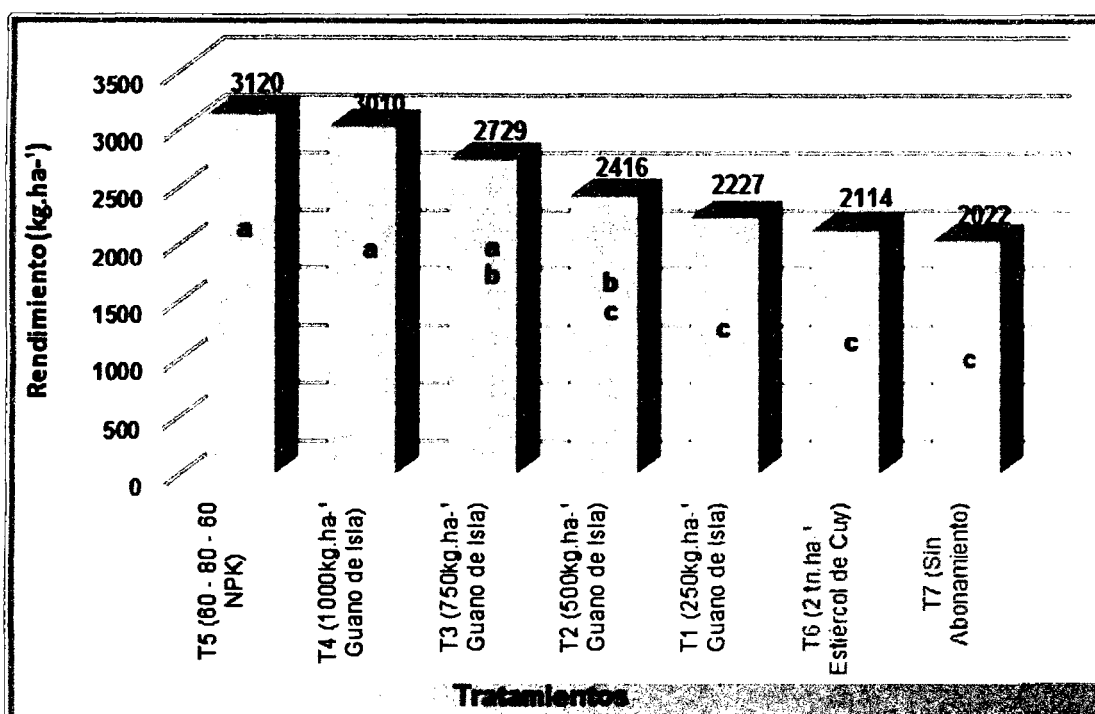


Gráfico 3.8: Prueba de Tukey de los promedios de rendimiento de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con tratamientos de Guano de Islas kg.ha⁻¹. Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

Según el MEA (1990), los fertilizantes serán efectivamente usados cuando los tipos, granos y cantidades satisfagan las cantidades nutritivas de los cultivos y cuando la absorción de estos por parte de la planta sea óptima.

Mateo (1961) señala que el fósforo favorece la floración y fecundación; aumenta el tamaño, peso y la calidad de los granos, lo cual repercutirá en un mayor rendimiento, tal como se obtuvo en el trabajo de investigación. Mientras que los nutrientes brindados por la formulación orgánica deben pasar aun por un proceso de mineralización para ser absorbidos totalmente por la planta, además estos se comportan mas como enmiendas o mejoradores del suelo que como aportadores de nutrientes.

El CIAT (1980), indica la influencia de las condiciones ambientales sobre el genotipo, morfología de la planta, tamaño de fruto y sobre el rendimiento.

Fisiológicamente el rendimiento se estudia en relación con la fotosíntesis y aprovechamiento de la radiación solar, la mas alta producción fotosintética de un cultivo alcanza cuando la planta tiene valores máximos de intensidad fotosintética y área foliar, la forma de lograr el mas eficiente aprovechamiento de la radiación solar es tratar que el terreno este lo mas cubierto posible con el área foliar de la planta de frijol. Influye también el tipo de abonamiento, además de las densidades de la siembra y técnicas de cultivo.

Según Laing (1979), el cultivo de frijol en lo que se refiere al rendimiento de grano, depende de una formación subsiguiente a los componentes: formación de vainas y llenado de semillas. Menciona que la falta de agua durante la primera etapa del ciclo vegetativo, no afecta mucho el rendimiento, pero cuando éste se presenta durante la floración o cuando las vainas están en formación producen una disminución en la producción de granos. Los cambios bruscos del clima, sequia por semanas y precipitación por semanas, como el rango de variación de la temperatura, posiblemente hayan afectado el rendimiento en el grano seco (Ministerio de Alimentación, citado por Mitma, 1993).

3.3. REGRESION Y CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RENDIMIENTO

3.3.1. Efecto del abonamiento en el rendimiento

Los efectos que genera el tipo de abonamiento en relación a los rendimientos se mide con el coeficiente de regresión y el coeficiente de correlación, por lo que se presenta un resumen de ésta en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4: Coeficientes de regresión y correlación para el efecto del abonamiento en frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

Coeficiente	Guano de Islas	Fertilizante Químico	Estiércol de Cuy
b0	1984.89 **	2022.00 **	2022.00 **
b1	0.9917 **	1097.77 **	91.77
r	0.93 **	0.95 **	0.57
n	15	6	6

A. Efecto del abonamiento con Guano de Islas en el rendimiento.

En el Cuadro 3.4 y Gráfico 3.9, se observa una mejor representación del efecto del abonamiento con Guano de Islas sobre el rendimiento del frijol expresado en kg.ha^{-1} , para lo cual se utilizó el coeficiente de correlación y regresión con las 15 muestras, habiéndose obtenido una ecuación lineal, lo que nos indica que el abonamiento en los diferentes niveles de Guano de Islas han influido en el rendimiento de frijol grano, mostrando que por cada 250 kg.ha^{-1} de Guano de Islas incrementa el rendimiento en $0.9917 \text{ kg.ha}^{-1}$ de frijol a partir del testigo absoluto (T7) que tiene un rendimiento de $1984.89 \text{ kg.ha}^{-1}$ y que representa lo mínimo en rendimiento; en el tratamiento T4 se tiene un rendimiento promedio de 3010 kg.ha^{-1} , el cual representa el mayor rendimiento con una aplicación de 1000 kg.ha^{-1} de Guano de Islas, determinándose así una tendencia a incrementar el rendimiento según se incorpore mayor cantidad de Guano de Islas.

En el Cuadro 3.4 se observa que el Guano de Islas tiene un coeficiente de correlación de 93%, lo que nos indica una alta variación del rendimiento (kg.ha^{-1} de frijol), el cual está influenciado por la incorporación de los diferentes niveles de Guano de Islas.

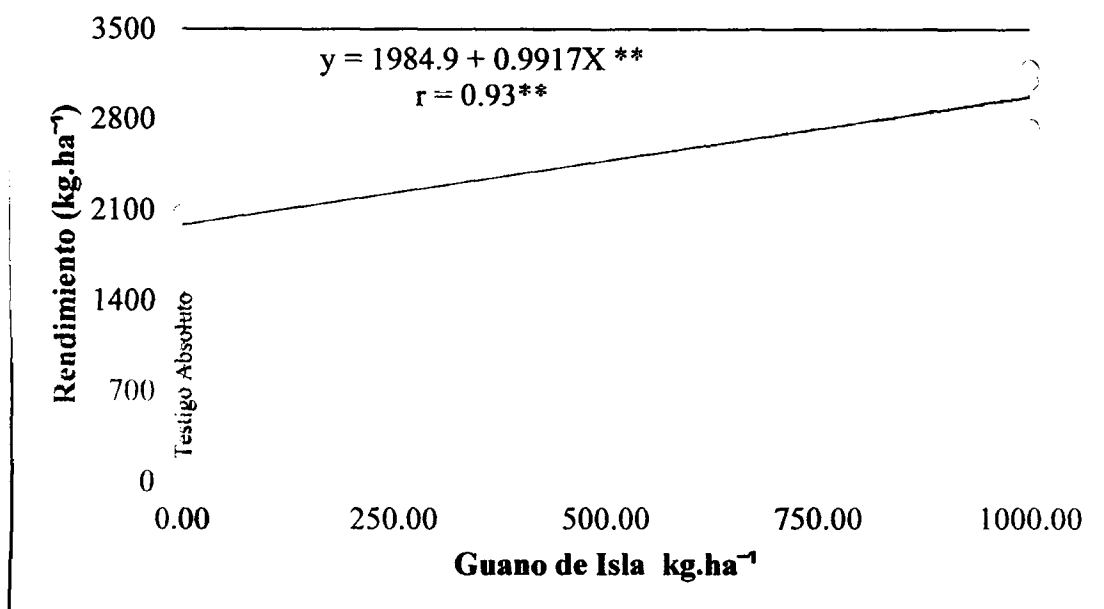


Gráfico 3.9: Efecto de niveles de Guano de Islas en el rendimiento de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). Canaán 2735 – Ayacucho.

Según informa Proabonos (2003), el Guano de Islas es un abono que contiene todos los elementos fertilizantes que asegura la nutrición de las plantas. Así mismo nos indica que hay un límite en el empleo de abonos, que cuando se suministra dosis crecientes de abono, los aumentos de cosecha obtenidos son cada vez menores a medida que la dosis aumenta. Por ello en la práctica a partir de cierto nivel convendría aumentar las dosis de abonos con prudencia para quedar en los límites de rentabilidad.

B. Efecto del abonamiento químico en el rendimiento.

En el Cuadro 3.4 y Gráfico 3.10, se observa una mejor representación del efecto de abonamiento con fertilizante químico sobre el rendimiento del frijol, para el cual se utilizó el coeficiente de correlación y de regresión con 6 muestras, la misma que se adecúa a una ecuación lineal que nos indica que el abonamiento con fertilizante químico ha influido en el rendimiento de frijol

grano, es así que al utilizar un nivel de 60-80-60 de NPK, se incrementó el rendimiento en 1097.77 kg.ha⁻¹ de frijol a partir del testigo absoluto (T7) que tiene un rendimiento promedio de 2020.0 kg.ha⁻¹, y representa lo mínimo en rendimiento, mientras que el tratamiento T5 tiene un rendimiento promedio de 3120 kg.ha⁻¹ y representa el máximo en rendimiento con una aplicación de 60-80-60 de NPK, determinándose el incremento en el rendimiento según se incorpora el fertilizante químico. El coeficiente de correlación fue de 95%.

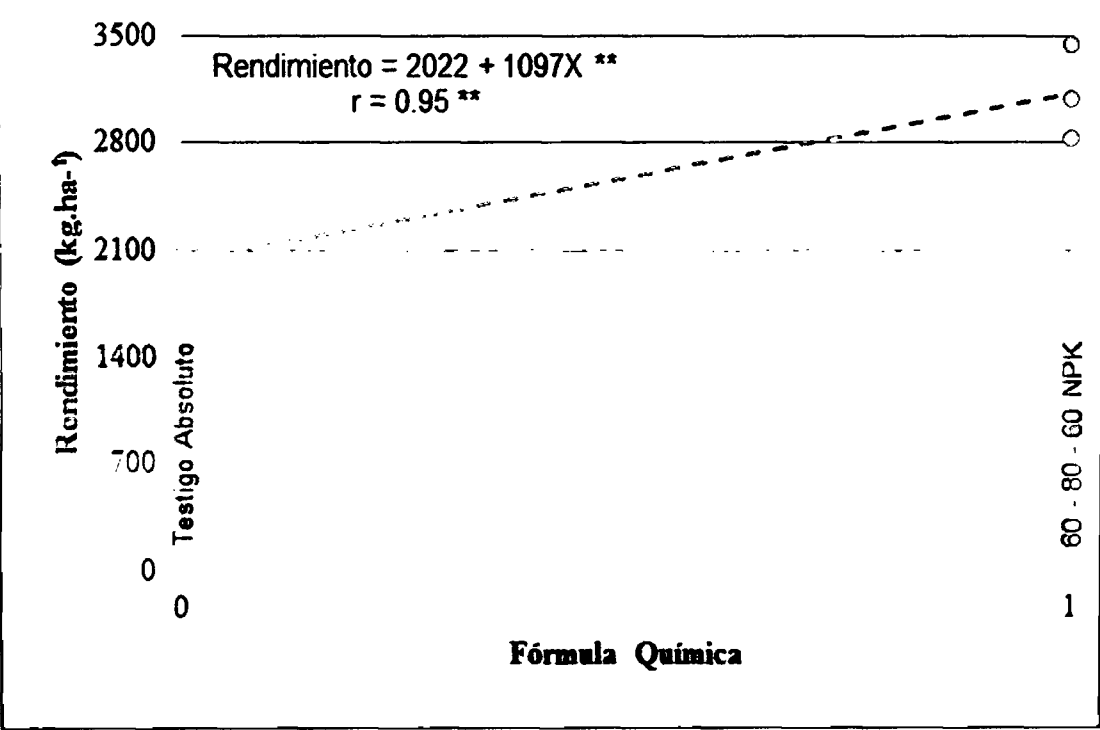


Gráfico 3.10: Efecto del Abonamiento Químico en el rendimiento de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). Canaán 2735 msnm.- Ayacucho.

3.3.2. Correlación entre caracteres.

Con la finalidad de determinar el grado de asociación entre los principales parámetros estudiados en el presente trabajo se realizó el respectivo análisis de correlación, el mismo que se presenta en el Cuadro 3.5, encontrándose que el número de vainas por planta tiene una alta correlación con la longitud

de vaina, número de granos por vaina y el rendimiento; y una correlación significativa con el peso de 1000 semillas. La longitud de vaina influye positivamente en el número de granos por vaina, peso de 1000 semillas y el rendimiento. El número de granos por vaina tiene una influencia positiva con el peso de 1000 semillas y el rendimiento y finalmente el peso de 1000 semillas está altamente correlacionado con el rendimiento, lo que quiere decir que a mayor peso de 1000 semillas, se tendrá mayor rendimiento.

Cuadro 3.5: Coeficientes de correlación entre caracteres de rendimiento en frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.).
 Canaán 2735 msnm., Ayacucho.

	Altura de planta Y7	Número de vainas/planta Y8	Longitud de vainas Y9	Número de granos/vaina Y10	Peso de 1000 semillas Y11	Rendimiento de grano Y12
Y7	1.000	0.011	0.013	-0.138	-0.204	-0.030
Y8		1.000	0.607 **	0.650 **	0.443 *	0.891 **
Y9			1.000	0.714 **	0.736 **	0.779 **
Y10				1.000	0.647 **	0.764 **
Y11					1.000	0.738 **
Y12						1.000

3.4. ESTUDIO ECONÓMICO:

Se muestra en el Cuadro 3.6, el resumen del estudio económico del presente trabajo, encontrándose que el tratamiento T5 el cual fue abonado con 60-80-60 de NPK obtuvo la mayor rentabilidad con 175.94% y una utilidad neta de S/. 5967.58; seguido del tratamiento T4, al cual se aplicó 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y se obtuvo una rentabilidad de 144.96% así como también una utilidad neta de S/. 5344.41; mientras que al aplicar 750 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas al tratamiento T3 se obtuvo 133.27% de rentabilidad y una utilidad neta de S/. 4677.53; al tratamiento T2 se fertilizó con 500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas obteniendo una rentabilidad de 117.44% y S/. 3913.99 de utilidad neta; mientras que el tratamiento T1 fue abonado con 250 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas y obtuvo 111.69% de rentabilidad con una utilidad neta de S/. 3524.45; al utilizar 2000 kg.ha⁻¹ de estiércol de Cuy (T6) se obtuvo 89.50% de rentabilidad y una utilidad neta de S/. 2995.03, para finalmente obtener una menor rentabilidad de 73.44% y una utilidad neta de S/. 1969.20 con el tratamiento T7, al cual no se incorporó ningún tipo de abono. Así mismo se deduce que el tipo y costo de abonamiento influye en la producción, rentabilidad y una utilidad neta, de cada uno de los tratamientos que se planteó en el presente estudio.

Cuadro 3.6: Resumen de estudio económico del rendimiento de frijol caraota en los diferentes tratamientos Canaán 2735 msnm.-
Ayacucho

Tratamientos	Costos directos (s/.)	Costos indirectos (s/.)	Costos totales (s/.)	Producción (kg.ha ⁻¹)	P.U. (S/.)	Venta total (S/.)	Utilidad neta (S/.)	Rentabilidad (S/.)
T1	2895.00	260.55	3155.55	2226.67	3.00	6680.00	3524.45	111.69
T2	3057.50	275.18	3332.68	2415.56	3.00	7246.67	3913.99	117.44
T3	3220.00	289.80	3509.80	2729.11	3.00	8187.33	4677.53	133.27
T4	3382.50	304.43	3686.93	3010.44	3.00	9031.33	5344.41	144.96
T5	3111.70	280.05	3391.75	3119.78	3.00	9359.33	5967.58	175.94
T6	3070.00	276.30	3346.30	2113.78	3.00	6341.33	2995.03	89.50
T7	2460.00	221.40	2681.40	2022.00	2.30	4650.60	1969.20	73.44

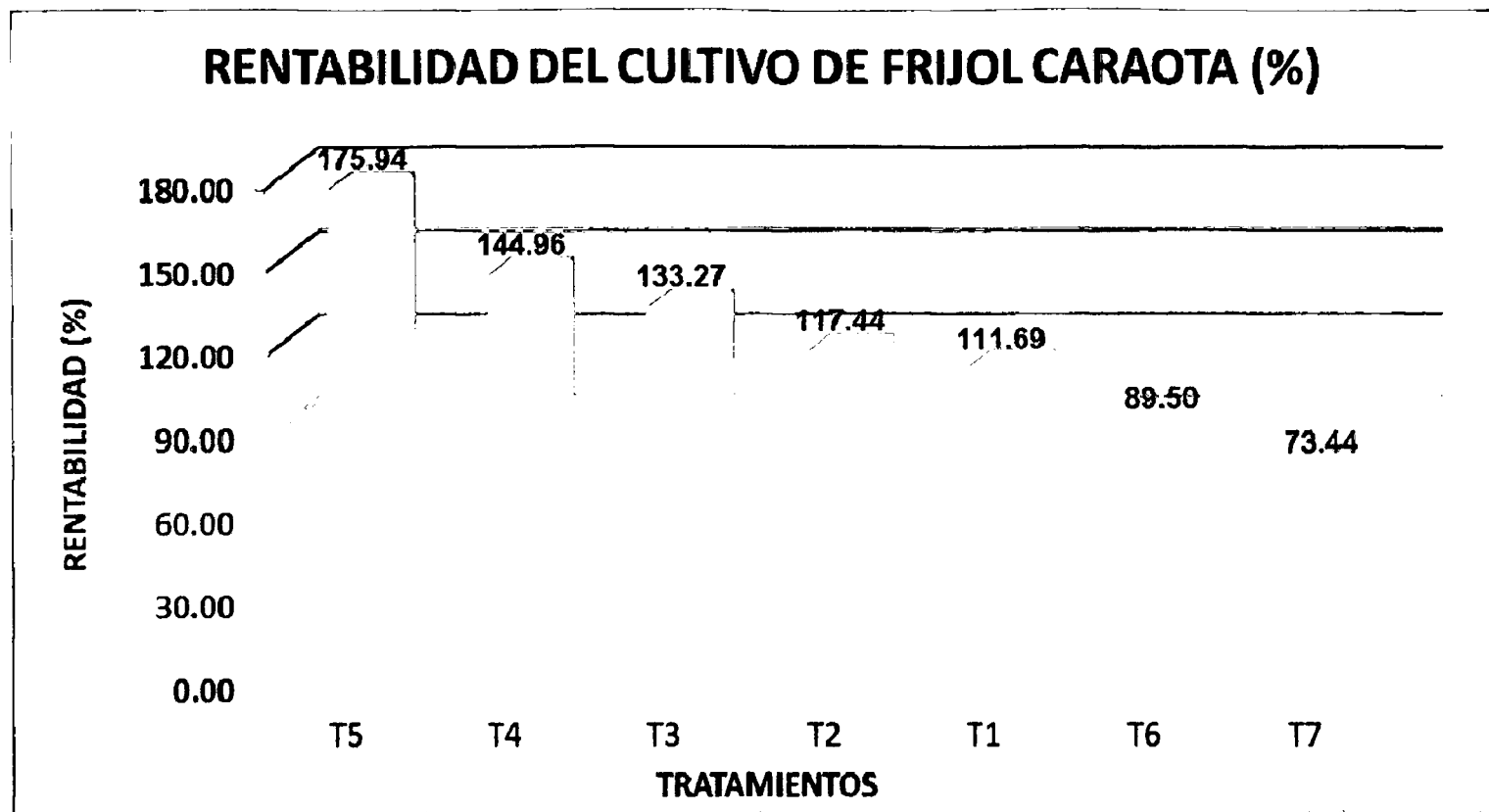


Gráfico 3.11: Rentabilidad de frijol caraota en los diferentes tratamientos Canaán 2735 msnm.-Ayacucho

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación permiten arribar a las siguientes conclusiones:

1. El mayor número de vainas por planta, la mayor longitud de vaina, el mayor número de granos por vaina, responde claramente al efecto positivo de la aplicación de 750 a 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Isla.
2. Con niveles de 750 a 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas, se obtiene granos con pesos de 237.4 a 240.6 g por cada 1000 semillas, respectivamente.
3. El rendimiento de frijol caraota con la aplicación de Guano de Isla obedece al modelo $y = 1984.9 + 0.9917X$; correspondiendo los rendimientos mas altos (2729.11 a 3010.44 kg.ha⁻¹) a los cuales se aplicó niveles de 750 a 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas respectivamente.
4. La mayor rentabilidad de 144.96%, se logró con la incorporación de 1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas, con una utilidad neta de S/. 5344.41; seguido por la incorporación de 750 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas, con el que se

obtuvo una rentabilidad de 133.27% y que corresponde a una utilidad neta de S/. 4677.53.

4.2. Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones del presente trabajo, se dan las siguientes recomendaciones:

1. Utilizar el Guano de Islas en una cantidad de 1000 a 750 kg.ha⁻¹, con los que se obtuvieron los mayores rendimientos de frijol, además de minimizar los costos y continuar una agricultura orgánica.
2. Los resultados obtenidos no deben ser tomados como absolutos.
3. Repetir el experimento en otras épocas, lugares y otros niveles de abonamiento, debido a la variabilidad de abonamiento, tipo de suelo, clima, riego y métodos de control.

RESUMEN

El trabajo de investigación fue conducido en la campaña 2010, en el Centro Experimental Canaán, propiedad del Instituto Nacional de Innovación Agraria ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, geográficamente está situada a una altitud 2735 msnm. y cuyas coordenadas son: 13° 10' 09" latitud sur y 74° 12' 82" longitud oeste. Los objetivos del trabajo de investigación son determinar la influencia de niveles de Guano de Islas en el rendimiento del frijol negro, determinar el mejor nivel de Guano de Islas en el rendimiento del frijol negro y determinar la rentabilidad económica de los tratamientos en estudio. El diseño estadístico utilizado fue el Bloque Completo Randomizado (DBCR), con 3 repeticiones y 7 tratamientos, cuyos resultados fueron sometidos al análisis de variancia y prueba de Tukey.

Los tratamientos en estudio fueron los diferentes de niveles de Guano de Islas y para los testigos se puso fertilizante sintético y estiércol de Cuy.

La siembra se realizó a 0.75 m. entre surcos y 0.25 m. entre golpes, colocando 4 semillas por golpe, para posteriormente quedar 3 plantas al hacer el desahijé; previamente a la siembra se realizó el abonamiento con cuatro niveles de Guano de Islas de 250, 500, 750 y 1000 kg.ha⁻¹ más 60 kg.ha⁻¹ N para cada uno de los tratamientos y dentro de los testigos se puso una fertilización sintética con una fórmula de abonamiento de 60-80-60 NPK, el cual es a base de urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio; también se incorporó 2 tn.ha⁻¹ de estiércol de Cuy y un testigo absoluto al que no se puso ningún tipo de abonamiento. Durante la conducción del experimento se evaluaron parámetros a la precocidad y rendimiento.

El número de días a la emergencia del frijol fluctúa entre 9.0 y 9.7 días después de la siembra, y corresponden a los tratamientos T6 y T7, al hacer el análisis de variancia no se encontró diferencia significativa en ninguna de las fuentes de variación, con un coeficiente de variación de 5.88%.

El número de días a la formación de las primeras hojas trifoliadas fluctúan entre 17.3 y 18.0 días después de la siembra y corresponden a los tratamientos T1, T4 y T2, T3, T5, T7, al hacer el análisis de variancia no se encontró diferencia estadística en ninguno de los factores de evaluación, siendo el coeficiente de variación de 2.97%.

La formación de la tercera hoja trifoliada fluctúa entre 29.7 y 30.3 días después de la siembra los que corresponden a los tratamientos T4 y T3, T1, al hacer el análisis de variancia no se encontró diferencia significativa en las fuentes de variación, teniendo un coeficiente de variación de 1.22%.

La floración ocurrió entre 59.3 y 73.3 días después de la siembra y corresponden a los tratamientos T4 y T7, al hacer el análisis de variancia se encontró alta significación en las fuentes de variación: Tratamientos, Testigo y Guano de Islas vs Testigo, con un coeficiente de variación de 3.78%.

La madurez fisiológica ocurrió entre 81.7 y 96.0 días después de la siembra, correspondiente a los tratamientos T1, T2 y T7, al efectuar el análisis de variancia se encontró alta diferencia significativa para las fuentes de variación: Tratamientos y Guano de Islas vs Testigo, con un coeficiente de variación de 5.00%, procediendo a realizar prueba de Tukey.

La madurez de cosecha fluctúa entre los 105.0 y 123.3 días después de la siembra, los cuales corresponden a los tratamientos T5 y T7, al realizar el análisis de variancia se encontró diferencia significativa en las fuentes de

variación: Tratamientos, Testigos y Guano vs Testigo, con un coeficiente de variación de 2.39%, procediendo a efectuar la prueba de contraste.

Las plantas de frijol caraota presentan una altura que fluctúan entre 62.1 y 69.7 cm., correspondiente a los tratamientos T7 y T6, al realizar el análisis de variancia no se encontró diferencia estadística en ninguna de las fuentes de variancia y con un coeficiente de variación de 10.54%.

El mayor número de vainas por planta se obtuvo con el T5 con un promedio de 39.3 vainas, seguido de los tratamientos T4, T3 y T2 con 37.1, 35.5 y 32.9 vainas por planta, los cuales no se diferencian estadísticamente.

Se alcanzó mayor longitud de vainas con los tratamientos T5 y T4 con 9.8 y 9.3 cm. de longitud, sin diferencia estadística entre ellas; seguido de T3, T2, T1 y T6 con 8.9, 8.9, 8.6 y 8.5 cm., sin diferencia estadística entre ellas.

El mayor número de granos por vaina se obtuvo con los tratamientos T5 y T4 con un promedio de 6.33 y 6.31 granos, sin diferencia estadística entre ellas.

En cuanto al peso de 1000 semillas se obtuvo un mayor peso en los tratamientos T5, T4 y T3 con un promedio de 243.7, 240.6 y 237.4 g.

Los mayores rendimientos se obtuvieron con el tratamiento T5, con un promedio de 3119.78 kg.ha⁻¹ de frijol; seguido del tratamiento T4 y T3 con un rendimiento promedio de 3010.44 kg.ha⁻¹ y 2729.11 kg.ha⁻¹ del frijol

Al realizar el análisis económico los que obtuvieron mayor mérito económico de los siete tratamientos fueron los tratamientos T5 con una fertilización química de 60-80-60 de NPK, con una utilidad neta de S/. 7075.44, seguida del tratamiento T4 (1000kg.ha⁻¹ de Guano de Islas) con una utilidad neta de S/. 6459.18 y finalmente el T3 (750 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas) con una utilidad neta de S/. 5792.31.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ASTORIMA, Q. C. 1998. Comparativo de Rendimiento de 8 Líneas y 2 Variedades de Frijol de Grano Blanco. Canaán – INIA. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
2. BLACK, C.A. 1975. Relaciones Suelo Planta. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional. T II
3. BOCANEGRA, S. N. 1978. Cultivo de Menestras en el Perú. Ministerio de Agricultura y Pesquería y Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. Lima – Perú.
4. BUCKMN y BRADY, N. 1993. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Quinta Reimpresión Edit. LIMUSA. México.
5. CASTILLA, V. J. 1995. Fertilización en el cultivo de frijol. E.E. Donoso – INIA. Lima - Perú.
6. CAMASCA, A. 1984. Horticultura Práctica. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONCITEC Ayacucho, Perú.
7. CASSERES, E. 1980. Producción de Hortalizas. Editorial IICA. Primera Edición. Lima.-Perú.
8. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio.
9. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) 1980. Descripción y daños de las plagas que atacan al frijol. Guía de estudio.
10. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT).

1985. Frijol: Investigación y Producción. Editorial XYZ. Cali – Colombia.
11. CHIAPPE, L. 1981. Requerimiento Ambiental del frijol (copia mimeografiada) Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
12. CHUMBIAUCA, R. L. 1982. Introducción y Evaluación de 21 Líneas y Variedades de Frijol Negro en la Zona baja del Valle de Chincha. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
13. COOKE, G. 1979. Fertilizantes y Usos. Editorial Compañía Continental. México.
14. CUBERO, J. I. 1983. Leguminosas de Grano. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid - España.
15. DAVELOUIS, J. 1975. Fertilidad del Suelo. Editorial CEA. Lima-Perú.
16. DEBOUCK, D.G y OTROS. 1993. Genetic diversity and ecological distribution of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) in Northwestern South America. Economic Botany 47(4):408–423.
17. DONAHUE, R. et al 1981. Introducción a los Suelos y el Crecimiento de las Plantas. Editorial PHI. Cali-Colombia.
18. ENCI, 1980. Empresa Nacional Comercializadora de Insumos. Manual del uso de fertilizantes.
19. FERNANDEZ, F. 1985. Etapas del Desarrollo de la Planta de Frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali – Colombia.
20. GARCIA, F. 1982. Edafología y Fertilización Agrícola. 7ma. Edición. Editorial Mundi - Prensa. Madrid - España.
21. GRAHAM, P. H. 1978. Nitrógeno: Fuentes Químicas y Biológicas en la Fertilización del Frijol. En: Curso de Adiestramiento en la investigación

- para la Producción de Frijol. CIAT – Colombia.
22. GRAA – DRA. Dirección de Información Agraria, serie Histórica de la Producción agrícola Años 1997-2008, Capítulo IV (Prod.). Agosto, 2009.
 23. GROS, A. 1986. ABONOS Guía Práctica de la Fertilización. Ediciones Mundi -Prensa. Madrid-España.
 24. IBÁÑEZ, R. y AGUIRRE, G. 1983. Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos. UNSCH- Ayacucho-Perú.
 25. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (INIA). 1980. Informe Final del Experimento del Programa de Investigación de Leguminosas. Estación Experimental Canaán. Ayacucho.
 26. JAMES, M. 1967. Introducción a la Fisiología Vegetal. Sexta Edición. Editorial OMEGA. Barcelona – España.
 27. KAY, D. E. 1979. Legumbres Alimenticias. Editorial Acriba, S.A. España.
 28. LAING, R. y DOUGLAS, D. 1979. Adaptación del Frijol Común. En: Curso Intensivo de Adiestramiento del Frijol. CIAT. Cali – Colombia.
 29. LEANDRO S, H. M. 1999. Comparativo de rendimiento de seis líneas y una variedad de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano Negro, Canaán 2750 msnm. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
 30. LITZENBERGER, S.C. 1976. Guía para los Cultivos en Trópicos y Subtropical. Centro Regional de ayuda Técnica. México/ Buenos Aires.
 31. MAROTO, B.J. 1986. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi – España.
 32. MATEO. B. J. 1961. Leguminosas de Grano. Editorial Salvat, S.A. Madrid. España.

33. MANUALES PARA EDUCACION AGROPECUARIA. 1990. Suelos y Fertilización. Editorial TRILLAS. Segunda Edición. México.
34. MITMA, H. R. 1993. Comparativo de Rendimiento de Lineas Seleccionadas de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) de Grano Blanco. E.E. Canaán. 2750 msnm. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
35. PARSONS, M. y DAVID, B. 1981. Frijol y Chícharo. Manual para la Educación Agropecuaria. Primera Edición. Editorial Trillas. S. A. México.
36. PITTA - FRIJOL. 2009. (Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología. Agropecuaria en Frijol). Costa Rica.
37. PROABONOS. GOB. PE, 2003. Guano de Islas Peruanas. Ministerio de Agricultura.
38. OSPIMA, H. 1980. Diversidad Genética de las Especies Cultivadas del Genero *Phaseolus*. Guía de estudios. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali – Colombia.
39. RESTREPO, M. J. 1979. Conceptos Básicos en Fisiología del Frijol. En: Curso Intensivo de Adiestramiento Pos – Grado en Investigación para la Producción de Frijol. CIAT. Cali – Colombia.
40. REYES, N. A. 1980. Comparativo de Rendimiento y Adaptación del Frijol (*Phaseolus vulgaris*. L) para la Producción de Semillas en Secano con Labores Agrícolas Mínimas. en Pampa del Arco 2761 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
41. RÍOS, M. J. y QUIRÓS D. J. 2002. El Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Cultivo, Beneficio y Variedades. Boletín Técnico. FENALCE. Bogotá.

42. ROBLES, S. R. 1979. Producción de Grano y Forraje. 2da Edición. Editorial Limusa - México.
43. SAUMELL, H. 1977. Frijol Información Técnica para su Mejor Conocimiento y Cultivo. Editorial Hemisferio Sur. 2^{da} Edición, Buenos Aires – Argentina.
44. SELKE, W. 1968. Los Abonos. Editorial Academia León. España.
45. TINEO, B. A. 1999. “Manejo y Conservación de suelos”, Guía de Estudios, para la asignatura de Manejo y Conservación de Suelos. UNSCH – Ayacucho.
46. TISDALE, S. y NELSON 1970. Fertilidad de los Suelos y Fertilización. Editorial Montaner, S.A. Barcelona-España.
47. TAKEOKA, G. R., L. T. Dao, G. H. Full, R. Y. Wong, L. A. Harden, R. H. Edwards, and S. Berrios. 1997. Characterization of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) anthocyanins. J. Agric. Food Chem. 45:3395-3400.
48. VAN HAEFF, 1986. Horticultura. Manuales para la Educación.
49. VALLODOLID CH. y OTROS. 1998 Manual Técnico N° 02/99 Promenestras junio, 1999. Chiclayo – Perú.
50. VELARDE, H. M. R. 2000. Efecto de Inoculación con Rizomack en el Rendimiento de Cinco Variedades de Frijol de Grano Negro. Canaán (2750msnm) Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
51. WHITE, W. e IZQUIERDO, I. J. 1989. Frijol: Fisiología del Potencial del Rendimiento y Tolerancia al Estrés. FAO y CIAT. Cali, Colombia. 91 pp.

ANEXO

Cuadro N°01: Promedios generales de los factores de precocidad y rendimiento del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm - Ayacucho.

Tratamientos	FACTORES DE PRECOCIDAD						FACTORES DE RENDIMIENTO					
	Emergencia (días después de la siembra)	Primera hoja Trifoliada (días después de la siembra)	Tercera hoja Trifoliada (días después de la siembra)	Floración (días después de la siembra)	Madurez fisiológica (días después de la siembra)	Madurez cosecha (días después de la siembra)	Altura Planta (cm.)	N° Vainas/ Planta	Longitud de Vainas	N° de granos /Vainas	Peso de 1000 semillas (g)	Rendimiento en Grano (kg)
T1	9.3	17.3	30.3	62.7	81.7	110.0	69.2	30.7	8.6	6.1	217.6	2226.7
T2	9.3	18.0	30.0	61.0	81.7	110.0	67.2	32.9	8.8	6.2	225.2	2415.6
T3	9.3	18.0	30.3	62.0	85.3	111.7	64.4	35.5	8.9	6.3	237.4	2729.1
T4	9.3	17.3	29.7	59.3	85.3	108.3	65.0	37.1	9.3	6.3	240.6	3010.4
T5	9.3	18.0	30.0	63.3	87.0	105.0	66.4	39.3	9.8	6.3	243.7	3119.8
T6	9.0	17.7	30.0	63.7	94.0	113.3	69.7	31.1	8.5	6.1	220.5	2113.8
T7	9.7	18.0	30.0	73.3	96.0	123.3	62.1	31.1	8.0	6.1	209.9	2022.0
TOTAL	65.3	124.3	210.3	445.3	611.0	781.7	463.9	237.7	62.1	43.4	1594.9	17637.3
PROMEDIO	9.3	17.8	30.0	63.6	87.3	111.7	66.3	34.0	8.9	6.2	227.8	2519.6

Cuadro N° 02: Días después de la siembra para los componentes de precocidad del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

COMPONENTES DE PRECOCIDAD (dds)																					
	EMERGENCIA							PRIMERA HOJA TRIFOLIADA							TERCERA HOJA TRIFOLIADA						
BLOQUE	Tratamientos							Tratamientos							Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
I	9	9	9	9	9	9	10	17	18	18	18	18	18	19	30	30	30	29	30	30	30
II	10	10	9	10	9	9	9	17	18	18	17	18	18	18	31	30	30	30	30	30	30
III	9	9	10	9	10	9	10	18	18	18	17	18	17	17	30	30	31	30	30	30	30
TOTAL	28	28	28	28	28	27	29	52	54	54	52	54	53	54	91	90	91	89	90	90	90
PROMEDIO	9	9	9	9	9	9	10	17	18	18	17	18	18	18	30	30	30	30	30	30	30

COMPONENTES DE PRECOCIDAD (dds)																					
	FLORACION							MADUREZ FISIOLÓGICA							MADUREZ DE COSECHA						
BLOQUE	Tratamientos							Tratamientos							Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
I	60	60	60	58	64	64	70	85	80	83	83	87	87	93	110	110	105	110	105	110	120
II	63	63	63	60	63	63	70	80	80	86	86	87	90	90	110	110	115	110	105	115	125
III	65	60	63	60	63	64	80	80	85	87	87	87	105	105	110	110	115	105	105	115	125
TOTAL	188	183	186	178	190	191	220	245	245	256	256	261	282	288	330	330	335	325	315	340	370
PROMEDIO	63	61	62	59	63	64	73	82	82	85	85	87	94	96	110	110	112	108	105	113	123

Cuadro N°03: Valores de los componentes de rendimiento del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

Componentes de Rendimiento																					
	Altura de Planta (cm.)							Número de Vainas por Planta							Longitud de Vainas (cm.)						
Bloque	Tratamientos							Tratamientos							Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
I	77	65	63	62	63	57	63	33	33	35	35	35	32	32	9	9	9	9	10	8	8
II	68	65	63	60	70	83	65	30	34	36	37	38	31	31	8	9	9	9	10	8	8
III	63	72	68	73	67	68	58	29	32	36	39	45	30	30	9	9	9	9	9	9	8
TOTAL	207	202	193	195	199	209	186	92	99	107	111	118	93	93	26	27	27	28	29	26	24
PROMEDIO	69	67	64	65	66	70	62	31	33	36	37	39	31	31	9	9	9	9	10	9	8

Componentes de Rendimiento																					
	Número de Granos por Vaina							Peso de 1000 Semillas (g)							Rendimiento de Grano (kg.ha ⁻¹)						
Bloque	Tratamientos							Tratamientos							Tratamientos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
I	6	6	6	6	6	6	6	219	226	240	254	271	231	206	2480	2560	2833	3100	3087	2236	2067
II	6	6	6	6	6	6	6	217	225	237	235	234	220	209	2067	2387	2673	2733	2833	2069	2006
III	6	6	6	6	6	6	6	217	224	235	233	227	210	214	2133	2300	2681	3198	3439	2036	1993
TOTAL	18	18	19	19	19	18	18	653	675	712	722	731	661	630	6680	7247	8187	9031	9359	6341	6066
PROMEDIO	6	6	6	6	6	6	6	218	225	237	241	244	220	210	2227	2416	2729	3010	3120	2114	2022

Cuadro N°04: Días a la floración del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) entre Guano de Islas vs Testigos.

Tratamiento / Bloque	Floración							GUANO DE ISLAS		TESTIGOS	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	SUMA	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO
	Guano de Islas (G)				Testigos (Ts)						
I	60	60	60	58	64	64	70	238.0	59.5	198.0	66.0
II	63	63	63	60	63	63	70	249.0	62.3	196.0	65.3
III	65	60	63	60	63	64	80	248.0	62.0	207.0	69.0
Total	188	183	186	178	190	191	220	promedio general	61.3	promedio general	66.8
Promedio	62.7	61	62	59.3	63.3	63.7	73.3				
promedio general	61.3				66.8						

Cuadro N°05: Días a la madurez fisiológica del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) entre Guano de Islas vs Testigos.

Tratamiento / Bloque	Madurez fisiológica							GUANO DE ISLAS		TESTIGOS	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	SUMA	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO
	Guano de Islas (G)				Testigos (Ts)						
I	80	80	83	83	87	87	93	326	81.50	267.00	89.00
II	80	80	86	86	87	90	90	332	83.00	267.00	89.00
III	85	85	87	87	87	105	105	344	86.00	297.00	99.00
Total	245	245	256	256	261	282	288	promedio general	83.5	promedio general	92.3
Promedio	81.7	81.7	85.3	85.3	87.0	94.0	96.0				
promedio general	83.5				92.3						

Cuadro N°06: Días a la madurez de cosecha del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) entre Guano de Islas vs Testigos.

Tratamiento / Bloque	Madurez de cosecha							GUANO DE ISLAS		TESTIGOS	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	SUMA	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO
	Guano de Islas (G)				Testigos (Ts)						
I	110	110	105	105	105	110	120	430	107.50	335.00	111.67
II	110	110	115	110	105	115	125	445	111.25	345.00	115.00
III	110	110	115	110	105	115	125	445	111.25	345.00	115.00
Total	330	330	335	325	315	340	370	promedio general	110.0	promedio general	113.9
Promedio	110.0	110.0	111.7	108.3	105.0	113.3	123.3				
promedio general	110.0				113.9						

Cuadro N°07: Número de vainas por planta de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) entre Guano de Islas vs Testigos.

Tratamiento / Bloque	Número de vainas/planta							GUANO DE ISLAS		TESTIGOS	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	SUMA	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO
	Guano de Islas (G)				Testigos (Ts)						
I	33.1	33.3	34.5	35.1	34.9	32.2	32.2	135.9	34.0	99.3	33.1
II	30.1	33.5	35.8	37.0	37.9	30.6	31.1	136.5	34.1	99.6	33.2
III	28.9	32.0	36.3	39.2	45.1	30.4	30.0	136.4	34.1	105.5	35.2
Total	92.1	98.7	106.6	111.4	117.9	93.2	93.3	promedio general	34.1	promedio general	33.8
Promedio	30.7	32.9	35.5	37.1	39.3	31.1	31.1				
Gran Promedio	34.1				33.8						

Cuadro N°08: Número de granos por vaina de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) entre Guano de Islas vs Testigos.

Tratamiento / Bloque	Número de granos por vaina							GUANO DE ISLAS		TESTIGOS	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	SUMA	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO
	Guano de Islas (G)				Testigos (Ts)						
I	6.1	6.2	6.4	6.4	6.4	6.1	6.1	25.1	6.3	18.6	6.2
II	6.1	6.1	6.2	6.2	6.2	6.1	6.1	24.6	6.2	18.4	6.1
III	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.2	6.1	25.0	6.2	18.6	6.2
Total	18.4	18.5	18.9	18.9	19.0	18.4	18.2	promedio general	6.2	promedio general	6.2
Promedio	6.1	6.2	6.3	6.3	6.3	6.1	6.1				
Gran Promedio	6.2				6.2						

Cuadro N°09: Rendimiento kg.ha⁻¹ de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) entre Guano de Islas vs Testigos.

Tratamiento / Bloque	Rendimiento kg.ha ⁻¹							GUANO DE ISLAS		TESTIGOS	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	SUMA	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO
	Guano de Islas (G)				Testigos (Ts)						
I	2480.0	2560.0	2833.3	3100.0	3086.7	2236.0	2066.7	10973.3	2743.3	7389.3	2463.1
II	2066.7	2386.7	2673.3	2733.3	2833.3	2069.3	2006.0	9860.0	2465.0	6908.7	2302.9
III	2133.3	2300.0	2680.7	3198.0	3439.3	2036.0	1993.3	10312.0	2578.0	7468.7	2489.6
Total	6680.0	7246.7	8187.3	9031.3	9359.3	6341.3	6066.0	promedio general	2595.4	promedio general	2418.5
Promedio	2226.7	2415.6	2729.1	3010.4	3119.8	2113.8	2022.0				
Gran Promedio	2595.4				2418.5						

Cuadro N° 10: Análisis de variancia del número de días a la emergencia del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUES	2	0.38	0.19	0.63	NS
TRATAMIENTOS	6	0.67	0.11	0.37	NS
GUANO DE ISLA	3	0.00	0.00	0.00	NS
TESTIGO (Ts)	2	0.67	0.33	1.1	NS
G vs Ts	1	0.00	0.00	0.0	NS
ERROR	12	3.62	0.30		
TOTAL	20	4.67			

C.V. = 5.88%

Cuadro N° 11: Análisis de variancia del número de días a las primeras hojas trifoliadas del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUES	2	0.67	0.33	1.20	NS
TRATAMIENTOS	6	1.81	0.30	1.09	NS
GUANO DE ISLA	3	1.33	0.44	1.60	NS
TESTIGO (Ts)	2	0.22	0.11	0.4	NS
G vs Ts	1	0.25	0.25	0.9	NS
ERROR	12	3.33	0.28		
TOTAL	20	5.81			

C.V. = 2.97%

Cuadro N° 12: Análisis de variancia del número de días a la tercera hojas trifoliadas del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUE	2	0.38	0.19	1.41	NS
TRATAMIENTOS	6	0.95	0.16	1.18	NS
GUANO DE ISLA	3	0.92	0.31	2.26	NS
TESTIGO (Ts)	2	0.00	0.00	0.0	NS
G vs Ts	1	0.04	0.04	0.3	NS
ERROR	12	1.62	0.13		
TOTAL	20	2.95			

C.V. = 1.27%

Cuadro N° 13: Análisis de variancia a número de días a la floración del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUES	2	0.38	0.19	1.41	NS
TRATAMIENTOS	6	0.95	0.16	1.18	NS
GUANO DE ISLA	3	0.92	0.31	2.26	NS
TESTIGO (Ts)	2	0.00	0.00	0.0	NS
G vs Ts	1	0.04	0.04	0.3	NS
ERROR	12	1.62	0.13		
TOTAL	20	2.95			

C.V. = 1.22%

Cuadro N° 14: Análisis de variancia a número de días a la madurez fisiológica del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUES	2	134.00	67.00	3.52	NS
TRATAMIENTOS	6	575.62	95.94	5.03	**
GUANO DE ISLA	3	40.33	13.44	0.71	NS
TESTIGO (Ts)	2	134.00	67.00	3.5	NS
G vs Ts	1	401.29	401.29	21.1	**
ERROR	12	228.67	19.06		
TOTAL	20	938.29			

CV = 5.00%

Cuadro N° 15: Análisis de variancia a número de días a la madurez de cosecha del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUE	2	30.95	15.48	2.17	NS
TRATAMIENTOS	6	600.00	100.00	14.00	**
GUANO DE ISLA	3	16.67	5.56	0.78	NS
TESTIGO (Ts)	2	505.56	252.78	35.4	**
G vs Ts	1	77.78	77.78	10.9	**
ERROR	12	85.71	7.14		
TOTAL	20	716.67			

C.V. = 2.39%

Cuadro N° 16: Análisis de variancia de la altura de planta del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUE	2	42.53	21.26	0.44	NS
TRATAMIENTO	6	130.43	21.74	0.45	NS
GUANO DE ISLA	3	41.92	13.97	0.29	NS
TESTIGO (Ts)	2	87.56	43.78	0.9	NS
G vs Ts	1	0.95	0.95	0.0	NS
ERROR	12	585.56	48.80		
TOTAL	20	758.52			

C.V. = 10.54%

Cuadro N° 17: Análisis de variancia de número de vainas por planta del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUE	2	3.72	1.86	0.29	NS
TRATAMIENTO	6	208.56	34.76	5.48	**
GUANO DE ISLA	3	72.67	24.22	3.82	*
TESTIGO (Ts)	2	135.58	67.79	10.7	**
G vs Ts	1	0.31	0.31	0.0	NS
ERROR	12	76.07	6.34		
TOTAL	20	288.35			

C.V. = 7.41%

Cuadro N° 18: Análisis de variancia de longitud de vaina del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUE	2	0.06	0.03	0.43	NS
TRATAMIENTO	6	6.19	1.03	14.26	**
GUANO DE ISLA	3	0.70	0.23	3.21	NS
TESTIGO (Ts)	2	5.39	2.70	37.2	**
G vs Ts	1	0.10	0.10	1.4	NS
ERROR	12	0.87	0.07		
TOTAL	20	7.12			

C.V. = 3.03%

Cuadro N° 19: Análisis de variancia de número de granos por vaina del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUE	2	0.01	0.01	0.83	NS
TRATAMIENTO	6	0.20	0.03	4.73	*
GUANO DE ISLA	3	0.07	0.02	3.46	NS
TESTIGO (Ts)	2	0.11	0.06	8.1	**
G vs Ts	1	0.01	0.01	1.9	NS
ERROR	12	0.08	0.01		
TOTAL	20	0.30			

C.V. = 1.36%

Cuadro N° 20: Análisis de variancia del peso de 1000 semillas del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUE	2	614.45	307.23	3.53	NS
TRATAMIENTO	6	2971.24	495.21	5.70	**
GUANO DE ISLA	3	1029.35	343.12	3.95	*
TESTIGO (Ts)	2	1784.99	892.49	10.3	**
G vs Ts	1	156.90	156.90	1.8	NS
ERROR	12	1043.26	86.94		
TOTAL	20	4628.95			

C.V. = 4.09%

Cuadro N° 21: Análisis de variancia del rendimiento del frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes niveles de Guano de Islas. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Significación
BLOQUE	2	185890.67	92945.33	3.78	NS
TRATAMIENTO	6	3461907.47	576984.58	23.45	**
GUANO DE ISLA	3	1075346.52	358448.84	14.57	**
TESTIGO (Ts)	2	2225575.21	1112787.60	45.2	**
G vs Ts	1	160985.74	160985.74	6.5	*
ERROR	12	295256.59	24604.72		
TOTAL	20	3943054.73			

C.V. = 6.23%

Cuadro N° 22: Costo de producción de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.).
Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

COSTO DE PRODUCCION DE FRIJOL CARAOTA POR HECTAREA

Cultivo : Frijol Caraota
Superficie : 1 Ha
Tecnología : Media

Campaña :2010
Lugar :Canaán

COSTOS DIRECTOS

ACTIVIDAD	Unidad de Medida	Cant. (ha ⁻¹)	Costo Unit. (S/.)	Sub Total (S/.)	Total (S/.)
A. MANO DE OBRA					1600.00
1. SIEMBRA				200.00	
a.- Siembra y tapado de semillas	Jornal	10.00	20.00	200.00	
2. LABORES CULTURALES				1000.00	
a.- Deshierbo	Jornal	15.00	20.00	300.00	
b.- Aporque	Jornal	10.00	20.00	200.00	
c.- Riego (10)	Jornal	15.00	20.00	300.00	
d.- Abonamiento (G.I y sintético)	Jornal	5.00	20.00	100.00	
e.- Control fitosanitario	Jornal	5.00	20.00	100.00	
3. COSECHA				400.00	
a.- Corte y traslado	Jornal	10.00	20.00	200.00	
b.- Trillado y ensacado	Jornal	10.00	20.00	200.00	
B. MAQUINARIA AGRICOLA					320.00
1. PREPARACION DE TERRENO				320.00	
a.- Roturación	Hrs/Maq	4.00	40.00	160.00	
b.- Cruza y desterronado	Hrs/Maq	2.00	40.00	80.00	
c.- Surcadora y nivelado	Hrs/Maq	2.00	40.00	80.00	
C. INSUMOS					240.00
1.- SEMILLA	kg.	40.00	4.00	160.00	
2. FERTILIZACION				0.00	
a.- Guano de islas (*)	Sacos	0.00	30.00	0.00	
b.- Urea agrícola (**)	Sacos	0.00	60.00	0.00	
c.- Fosfato diamonico (**)	Sacos	0.00	100.00	0.00	
d.- Cloruro de potasio (**)	Sacos	0.00	80.00	0.00	
e.- Estiércol de cuy (***)	tn	0.00	200.00	0.00	
3. CONTROL FITOSANITARIO				80.00	
Tratamiento de semilla					
Insecticida					
a.- Tifón	l	0.50	70.00	35.00	
Fungicida					
a.- Parachupadera	kg.	0.50	90.00	45.00	
D. ALQUILER DE TERRENO					300.00
a.- Alquiler de terreno por campaña	Global	1.00	300.00	300.00	
COSTO SUB TOTAL DIRECTO					2,460.00

(*) serán considerados por cada tratamiento, ya que varían en cantidad

(**) serán considerado en el tratamiento T5

(***) serán considerado en el tratamiento T6

Cuadro N° 23: Análisis Económico de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.)
con diferentes niveles de Guano de Islas.

TRATAMIENTO 01: (250 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas)

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				2895.00
Sub. Total de directo				2460.00
Abonamiento				
a.- Niveles de guano de isla	sacos	5.00	30.00	150.00
b.- Urea	sacos	2.60	60.00	156.00
c.-Transporte (insumos, pesticida)	sacos	7.60	0.05	19.00
Gastos diversos				
a.- Análisis de suelos	unid	1.00	50.00	50.00
b.- Análisis de guano de islas	unid	1.00	60.00	60.00
B. COSTOS INDIRECTOS				260.55
Asistencia técnica (3%A)				86.85
Gastos administrativos (3%A)				86.85
Imprevistos (3%A)				86.85
COSTO TOTAL (A+B)				3155.55
C.ANALISIS ECONOMICO				6680.00
Rendimiento (kg.ha ⁻¹)				2226.67
Venta total del producto (S/.)		2226.67	3.00	6680.00
MARGEN ECONOMICO				
Costo total (S/.)				3155.55
Venta total (S/.)				6680.00
Unidad neta (S/.)				3524.45
Rentabilidad (%)				111.69

* Precio Chacra

TRATAMIENTO 02: (500 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas)

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				3057.50
Sub. Total de directo				2460.00
Abonamiento				
a.- Niveles de guano de isla	sacos	10.00	30.00	300.00
b.- Urea	sacos	2.60	60.00	156.00
c.-Transporte (insumos, pesticidas)	sacos	12.60	0.05	31.50
Gastos diversos				
a.- Análisis de suelos	unid	1.00	50.00	50.00
b.- Análisis de guano de islas	unid	1.00	60.00	60.00
B. COSTOS INDIRECTOS				275.18
Asistencia técnica (3%A)				91.73
Gastos administrativos (3%A)				91.73
Imprevistos (3%A)				91.73
COSTO TOTAL (A+B)				3332.68
C.ANALISIS ECONOMICO				7246.67
Rendimiento ((kg.ha ⁻¹))				2415.56
Venta total del producto (S/.)		2415.56	3.00	7246.67
MARGEN ECONOMICO				
Costo total (S/.)				3332.68
Venta total (S/.)				7246.67
Unidad neta (S/.)				3913.99
Rentabilidad (%)				117.44

* Precio Chacra

TRATAMIENTO 03: (750 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas)

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				3220.00
Sub. Total de directo				2460.00
Abonamiento				
a.- Niveles de guano de isla	sacos	15.00	30.00	450.00
b.- Urea	sacos	2.60	60.00	156.00
c.- Transporte (insumos, pesticidas)	sacos	17.60	0.05	44.00
Gastos diversos				
a.- Análisis de suelos	unid	1.00	50.00	50.00
b.- Análisis de guano de islas	unid	1.00	60.00	60.00
B. COSTOS INDIRECTOS				289.80
Asistencia técnica (3%A)				96.60
Gastos administrativos (3%A)				96.60
Imprevistos (3%A)				96.60
COSTO TOTAL (A+B)				3509.80
C.ANALISIS ECONOMICO				8187.33
Rendimiento ((kg.ha ⁻¹))				2729.11
Venta total del producto (S/.)		2729.11	3.00	8187.33
MARGEN ECONOMICO				
Costo total (S/.)				3509.80
Venta total (S/.)				8187.33
Unidad neta (S/.)				4677.53
Rentabilidad (%)				133.27

* Precio Chacra

TRATAMIENTO 04: (1000 kg.ha⁻¹ de Guano de Islas)

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				3382.50
Sub. Total de directo				2460.00
Abonamiento				
a.- Niveles de guano de isla	sacos	20.00	30.00	600.00
b.- Urea	sacos	2.60	60.00	156.00
c.- Transporte (insumos, pesticidas)	sacos	22.60	0.05	56.50
Gastos diversos				
a.- Análisis de suelos	unid	1.00	50.00	50.00
b.- Análisis de guano de islas	unid	1.00	60.00	60.00
B. COSTOS INDIRECTOS				304.43
Asistencia técnica (3%A)				101.48
Gastos administrativos (3%A)				101.48
Imprevistos (3%A)				101.48
COSTO TOTAL (A+B)				3686.93
C.ANALISIS ECONOMICO				9031.33
Rendimiento ((kg.ha ⁻¹))				3010.44
Venta total del producto (S/.)		3010.44	3.00	9031.33
MARGEN ECONOMICO				
Costo total (S/.)				3686.93
Venta total (S/.)				9031.33
Unidad neta (S/.)				5344.41
Rentabilidad (%)				144.96

* Precio Chacra

TRATAMIENTO 05: (60-80-60 NPK)

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				3111.70
Sub. Total de directo				2460.00
Abonamiento				
a.- Urea agrícola	sacos	1.28	60.00	76.80
b.- Cloruro de potasio	sacos	2.00	80.00	160.00
c.- Fosfato diamónico	sacos	3.48	100.00	348.00
d.- Transporte (insumos, pesticidas)	sacos	6.76	0.05	16.90
Gastos diversos				
a.- Análisis de suelos	Unid	1.00	50.00	50.00
B. COSTOS INDIRECTOS				280.05
Asistencia técnica (3%A)				93.35
Gastos administrativos (3%A)				93.35
Imprevistos (3%A)				93.35
COSTO TOTAL (A+B)				3391.75
C. ANALISIS ECONOMICO				9359.33
Rendimiento ((kg. ha ⁻¹))				3119.78
Venta total del producto (S/.)		3119.78	3.00	9359.33
MARGEN ECONOMICO				
Costo total (S/.)				3391.75
Venta total (S/.)				9359.33
Unidad neta (S/.)				5967.58
Rentabilidad (%)				175.94

* Precio Chacra

TRATAMIENTO 06: (2 tn. ha⁻¹ de estiércol de Cuy)

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				3070.00
Sub. Total de directo				2460.00
Abonamiento				
a.- Estiércol de cuy	sacos	40.00	10.00	400.00
b.- Transporte (insumos, pesticidas)	sacos	40.00	0.05	100.00
Gastos diversos				
a.- Análisis de suelos	Unid	1.00	50.00	50.00
c.- Análisis de guano de cuy	Unid	1.00	60.00	60.00
B. COSTOS INDIRECTOS				276.30
Asistencia técnica (3%A)				92.10
Gastos administrativos (3%A)				92.10
Imprevistos (3%A)				92.10
COSTO TOTAL (A+B)				3346.30
C. ANALISIS ECONOMICO				6341.33
Rendimiento ((kg. ha ⁻¹))				2113.78
Venta total del producto (S/.)		2113.78	3.00	6341.33
MARGEN ECONOMICO				
Costo total (S/.)				3346.30
Venta total (S/.)				6341.33
Unidad neta (S/.)				2995.03
Rentabilidad (%)				89.50

* Precio Chacra

TRATAMIENTO 07: (Sin Abonamiento)

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				2460.00
Sub. Total de directo				2460.00
Abonamiento				
a.-Transporte (insumos, pesticidas)	sacos	0.00	0.05	0.00
B. COSTOS INDIRECTOS				221.40
Asistencia técnica (3%A)				73.80
Gastos administrativos (3%A)				73.80
Imprevistos (3%A)				73.80
COSTO TOTAL (A+B)				2681.40
C.ANALISIS ECONOMICO				4650.60
Rendimiento ((kg.ha ⁻¹))				2022.00
Venta total del producto (S/.)		2022.00	2.30	4650.60
MARGEN ECONOMICO				
Costo total (S/.)				2681.40
Venta total (S/.)				4650.60
Unidad neta (S/.)				1969.20
Rentabilidad (%)				73.44

* Precio Chacra

Cuadro N° 24: Análisis químico del Guano de Islas.

GUANO DE ISLAS		
CARACTERISTICAS	RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO	TEORICO
pH	8.30	-
Nitrógeno Total (%)	3.50	10
P ₂ O ₅ (%)	1.57	10
K ₂ O (%)	1.23	2
CaO (%)	0.96	-
MgO (%)	0.43	-
Fuente:	Laboratorio de suelos de la UNSCH	Proabonos 2010

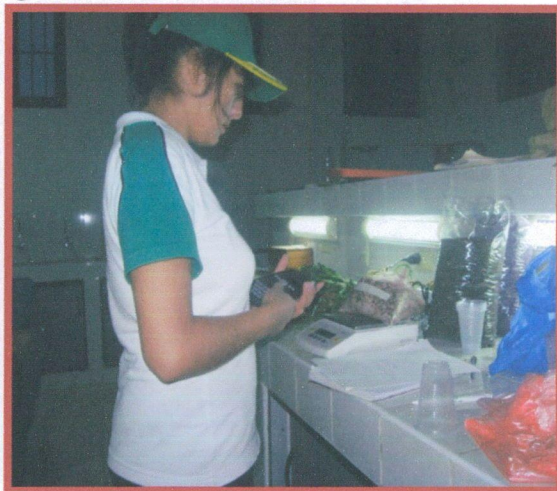
Cuadro N° 25: Análisis químico del Estiércol de Cuy.

ESTIERCOL DE CUY	
CARACTERISTICAS	RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO
pH	8.32
Nitrógeno Total (%)	0.7
P ₂ O ₅ (%)	0.66
K ₂ O (%)	1.7

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNSCH.

PANEL FOTOGRAFICO

Pesado y distribución de los abonos según los tratamientos



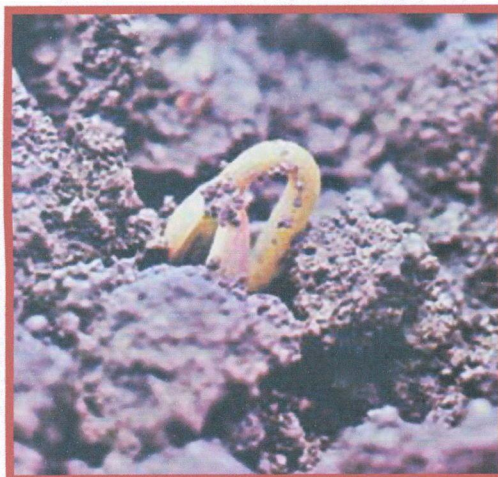
Limpieza y estacado del terreno para la instalación del proyecto de tesis



Abonamiento y siembra en el terreno según los tratamientos planteados



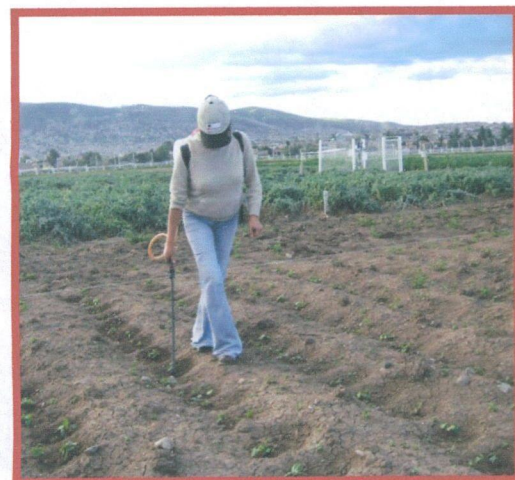
Emergencia de la semilla de frijol caraota



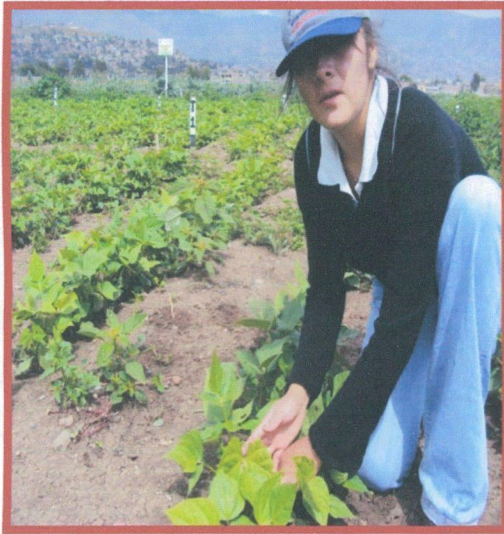
Primera hoja trifoliada, deshiero y desahijé



Control fitosanitario



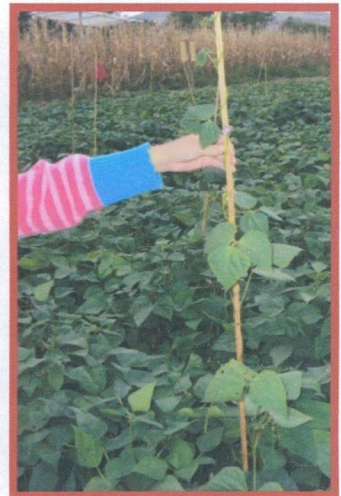
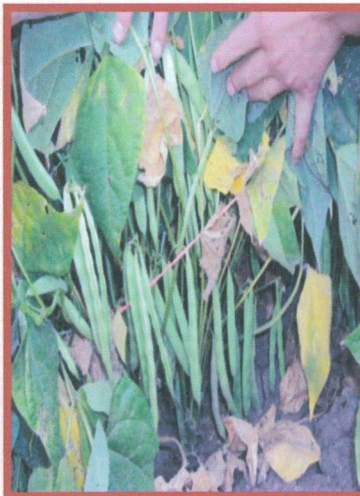
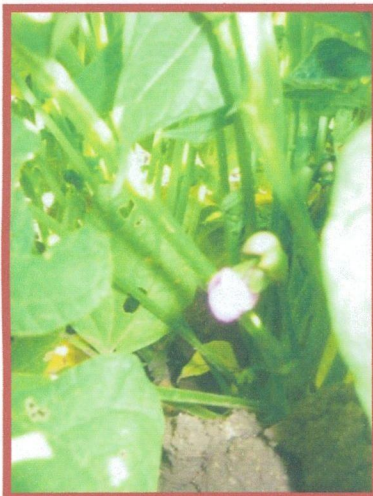
Primer aporque y registro de la tercera hoja trifoliada



Riego y control fitosanitario



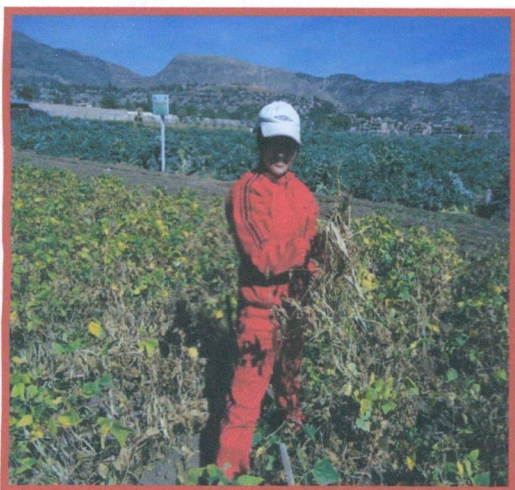
Floración, envainado y altura de planta



Madurez fisiológica y madurez de cosecha



Recolección y selección de muestras



Colección de vainas, conteo y pesado de la semilla

