

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BIOLES EN LA PRODUCCIÓN DE
FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Calima), EN VERDE.**

WILSON ALFREDO ANDINO VILLAFUERTE

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA - ECUADOR

2011

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: El trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BIOLES EN LA PRODUCCIÓN DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Calima), EN VERDE”** de responsabilidad del Señor Egresado Wilson Alfredo Andino Villafuerte ha sido revisada prolijamente, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Franklin Arcos

DIRECTOR

Ing. Sonia Rosero

MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Riobamba – Abril

2011

DEDICATORIA

A la mujer más sublime del mundo, mi madre Rosita Elena, que me acompañó en momentos difíciles que hay en la vida, con aquella palabra de fuerza y de fe, me dio la certeza que siempre estuvo a mi lado.

A mis hermanos Marco, Angelita y Leo, con quienes pasamos muy duros momentos y lucharon junto a mi para alcanzar el sueño tan anhelado. ¡Mi Ingeniería!

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mi Virgen santísima que en todo camino y jornada están siempre a mi lado.

A mis amigos; José Luis, Danilo, Roberto y Santiago, quienes me acompañaron y brindaron su apoyo, en el cumplimiento de una nueva etapa en mi vida.

A mi esposa Mariela, por ser siempre mi inspiración, mi apoyo y parte en todas las realizaciones de mi vida.

Al Ingeniero Luis Hidalgo, que jamás me cerró las puertas cuando necesité de su apoyo en la ejecución de mi proyecto

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO	CONTENIDO	Pág.
	Lista de Cuadros	vi
	Lista de Gráficos	ix
	Lista de Anexos	xi
I.	Titulo	1
II.	Introducción	1
III.	Revisión Bibliográfica	4
IV.	Materiales y Métodos	27
V.	Resultados y Discusión	36
VI.	Conclusiones	73
VII.	Recomendaciones	74
VIII.	Resumen	75
IX.	Summary	76
X.	Bibliografía	77
XI.	Anexos	82

LISTA DE CUADROS

Número	Contenido	Pág.
1.	Absorción de nutrimentos en Kg/ha del cultivo de fréjol.	9
2.	Absorción de nutrimentos en Kg/ha del cultivo de fréjol.	9
3.	Principales plagas y enfermedades en el cultivo de fréjol	13
4.	Composición química del humus de lombriz	16
5.	Movilidad comparativa de diferentes nutrimentos en la planta	19
6.	Composición química del biol de bovino	25
7.	Composición química de los biofertilizantes de diferente procedencia	26
8.	Composición química del suelo de la parcela en estudio	28
9.	Tipo de bioles y dosis utilizadas	39
10.	Tratamientos en estudio	30
11.	Análisis de varianza	31
12.	Control fitosanitario en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> var. Calima)	34
13.	Análisis de varianza para altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra en el cultivo de frejol.	36
14.	Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos, en la variable altura de planta a los 60 días después de la siembra.	38
15.	Prueba de Tukey al 5 % para tipo de bioles (factor A) en la variable altura de planta a los 60 días después de la siembra.	39
16.	Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs. resto en la variable altura de planta a los 60 días después de la siembra.	40
17.	Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable altura de planta a los 90 días después de la siembra.	41
18.	Prueba de Tukey al 5% para tipo de bioles (factor A) en la variable altura a los 90 días después de la siembra.	42
19.	Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs. resto en la variable altura a los 90 días después de la siembra	43
20.	Análisis de varianza para días a la floración en el cultivo de fréjol	44
21.	Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable días a la floración	45

22.	Prueba de Tukey al 5% para tipo de bioles(factor A) en la variable días a la floración	46
23.	Prueba de Tukey al 5 % para dosis de bioles (factor B) en la variable días a la floración	47
24.	Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs el resto en la variable días a la floración.	48
25.	Análisis de varianza para días a la cosecha en el cultivo de fréjol	49
26.	Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable días a la cosecha	50
27.	Prueba de Tukey al 5 % para tipo de bioles (factor A) para la variable días a la cosecha	51
28.	Prueba de Tukey al 5% para dosis de bioles (factor B) en la variable días a la cosecha	52
29.	Prueba de Tukey al 5% para testigo vs. resto en la variable días a la cosecha	53
30.	Análisis de varianza para número de vainas por planta en el cultivo de fréjol	54
31.	Prueba de Tukey para tratamientos en la variable número de vainas por planta	55
32.	Prueba de Tukey al 5% para tipo de bioles (factor A) en la variable número de vainas por planta	56
33.	Prueba de Tukey al 5 % para dosis de bioles (factor B) en la variable número de vainas por planta	57
34.	Prueba de Tukey al 5% para testigo vs. resto en la variable número de vainas por planta	57
35.	Análisis de varianza para el tamaño de vaina en el cultivo de fréjol	58
36.	Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable tamaño de vaina	59
37.	Prueba de Tukey al 5% para tipo de bioles (factor A) en la variable tamaño de vaina	60
38.	Prueba de tukey al 5% para testigo vs. resto en la variable tamaño de vainas	61
49.	Análisis de varianza para rendimiento por parcela neta en el cultivo de fréjol	62
40.	Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable rendimiento por parcela neta	63
41.	Prueba de Tukey al 5% para tipo de bioles en la variable rendimiento por parcela neta	64
42.	Prueba de Tukey al 5% para tipos de dosis (factor B) en la variable rendimiento por parcela neta	65

43.	Prueba de Tukey al 5% para testigo vs. resto en la variable rendimiento por parcela neta	65
44.	Análisis de varianza para rendimiento por hectárea en el cultivo de fréjol	66
45.	Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable rendimiento por hectárea	67
46.	Prueba de Tukey al 5 % para tipo de biolos (factor A) en la variable rendimiento por hectárea	68
47.	Prueba de Tukey al 5% para dosis de bioles (factor B) en la variable rendimiento por hectárea	69
48.	Prueba de Tukey al 5% para testigo vs. resto en la variable rendimiento por hectárea	70
49.	Presupuesto parcial del la investigación y beneficios netos (ha)	71
50.	Análisis de Dominancia	71
51.	Tasa de Retorno Marginal	71
52.	Análisis beneficio/costo	72

LISTA DE GRAFICOS

Número	Contenido	Pág.
1.	Altura de planta a los 60 días en base a los tratamientos	38
2.	Altura de planta a los 60 días en base a tipo de bioles	39
3.	Altura de planta a los 60 días para testigo vs. resto	40
4.	Altura de planta a los 90 días en base a los tratamientos	41
5.	Altura de planta a los 90 días en base a tipo de bioles	42
6.	Altura de planta a los 90 días para testigo vs. resto	43
7.	Días a la floración en base a los tratamientos	45
8.	Tipo de bioles (factor A) en la variable días a la floración	46
9.	Dosis de bioles (factor B) en la variable días a la floración	47
10.	Testigo vs. resto en la variable días a la floración	48
11.	Días a la cosecha en base a los tratamientos	50
12.	Tipos de bioles (factor A) en la variable días a la cosecha	51
13.	Dosis de bioles (factor B) en la variable días a la cosecha	52
14.	Testigo vs. resto en la variable días a la cosecha	53
15.	Número de vainas/planta en base a los tratamientos	55
16.	Número de vainas/planta en base a los tipos de bioles	56
17.	Número de vainas/planta en base a dosis de bioles	57
18.	Número de vainas/planta en base al testigo vs resto	58
19.	Tamaño de vainas en base a los tratamientos	60
20.	Tamaño de vainas/planta en base a tipos de bioles	61
21.	Tamaño de vainas/planta en base al testigo vs resto	62
22.	Rendimiento por parcela en base a los tratamientos	63
23.	Rendimiento por parcela neta para tipos de bioles	64
24.	Rendimiento por parcela neta para dosis de bioles	65
25.	Rendimiento por parcela neta en base a testigo vs resto	66
26.	Rendimiento en (Kg/ha) en base a los tratamientos	67
27.	Rendimiento en (Kg/ha) para tipos de bioles	68
28.	Rendimiento en (Kg/ha) para dosis de bioles (factor B)	69

29.	Rendimiento (Kg/ha) en base a testigo vs resto	70
-----	--	----

LISTA DE ANEXOS

Número	Contenido
1.	Ubicación de los tratamientos del ensayo.
2.	Análisis químico de suelo
3.	Análisis químico del humus.
4.	Análisis químico del biplus.
5.	Análisis químico de biol bovino.
6.	Análisis químico de biol porcino.
7.	Características importantes del fréjol (<i>Phaseólus vulgaris</i>) Var. Calima, probada en el Cantón San Miguel de Bolívar.
8.	Altura de planta 30 días después de la siembra.
9.	Altura de planta 60 días después de la siembra.
10.	Altura de planta a los 90 días después de la siembra.
11.	Días a la floración en el cultivo de fréjol.
12.	Días a la cosecha en el cultivo de fréjol.
13.	Número de vainas por planta.
14.	Tamaño de vainas.
15.	Rendimiento en Kg por parcela neta.
16.	Rendimiento en Kg por hectárea.
17.	Costos por parcela neta y por hectárea.

I. EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BIOLES EN LA PRODUCCIÓN DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Calima), EN VERDE.

II. INTRODUCCIÓN

A. GENERALIDADES

Desde la década de 1960 con la llegada de la revolución verde, la misma que tenía por objeto incrementar y diversificar los rendimientos agrícolas en las regiones menos adelantadas del mundo, se ha hecho uso de varias tecnologías para la producción agrícola y una de ellas es el uso de productos químicos tales como fertilizantes sintéticos y plaguicidas, los mismos que con el paso del tiempo han provocado un alto grado de contaminación y degradación de los recursos naturales.

En los últimos años la actividad agrícola mundial ha mostrado su inclinación hacia el desarrollo de una agricultura más acorde con prácticas que respeten la naturaleza que no comprometan la salud de los productos y consumidores, que sea social, económica y ecológicamente justa, rentable y sana. La agricultura orgánica ha nacido como una alternativa para caminar hacia el logro de estos fines.

La demanda nacional y mundial de productos sanos y nutritivos para el consumo es creciente, especialmente de productos que participan día a día en la dieta de la población, y uno de estos es el fréjol.

El fréjol es cultivado a nivel mundial, así como en nuestro territorio nacional; adaptándose tanto a climas cálidos como fríos.

Gracias a la gran adaptabilidad que posee el fréjol a todo tipo de suelo, ha constituido sin lugar a dudas que esta gramínea haya trascendido de tal manera en el planeta; tanto así que, según la FAO, ocupa el octavo lugar entre las leguminosas sembradas en el planeta, y por ende una de mayor consumo no solo por su rico sabor, sino por el grado de nutrientes proteicos y calóricos con los que aporta en la dieta diaria humana y a bajo costo (0,65 USD/Kg), si los comparamos con las fuentes de origen animal (carne de bovino 2,40

USD/Kg) y que por los niveles de pobreza en que se desenvuelve la mayoría de la población mundial no tienen acceso a los mismos.

La agricultura orgánica se basa en la ciencia de la ecología, la interrelación existente entre los organismos vivos y sus medios respectivos. La agricultura orgánica incluye aspectos económicos y sociales de la producción de fréjol, tanto en el plano nacional como mundial.

Actualmente existe preferencia de los consumidores por utilizar productos orgánicos, es decir sin trazas de agroquímicos que perjudique su salud, el abaratamiento de los costos de producción, la utilización de los recursos del medio entre otras la posibilidad de posicionar este tipo de cultivos en diferentes altitudes son razones que promueve el utilizar mecanismos alternativos de producción.

En la presente investigación, se propone el uso de abonos orgánicos como es el humus de lombriz más aplicaciones de biofertilizantes (biol de bovino, biol de porcino y bioplus) en diferentes dosis, productos orgánicos que se obtienen con fines comerciales y de investigación en el manejo y procesamiento de los estiércoles. La inquietud radica en determinar la respuesta del cultivo de fréjol a la fertilización orgánica, en virtud de que, en nuestro medio existe poca información de carácter técnico sobre la respuesta del cultivo a esta nueva alternativa de producción.

Por otro lado, siendo la provincia de Chimborazo una de las principales productoras de fréjol en verde a nivel nacional, tenemos la imperiosa necesidad de realizar esta investigación sobre el manejo que se debe dar al cultivo del fréjol, para disponer a nivel de mercado y al consumidor productos sanos y con un gran valor nutritivo. Para lo cual, la implementación de sistemas de producción orgánica cobra importancia como alternativa al uso de los agroquímicos, debido a la tendencia actual de proteger el medio ambiente utilizando métodos más amigables con la naturaleza y el afán de velar por la salud humana.

Para cumplir con este fin se plantea los siguientes objetivos.

1. **General.**

Evaluar tres tipos de bioles en la producción de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.Var. Calima), en verde.

2. **Específicos**

- a. Valorar el efecto de los bioles de: Bovino, porcino y bioplus en la producción de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Calima), en verde.
- b. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. EL CULTIVO DEL FREJOL

1. Generalidades

a. Origen

Entre las leguminosas destacadas por su importancia en la dieta alimenticia de Centro y Suramérica está el fríjol; su origen aunque no se ha establecido con certeza, algunos como Debouck e Hidalgo (1985) afirman ser originario de la parte tropical del suroeste de México, Guatemala, Honduras y una parte de Costa Rica.

Dentro del grupo de las especies leguminosas, el fréjol común es una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea intensamente cultivada desde la zona tropical hasta las templadas. Es originario de América y se le conoce con diferentes nombres: poroto, haricot, caraota, judía, aluvia, habichuela y otros (TÉCNICAS PARA EL CULTIVO DE FREJOL - www.mag.go.cr).

Fréjol, nombre común aplicado a cada una de las especies de un género de plantas leguminosas pertenecientes a la familia de las Fabáceas. Las semillas y vainas de estas plantas herbáceas se usan como alimento y en la producción de forraje. Originarias del continente americano se cultivan en la actualidad en todo el mundo (Encarta, 2 008).

No cabe duda que las plantas que producen las semillas de fréjol común, tuvieron su origen en el Continente Americano. Ya sea que se trate de fréjoles bayos, pintos, café cacahuete, amarillo canario, rosado, flor de mayo, flor de junio, etc., todos tienen una madre en común en su pasado. Estas plantas leguminosas que se caracterizan por tener las semillas dentro de vainas, aparecieron en tierras americanas hace miles de años. Los restos más antiguos (9000 años) se encontraron en un lugar llamado Huachichocana en el norte de Argentina; asimismo, en Perú hay rastros arqueológicos de los fréjoles, de hace 8,000 años (Soriano, E. 2 006).

b. Clasificación botánica

Súper reino: Eucariota; Reino: Plantae; División: Magnoliófitas; Clase: Dicotiledóneas; Subclase: Rósidas; Orden: Fabales; Familia: Leguminosae; Género: Páselas; Especie: vulgares; Nombre científico: *Phaseolus vulgaris* L. var. Calima; Nombre vulgar: fréjol (Araujo, J. 2 008).

c. Características botánicas

1) Raíz

A partir de la raíz primaria se origina una cantidad importante de raíces secundarias, desde las cuales aparecen lateralmente raíces terciarias; éstas, a su vez, originan raíces cuaternarias. Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radical tiende a ser fasciculado y en algunos casos fibroso, presentando una amplia variación, incluso dentro de un mismo cultivar (Debouck, D. e Hidalgo, R. 1985).

2) Tallo

El fréjol poseen un tallo principal, el cual, dependiendo del cultivar, puede presentar un hábito de crecimiento erecto, semiprostrado o prostrado. Los tallos pueden presentar pelos cortos, pelos largos, una combinación de pelos cortos y largos, o ser glabros. Además de lo señalado, siempre existen pequeños pelos en forma de gancho llamados uncinulados, incluso en los tallos glabros (Oliver, L. 1985).

3) Hojas

Las plantas de frejol presentan hojas simples y compuestas. Las simples, que se denominan también primarias, son las que se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son opuestas, unifoliadas, auriculadas, acuminadas y sólo se presentan en el segundo nudo del tallo principal, a continuación del nudo cotiledonar. Las hojas compuestas, en tanto, son trifoliadas y corresponden a las hojas características del frejol (Debouck, D. eHidalgo, R. 1985).

4) Ramas

Las plantas de frejol poseen un número variable de ramas, las cuales presentan un menor diámetro que el tallo principal. Las ramas primarias, que comienzan habitualmente a desarrollarse cuando las plantas presentan entre tres y cuatro nudos en el tallo principal, son importantes en la producción de vainas (Oliver, L. 1985).

5) Triadas

En la axila de cada hoja trifoliada se encuentran tres yemas formando un complejo axilar llamado tríada. Por otra parte, los dos primeros nudos presentan tríadas en ambos lados, vale decir en la axila de cada cotiledón y en la axila de cada hoja unifoliada. Las yemas de la tríada pueden permanecer latentes, originar ramas, ramas y racimos florales, u originar solamente racimos florales. En el caso que se originen dos ramas en un mismo nudo, éstas, al igual que las hojas, tendrán una disposición alterna respecto del nudo siguiente; sólo en los dos primeros nudos pueden llegar a producirse ramas en forma opuesta (Debouck, D. e Hidalgo, R. 1985).

6) Inflorescencia

Cada inflorescencia corresponde a un racimo principal compuesto de racimos secundarios (racimo de racimos). En la inflorescencia, se pueden distinguir tres componentes principales: el eje compuesto por un pedúnculo y un raquis, las brácteas y las flores. En el extremo apical del pedúnculo se desarrolla la primera tríada floral que dará lugar al primer racimo secundario. A partir de éste, el racimo principal continúa elongando a través de un raquis, en el cual pueden desarrollarse entre una y dos tríadas florales más, completándose en definitiva dos a tres racimos secundarios. En cada tríada floral dispuesta en el racimo principal, las dos yemas laterales producen una flor cada una; cuando las dos vainas provenientes de las flores laterales ya están desarrolladas, puede expresarse una tercera flor en la posición central (Debouck, D. e Hidalgo, R. 1985).

7) Fruto

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 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 (Oliver, L. 1985).

8) Semillas

Las semillas de fréjol presentan una gran variación de colores, formas y tamaños; entre los colores se puede señalar el blanco, amarillo, beige, café, rojo, negro o combinaciones de algunos de ellos; las formas, en tanto, pueden ser cilíndricas, arriñonadas, esférica, ovaladas, etc. Bajo la testa, la semilla presenta dos cotiledones y un eje embrionario; éste último está formado por la radícula, el hipocótilo, el epicótilo, la plúmula y las dos hojas primarias o unifoliadas (Debouck, D. e Hidalgo, R. 1985).

d. Fisiología

El exceso o falta de agua influye en los procesos fisiológicos, como en el aborto de las flores, en el desarrollo y susceptibilidad de enfermedades, el bajo contenido de humedad en el suelo acarrea la acumulación de iones tóxicos de magnesio, boro y el exceso de humedad disminuye la cantidad de oxígeno”. Según Oliver (1985), las necesidades hídricas para el fréjol dentro de un periodo de cultivo, se estima en 225 mm como mínimo (Shwarts, H. y Galvez, G. 1980).

e. Hábitos de crecimiento

El hábito de crecimiento, se consideran cuatro tipos diferentes: (Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1981).

- 1) Tipo I ó arbustivo: con plantas entre 0.25 y 0.60 m. de altura A este tipo corresponde las variedades comerciales de áreas de cultivo mecanizable.
- 2) Tipo II ó semivoluble: es un hábito intermedio entre el Arbustivo y el Voluble; generalmente con plantas de más desarrollo foliar que las anteriores y ramificaciones laterales de tendencia postrada.
- 3) Tipo III ó voluble: hábito de crecimiento indeterminado postrado, con ramificaciones bien desarrolladas. Son plantas con altura superior a 80 cm.
- 4) Tipo IV: hábito de crecimiento indeterminado trepador. Este tipo de fríjol se encuentra generalmente asociado con maíz.

f. Condiciones climáticas y suelo

El fréjol se adapta bien desde 200 hasta 2.500 msnm.(Anderson, A. 1978).

“El fréjol común no resiste el frío y para germinar requiere de 2°C como mínima y para florecer y madurar 18°C, si la temperatura desciende a menos de 2°C la planta puede perecer pero tolera el calor siempre y cuando tenga suficiente humedad, siendo su exceso perjudicial; los fuertes vientos también dañan a la planta” (Montalvo, E. 1 985).

El cultivo necesita entre 500 a 600 mm de lluvia. 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; se 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 arenoso, franco limosos y franco arcilloso ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo (Litzenberguer, S. 1979).

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 (Oliver, L. 1985).

g. Cultivares

El fréjol es una especie que presenta una enorme variabilidad genética, existiendo miles de cultivares que producen semillas de los más diversos colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se destina mayoritariamente a la obtención de grano seco, tiene una importante utilización hortícola, ya sea como poroto verde o como poroto granado. Estos últimos productos se destinan fundamentalmente al mercado fresco y a la industria de alimentos congelados. En el caso del poroto verde, también es de relativa importancia el consumo en forma enlatada. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1981).

h. Requerimiento nutricional del cultivo de fréjol.

Cuadro 1. Absorción de nutrimentos Kg/Ha del cultivo de fréjol.

Cultivo	Rendimiento Tn/Ha	Absorción de nutrimentos Kg/Ha					
		NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
Fréjol	12	134	16	116	64	21	23

Fuente: Meléndez, L. 1 998.

Cuadro 2. Absorción de nutrimentos Kg/Ha del cultivo de fréjol.

Cultivo	Rendimiento Tn/Ha	Absorción de nutrimentos Kg/Ha				
		NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Fréjol	12,5	105	10	120	10	0

Fuente: Guerrero, A. 1 993.

i. Fertilización

El nitrógeno es un elemento muy importante en el cultivo de fréjol puesto que la carencia de este elemento influye enormemente en el ciclo fenológico del mismo. También necesita cantidades pequeñas de fósforo; sin embargo, este elemento, en la mayoría de los casos, no se encuentra disponible en el suelo. El cultivo tiene necesidades grandes de potasio y calcio y requiere de una relación K:Ca de 15:1 en la parte apical. Estos elementos y otros se pueden poner a disposición de la planta por medio del abonamiento orgánico o con fórmulas comerciales. La fertilización se efectúa en la siembra y en el fondo del surco, con base en el nivel de fertilidad, determinado mediante un análisis previo del suelo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1981).

j. Zonas de producción

Las zonas productoras de fréjol arbustivo se localizan tanto en valles, como en las estribaciones de la cordillera, a alturas que oscilan entre los 1.000 y 2.700 msnm, en valles y entre los 800 y 1.200 m.s.n.m. en las estribaciones, posee un ciclo que esta dado entre los 80 a 90 días para el grano tierno y entre 110 y 115 días para el grano seco. La época de siembras se extienden desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre, claro está dependiendo de las condiciones climatológicas y de la zona. (“El FREJOL” - www.sica.gov.ec).

2. Labores preculturales en el cultivo de fréjol

Una preparación adecuada del terreno permite una buena cama de siembra, que facilita la nacencia, favorece el desarrollo vigoroso de las plantas y un mejor aprovechamiento del agua; es conveniente realizar las siguientes labores:(TECNICAS PARA EL CULTIVO DE FREJOL - www.mag.go.cr).

a. Hacer una labor de arado profundo entre 30 y 40 centímetros inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, esto trae los siguientes beneficios:

- b. Permite incorporar los residuos para su rápida descomposición; reducir la población de malas hierbas; destruir las larvas de insectos que invernán; aflojar el suelo, lo cual mejora su estructura.
- c. Es conveniente dar uno o dos pasos de rastra para eliminar los terrones grandes, y dejar una buena cama de siembra, que permita el paso del aire y una buena absorción del agua.
- d. Una labor de nivelación es muy importante para lograr una buena distribución del agua, evitando encharcamientos y partes altas donde no llegue la humedad suficiente para la planta.
- e. La dirección de los surcos se debe hacer en el sentido del trazo de riego, con esto se logra una mayor eficiencia en la aplicación del agua. La separación de los surcos debe ser de 60 centímetros.

3. Manejo agronómico en el cultivo de fréjol

a. Siembra

El fréjol arbustivo en monocultivo, se siembra en la región andina. El cultivo lo establecen en surcos sencillos distanciados a 50 ó 60 cm. y a 10 cm. de espacio entre plantas ó sitios; se coloca una semilla por sitio, ó en distancias de 20 a 30 cm. entre plantas, depositando dos ó tres semillas por golpe ó sitio, para obtener una población entre 170 a 250 mil plantas por hectárea (Anderson, A. 1978).

Existen dos modalidades en la siembra de fréjol arbustivo en monocultivo, la siembra en caballón y en terreno plano, se ha encontrado que hay diferencias entre las variedades estudiadas, sin presentarse diferencias entre las dos modalidades de siembra. No obstante, en la siembra en caballón hay facilidad de riego por gravedad y hay menor riesgo por posibles inundaciones (Litzenberguer, S. 1979).

b. Riego

Para zonas con riego, se sugiere realizar tres riegos incluyendo el de presembrado. La lámina de cada riego debe ser de 6,5mm. El primer riego de auxilio se sugiere efectuarlo al inicio de la floración y el segundo durante la formación de ejote (Anderson, A. 1978).

El fréjol es muy exigente en riegos en lo que se refiere a la frecuencia, volumen y momento oportuno del riego que van a depender del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc. (Litzenberger, S. 1979).

En los primeros estados de desarrollo conviene mantener el suelo con poca humedad, sin embargo las necesidades de agua son muy elevadas poco antes de la floración y después de esta, un exceso de humedad puede provocar clorosis y pérdida de cosecha, especialmente en suelos pesados. Un aporte hídrico desequilibrado disminuye la calidad de los frutos (Infoagro, 2 006).

c. Control de malezas

El control de las malezas se hace en forma manual con pala ó azadón y el número de controles depende de las condiciones ambientales, cuando hay fuerte invierno se incrementa la frecuencia de los controles. En fréjol arbustivo se realizan dos desyerbas, mientras que en fréjol voluble se hacen hasta cuatro ó cinco controles por su período vegetativo más largo. (Fuentes, J. 1989).

La flora de plantas indeseables predominante en fréjol es muy parecida a la que existe en muchos cultivos anuales; las especies principales de malezas son de hoja ancha (Shuwarts, H y Galvez, G. 1980).

El fréjol, como muchos otros cultivos anuales, es altamente susceptible a la competencia temprana de las malezas, pero su producción puede ser igualmente afectada por la emergencia tardía de malezas, favorecida por la pérdida del follaje de la planta cultivable

durante el período de su reproducción. El período crítico de competencia se halla entre los 10 y 30-40 días después de la emergencia de la planta cultivable. Durante este período, las malezas pueden extraer 42, 6 y 36 kg de N, P y K/ha, respectivamente. Este período se reduce si la distancia de siembra se reduce igualmente (TECNICAS PARA EL CULTIVO DE FREJOL - www.mag.go.cr).

d. Plagas y enfermedades

Las enfermedades y plagas del cultivo varían por zonas, de acuerdo a las condiciones ambientales, variedades usadas y a la calidad de la semilla; las enfermedades más limitantes son: la antracnosis que se puede transmitir por la semilla, la mancha gris, *mildiu polvoso*, *ascochyta* y la roya, *Empoasca sp.* es la plaga que más limita al cultivo por el daño mecánico producido y por la transmisión de enfermedades virales (Shuwarts, H y Galvez, G. 1980).

Cuadro 3. Principales plagas y enfermedades en el cultivo del frejol

Plagas		
Nombre Común	Descripción Científica	Control Biológico
Gusanos cortadores y jobotos	<i>Agrotis</i> sp. (Lepidóptera: Noctuidae) <i>Spodoptera</i> sp. (Lepidóptera: Noctuidae) <i>Phyllophaga</i> spp. (Coleóptera: Scarabaeidae)	<i>Metarhizium anisoplae</i> . <i>Beauveria bassiana</i> . Dosis: 1 a 1.5 l/Ha
Falso gusano medidor y gusano soldado	<i>Trichoplusianii</i> (Hubon) (Lepidóptera: Noctuidae). <i>Spodoptera</i> sp. (Lepidóptera: Noctuidae)	<i>Metarhizium anisoplae</i> . Dosis: 1 a 1.5 l/Ha
Perforadores de las vainas	<i>Maruca testulalis</i> Geyer (Lepidóptera: Pyralidae). <i>Heliothis</i> spp. (Lepidóptera: Noctuidae)	<i>Metarhizium anisoplae</i> . Dosis: 1 a 1.5 l/Ha
Nombre Común	Enfermedades	Control Biológico
Pudriciones de la raíz	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Pythium</i> spp.	<i>Trichoderma harzianum</i> . 1 a 1.5 l/Ha.
Roya	<i>Uromyces phaseoli</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> . 1 a 1.5 l/Ha.
Antracnosis	<i>Colletotrichum indemuthianum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> . 1 a 1.5 l/Ha.
Mildiu polvoso u Oidium	<i>Erysiphe polygoni</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> . 1 a 1.5 l/Ha.

Fuente: (Infoagro, 2 006).

e. Cosecha y rendimiento

La cosecha depende del mercado; para consumo como vaina verde ó legumbre, se realiza cuando la vaina se ha llenado totalmente, esto es a los 100 - 120 días después de la siembra, alcanzando un rendimiento de 12.000 a 14.000 Kg/ha (INIAP, 2 007).

f. Análisis económico

La mayoría de los agrónomos están familiarizados con las técnicas disponibles para determinar si las medias de rendimiento de un número dado de tratamientos difieren significativamente entre sí y con las pruebas complementarias a estas técnicas. Muchos argumentan que si no hay evidencia que las medias de los tratamientos son significativamente diferentes, no hay necesidad de un análisis económico, sin embargo lo recomendable es realizar un análisis económico, para lo cual, se toma en consideración los siguientes parámetros: (Perrín, R. 1 976).

- 1) Análisis de dominancia.- Se dice que una alternativa domina a otra cuando la primera tiene beneficios más altos, e iguales o más bajos costos variables que la segunda.
- 2) Tasa de retorno marginal.- Es el beneficio marginal neto dividido entre el costo marginal (calculado solamente para alternativas no dominadas).
- 3) Beneficio neto.- El valor de los beneficios menos el valor de las cosas entregadas para obtener los beneficios. Beneficio total bruto de campo menos el total de costos variables.
- 4) Costos variables.- La suma de los costos de campo por todos los insumos que son afectados por la alternativa.
- 5) Rendimiento neto.- La medida de rendimiento por hectárea en el campo menos las pérdidas de cosecha y almacenamiento.

B. FERTILIZACIÓN

1. Características Generales

El mantenimiento de la fertilidad del suelo depende del empleo adecuado de los fertilizantes y del manejo de cultivo. El propósito principal de la fertilización es aumentar el rendimiento, procurando minimizar el costo por unidad de producción, realizando aplicaciones de fertilizante de acuerdo a los requerimientos del cultivo en base al análisis de suelo (Grijalva, J. 1 995).

a. Fertilización orgánica

Los abonos orgánicos de origen animal constituyen el enfoque tradicional de las prácticas de fertilización orgánica, es una de las mejores formas para elevar la actividad biológica de los suelos, además sostiene que los residuos orgánicos son atacados, transformados y descompuestos por la mesofauna del suelo, así como por microorganismos, quienes llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica, produce anhídrido carbónico, agua, nitrógeno en forma amoniacal y nítrica, etc., proceso denominado “mineralización” (Monroy, O. y Viniegra G. 1 990),

Los fertilizantes orgánicos son la base fundamental de la agricultura orgánica, existe una gran diversidad de este tipo de fertilizantes, pero los más conocidos son los estiércoles y purines de diferentes animales y el compost de residuos orgánicos, en principio, estos fertilizantes disponen la mayoría de nutrimentos necesarios para el crecimiento de los cultivos, pero en algunos casos presentan un desequilibrio en nitrógeno, fósforo y potasio en relación a las necesidades de los cultivos. Otro de los aspectos negativos de los fertilizantes orgánicos es la pérdida de nutrimentos, sobretodo nitrógeno, que se puede producir durante su almacenaje, manipulación y aplicación (Martín, 2003).

1) El humus

El humus es el mejor abono orgánico, posee un contenido muy alto en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio asimilables, acompañado por gran cantidad de bacterias, hongos

y enzimas que continúan el proceso de desintegrar y transformar la materia orgánica (Bravo y Radicke, 1 998, citado por Cruz, 2 002).

El humus es un abono orgánico procedente de la digestión de la lombriz. El humus de lombriz es el más eficaz de los abonos y su uso es universal. Mejora las características organolépticas de plantas, flores y frutos (Consultado en - www.vermicuc.com).

2) **Función que cumple el humus**

Padilla, A. (2000), coincide con numerosos investigadores que han reconocido efectos beneficiosos en la aplicación del humus al suelo, en cuanto a las mejoras observadas con respecto a las características químicas, físicas y biológicas del mismo.

El humus tiene efectos tanto directos como indirectos en la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de las plantas. Además, sirve como fuente de N, P, K a través de la mineralización por medio de microorganismos del suelo, el humus influye en la provisión de nutrientes desde otras fuentes (Enciclopedia practica de la agricultura y la ganadería, 2 000 y Terranova, 1 998).

Los efectos más importantes de la utilización del humus de lombriz: Incremento de producción, aumento de volumen y mejora organoléptica de los frutos, avance de la maduración, aumento del contenido en azúcares, disminución o desaparición de la clorosis, aumento de yemas florales, reducción o desaparición de las crisis por trasplante, descenso de temperatura o presencia de parásitos (El Humus - www.vermicuc.com).

Cuadro 4. Composición química del humus de lombriz.

Nutrimento	%
Nitrógeno total (N)	1,6 - 2,3 %
Fósforo total (P)	1,4 - 1,9 %
Potasio total (K)	1,4 - 1,9 %
Calcio (Ca)	1,3 - 6,9 %

Fuente: www.lombrimur.com.

Para el cultivo de legumbres, lo recomendado es aplicar una dosis de 100 a 200 gramos por planta (Consultado en: www.lombrimur.com).

3) Disponibilidad de nutrimentos

El efecto más importante de los abonos orgánicos es conocer la velocidad con que los nutrimentos son entregados al ambiente, ya que de ello depende la eficiencia en la sincronización demanda - oferta y la disminución de las pérdidas por lixiviación. La liberación de nutrimentos al suelo a partir de los residuos orgánicos está en función de la fragmentación, mineralización y humificación en cambio la descomposición está determinada por diversos factores, en orden jerárquico: clima (principalmente temperatura y humedad), propiedades del suelo (mineralogía de las arcillas especialmente), calidad de los materiales (relación C/N, contenidos de polifenoles y lignina) y actividad de invertebrados (Soto, G. 2004).

C. NUTRICIÓN A TRAVÉS DE LAS HOJAS

1. Generalidades

La fertilización foliar, que es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo; ésta práctica es reportada en la literatura en 1844, aunque su uso se inicia desde la época Babilónica. Bajo éste sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrimentos (Eibner, R. 1986).

Se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto (Padilla, W. 1988).

La fertilización foliar no sustituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Padilla, W. 1988).

2. Mecanismos de absorción de nutrimentos

Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución sí son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero sí, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan radialmente en la pared celular (García, H. y Peña, V. 1995).

Estas áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, por lo tanto, también son apropiados para el proceso inverso, esto es, penetración de soluciones acuosas con nutrimentos hacia la hoja (Fregoni, M. 1986).

El proceso de absorción de nutrimentos comienza con la aspersión de gotas muy finas sobre la superficie de la hoja de una solución acuosa que lleva un nutrimento o nutrimentos en cantidades convenientes. La hoja está cubierta por una capa de cutina que forma una película discontinua llamada cutícula, aparentemente impermeable y repelente al agua por su naturaleza lipofílica, la pared externa de las células epidermales, debajo de la cutícula, consiste de una mezcla de pectina, hemicelulosa y cera, tiene una estructura formada por fibras entrelazadas; dependiendo de la textura de éstas es el tamaño de espacios que quedan entre ellas, llamados espacios interfibrilares, caracterizados por ser permeables al agua y a sustancias disueltas en ella. Después de ésta capa se tiene al plasmalema o membrana plasmática, que es el límite más externo del citoplasma (García, H. y Peña, V. 1995).

3. Factores que influyen en la absorción foliar

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores; planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, viento, luz, humedad relativa y la hora de aplicación. En la planta se toma en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas (Kovacs, G. 1986).

a. Relacionados con la formulación foliar

1) pH de la solución

La característica de la solución por asperjar es de primordial importancia en una práctica de fertilización foliar.

El pH de la solución y el ion acompañante del nutrimento por aplicar influyen en la absorción de éste en la hoja (Reed y Tukey, 1978).

2) Surfactantes y adherentes

La adición de surfactantes y adherentes a la solución favorece el aprovechamiento del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante consiste en reducir la tensión superficial de las moléculas de agua, permitiendo una mayor superficie de contacto con la hoja; un adherente permite una mejor distribución del nutrimento en la superficie de la hoja evitando concentraciones de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora (Leece, D. 1976).

3) Nutrimento y el ion acompañante en la aspersion

La absorción de nutrimentos está relacionada con la capacidad de intercambio catiónico en la hoja y la valencia del ion; por lo tanto, los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los iones con mayor número de valencias. Los iones más pequeños en su diámetro penetran más rápidamente que los iones de mayor tamaño (Fregoni, M. 1986).

Cuadro 5. Movilidad comparativa de diferentes nutrimentos en la planta

Muy móvil	Móvil	Parcialmente móvil	Inmóvil
N	P	Zn	B
K	CL	Cu	Ca
Na	S	Mn	Sr
Rb		Fe	Ba
		Mo	

Fuente: Fregoni, M. (1986).

b. Relacionadas con el ambiente**1) Luz, humedad relativa y hora de aplicación.**

Estos tres factores, deben de tomarse en cuenta en la práctica de fertilización foliar. La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo. La humedad relativa influye en la velocidad de evaporación del agua que se aplica por consiguiente, una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrimentos al mantener húmeda la hoja. Este último factor está relacionado con la hora de aplicación, la cual debe de practicarse o muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región (Fregoni, M. 1986).

c. Relacionado con la planta**1) Edad de la planta y hoja**

La aplicación foliar de nutrimentos también está afectada por el estado de desarrollo de la planta. Se indica, aunque existen pocos datos, que las plantas y hojas jóvenes son las que tienen mayor capacidad de absorción de nutrimentos vía aspersion foliar y desde luego deben tener un déficit de esos nutrimentos en su desarrollo. Entre especies también hay diferencias y posiblemente esta diferencia esté fundamentalmente influenciada por el grado de cutinización y/o lignificación de las hojas. A mayor cutinización, lignificación y presencia de ceras en la hoja, habrá menor facilidad de absorción del nutrimento (Fregoni, M. 1986).

4. Propósito de la fertilización foliar

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis (Restrepo, J. 2 001).

Algunos propósitos se indican a continuación: corregir las deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta, corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la fertilización común al suelo, abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes, corregir problemas fitopatológicos de los cultivos al aplicar cobre y azufre, y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha. Lo anterior indica que la fertilización foliar debe ser específica, de acuerdo con el propósito y el problema nutricional que se quiera resolver o corregir en los cultivos (Restrepo, J. 2 001).

5. Biofertilizantes (bioles)

a. Concepto

Los bioles son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol muy fresco, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza y ceniza, que se ha colocado a fermentar por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (Suquilanda, M. 1 996).

Es una fuente de fitoreguladores producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del aire) de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del fermentado (Restrepo, J. 2 001)

b. Origen

Es un biofertilizante que desde el inicio de la década de los años 80 viene revolucionando toda Latinoamérica. La forma de hacer este biofertilizante fue ideada por el agricultor Delvino Magro con el apoyo de Sebastiao Pinheiro, de la Juqira Candirú Satyagraha en Río Grande Do Sul-Brasil, con sedes en Colombia y México (Restrepo, J. 2001).

c. Importancia

El manejo de suelos constituye una actividad que debe realizarse integrando alternativas que permitan sumar "alimentos" para el suelo y la planta es decir ir sumando en nitrógeno y otros macro y micronutrientes. Los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permite aprovechar el estiércol de los animales, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dan como resultado un fertilizante foliar (Suquilanda, M. 1 996).

Investigaciones realizadas, permiten comprobar que aplicados foliarmente a los cultivos (alfalfa, papa, hortalizas) en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas (Rivero, C. 1 999).

d. Funciones del biol

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas e energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (Fuentes, J. 1989).

Los bioles enriquecidos, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100.000 veces las cantidades de los nutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para hacer aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos (Suquilanda, M. 1 996).

Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas; acción sobre el follaje, acción sobre la floración y sobre el cuajado de frutos, acción sobre el enraizamiento y activador de semillas y partes vegetativas (Rivero, C. 1 999).

e. Factores que intervienen en la formación del biol

1) Fermentación anaerobia

Fue descubierta por Pasteur, que la describió como *la vie sansl'air* (la vida sin el aire). La fermentación típica es llevada a cabo por las levaduras. También algunos metazoos y protistas son capaces de realizarla. El proceso de fermentación anaeróbica se produce en ausencia de oxígeno; ello significa, que el aceptor final de los electrones del NADH producido en la glucólisis no es el oxígeno, sino un compuesto orgánico que se reducirá para poder reoxidar el NADH a NAD⁺. El compuesto orgánico que se reduce (acetaldehído, piruvato), es un derivado del sustrato que se ha oxidado anteriormente (Fermentación: Wikipedia.org. 2 007)

2) Principios de la fermentación anaeróbica

En esta condición, cuando se acumulan polímeros naturales orgánicos como proteínas, carbohidratos, celulosa, etc., se produce un rápido consumo de oxígeno, del nitrato y del sulfato por los microorganismos, produciéndose la metanogénesis; en estas condiciones, el nitrato se transforma en amonio y el fósforo queda como fosfato. También se reducen los iones férrico y mangánico, debido a la ausencia de oxígeno. El método básico consiste en alimentar al digester con materiales orgánicos y agua, dejándolos un período de semanas o meses, a lo largo de los cuales, en condiciones ambientales y químicas favorables, el proceso bioquímico y la acción bacteriana se desarrollan simultánea y gradualmente, descomponiendo la materia orgánica hasta producir grandes burbujas que fuerzan su salida a la superficie donde se acumula el gas (Fermentación: Wikipedia.org. 2 007)

3) Fases de la fermentación anaeróbica

La digestión anaerobia es un proceso complejo desde el punto de vista microbiológico; al estar enmarcado en el ciclo anaerobio del carbono, es posible en ausencia de oxígeno, transformar la sustancia orgánica en biomasa y compuestos inorgánicos en su mayoría volátiles: CO₂, NH₃, H₂S, N₂ y CH₄ (Restrepo, J. 2 001).

La digestión anaerobia, a partir de polímeros naturales y en ausencia de compuestos inorgánicos, se realiza en tres etapas: i) Hidrólisis y fermentación, en la que la materia orgánica es descompuesta por la acción de un grupo de bacterias hidrolíticas anaerobias que hidrolizan las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos, y las transforman en monómeros y compuestos simples solubles; ii) acetogénesis y deshidrogenación, donde los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético, CO₂ e hidrógeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas; iii) metanogénica en la que se produce metano a partir de CO₂ e hidrógeno, a partir de la actividad de bacterias metanogénicas (Martin, F. 2 003).

4) Microorganismos que intervienen en la fermentación

La concentración de hidrógeno juega un papel fundamental en la regulación del flujo del carbono en la biodigestión. Los microorganismos que en forma secuencial intervienen en el proceso son: i) bacterias hidrolíticas y fermentadoras; ii) bacterias acetogénicas obligadas reductoras de protones de hidrógeno (sintróficas); iii) bacterias sulfato reductoras (sintróficas facultativas) consumidoras de hidrógeno; iv) bacterias homoacetogénicas; v) bacterias metanogénicas; vi) bacterias desnitrificantes (Soubes, 1994).

f. Disponibilidad de los bioles para ser aplicados en los cultivos y en el suelo

Los bioles estarán listos para ser utilizados cuando después de prepararlos, pare o finalice el periodo más activo de la fermentación anaeróbica del estiércol, lo cual es verificado cuando se haya paralizado por completo la salida de los gases por la manguera que está conectada en la tapa del biofermentador y la botella descartable (Espinoza, G. 1 987).

Cuando no debe existir más formación de burbujas, por experiencia el periodo de mayor fermentación se da durante los primeros 15 a 20 días después de su preparación, sin embargo, a este periodo le sigue el tiempo de maduración, de igual forma como sucede con la fabricación de vinos; por lo tanto, le recomendamos que mientras más tiempo se añeje o se envejezca el biofertilizante en el recipiente original, este será de mejor calidad. El periodo de envejecimiento puede durar de 2 hasta 3 meses (Suquilanda, M. 1 996).

g. Frecuencia y dosis recomendada

La frecuencia con que se aplican los biofertilizantes es muy variada y se deben considerar algunos aspectos, entre éstos; tipo de cultivo, estado de desarrollo del cultivo, tipo de suelo y cobertura del mismo, etc., para las hortalizas trasplantadas al campo se recomienda de tres hasta seis aplicaciones del biofertilizante, en concentraciones que pueden variar entre el 3% y el 7% cuando es al follaje, y hasta el 25% cuando es aplicado al suelo, cabe mencionar que el mismo debe estar húmedo (Rivera, J. 2 005).

Lo ideal es conocer las principales exigencias en nutrimentos que cada cultivo necesita en cada momento de crecimiento y diferenciación vegetativa, para esto se requiere tener un análisis completo de suelos y foliares (Restrepo, J. 2 007).

h. Composición química

Cuadro 6. Composición química del biol de bovino

Componente	Unidades	Biol de estiércol
Materia Orgánica	%	38.0
Fibra	%	20.0
Nitrógeno	%	1.2
Fósforo	%	0.2
Potasio	%	1.5
Calcio	%	0.2
Azufre	%	0.2

Fuente. Restrepo, 2 007.

Dosis recomendada: 1 a 3 litros de biol por tanque de 100 litros de agua; es decir de 1 – 3 %.

Cuadros 7. Composición química de los biofertilizantes de diferente procedencia

Fuente	Tipo	Materia Orgánica %	Nitrógeno (N) %	Fosforo (P₂O₅) %	Potasio (K₂O) %
Bovino	Líquido	5	1.0	0.1	1.6
Porcino	Líquido	2	0.3	0.1	0.9

Fuente: SUQUILANDA, M. (1996).

Dosis recomendada: A una concentración de 3 % y 5 %, es decir, 3 y 5 litros de biopreparado de bovino y porcino respectivamente, para cada 100 litros de agua.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se realizó en el campo experimental del Departamento de Horticultura de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo “ESPOCH”, ubicada en el Km. 1 ½ Panamericana Sur.

2. Ubicación geográfica¹

Longitud:	78° 45´ W
Latitud :	1° 40´ S
Altitud :	2 850 msnm

3. Condiciones climáticas²

Temperatura media anual:	13.8 °C.
Precipitación media :	515,4 mm.
Humedad :	60%

4. Clasificación ecológica

Según Holdrige, L (1.982), la zona de vida del sitio de estudio corresponde a la clasificación de bosque seco Montano Bajo (bs – MB).

¹Instituto Geográfico Militar. Quito – Ecuador.

²Departamento de Meteorología – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2008.

5. Características físicas del suelo³

Textura : Franco arenoso.

Estructura: Suelta

Pendiente : 2 %.

Drenaje : Bueno.

6. Características químicas.

Análisis químico de componentes orgánicos (anexo 4, 5 y 6).

Cuadro 8. Composición química del suelo de la parcela en estudio

IDENTIF.	pH	C.E	ppm		meq/100g			ppm				%
			NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Zn	Mn	Cu	Fe	M.ORG.
Suelo	7,9	< 0,2	7,6	42,8	0,28	0,58	1,58	7,2	13,5	0,9	7,2	0,89

Fuente: Laboratorio de suelos “ESPOCH” (2009)

B. MATERIALES

1. Materiales y equipos de campo

Tractor, arado, rastra, azadas, rastrillos, bomba de mochila, tanque plástico, baldes, mascarilla, guantes, piolas, estacas, libreta de campo, ligas y tarjetas para identificación, fluxómetro, carteles de identificación.

2. Materiales de escritorio

Equipo fotográfico, computadora, implementos de escritorio, papelería en general.

³Andino, W. (2 008), Departamento de Suelos – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

3. Material experimental

- a. Se utilizó bioles de: Porcino, bovino y bioplus
- b. Se trabajó con plantas de fréjol, variedad calima.

C. METODOLOGÍA

1. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), en arreglo factorial combinatorio.

2. Factores en estudio

Constituyen tres tipos de bioles y tres dosis de cada uno de estos.

- a. FACTOR “A”: Tres tipos de bioles. (Cuadro 9).
- b. FACTOR “B”: Tres dosis de aplicación (Cuadro 9).

Cuadro 9. Tipos de bioles y dosis utilizadas.

Nombre (procedencia)	Código	Dosis al 0,5% (B1)	Dosis al 1,0 % (B2)dr	Dosis al 1,5 % (B3)
Biol porcino *	A1	5 cm ³ /L	10cm ³ /L	15cm ³ /L
Biol bovino **	A2	5 cm ³ /L	10 cm ³ /L	15 cm ³ /L
Bioplus***	A3	5 cm ³ /L	10 cm ³ /L	15 cm ³ /L

dr Dosis recomendada.

* Biol porcino, elaborado en biodigestor en la Parroquia Matus, Cantón Penipe (Ing. Sonia Rosero).

** Biol bovino, elaborado en el cantón San Miguel-Bolívar

*** Bioplus, comercializado en Departamento de Horticultura ESPOCH.

3. Número de tratamientos

Cuadro 10. Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Código	Bioles	Dosis
T1	A1B1	Biol porcino	0,5 % (5cm ³ /L)
T2	A1B2	Biol porcino	1,0 % (10cm ³ /L)
T3	A1B3	Biol porcino	1,5 % (15cm ³ /L)
T4	A2B1	Biol bovino	0,5 % (5cm ³ /L)
T5	A2B2	Biol bovino	1,0 % (10cm ³ /L)
T6	A2B3	Biol bovino	1,5 % (15cm ³ /L)
T7	A3B1	Bioplus	0,5 % (5cm ³ /L)
T8	A3B2	Bioplus	1,0 % (10cm ³ /L)
T9	A3B3	Bioplus	1,5 % (15cm ³ /L)
T10	TESTIGO	-----	-----

4. Especificaciones del campo experimental

- | | | |
|----|---|--------------------------------|
| a. | Forma: | Rectangular |
| b. | Largo: | 4.2 m |
| c. | Ancho: | 3.0 m. |
| d. | Area de la unidad experimental: | 12,6 m ² |
| e. | Area total experimental: | 378 m ² |
| f. | Distancia de siembra | |
| 1) | Entre hileras: | 0.6m. |
| 2) | Entre plantas: | 0.3m. |
| g. | Área neta de la unidad experimental: | 5.4 m ² (1.8m x 3m) |
| h. | Distancia entre parcelas: | 1m. |
| i. | Distancia entre bloques: | 1m. |
| j. | Efecto borde: Se eliminará 1 hilera inicial y final, y 2 plantas laterales por hilera | |
| k. | Número de plantas por hilera: | 14 |
| l. | Número de hileras por parcela: | 5 |
| m. | Número de plantas por parcela: | 70 |

- n. Número de plantas por parcela neta: 30
 o. Número de plantas por parcela a evaluar: 10
 p. Número total de plantas a evaluar: 300

5. **Esquema de disposición del ensayo**(Anexo 1)

6. **Análisis de varianza**

Cuadro 11. Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de variación	Formula	Grados de libertad
Repeticiones	$r - 1$	2
Tratamientos	$t-1$	9
Factor A	$a - 1$	2
Factor B	$b - 1$	2
Interacción AB	$(a - 1)(b - 1)$	4
T vs Resto		1
Error	$(r - 1)(ab - 1)$	16
TOTAL	$(ab+1*n)-1$	29

Fuente: Romero, F. 2008.

7. **Unidades experimentales**

Los tratamientos en estudio son nueve más el testigo, con tres repeticiones cada uno, llegando a un total de treinta unidades experimentales.

8. **Análisis funcional**

- a. Análisis de varianza.
 b. Prueba de separación de medias según Tukey al 5%.
 c. Análisis económico de Perrín et al.

9. Variables a evaluar

Se evaluaron en el campo los siguientes datos:

a. Altura de la planta

Se midió la altura de las plantas desde la base del tallo al ápice a los 30, 60 y 90 días después de la siembra expresando los resultados en centímetros.

b. Días a la floración

Se determinó, contando los días desde la fecha de siembra hasta que cada uno de los tratamientos presentó el 50 % de floración.

c. Días a la cosecha

Se determinó, contando los días desde la fecha de siembra hasta cuando las vainas alcanzaron la madurez fisiológica (vaina llena, coloración verde amarillenta y grano de coloración rosado).

d. Número de vainas

Se contabilizó el número de vainas de cada una de las plantas evaluadas al final del llenado de las mismas.

e. Tamaño de vainas.

Se determinó en centímetros (cm) desde la base hasta el ápice de la vaina.

f. Rendimiento en vaina

Se determinó el peso en Kg de las vainas obtenidos por parcela neta, y su clasificación comercial haciendo una proyección al rendimiento en Kg/Ha.

g. Análisis económico

El análisis económico se determinó a través del método de Perrín et al.

10. Fase de aplicación de los bioles

Las aplicaciones de los bioles se realizaron a los, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra.

D. MANEJO DEL ENSAYO

1. Labores preculturales

a. Muestreo de suelo

Se tomó muestras de suelo en zig-zag, a profundidad radicular efectiva de 20cm.

b. Preparación del suelo.

Se realizó una labor de arado y rastra con maquinaria y la nivelación se la efectuó en forma manual.

c. Trazado de surcos y parcelas

Se realizó en forma manual manteniendo una distancia de 0.60 m., entre surcos, y efectuando las respectivas divisiones entre parcelas.

2. Labores culturales

a. Siembra

Se utilizó semilla de fréjol variedad Calima; con dos semillas por golpe, y se las ubicaron en forma manual en la base del surco a una distancia de 0.30 m., entre plantas.

b. Fertilización

La fertilización se realizó en base a la recomendación indicada en el biol de tipo comercial 10 cm³/L. (1 %), a partir de esto se determinaron tres dosis que corresponden a (5 cm³/L) dosis baja, (10 cm³/L) dosis recomendada y (15 cm³/L) dosis alta, que fueron aplicadas a los, 30, 45, 60, 75 y 90 días a partir de la siembra.

Además, se efectuó una fertilización de base con humus de lombriz, en una relación de 5 Tn/ha, dosis que se determinó previo al análisis nutrimental del humus, mientras que en el testigo (T10), no se realizó ningún tipo de aplicación nutrimental.

c. Control de malezas

Se realizó dos deshierbas, la primera a los 30 días después de la siembra puesto que la incidencia de malezas fue significativa, la segunda deshierba se realizó a los 45 días que coincidió con el aporque que necesitaban las plantas, para de esta manera dar mayor fijación a las plantas y aireación al suelo.

d. Control fitosanitarios

Las diferentes plagas y enfermedades que se presentaron no tuvieron una incidencia significativa en el cultivo, las que fueron controladas a base de productos químicos aceptados en la línea orgánica (Cuadro 12)

Cuadro 12. Control fitosanitario en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* var. Calima)

CONTROL FITOSANITARIO				
PLAGAS	N. científico	Producto	No. Aplicaciones	Frecuencia
Perforadores de las vainas	<i>Heliothis</i> spp. (Lepidóptera: Noctuidae)	Actil	2 (0,6 cm ³ /L)	15 días
ENFERMEDADES				
Antracnosis	<i>Colletotrichum indemuthianum</i>	Bioclean	2 (5 cm ³ /L)	15 días
Mildiu polvoso u Oidium	<i>Erysiphe polygoni</i>	Bioclean	2 (5 cm ³ /L)	15 días

e. Riego

En relación a los riegos se realizó el primero luego de la siembra, posteriormente se proporcionó un riego cada 15 días hasta la formación y llenado de la vaina, considerando las condiciones climáticas y las necesidades hídricas del cultivo.

f. Cosecha

La cosecha se realizó cuando las vainas alcanzaron el 70 % de madurez fisiológica, (vainas llenas, color verde amarillento y grano de color rosado), es decir, estuvieron listas para su cosecha y comercialización (Mercado mayorista del Cantón Riobamba)

Luego de la cosecha, se procedió al pesado en vaina por parcela neta, y se convirtió su producción a Kg/Ha.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. VARIABLES A EVALUAR

1. Altura de planta

a. Análisis de varianza para altura de planta

Cuadro 13. Análisis de varianza para altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra en el cultivo de fréjol.

F. Var	G. Libertad	Altura de planta (cm)					
		30 DDS.		60 DDS.		90 DDS.	
Repeticiones	2	0,1926	ns	1,5413	ns	5,6904	ns
Tratamientos	9	3,4518	ns	108,2575	**	120,1201	**
Factor A	2	4,3927	ns	17,8764	**	61,5469	**
Factor B	2	5,0034	ns	1,0094	ns	1,8592	ns
AB	4	2,9441	ns	4,9916	ns	1,2719	ns
Ts vs Resto	1	0,4975	ns	916,5793	**	949,1813	**
Error	16	3,5975		2,7898		4,4510	
TOTAL	29						
CV%		14,45		3,19		3,37	
Media		12,38		49,30		58,98	

ns: No significativo

**; Altamente Significativo

*; Significativo

1) **Altura de planta a los 30 días después de la siembra**

Según el análisis de varianza para la variable altura de planta a los 30 días después de la siembra (Cuadro 13, Anexo 8) no existe diferencias significativa para los tratamientos, tipos de bioles (factor A), dosis de bioles (factor B), interacción tipo de bioles vs dosis (AB) y testigo vs el resto; el coeficiente de variación fue de 14,45 % con una media general de 12,38 cm.

La media en altura obtenida de 12,38 cm a los 30 días después de la siembra en la presente investigación, es inferior si se compara con el INIAP (2007), quienes afirman que el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* Var. Calima), en los primeros estadios de crecimiento alcanzan una altura de 15 a 30 cm.

En la primera etapa de crecimiento, la demanda por parte de la planta y oferta nutrimental de la solución del suelo, es suficiente para un crecimiento normal de la misma (Soto, G. 2004), lo que provocó que en esta etapa el tamaño en altura de la planta sea uniforme.

2) Altura de planta a los 60 días después de la siembra

Para la variable altura de planta a los 60 días después de la siembra (Cuadro 13, Anexo 9) según el análisis de varianza, presenta diferencias altamente significativas para los tratamientos, tipos de bioles (factor A), testigo vs el resto y diferencias no significativas para dosis de bioles (factor B) y la interacción tipo de bioles vs dosis (AB); el coeficiente de variación fue de 3,19 % con una media general de 49,30 cm.

Al analizar las medias según Tukey al 5 % para altura de planta a los 60 días (Cuadro 14, Gráfico 01) en lo referente a los tratamientos, presentó seis rangos: El rango “A” lo ocupó el tratamiento T8 que corresponde a la aplicación de bioplus en dosis de 10 cm³/L; con 53,13 cm siendo el que presenta una mejor altura y en el rango “D” se ubicó el tratamiento T10 que corresponde al testigo con 32,71 cm el de menor altura, estableciendo una diferencia entre los dos tratamientos de 38,44 %, los demás se encuentran con valores intermedios.

Al comparar con estudios realizados por INIAP (2007), quien manifiesta que en esta etapa de crecimiento alcanza una altura de planta de 30 – 50 cm, podemos apreciar que el tratamiento T8 que corresponde a la aplicación de bioplus en dosis de 10 cm³/L (Dosis recomendada), con una altura de 53,13 cm supera en un 5,89 % a lo manifestado y el tratamiento T10 que corresponde al testigo absoluto, con una altura de 32,71 cm se encuentra dentro de los parámetros citados por INIAP (2007).

Cuadro 14. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable altura de planta a los 60 días.

Tratamientos	Media(cm)	Rango
T8	53,13	A
T6	52,96	AB
T9	52,05	AB
T7	51,69	ABC
T5	51,11	ABC
T3	51,07	ABC
T4	50,50	BCD
T2	48,89	CD
T1	48,83	CD
T10	32,71	D

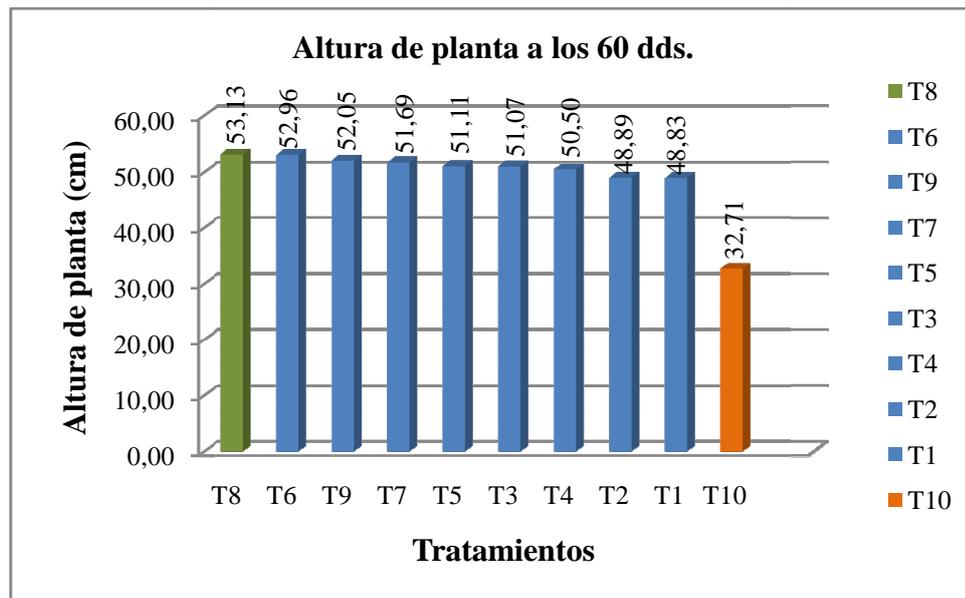


Gráfico 01. Altura de planta a los 60 días en base a los tratamientos

Para el análisis de los tipos de bioles (factor A) según Tukey al 5% (Cuadro 15, Gráfico 02) para la variable altura de planta a los 60 días, presentó tres rangos: El rango “A” lo ocupa el bioplus con un valor de 52,39 cm siendo el biol que promovió una mejor altura de planta; y en el rango “B” se ubica el biol de porcino con un valor de 49,61 cm siendo el

que generó una menor altura; presentando una diferencia en altura de 5,31 % entre el mayor y menor, el otro tipo de biol se ubicó en rango intermedio.

Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5 % para tipo de bioles (factor A) en la variable altura de planta a los 60 días.

Bioles	Media(cm)	Rango
Bioplus	52,39	A
B. bovino	51,41	AB
B. porcino	49,61	B

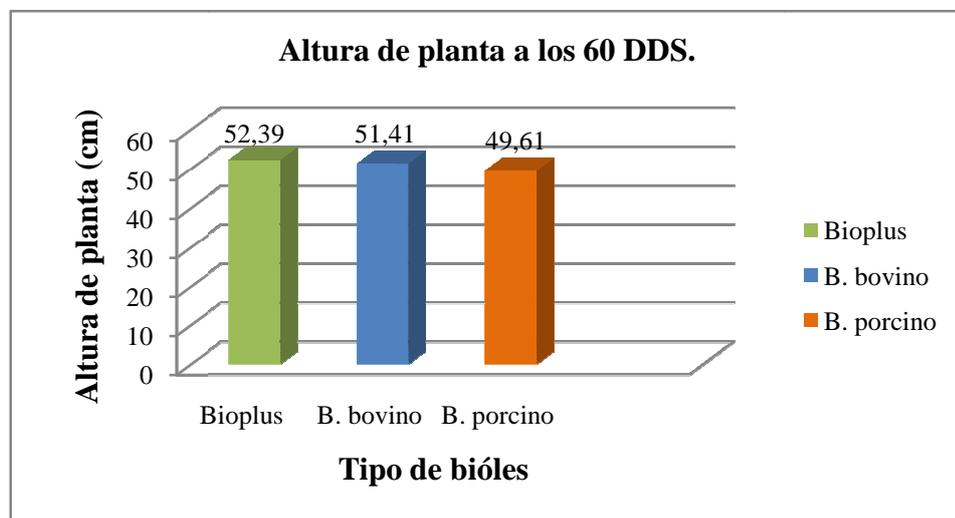


Gráfico 02. Altura de planta a los 60 días en base a tipo de bioles.

Según Tukey al 5 % para el testigo vs el resto (Cuadro 16; Gráfico 03) en la variable altura de planta a los 60 días después de la siembra se obtuvieron dos rangos: en el rango “A” se ubican los tratamientos alternativos con un valor de 51,14 cm el de mayor altura y en el rango “B” se ubica el testigo, con un valor de 32,71 cm, enmarcándose en los tratamientos que menor altura se obtuvieron, con una diferencia de 36,04 % entre los dos. Esto puede ser explicado gracias a la incorporación de los nutrimentos alimenticios por parte de los tratamientos alternativos, que ayudan a una mejor nutrición y por ende un mejor desarrollo y crecimiento de la planta (Soto, G. 2 004).

Cuadro 16. Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs resto en la variable altura de planta a los 60 días.

Tratamiento	Media(cm)	Rango
Alternativos	51,14	A
Testigo	32,71	B

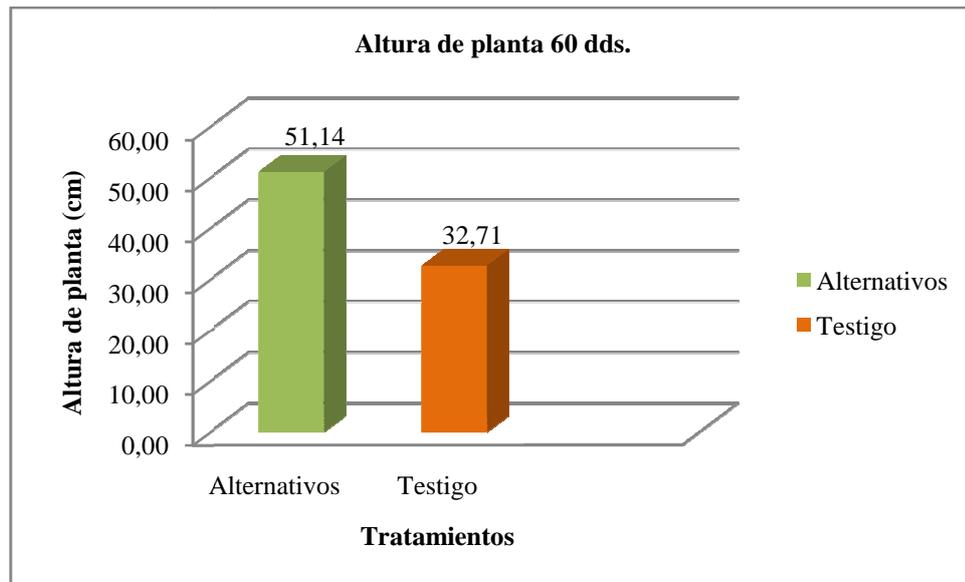


Gráfico 03. Altura de planta a los 60 días para testigo vs. el resto.

3) Altura de planta a los 90 días después de la siembra

El análisis de varianza, para la variable altura de planta a los 90 días después de la siembra (Cuadro 13, Anexo 10) presenta diferencias altamente significativas para los tratamientos, tipos de bioles (factor A), testigo vs el resto y diferencias no significativas para dosis de bioles (factor B) y la interacción tipo de bioles vs dosis (AB); el coeficiente de variación fue de 3,37 % con una media general de 58,98 cm.

El análisis de medias según Tukey al 5% para altura de planta a los 90 días después de la siembra (Cuadro 17, Gráfico 04) en lo referente a los tratamientos, presentan siete rangos: El rango "A" lo ocupó los tratamientos T8 que corresponde a la aplicación de bioplus en dosis de 10 cm³/L (recomendada); y el tratamiento T6 que corresponde al biol de bovino en dosis de 15 cm³/L (dosis alta); con valores de 63,56 y 63,48 cm respectivamente, siendo los que presentan mayor altura y en el rango "E" se ubica T10 que corresponde al

testigo con un valor de 42,11 cm es el de menor altura, estableciendo una diferencia entre el mayor y menor de 33,75 % y los demás tratamientos se encuentran en rangos intermedios.

Al comparar con estudios realizados por INIAP (2007), quienes manifiestan que en esta etapa de crecimiento alcanza una altura de planta de 65 cm, podemos apreciar que el tratamiento T8 que corresponde a la aplicación de bioplus en dosis de 10 cm³/L (Dosis recomendada), con una altura de 63,56 cm es inferior en un 2,2% a lo manifestado por INIAP y T10 que corresponde al testigo, es superado en 29,81 %.

Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable altura de planta a los 90 días.

Tratamientos	Media(cm)	Rango
T8	63,56	A
T6	63,48	A
T9	62,56	AB
T7	62,14	AB
T5	61,65	ABC
T3	60,21	BCD
T4	58,29	CD
T2	58,23	CD
T1	57,58	D
T10	42,11	E

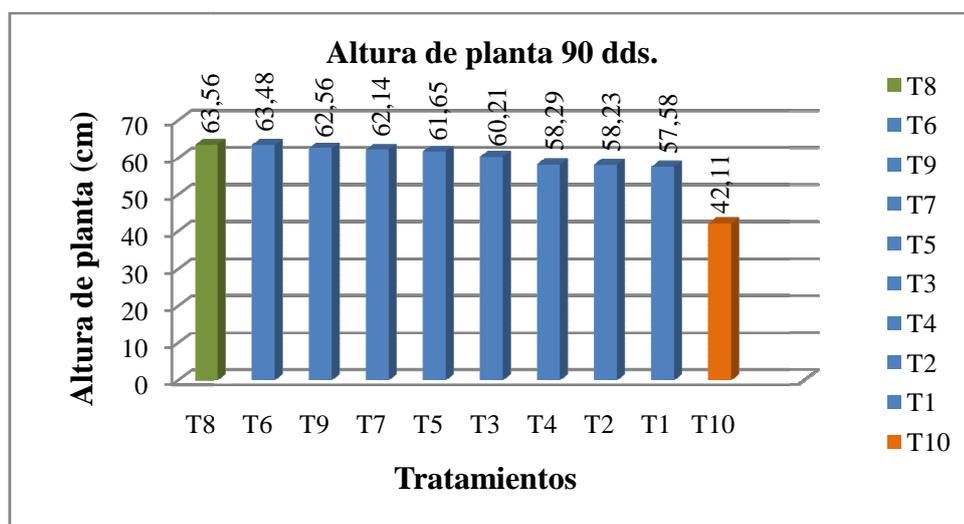


Gráfico 04. Altura de planta a los 90 días en base a los tratamientos

Para el análisis de los tipos de bioles (factor A) según Tukey al 5 % (Cuadro 18, Gráfico 05) en la variable altura de planta a los 90 días después de la siembra, presenta dos rangos: El rango “A” lo ocupa bioplus con un valor de 63,20 cm siendo el biol que promovió mayor altura de planta; y en el rango “B” se ubica el biol de porcino con un valor de 58,04 cm, presentando una diferencia de 8,17 % entre el bioplus y biol porcino.

Basándonos en el análisis del contenido nutrimental de los bioles (Anexo 4 - 6) y datos registrados a los 60 y 90 días con valores de 52,30 y 63,20 cm respectivamente, deducimos: el bioplus por presentar altos contenidos de nitrógeno con un valor de 1,35 % en una dosificación de 10 cm³/L fue el que promovió un mayor crecimiento en altura, a diferencia del biol de porcino que aportó 0,89 % de nitrógeno, alcanzó una altura de 49,61 cm a los 60 días y 58,04 cm a los 90 días. Cabe indicar que para los datos de altura registrados a los 30 días, no se había realizado las aplicaciones de los bioles.

Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5 % para tipo de bioles (factor A) en la variable altura de planta a los 90 días.

Bióles	Media(cm)	Rango
Bioplús	63,20	A
B. bovino	61,33	A
B. porcino	58,04	B

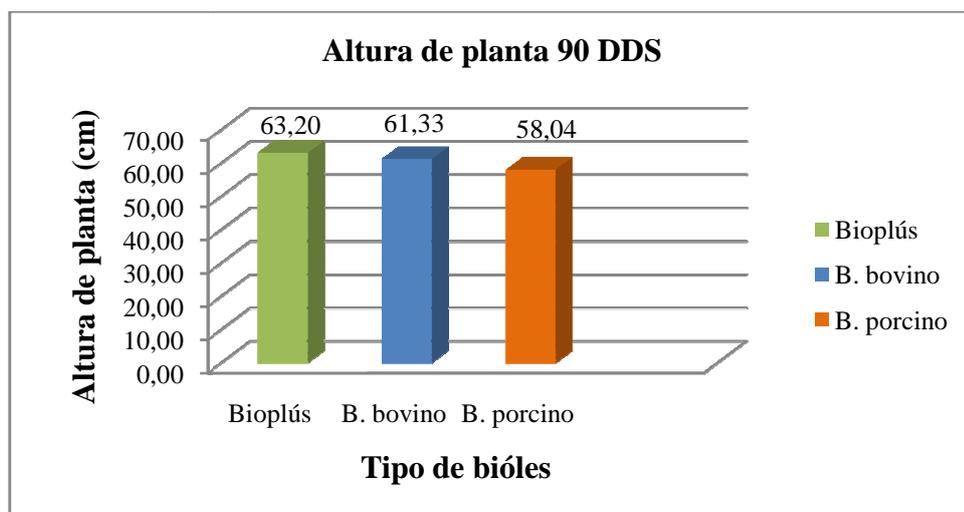


Gráfico 05. Altura de planta a los 90 días en base a tipo de bioles

Para el análisis de medias para el testigo vs el resto (Cuadro 19; Gráfico 06) en la variable altura de planta a los 90 días después de la siembra según Tukey al 5 %, se obtuvieron dos rangos: En el rango “A” se sitúa los tratamientos alternativos con un valor de 60,86 cm siendo el que mejor altura alcanzó y en el rango “B” se ubica el testigo, con un valor de 42,1 cm, dando una diferencia en altura de 30,81 % entre los dos tratamientos.

En lo concerniente a los tratamientos que alcanzaron la mayor altura de las plantas para los 60 como 90 días, se observó en el tratamiento T8 constituido por bioplus en una dosis de 10 cm³/L con valores de 53,13 y 63,56 cm respectivamente, esta altura obtenida se debe a un mayor contenido de nitrógeno que tiene el bioplus, con un valor de 1,35 % lo que brinda condiciones propicias para su desarrollo, no así el caso del tratamiento T10 (testigo), en el que no se realizó ningún tipo de aplicaciones se obtuvo parámetros de altura bajos, valores que no concuerdan con lo manifestado por el INIAP, (2007), quien expresa que su eje central puede alcanzar hasta los 65 cm de altura en la madurez; nuestros valores son inferiores, esto posiblemente se deba a la fertilización de tipo orgánica que se utilizó en nuestra investigación.

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs el resto en la variable altura de planta a los 90 días.

Tratamientos	Media(cm)	Rango
Alternativos	60,86	A
Testigo	42,11	B

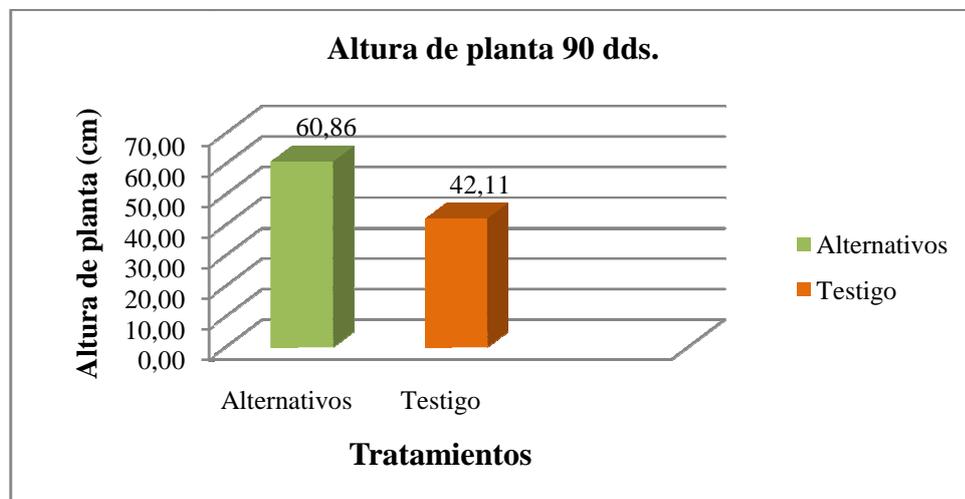


Gráfico 06. Altura de planta a los 90 días para testigo vs el resto.

2. Días a la floración

La floración del fréjol (Cuadro 20, Anexo 11) presentó una media general de 62,7 días; según el análisis de varianza existen diferencias altamente significativas para; los tratamientos, tipos de bioles (factor A), dosis de bioles (factor B) y testigo vs el resto, mientras que para la interacción AB no existen diferencias. El coeficiente de variación es de 1,59 %.

Cuadro 20. Análisis de varianza para días a la floración en el cultivo de fréjol.

F. Var	S. Cuadrado	C. Medio		Fisher
				Cal
Repeticiones	0,841	0,4203	ns	0,3777
Tratamientos	250,43	27,8252	**	25,0030
Factor A	39,303	19,6515	**	17,6583
Factor B	47,43	23,7137	**	21,3085
AB	11,52	2,8804	ns	2,5882
Ts vs Resto	152,18	152,1751	**	136,7406
Error	17,81	1,1129		
TOTAL	269,07			
CV%		1,59		
Media		62,7		

ns: No significativo

**; Altamente Significativo

*; Significativo

Según Tukey al 5 % para los tratamientos (Cuadro 21; Gráfico 07) para la variable días a la floración, se obtuvo siete rangos, ubicando al tratamiento T8 que corresponden a la aplicación de bioplus en dosis de 10 cm³/L en el rango “A” con un valor de 65,90 días, siendo el tratamiento que más tardó en florecer y en el rango “E” tenemos el tratamiento (T10) que representa al testigo, siendo el más precoz en llegar a florecer, con una media de 55,90 días, y una diferencia de 15,18 % entre los dos tratamientos; los restantes se encuentran en rangos intermedios.

El tratamiento (T8) a base de bioplus con una dosificación de 10 cm³/L fue el que más tardó en florecer en relación a los demás, esto debido a un mayor contenido de N, P y K

con valores de 1,35; 0,5 y 0,35 % respectivamente, responsables del desarrollo normal de su ciclo productivo y crecimiento de la planta, principalmente del N, puesto que al existir un déficit de este elemento las plantas acortan su ciclo fenológico CIAT,(1981), como ocurrió con el tratamiento (T10) que corresponde al testigo, tratamiento que no recibió ningún tipo de aplicación nutrimental, por lo que su floración fue precoz.

Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable días a la floración.

Tratamiento	Media(días)	Rango
T8	65,90	A
T6	65,23	AB
T9	65,07	ABC
T7	64,70	ABC
T5	64,23	ABC
T3	62,13	BCD
T4	61,93	CD
T2	60,73	D
T1	60,73	D
T10	55,90	E

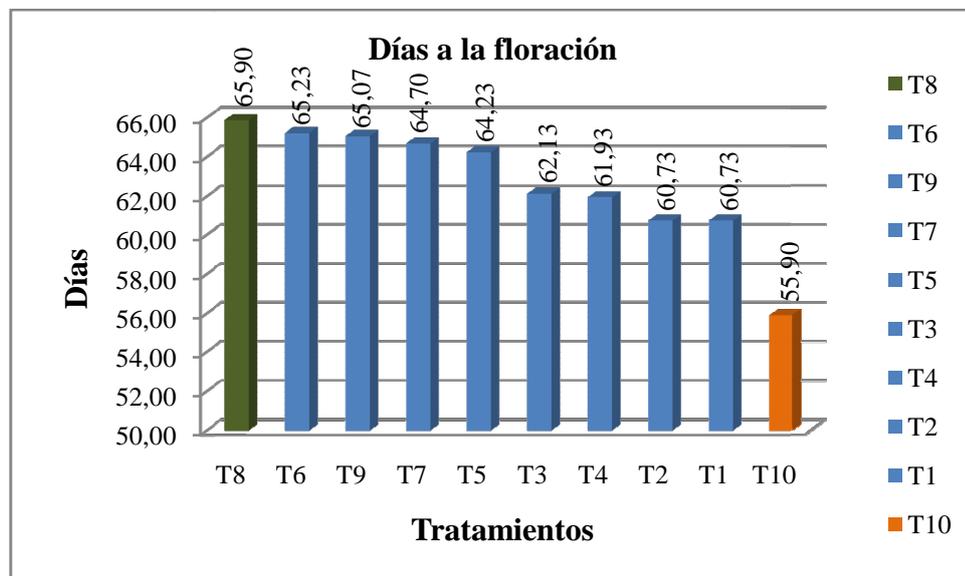


Gráfico 07. Días a la floración en base a los tratamientos.

Según Tukey al 5 % para tipos de bioles (Cuadro 22; Gráfico 08) para la variable días a la floración, obtuvo dos rangos, ubicándose el bioplus en el rango “A” con un valor de 65,07

días, siendo el biol que más retardó el florecimiento del cultivo y en el rango “B” tenemos los bioles de bovino y porcino, encajados en los abonos más precoces en la variable días a la floración con valores de 62,92 y 62,23 días respectivamente, con lo cual se obtuvo una diferencia de días a floración entre el mayor y menor de 4,37 %.

En lo relacionado a la influencia de los abonos en la investigación, observamos que el bioplus fue el que más retrasó la floración en comparación a los otros tipos de abonos, esto debido a la mayor concentración en nitrógeno que presenta un valor de 1,35 %, a diferencia del biol de porcino que aporta nitrógeno una concentración baja como es de 0,89 %; según el análisis químico de los bioles utilizados (Anexo 4 – 6).

Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5 % para tipos de bioles (factor A) en la variable días a la floración.

Bioles	Media(días)	Rango
Bioplús	65,07	A
B.bovino	62,92	B
B. porcino	62,23	B

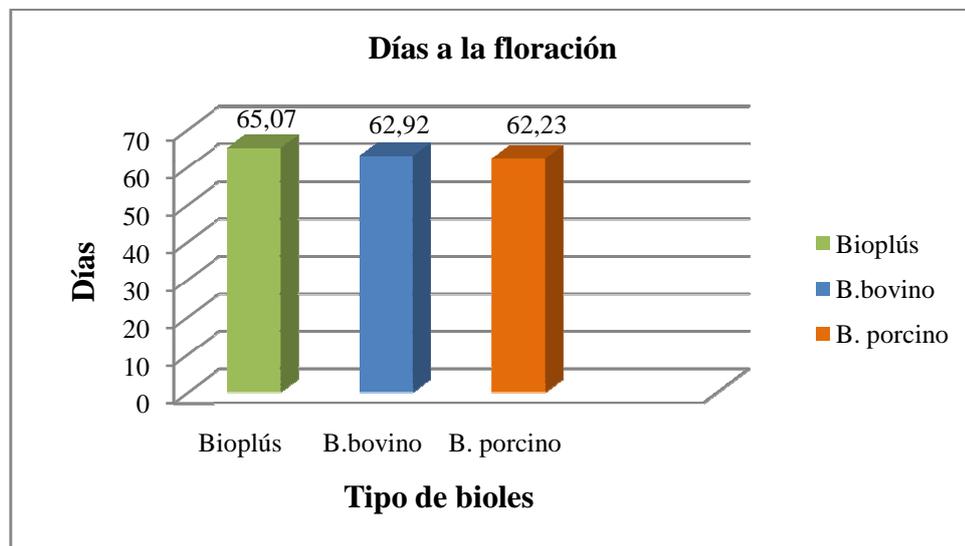


Gráfico 08. Tipo de bioles (factor A) en la variable días a la floración

Según la prueba de Tukey al 5 % para la variable días a la floración (Cuadro 23, Gráfico 09) en dosis de bioles (factor B), presentó dos rangos: El rango “A” la dosis alta (15cm³/L), con un valor de 65,28 días siendo la dosis que mayor número de días tardó para

llegar a floración, y en el rango “B” se ubicó la dosis recomendada ($10 \text{ cm}^3/\text{L}$) y la dosis baja ($5 \text{ cm}^3/\text{L}$), con valores de 62,58 y 62,37 días respectivamente, dosis que menor número de días tardó en llegar a floración, con una diferencia entre el mayor y menor de 4,46%.

Como se puede apreciar las diferencias de días a floración no son muy considerables, sin embargo existe una influencia de las diferentes dosis, lo que ratifica que el cultivo se ve influenciado con la incorporación de nutrientes en lo referente a esta variable.

Cuadro 23. Prueba de Tukey al 5 % para dosis de bioles (factor B) en la variable días a la floración.

Dosis	Media(días)	Rango
$15 \text{ cm}^3/\text{L}$	65,28	A
$10 \text{ cm}^3/\text{L}$	62,58	B
$5 \text{ cm}^3/\text{L}$	62,37	B

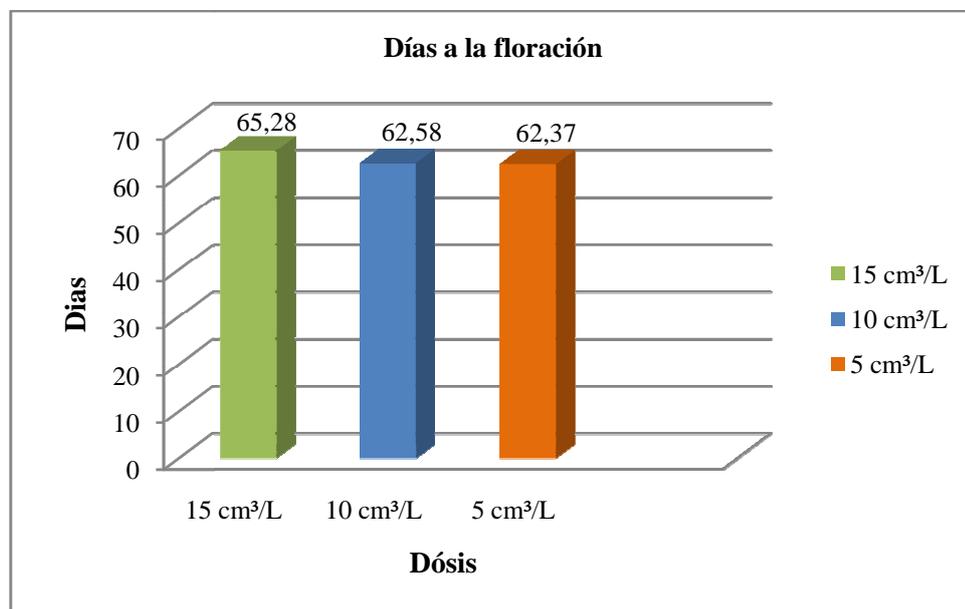


Gráfico 09. Dosis de bioles (factor B) en la variable días a la floración

En la prueba de Tukey (Cuadro 24; Gráfico 10) para testigo vs el resto en la variable días a la floración se obtuvieron dos rangos, ubicándose en el rango “A” los tratamientos alternativos con un valor de 63,41 días, siendo el que más tardó en florecer y en el rango

“B” tenemos el tratamiento control, estando situados en los más precoces con un valor de 55,90 días, obteniendo una diferencia de 11,85 % entre estos dos parámetros.

Como se puede apreciar en los datos registrados, la incorporación de nutrientes por parte de los tratamientos alternativos favorece un mejor desarrollo fisiológico de la planta a diferencia del testigo. Al comparar con INIAP, (2007), quien dice que las flores de fréjol var. Calima aparecen a los 55 – 65 días considerando los nutrientes del suelo y los aportados por el agricultor así como las condiciones climáticas de cada zona, esto concuerda con la presente investigación, dado que el uso de bioplus en dosis de 10 cm³/L no se aleja de lo antes indicado (65,9 días); a diferencia del testigo que no fue fertilizado, se ubica por debajo de los parámetros citados por INIAP, (2007), con un valor de (55,9 días), por lo que podemos decir que la utilización del bioplus influyen en los procesos fisiológicos de la planta.

Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs el resto en la variable días a la floración.

Tratamiento	Media(días)	Rango
Alternativos	63,41	A
Testigo	55,9	B

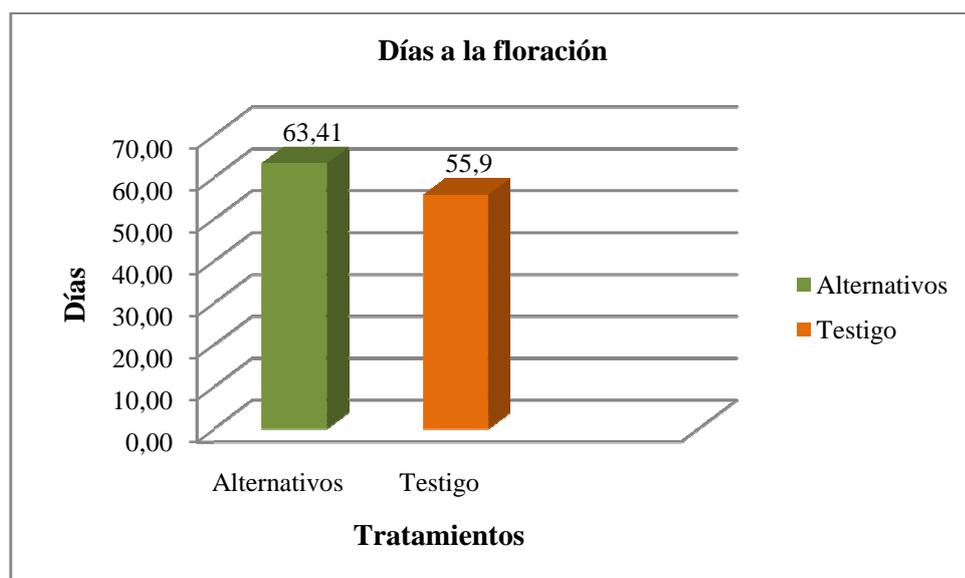


Gráfico 10. Testigo vs. el resto en la variable días a la floración.

3. Días a la cosecha

La maduración fisiológica del fréjol (Cuadro 25; Anexo12), presentó a los 120,27 días como media general, con un coeficiente de variación del 0,41 %; mediante el análisis de varianza se pudo determinar que existen diferencias altamente significativas para: los tratamientos, tipos de bioles (factor A), dosis de bioles (factor B), y para el testigo vs el resto, mientras que para la interacción AB no presenta diferencias.

Cuadro 25. Análisis de varianza para días a la cosecha en el cultivo de fréjol.

F. Var	S. Cuadrado	C. Medio		Fisher
				Cal
Repeticiones	0,067	0,0333	ns	0,1356
Tratamientos	1049,87	116,6519	**	474,5160
Factor A	394,667	197,3333	**	802,7119
Factor B	81,56	40,7778	**	165,8757
Interacción AB	44,44	11,1111	ns	45,1977
Ts vs Resto	529,20	529,2000	**	2152,6780
Error	3,93	0,2458		
TOTAL	1053,87			
CV%		0,41		
Media		120,27		

ns: No significativo

**; Altamente Significativo

*; Significativo al 5%

Según Tukey al 5 % (Cuadro 26, Gráfico 11), se obtuvieron cuatro rangos: en el rango A se ubicaron los tratamientos T8, T6, T9 y T7 siendo los tratamientos más tardíos en madurar con valores promedios de 126,3; 126,3; 126,0 y 126,0 días respectivamente. En el rango D se ubicó (T10) que corresponde al testigo, con una media de 107,7 días siendo el más precoz, dando una diferencia en días a la cosecha de 14,73% entre el resultado mayor y menor, los tratamientos restantes se ubicaron en rangos intermedios.

El tratamiento (T8) conjuntamente con (T7) a base bioplus en dosis de 10 cm³/L y 5 cm³/L respectivamente, fueron los que más se tardaron en madurar en relación a los demás tratamientos, debido a que las aportaciones de N son superiores a los aportados por los

demás bioles (Anexo 4 - 5) lo que influyó en el proceso fisiológico de la planta, a diferencia del tratamiento (T10) que corresponde al testigo, mismo que no tuvo ningún tipo de aplicación nutrimental, se acortó su ciclo fenológico dándose una pronta madurez.

Cuadro 26. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable días a la cosecha.

Tratamientos	Media(días)	Rango
T8	126,3	A
T6	126,3	A
T9	126,0	A
T7	126,0	A
T5	120,3	B
T3	120,3	B
T4	120,0	B
T2	115,3	C
T1	114,7	C
T10	107,7	D

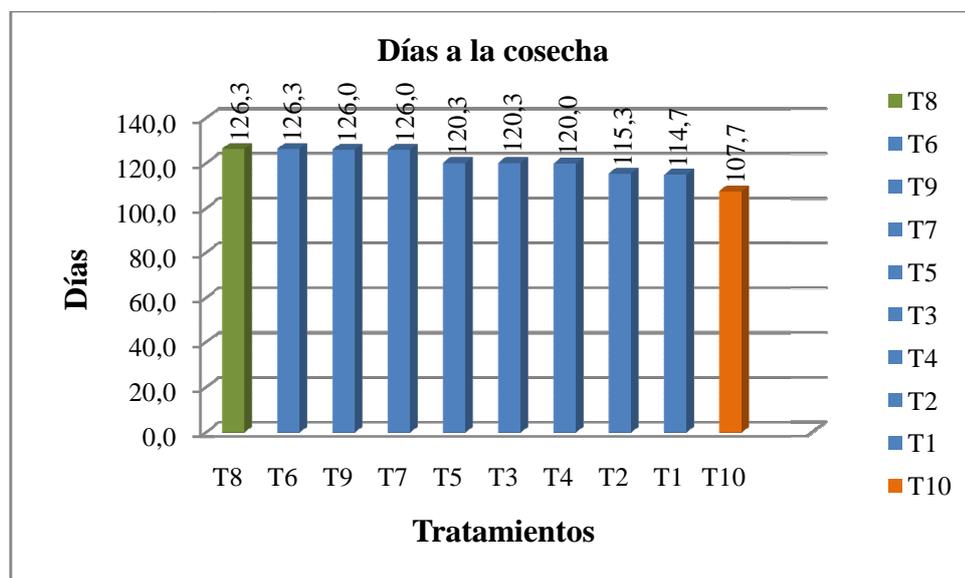


Gráfico 11. Días a la cosecha en base a los tratamientos.

Según Tukey al 5 % para tipos de bioles (factor A) (Cuadro 27; Gráfico 12) en la variable días a la maduración, se obtuvieron tres rangos: En el rango “A” se ubicó el bioplus con un promedio de 126,2 días siendo el biol que causó retardo en llegar a la madurez fisiológica y en el rango “C” se estableció el biol de porcino, con un valor de 116,8 días

estableciéndose como el biol que favoreció una pronta madurez del cultivo, con una diferencia porcentual entre estos dos resultados de 7,53 %

En cuanto al análisis de los bioles podemos decir que, el bioplus prolongó el periodo vegetativo en relación a los demás, esto se debe a una mayor concentración de nitrógeno, fósforo y potasio, que favorecieron a un crecimiento y desarrollo normal de la planta (Anexo 4-5-6), en tanto que los otros tipos de bioles por tener una menor riqueza nutrimental, principalmente del elemento nitrógeno, el ciclo fenológico del cultivo se vio acortado, dejando ya un antecedente de carencia en la planta comparándola con los demás bioles. Estos resultados y análisis concuerda con lo citado por CIAT,(1981), donde manifiesta que el nitrógeno es un elemento muy importante en el cultivo de fréjol puesto que la carencia de este elemento influye enormemente en el ciclo fenológico del mismo.

Cuadro 27. Prueba de Tukey al 5 % para tipos de bioles (factor A) en días a la cosecha.

Bioles	Media(días)	Rango
Bioplus	126,2	A
B. bovino	122,1	B
B. porcino	116,8	C

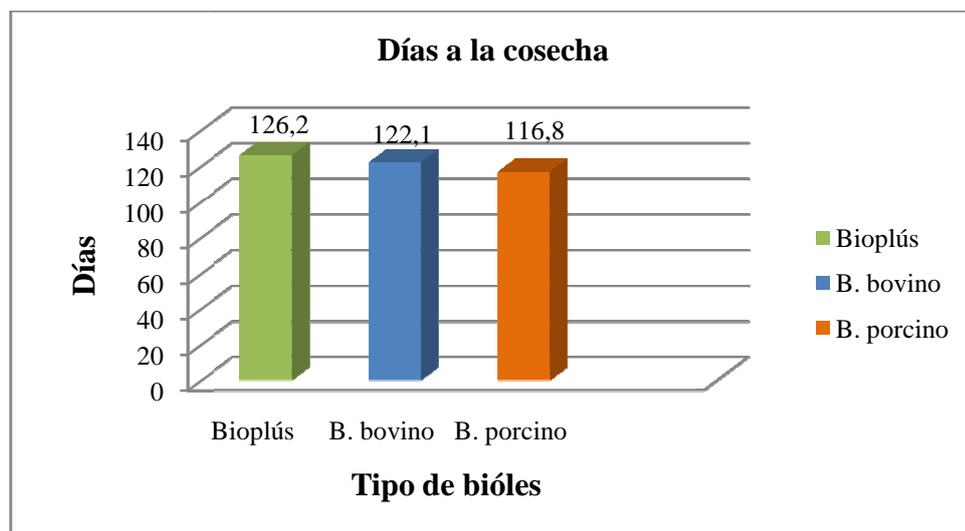


Gráfico 12. Tipos de bioles (factor A) en la variable días a la cosecha.

La prueba de Tukey al 5 % para la variable días a la cosecha (Cuadro 28, Grafico 13) en dosis de bioles (factor B), presentó dos rangos: El rango “A” la dosis alta ($15 \text{ cm}^3/\text{L}$), con

un valor de 124,1 días, dosis que más tardó para llegar a la maduración, y en el rango “B” se ubicaron las dosis recomendada ($10 \text{ cm}^3/\text{L}$) y la dosis baja ($5 \text{ cm}^3/\text{L}$), con valores de 120,7 y 120,3 días respectivamente, dosis que en menor días llegó a maduración y cosecha, con una diferencia en días a la cosecha entre los tratamientos de 3,07 %.

Como se puede apreciar las diferencias en días a la cosecha no son muy considerables, sin embargo existe una influencia de las distintas dosis de bioles aplicadas, lo que ratifica que el cultivo se ve afectado con la incorporación de los bioles en sus diferentes dosificaciones, en lo que a esta variable concierne.

Cuadro 28. Prueba de Tukey al 5 % para dosis de bioles (factor B) en la variable días a la cosecha.

Dosis	Media(días)	Rango
$15 \text{ cm}^3/\text{L}$	124,1	A
$10 \text{ cm}^3/\text{L}$	120,7	B
$5 \text{ cm}^3/\text{L}$	120,3	B

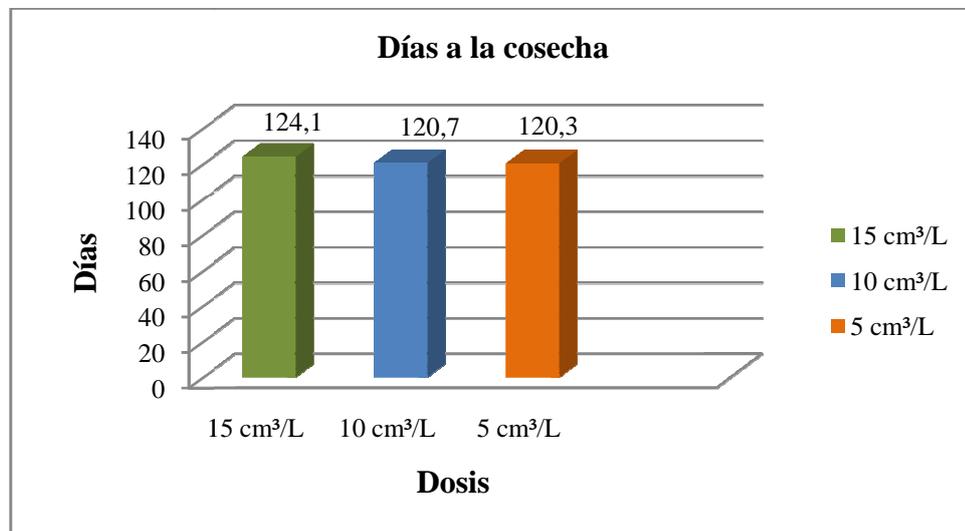


Gráfico 13. Dosis de bioles (factor B) en la variable días a la cosecha.

La prueba de Tukey al 5 % para testigo vs el resto (Cuadro 29; Gráfico 14) en la variable días a la cosecha, se obtuvieron dos rangos: en el rango “A” se situó los tratamientos alternativos con un valor 121,7 días siendo el que más retardo la maduración y en el rango “B” se ubicó el tratamiento control, con un valor de 107,7 días, siendo el tratamiento que provocó una precocidad en la maduración.

Esto explica que con la dotación de nutrientes alimenticios por parte de los tratamientos alternativos, ayuda a una mejor nutrición de la planta y por ende un mejor desarrollo en contraposición con el tratamiento control, en el que no se aportó ninguna carga nutrimental, influenciando directamente en la precocidad de su maduración.

Al comparar con INIAP (2007), quien manifiesta que el fréjol var. Calima está listo para ser cosechado en verde a los 110 –125 días, considerando los nutrientes del suelo y los aportados por el agricultor así como las condiciones climáticas de cada zona, esto concuerda con el tratamiento (T8) de la presente investigación, dado que el uso de bioplus en dosis de 10 cm³/L no se aleja de lo antes indicado (126,3 días); a diferencia del testigo (T10) que no fue aplicado nutrimentos, con un valor de (107,7 días), por lo que decimos que la utilización del bioplus con dosis de 10 cm³/L, influye directamente en el proceso fisiológico de la planta, al comparar con el testigo que no fue fertilizado.

Cuadro 29. Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs el resto en la variable días a la cosecha.

Tratamientos	Media(Días)	Rango
Alternativos	121,7	A
Testigo	107,7	B

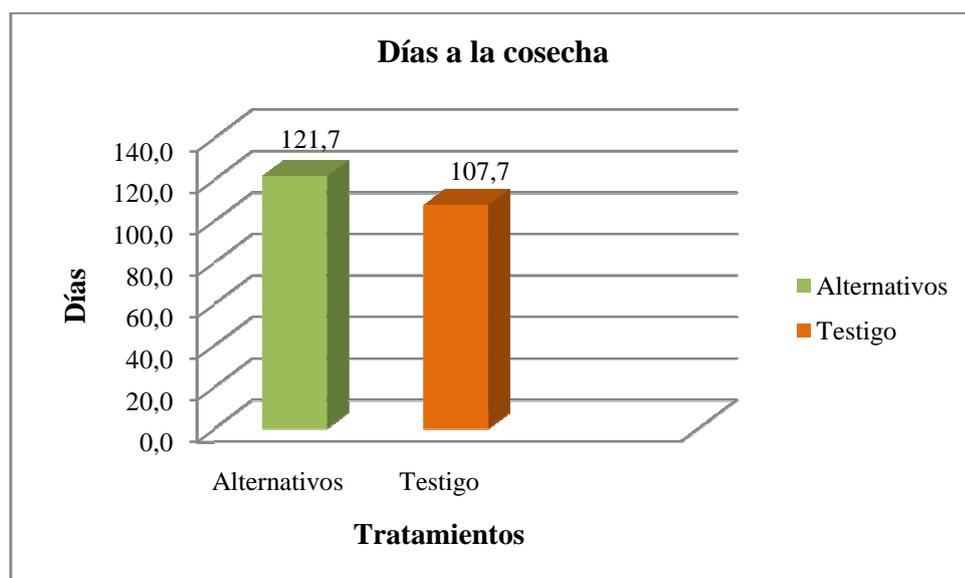


Gráfico 14. Testigo vs. el resto en la variable días a la cosecha.

4. Número de vainas por planta

Según el análisis de varianza (Cuadro 30; Anexo 13) para número de vainas por planta, presentó diferencias altamente significativas para los tratamientos; tipos de bioles (factor A) y testigo vs el resto. Para dosis de bioles (factor B) existen diferencias significativas, mientras que para interacción A x B no existen diferencias. El coeficiente de variación fue del 2,83 %, con una media de 14,62 vainas.

Cuadro 31. Análisis de varianza para número de vainas/planta en el cultivo de fréjol.

F. Var	S. Cuadrado	C. Medio		Fisher
				Cal
Repeticiones	0,643	0,3213	ns	0,1022
Tratamientos	195,87	21,7631	**	6,9240
Factor A	65,202	32,6011	**	10,3721
Factor B	24,11	12,0544	*	3,8351
Interacción AB	21,55	5,3872	ns	1,7139
Ts vs Resto	85,01	85,0083	**	27,0454
Error	50,29	3,1432		
TOTAL	246,80			
CV%		2,83		
Media		14,62		

Al efectuar la prueba de Tukey al 5 % para número de vainas por planta (Cuadro 31; Gráfico 15), se observa siete rangos: en el rango “A” se ubicó el tratamiento T8 (Bioplus dosis recomendada 10 cm³/L) con una media de 17,9 vainas como el mayor número, mientras que el tratamiento T10 (Testigo) con 9,57 vainas, como la más baja en el rango “D”. Con estos dos rangos podemos apreciar una diferencia del 46,54 % entre estos dos tratamientos.

Esto concuerda con datos obtenidos por INIAP (2007), quien manifiesta que se puede obtener un número de 14 a 18 vainas por planta de fréjol var. Calima, esto se explica por las bondades que posee el bioplus, concordando con Fuentes, J. (1989), quien manifiesta que los bioles funciona principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a

través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales y aminoácidos, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas de la planta.

Cuadro 31. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable número de vainas/planta.

Tratamientos	Media(#)	Rango
T8	17,90	A
T6	17,37	AB
T9	16,27	ABC
T7	16,23	ABC
T5	16,20	ABC
T3	14,90	ABC
T4	13,40	ABCD
T2	12,30	BCD
T1	12,03	CD
T10	9,57	D

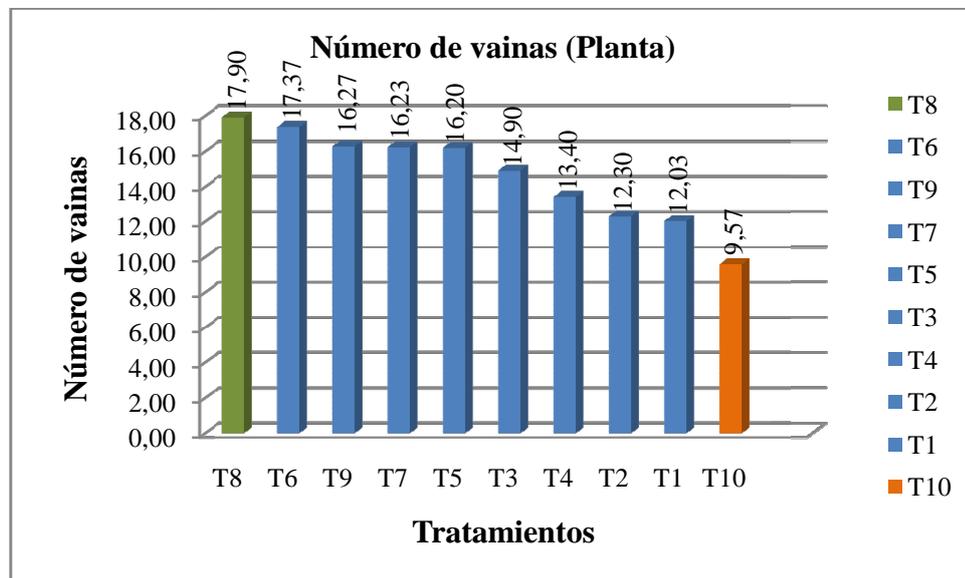


Gráfico 15. Número de vainas/planta en base a los tratamientos.

Según Tukey al 5 % para tipos de Bioles (factor A) (Cuadro 32; Gráfico 16) en la variable número de vainas, se obtuvieron dos rangos: en el rango “A” se ubicó el bioplus y biol bovino, con una media de 16,79 y 15,67 vainas por planta respectivamente y en el rango

“B” se ubicó el biol de porcino, con 13,08 vainas por planta, biol con el cual se obtuvo un número de vainas más bajo que con los otros tipos de bioles, obteniéndose una diferencia 22,1 % con bioplus, el cual obtuvo el mayor número de vainas por planta.

Cuadro 32. Prueba de Tukey al 5 % para tipos de bioles en la variable número de vainas/planta.

Bioles	Media(#)	Rango
Bioplus	16,79	A
B. bovino	15,67	A
B. porcino	13,08	B

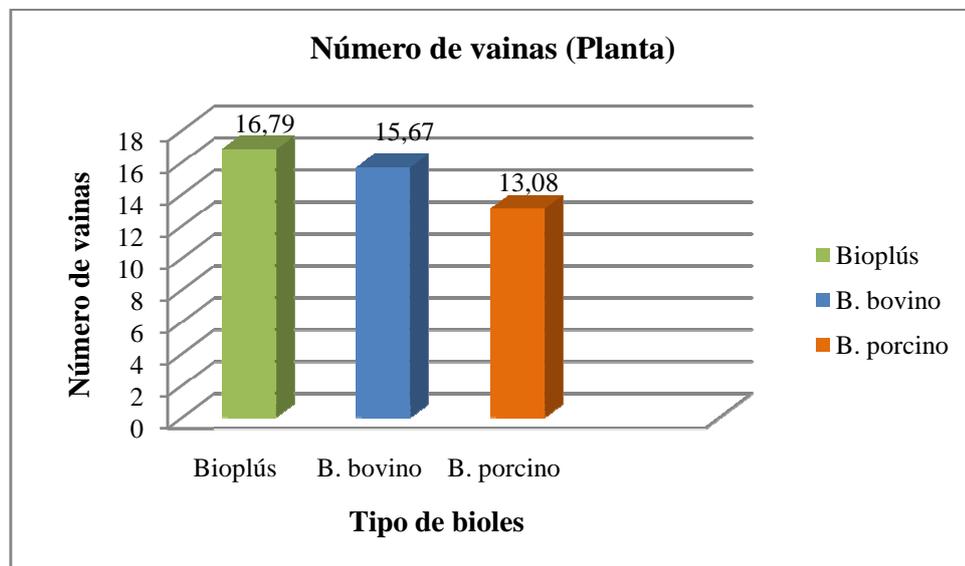


Gráfico 16. Número de vainas/planta en base a los tipos de bioles.

Según la prueba de Tukey al 5 % para la variable número de vainas por planta (Cuadro 33, Gráfico 17) en dosis de bioles (factor B), presentó tres rangos: El rango “A” la dosis alta (15 cm³/L) con un valor de 16,16 vainas, con la que se obtuvo el mayor número de vainas, y en el rango “B” se ubicó la dosis baja (5 cm³/L) con 13,9 el menor número de vainas por planta, con una diferencia de 13,9 %.

En esta variable podemos apreciar que existen diferencias con la aplicación de las distintas dosis de bioles, por lo que deducimos que el cultivo si se ve influenciado con la aplicación de diferentes volúmenes de los biopreparados.

Cuadro 33. Prueba de Tukey al 5 % para tipos de dosis en la variable número de vainas/planta.

Dosis	Media(#)	Rango
15 cm ³ /L	16,16	A
10cm ³ /L	15,48	AB
5cm ³ /L	13,90	B

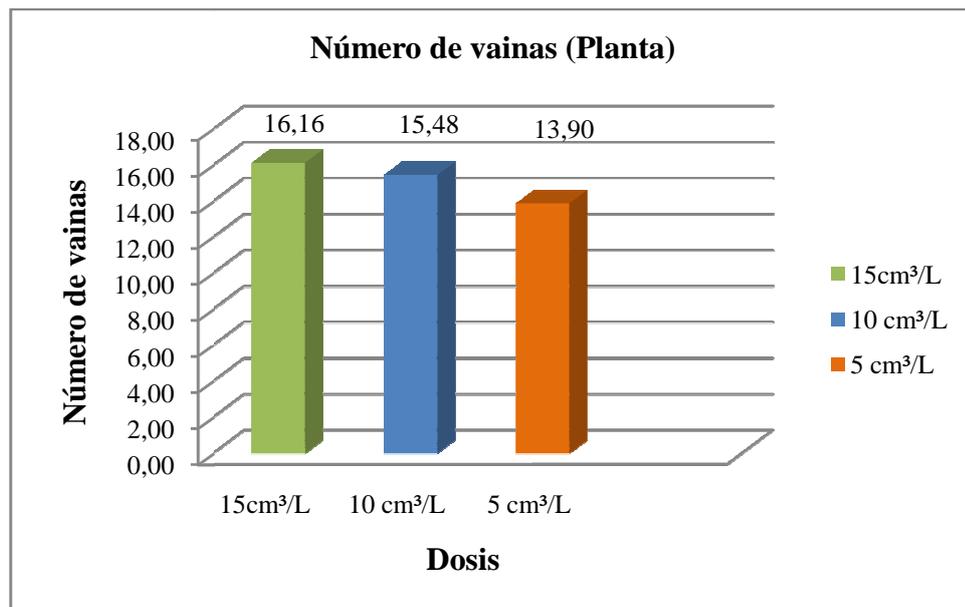


Gráfico 17. Número de vainas/planta en base a dosis de bioles.

Según Tukey al 5 % para el análisis de medias para el testigo vs el resto (Cuadro 34; Gráfico 18) en la variable número de vainas, se obtuvo dos rangos: en el rango “A” se situó los tratamientos alternativos con 15,18 vainas, siendo los tratamientos que dieron como resultado un número mayor de vainas por planta y en el rango “B” se ubicó el testigo, con 9,57 vainas, siendo el tratamiento que promovió un menor número de vainas por planta, con una diferencia entre estos dos resultados del 36,96 %.

Cuadro 34. Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs resto en la variable número de vainas/planta.

Tratamiento	Media	Rango
Alternativos	15,18	A
Testigo	9,57	B

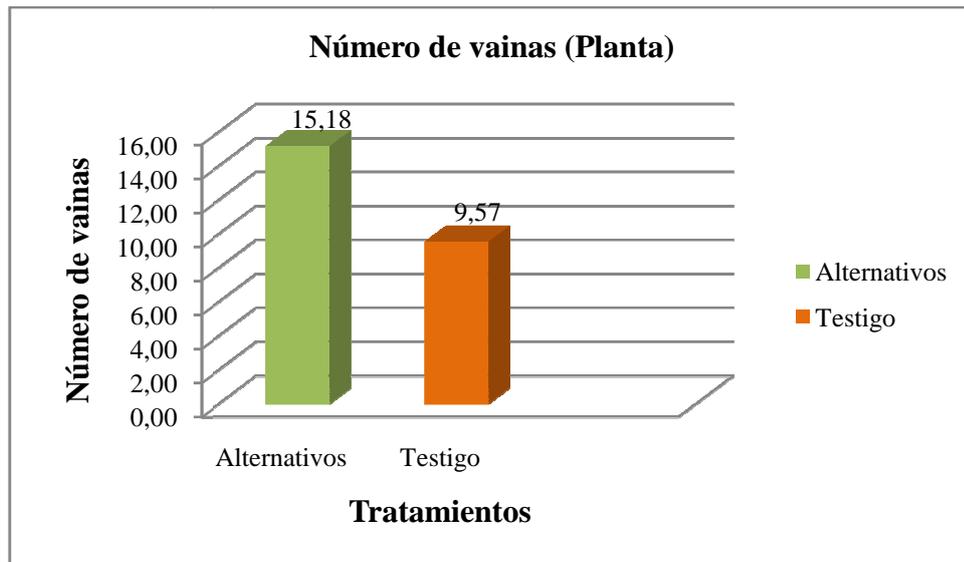


Gráfico 18. Número de vainas/planta en base al testigo vs resto.

5. Tamaño de vainas

El análisis de varianza, en la variable tamaño de vaina (Cuadro 35, Anexo 14) indica que hay una diferencia altamente significativa para los tratamientos, tipos de bioles (factor A) y testigo vs el resto; en cambio para dosis de bioles (factor B) y para la interacción A x B no existe diferencias; el coeficiente de variación fue de 1,73 % con una media general de 12,13 cm.

Cuadro 35. Análisis de varianza para tamaño de vainas (largo)/planta en el cultivo de fréjol

F. Var	S. Cuadrado	C. Medio		Fisher
				Cal
Repeticiones	0,019	0,0095	ns	0,1905
Tratamientos	3,99	0,4429	**	8,9019
Factor A	2,301	1,1504	**	23,1197
Factor B	0,20	0,1014	ns	2,0375
AB	0,03	0,0081	ns	0,1625
Ts vs Resto	1,45	1,4505	**	29,1525
Error	0,80	0,0498		
TOTAL	4,80			
CV%		1,73		
Media		12,13		

La prueba de Tukey al 5% para tamaño de vaina (Cuadro 36, Gráfico 19) se obtuvieron cinco rangos: En el rango A, se ubicaron los tratamientos T8, T9 y T6; con valores de 12,69, 12,55 y 12,53 cm respectivamente, siendo los tratamientos que alcanzaron mayor tamaño de vainas y en el rango “C” se ubica el tratamiento T10 que corresponde al testigo, con 11,47 cm, con una diferencia porcentual entre los dos tratamientos del 11,5 %, los tratamientos restantes se ubicaron en rangos intermedios.

Los resultados se debe principalmente a la aportación del elemento potasio que contienen los bioles, que al combinarlos con sus dosis (5 cm³/L, 10 cm³/L y 15 cm³/L), sus concentraciones se incrementan, lo que concuerda con Rivero, C (1999), quien manifiesta que a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas contenido en los bioles; promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas; acción sobre el follaje, acción sobre la floración, sobre el cuajado de frutos y activador de semillas y partes vegetativas.

El mayor tamaño de vainas que se registró fue 12,69 cm, que corresponde al tratamiento (T8) a base de bioplus en dosis de 10 cm³/L, esto concuerda con INIAP (2007), quien manifiesta que con un sistema de manejo convencional, se consiguió un tamaño de vaina en verde de 12 a 14 cm.

Cuadro 36. Prueba de Tukey al 5 % para los tratamientos en la variable tamaño de vainas.

Tratamientos	Media(cm)	Rango
T8	12,69	A
T9	12,55	A
T6	12,53	A
T7	12,22	AB
T5	12,14	ABC
T3	12,07	ABC
T4	12,07	ABC
T2	11,82	BC
T1	11,76	BC
T10	11,47	C

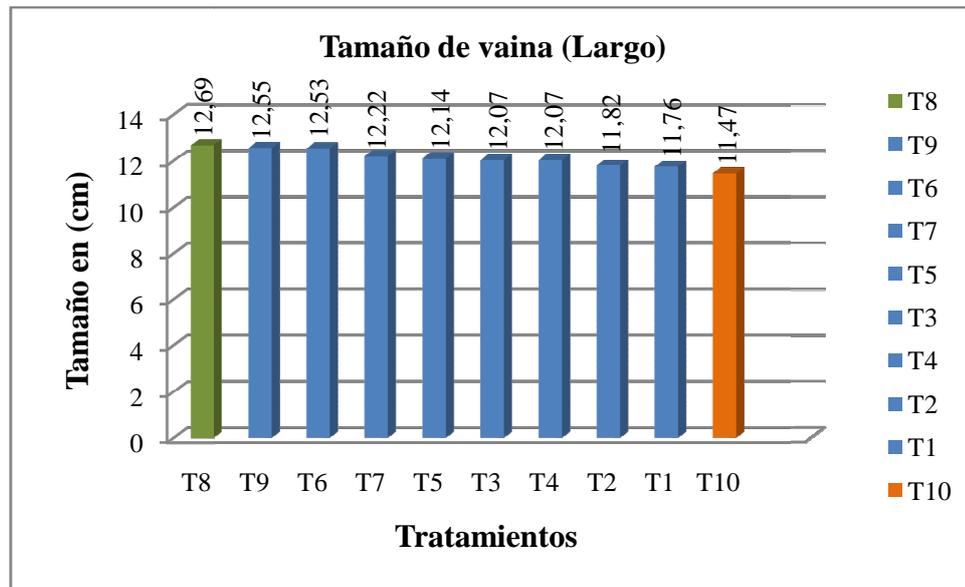


Gráfico 19. Tamaño de vainas en base a los tratamientos.

Según Tukey al 5 % para tipos de bioles (factor A) (Cuadro 37; Gráfico 20) en la variable tamaño de vainas se obtuvieron dos rangos: en el rango “A” se ubicó el bioplus con un valor de 12,59 cm, siendo el biol que mayor tamaño de vainas alcanzó y en el rango “B” se ubicaron los bioles de bovino y porcino con valores de 12,14 y 11,88 cm respectivamente, siendo los que alcanzaron el menor tamaño, con una diferencia de 5,64 % entre los tratamientos.

Basándonos en el análisis del contenido nutrimental de los bioles (Anexo 4, 5 y 6) y datos registrados deducimos que: el bioplus por presentar altos contenidos de potasio y calcio con valores de 0,35 y 1,15 % en dosificación de 10 cm³/L, fue el que promovió un mayor tamaño de vaina, a diferencia del biol de porcino que aportó 0,29 y 0,98 % de potasio y calcio respectivamente.

Cuadro 37. Prueba de Tukey al 5 % para tipos de bioles en la variable tamaño de vainas.

Bioles	Media(cm)	Rango
Bioplus	12,59	A
B. bovino	12,14	B
B. porcino	11,88	B

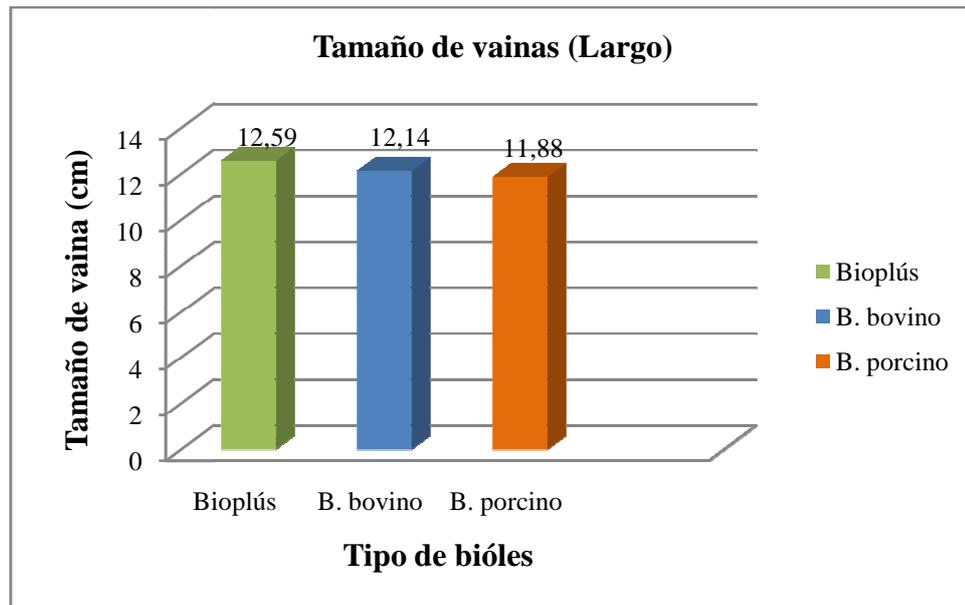


Gráfico 20. Tamaño de vainas/planta en base a tipos de bioles.

El análisis de medias para el testigo vs el resto (Cuadro 38; Gráfico 21) en la variable tamaño de vainas según Tukey al 5 %, se obtuvieron dos rangos: en el rango “A” se ubican los tratamientos alternativos con un valor de 12,21 cm siendo los de mayor tamaño de vainas y en el rango “B” se ubicó el testigo, con un valor de 11,47 cm, presentando una diferencia en el tamaño de vainas de 6,07 %. Esto se debe a la incorporación de los nutrimentos alimenticios por parte de los tratamientos alternativos, que ayudan a una mejor nutrición de la planta y por ende un mejor desarrollo y crecimiento de las mismas.

Cuadro 38. Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs resto en la variable tamaño de vainas/planta.

Tratamiento	Media(cm)	Rango
Alternativos	12,21	A
Testigo	11,47	B

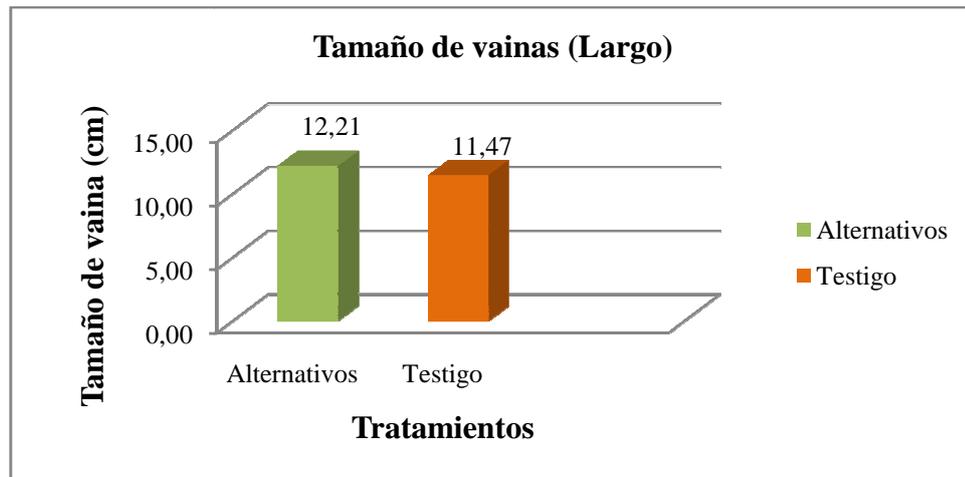


Gráfico 21. Tamaño de vainas/planta en base al testigo vs resto.

6. Rendimiento en Kg/parcela neta

El análisis de varianza para la variable rendimiento del grano por parcela neta (Cuadro 39, Anexo 15) indica que existe diferencias altamente significativas para los tratamientos, tipos de bioles (factor A) y testigo vs el resto; en cambio para dosis de bioles (factor B) existe diferencia significativa. Para la interacción A x B no existe diferencias; el coeficiente de variación fue de 12,36 % con una media general de 6,45 Kg.

Cuadro 39. Análisis de varianza para rendimiento por parcela neta en el cultivo de fréjol

F. Var	S. Cuadrado	C. Medio		Fisher
				Cal
Repeticiones	0,267	0,1334	ns	0,1866
Tratamientos	54,79	6,0878	**	8,5166
Factor A	14,877	7,4386	**	10,4063
Factor B	8,79	4,3945	*	6,1477
AB	7,49	1,8728	ns	2,6200
Ts vs Resto	23,63	23,6326	**	33,0611
Error	11,44	0,7148		
TOTAL	66,49			
CV%		12,36		
Media		6,45		

Para los tratamientos (Cuadro 40, Gráfico 22) en la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento por parcela neta se obtuvieron seis rangos: En el rango A, se ubicó el tratamiento T8 que corresponden a la aplicación de bioplus en dosis de 10 cm³/L con 8,08

Kg/parcela neta siendo el tratamiento que generó el mayor rendimiento y en el rango “D” se ubicó el tratamiento T10 que corresponde al testigo, con 3,79 Kg/parcela neta, el de menor rendimiento, presentando una diferencia porcentual 53,10 %, los tratamientos restantes se ubicaron en rangos intermedios.

En los resultados obtenidos en la presente investigación se observa que el mejor rendimiento alcanzó el tratamiento T8 (bioplus en dosis de 10 cm³/L), esto debido a que en su inicio el contenido de nitrógeno de 1,35 % provocó un gran desarrollo de la planta, que acompañado con su contenido en potasio 0,35 % y calcio de 1,5 %, ha dado como resultado una buena producción.

Cuadro 40. Prueba de Tukey al 5 % para los tratamientos en la variable rendimiento por parcela neta.

Tratamientos	Media(Kg)	Rango
T8	8,08	A
T6	7,73	AB
T9	7,53	ABC
T7	7,31	ABC
T5	7,24	ABC
T3	6,94	ABC
T4	5,56	BCD
T2	5,21	CD
T1	5,21	CD
T10	3,79	D

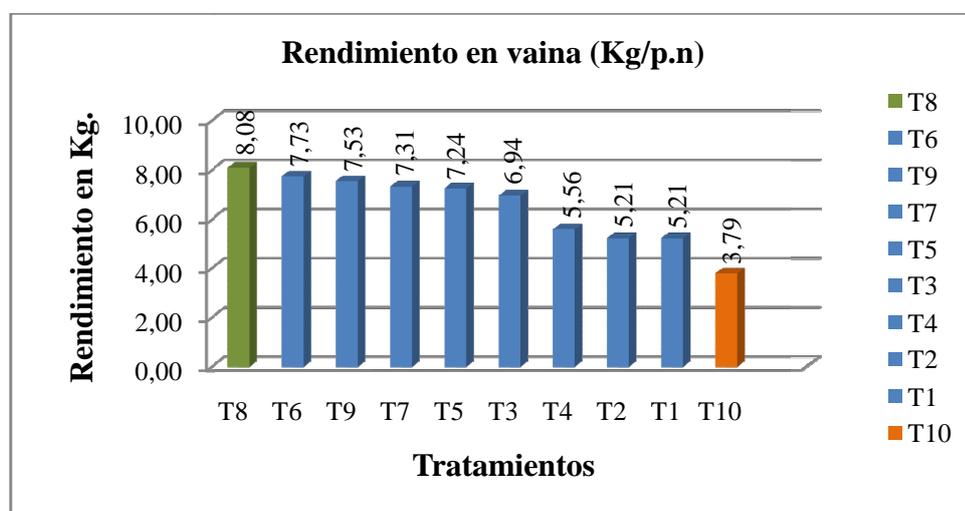


Gráfico 22. Rendimiento por parcela neta en base a tratamientos.

Según Tukey al 5% para tipos de bioles (factor A) en la variable rendimiento por parcela neta (Cuadro 41, Gráfico 23) se obtuvieron dos rangos: En el rango A, se ubicaron el bioplus y biol de bovino con valores de 7,54 y 6,94 Kg/parcela neta, siendo los bioles que generaron los mayores rendimientos; en el rango “B” se ubicó el biol de porcino con un valor de 5,75 Kg/parcela neta, el tipo de biol que originó el menor rendimiento por parcela neta, presentando una diferencia de 23,75 % entre los tratamientos.

Cuadro 41. Prueba de Tukey al 5 % para tipos de bioles (factor A) para rendimiento por parcela neta.

Bióles	Media(Kg)	Rango
Bioplus	7,54	A
B. bovino	6,94	A
B. porcino	5,75	B

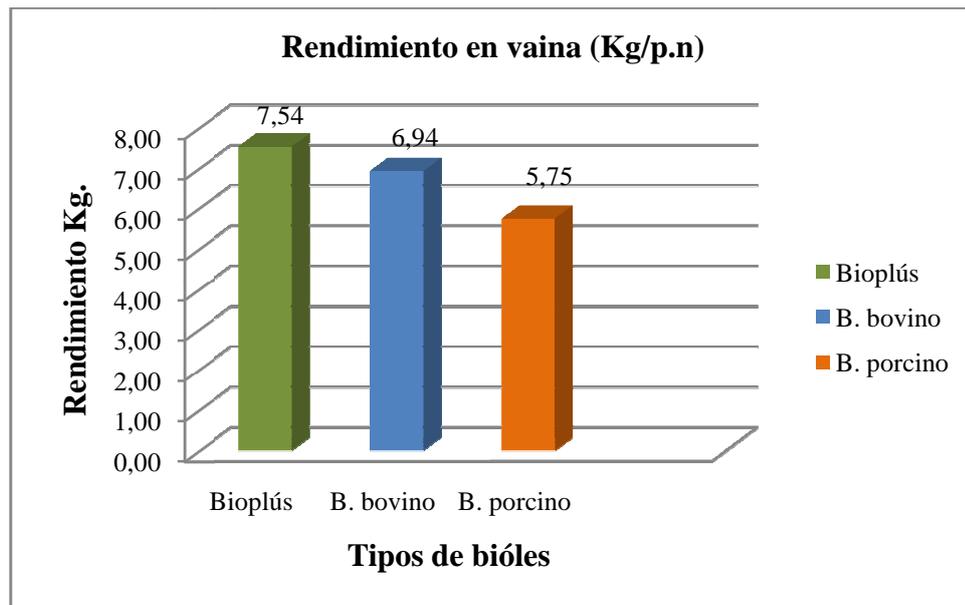


Gráfico 23. Rendimiento por parcela neta para tipos de bioles.

El análisis de las dosis de bioles (factor B) según la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento por parcela neta (Cuadro 42, Gráfico 24) se obtuvieron tres rangos: En el rango “A” se ubicó la dosis alta (15 cm³/L) con 7,33Kg/parcela neta y en el rango “B” se ubico la dosis baja (5 cm³/L) con un valor de 5,97 Kg/parcela neta, con el menor rendimiento, estos dos rangos presentan una diferencia del 18,56 % , la dosis recomendada (10 cm³/L), se ubicó en un rango intermedio.

Cuadro 42. Prueba de Tukey al 5 % para dosis de bioles en la variable rendimiento por parcela neta.

Dosis	Media(Kg)	Rango
15 cm ³ /L	7,33	A
10 cm ³ /L	6,94	AB
5 cm ³ /L	5,97	B

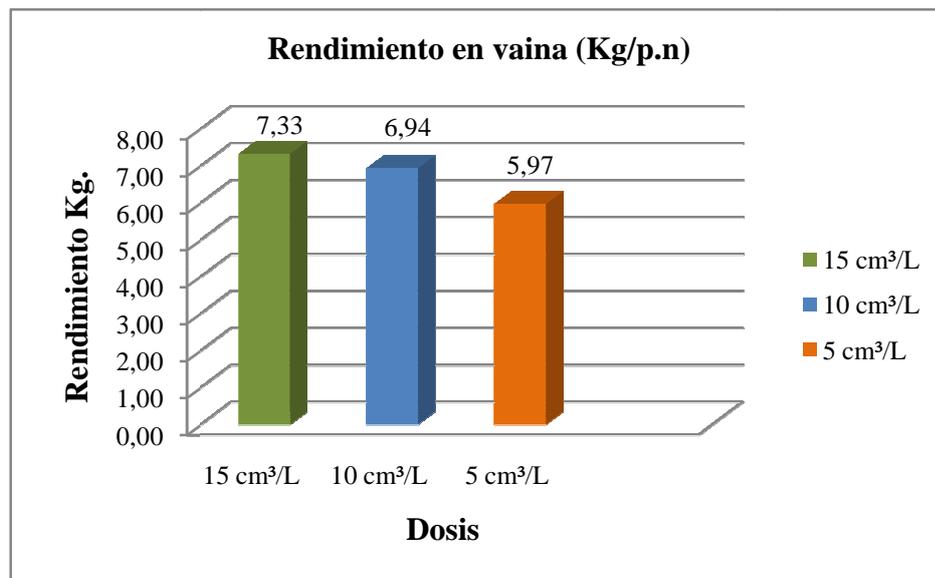


Gráfico 24. Rendimiento por parcela neta para dosis de bioles.

Según, la prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable rendimiento por parcela neta (Cuadro 43, Gráfico 25) se obtuvieron dos rangos: En el rango A, se ubicaron los tratamientos alternativos con un valor de 6,76 Kg/parcela con el mayor rendimiento y en el rango “B” se ubicó el testigo con 3,79 Kg/parcela, siendo el menor rendimiento por parcela neta, presentando una diferencia de 43,94 % entre estos dos resultados.

Cuadro 43. Prueba de Tukey al 5 % para testigo vs resto en la variable rendimiento por parcela neta.

Tratamiento	Media(Kg)	Rango
Alternativos	6,76	A
Testigo	3,79	B

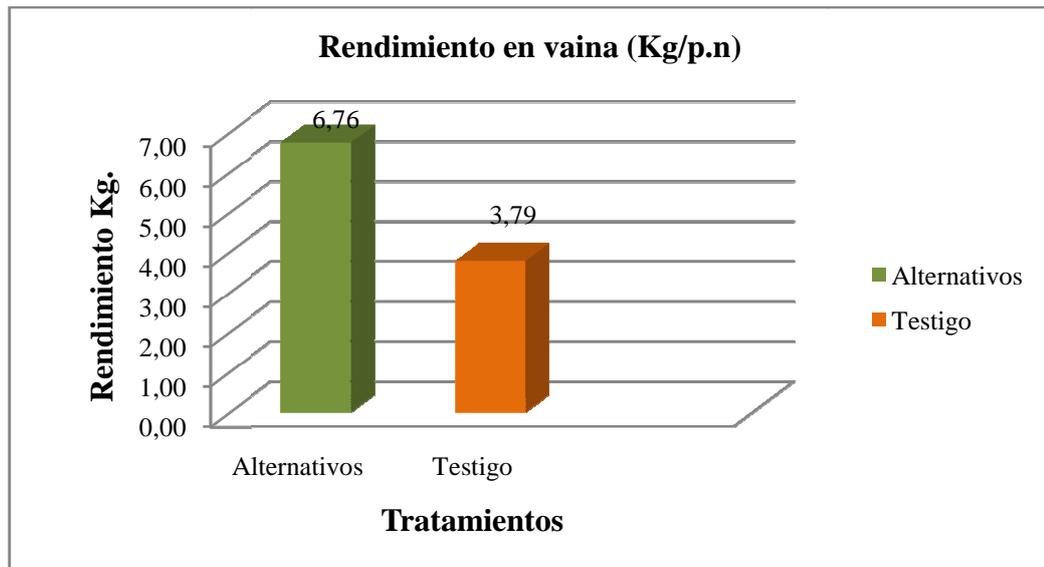


Gráfico 25. Rendimiento por parcela neta en base a testigo vs resto.

7. Rendimiento en Kg/ha

Según el análisis de varianza para el rendimiento por hectárea (Cuadro 44, Anexo 16) existe diferencias altamente significativas para los tratamientos, tipos de bioles (factor A) y testigo vs el resto, por otro lado presenta diferencia significativa para dosis de bioles (factor B) con una media general de 12 070 kg/ha y un coeficiente de variación de 9,96 %

Cuadro 44. Análisis de varianza para rendimiento/hectárea en el cultivo de fréjol

F. Var	S. Cuadrado	C. Medio		Fisher
				Cal
Repeticiones	0,035	0,0177	ns	0,01
Tratamientos	202,14	22,4596	**	13,82
Factor A	62,634	31,3172	**	19,27
Factor B	20,67	10,3373	**	6,36
AB	33,93	8,4829	**	5,22
Ts vs Resto	84,90	84,8961	**	52,24
Error	26,00	1,6252		
TOTAL	228,17			
CV%		9,96		
Media		12070		

Según Tukey al 5 % (Cuadro 45, Gráfico 26) para el rendimiento por hectárea se obtuvieron seis rangos: En el rango A, se ubicó el tratamiento T8 que corresponden a la

aplicación de bioplus en dosis de $10 \text{ cm}^3/\text{L}$ con $14.260 \text{ Kg}/\text{Ha}$ siendo el tratamiento con el mayor rendimiento y en el rango “D” se ubicó el tratamiento T10 que corresponde al testigo, con $7.020 \text{ Kg}/\text{Ha}$, siendo el de menor rendimiento por hectárea, presentan una diferencia del 53,10 %, los tratamientos restantes se ubicaron en rangos intermedios.

El mayor rendimiento alcanzado fue $14.260 \text{ Kg}/\text{ha}$ con la aplicación de bioplus en dosis de $10 \text{ cm}^3/\text{L}$ (T8), enmarcándose dentro de lo manifestado por INIAP (2007) quienes indican que; con un sistema de manejo convencional para la variedad calima, se consigue un rendimiento en verde de 14.000 a $16.000 \text{ Kg}/\text{ha}$.

Cuadro 45. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable rendimiento por hectárea

Tratamientos	Media(Kg)	Rango
T8	14260,00	A
T6	14113,33	A
T9	14016,67	A
T7	13963,33	AB
T5	13533,33	AB
T3	12856,67	ABC
T4	10303,33	BCD
T2	9653,33	CD
T1	9466,67	CD
T10	7020,00	D

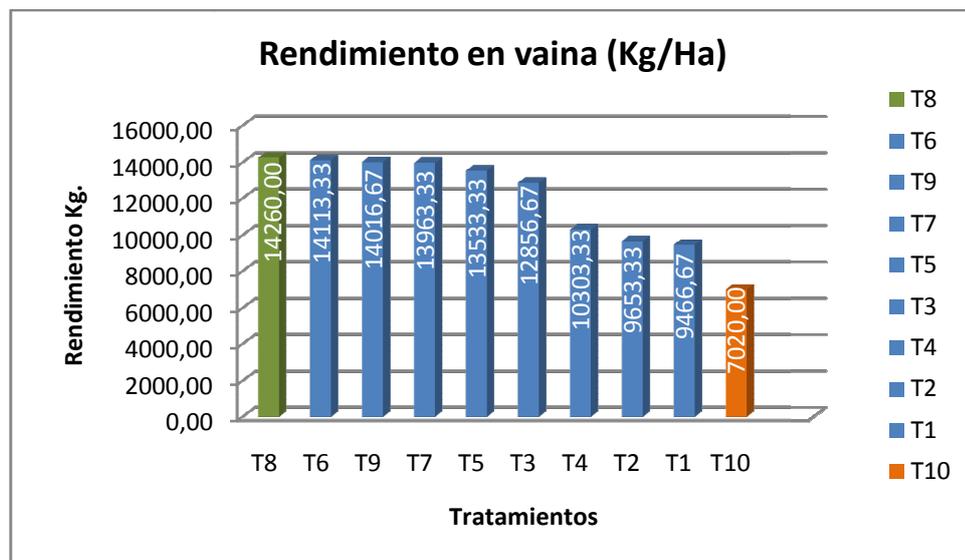


Gráfico 26. Rendimiento en (Kg/ha) en base a los tratamientos.

Según la prueba de Tukey al 5% para tipos de bioles (factor A) en la variable rendimiento por hectárea (Cuadro 46, Gráfico 27) se obtuvieron dos rangos: En el rango A, se ubicaron el bioplus y biol de bovino con valores de 14.370 y 12.850 Kg/Ha, siendo los bióles que alcanzaron los mayores rendimientos y en el rango “B” se ubicó el biol de porcino con 10.660 Kg/Ha, siendo el de menor rendimiento por hectárea, presentando una diferencia entre los resultados de 23,75 %.

En lo relacionado a la influencia de los abonos en la investigación, observamos que las aplicaciones de bioplus es el que mayor rendimiento alcanzó, esto se explica a las concentraciones altas de macro y micro elementos que presenta, comparado con el biol de porcino (Anexo 4 y 6).

Cuadro 46. Prueba de Tukey al 5% para tipos de bioles en la variable rendimiento por hectárea.

Bioles	Media(Kg)	Rango
Bioplus	14370	A
B. bovino	12850	A
B. porcino	10660	B

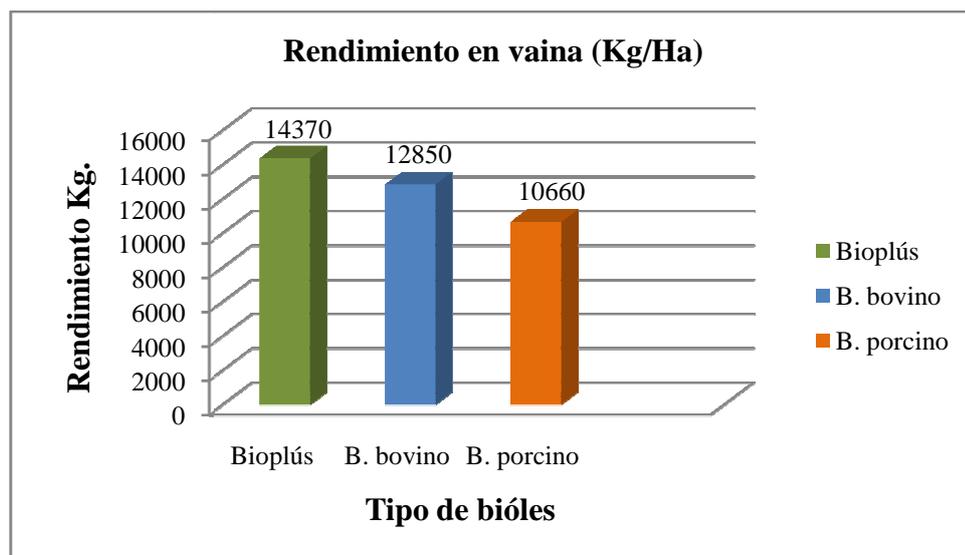


Gráfico 27. Rendimiento en (Kg/ha) para tipos de bioles.

Según la prueba de Tukey al 5 % para el análisis de dosis de bioles(factor B) en la variable rendimiento por hectárea (Cuadro 47, Gráfico 28) se obtuvieron tres rangos: En el rango “A” se ubicó la dosis alta (15 cm³/L) con 13.570 Kg/ha, es la dosis que dio el mayor rendimiento y en el rango “B” se ubicó la dosis baja (5 cm³/L) con 11.460 Kg/ha, siendo la de menor rendimiento por hectárea, estos dos rangos generaron una diferencia del 18,56 %, la dosis restante se ubicó en un rango intermedio. Esto se explica debido a la aportación de una mayor cantidad de elementos nutrimentales, por lo que esta dosis determinó un mejor desarrollo y rendimiento del cultivo.

Cuadro 47. Prueba de Tukey al 5% para dosis de bioles (factor B) en la variable rendimiento por hectárea.

Dosis	Media(Kg)	Rango
15 cm ³ /L	13570	A
10 cm ³ /L	12850	AB
5 cm ³ /L	11460	B

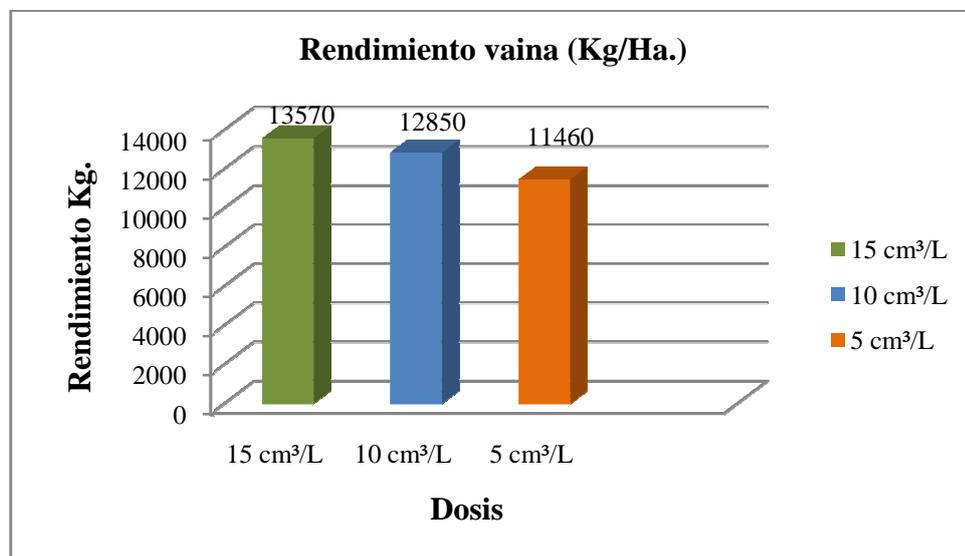


Gráfico 28. Rendimiento en (Kg/ha) para dosis de bioles (factor B).

Según la prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable rendimiento por hectárea (Cuadro 48, Gráfico 29) se obtuvieron dos rangos: En el rango A, se ubicaron los tratamientos alternativos con 12.626,67 Kg/ha y en el “B” se ubicó el testigo con 7.020,00 Kg/ha, presentando una diferencia de 43,94 % entre estos dos resultados.

Cuadro 48. Prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable rendimiento por hectárea.

Tratamiento	Media(Kg)	Rango
Alternativos	12626,67	A
Testigo	7020,00	B

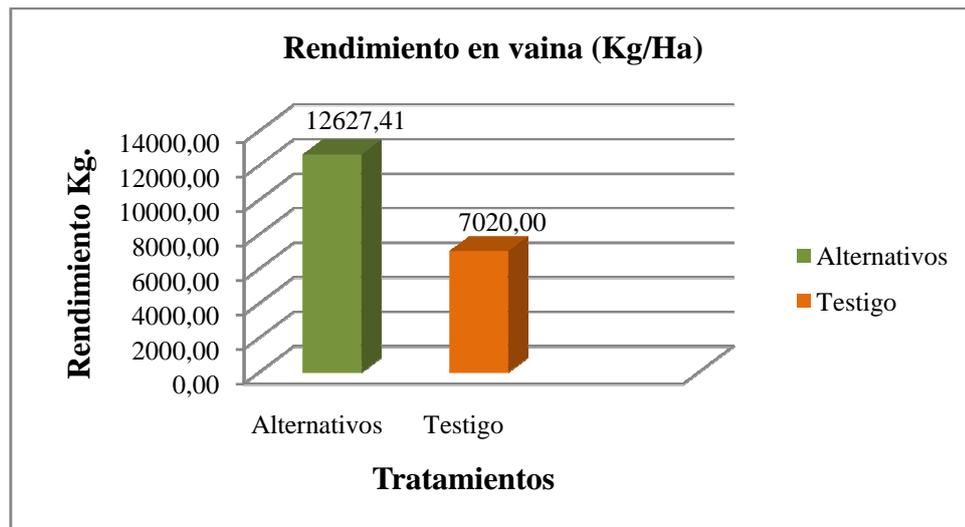


Gráfico 29. Rendimiento en (Kg/ha) en base al testigo vs resto.

8. Análisis económico (Perrin et. al)

Al efectuar el análisis de económico general del ensayo (Cuadro 49), el tratamiento T7 fue el que mejores resultados brindó, formado por humus de lombriz como abonado de base en dosis de 5,0 Tn/ha y la aplicación de bioplus en dosis de 5 cm³/L, con lo que se obtuvo un beneficio neto de 2.578,89USD, esto debido a su dosis y sus bajos costos como lo podemos apreciar (Cuadro 49), por lo que económicamente es rentable.

El análisis de dominancia (Cuadro 50), determina que los tratamientos: Testigo (T10); biol de porcino en dosis de 5 cm³/L (T1); biol de bovino en dosis de 5 cm³/L (T4) y bioplus con dosis de 5 cm³/L (T7), se establecieron como no dominados, mientras que los restantes tratamientos se ubicaron dentro de los dominados. Al efectuar la tasa de retorno marginal (Cuadro 51), se obtuvo el 3.344,47 %, por lo que económicamente el tratamiento (T7) que corresponde a la aplicación de bioplus en dosis de 5 cm³/L, fue el que generó la mejor tasa de retorno con 3.344,47 %.

Cuadro 49. Presupuesto parcial del ensayo y beneficios netos (ha)

Tratamiento	Rend. kg/ha	Rend. Ajust. 10 %	B. Camp. (USD)	B. Bruto (USD)	Cost. Var. (USD)	B. Neto (USD)
T1	9466,67	8520,0	0,21	1789,20	30,09	1759,11
T2	9653,33	8688,0	0,21	1824,48	60,18	1764,30
T3	12856,67	11571,0	0,21	2429,91	90,27	2339,64
T4	10303,33	9273,0	0,21	1947,33	40,12	1907,21
T5	13533,33	12180,0	0,21	2557,80	80,24	2477,56
T6	14113,33	12702,0	0,21	2667,42	120,36	2547,06
T7	13963,33	12567,0	0,21	2639,07	60,18	2578,89
T8	14260,00	12834,0	0,21	2695,14	120,36	2574,78
T9	14016,67	12615,0	0,21	2649,15	188,54	2460,61
T10	7020,00	6318,0	0,21	1326,78	0,00	1326,78

Cuadro 50. Análisis de Dominancia

Tratamiento	Cost. Var. (USD)	B. Neto (USD)	Dominancia
T10	0,00	1326,78	ND
T1	30,09	1759,11	ND
T4	40,12	1907,21	ND
T7	60,18	2578,11	ND
T2	60,18	1764,30	D
T5	80,24	2477,56	D
T3	90,27	2339,64	D
T8	120,36	2574,78	D
T6	120,36	2547,06	D
T9	188,54	2460,61	D

Cuadro 51. Tasa de Retorno Marginal

Tratamiento	Cost. Var. (USD)	Incr. C. Var.	B. neto (USD)	Incr. B. Neto	TRM %
T10	0,00		1326,78		
		30,09		432,33	1436,79
T1	30,09		1759,11		
		10,03		148,10	1476,57
T4	40,12		1907,21		
		20,06		670,90	3344,47
T7	60,18		2578,11		

Al efectuar el análisis de la relación beneficio/costo del ensayo, se determinó que el tratamiento (T7), que corresponde a la aplicación del bioplus en dosis de 5 cm³/L más humus de lombriz en dosis de 5,0 Tn/Ha, obtuvo una relación beneficio/costo de 1,62, utilidad de 1123,66 USD y rentabilidad de 62,13 % (cuadro 52).

Cuadro 52. Análisis beneficio/costo

Tratamientos	Dosis	Ingreso	T. costos	Beneficio /costo	Utilidad	Rentabilidad %
T1	Baja	1988	1762,35	1,13	225,66	12,8
T2	Recomendada	2027,2	1814,81	1,12	212,38	11,7
T3	Alta	2699,9	1827,16	1,48	872,74	47,76
T4	Baja	2163,7	1777,78	1,22	385,92	21,71
T5	Recomendada	2842	1839,51	1,54	1002,49	54,5
T6	Alta	2963,8	1901,23	1,56	1062,56	55,89
T7	Baja	2932,3	1808,64	1,62	1123,66	62,13
T8	Recomendada	2994,6	1901,23	1,58	1093,37	57,51
T9	Alta	2943,5	1993,83	1,48	949,67	47,63
TESTIGO	0	1474,2	1716,05	0,86	-241,85	-14,09

VI. CONCLUSIONES

- A.** La evaluación de los tres tipos de bioles en la producción de fréjol en verde: bioplus, biol bovino y biol porcino, el que brindó un mejor rendimiento agronómico y económico con la aplicación del bioplus, esto debido a su riqueza nutrimental, que es mejor a la de los bioles de bovino y porcino, comprobándose la hipótesis alternante: La aplicación de uno de los bioles influye en el rendimiento de fréjol (*Phaseolus vulgaris* var. Calima), en verde.
- A.** Mediante la aplicación bioplus en dosis de $10 \text{ cm}^3/\text{L}$, más de $5,0 \text{ tn/ha}$ de humus lombriz (T8), las variables que respondieron de mejor manera fueron: Altura de planta (63,5cm), número de vainas por planta (17,9), rendimiento de vaina por parcela neta (8,09 Kg) y por hectárea ($14\ 260,00 \text{ kg}$), confirmando la eficiencia de los abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de fréjol.
- B.** En términos económicos con la aplicación de bioplus en dosis de $5 \text{ cm}^3/\text{L}$, más $5,0 \text{ tn/ha}$ de humus lombriz, se obtuvo el mayor beneficio neto con 2578,89 USD, una TRM de 3 344,47 % y una relación beneficio/costo de 1,62.

VII. RECOMENDACIONES

- A.** Utilizar bioplus en dosis de 5 cm³/L, más humus de lombriz en una relación de 5,0 tn/ha, para la producción de fréjol, en condiciones de suelo, clima y manejo similares a las de la presente investigación, puesto que económicamente es más rentable.

- B.** Comparar el método de siembra tradicional con el uso de combinaciones entre bioles y humus de lombriz en forma sólida a diferentes niveles y momentos de aplicación, sobre el rendimiento en el cultivo de fréjol.

- C.** Realizar investigaciones con productos orgánicos y biológicos que se incorporan al mercado local y nacional para obtener producciones limpias.

VIII. RESUMEN

La investigación estuvo orientada a evaluar el rendimiento del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* var. Calima), utilizando tres tipos de bioles con similares dosis, considerando un abonado base con humus de lombriz, realizado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Cantón Riobamba; determinando el biol y la dosis con mejor efecto sobre el rendimiento en el cultivo de fréjol, con la finalidad de promover la utilización de un uso más eficiente de los recursos disponibles, por sus ventajas de conservación del suelo frente a la fertilización química; generar una propuesta para la utilización con fines comerciales a bajo costo de producción. Utilizando la metodología de bloques completos al azar, evaluando 3 tipos de bioles (Bioplus, biol bovino y biol porcino), con 3 dosis; baja ($5 \text{ cm}^3/\text{L}$), recomendada ($10 \text{ cm}^3/\text{L}$) y alta ($15 \text{ cm}^3/\text{L}$), dando como resultado el establecimiento de 9 tratamientos más 1 testigo, total 10 tratamientos con 3 repeticiones, obteniendo finalmente: Mejor altura de planta (63,5cm), número mayor de vainas por planta (17,9), mejor rendimiento de vaina por parcela neta (8,09 Kg) y por hectárea (14 260 kg), con la aplicación de humus de lombriz en relación de 5,0 tn/ha, más bioplus en dosis de $10 \text{ cm}^3/\text{L}$ correspondiente al tratamiento T8, ratificando así la eficacia de los abonos orgánicos en el comportamiento agronómico de este cultivo. Según el análisis económico, el tratamiento T7 que corresponde a la aplicación de humus de lombriz más bioplus en dosis de $5 \text{ cm}^3/\text{L}$ (dosis baja) presenta mayor beneficio, significando que genera una rentabilidad superior al comparar con el resto.

IX. SUMARY

The research was oriented to assess the performance of the crop of bean (*Phaseolus vulgaris* var. Calima), using three biological types with similar doses, whereas a subscriber base with humus of earthworm, made at de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba Canton; determining the biol and the dose with better effect on the performance in the cultivation of beans, with the aim of promoting the use of more efficient use of available resources by their soil conservation benefits compared to chemical fertilization; generate a proposal for the use for commercial purposes at low cost production. Using the methodology of randomized complete block, evaluating 3 types of biological (Bioplus, biol cattle and pigs), with 3 doses, low ($5\text{cm}^3/\text{L}$) recommended ($10\text{cm}^3/\text{L}$) and high ($15\text{cm}^3/\text{L}$), resulting in the establishment of 9 control treatments more one witness, total 10 treatments with 3 replicates, obtaining finally: Best plant height (63,5 cm), greater number of pods per plant (17.9), better performance of pod per net plot (8,09 kg) and per hectare (14260 kg), with the application of earthworm humus in relation to 5,0 tons/ha, more Bioplus in doses of $10\text{cm}^3/\text{L}$, for the treatment T8, confirming so the effectiveness of organic fertilizers on the yield performance of the crop. According to economic analysis, the T7 treatment corresponding to the application of earthworm humus more Bioplus in doses of $5\text{cm}^3/\text{L}$ (low dose) showed greater gains, meaning that it generates a higher return in comparison with the rest.

X. BIBLIOGRAFIA.

- A. ANDERSON, A. 1978. Producción de fréjol seco. México. D.F. DRAT. Pp. 3.
- B. ARAUJO, J. 2008. Botánica sistemática. Facultad de Recursos Naturales. "ESPOCH"
- C. BUCKMAN, H. 1995 Naturaleza y propiedades de los suelos. Tercera Edición Editorial Americana. Barcelona España. 256p.
- D. BUSTOS, M. 1996. Tecnología apropiada. Manual agropecuario. Ed. Ulloa. Quito-Ecuador. 392p.
- E. CASTELLANOS, J. 1999. Aspectos fundamentales sobre fertirrigación en cultivos hortícolas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarios. INIFAP- Celaya, México. 24p.
- F. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1981. Morfología de la planta de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio. Segunda edición. Cali, Colombia. 50p.
- G. CLAURE, C. 1992. Manejo de Efluentes. Proyectos Biogas. UMMS, GTZ. Cochabamba, Bolivia.47-67p.
- H. DEBOCK, D. e HIDALGO, R. 1984. Morfología de la planta de frijol común. (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali – Colombia. CIAT. Pp. 7 - 41.
- I. DOMINGUEZ, V. 2000. Abonos, guía práctica de la fertilización. Octava Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España.
- J. ENCARTA, 2008. "Judía." Microsoft® Student2008 . Microsoft Corporation, 2007.

- K. EIBNER, R. 1986. Fertilización foliar, importancia y perspectivas en la producción. Primera Edición. Editorial Alexander. Berlin 3-13.p
- L. EL FREJOL.
<http://www.sica.gov.ec/cadenas/frejol/index.html>.
- M. EL HUMUS DE LOMBRIZ.
<http://www.lombrimur.com/humus.htm>
- N. ENCICLOPEDIA. 2000. Práctica de la agricultura y ganadería. Editorial OCEANO CENTRUM. Barcelona – España. 768p.
- O. ESPINOZA, G. 1987. Composición del Biol en base a estiércoles y algas. UNAS. Arequipa, Perú. 57-59p.
- P. FERMENTACION.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Fermentaci%C3%B3n>
- Q. FUENTES, J. 1989. Las malezas en el cultivo de fréjol de vaina (*Phaseolus vulgaris* L.). Relación maleza – cultivo. Seminario de Olericultura. M.C. Brasil. Universidad Fedral Viscosa. Pp. 20.
- R. FREGONI, M. 1986. Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. pp. 205-211. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- S. GARCÍA H., E. del R. y C.B. Peña V. 1995. La pared celular, componente fundamental de las células vegetales. UACH. Primera Edición. México, D.F. 24p.
- T. GRIJALVA, J. 1995. Principios de Fertilización. Manual N° 30 Quito Ecuador Edit. INIAP pp 10-22.

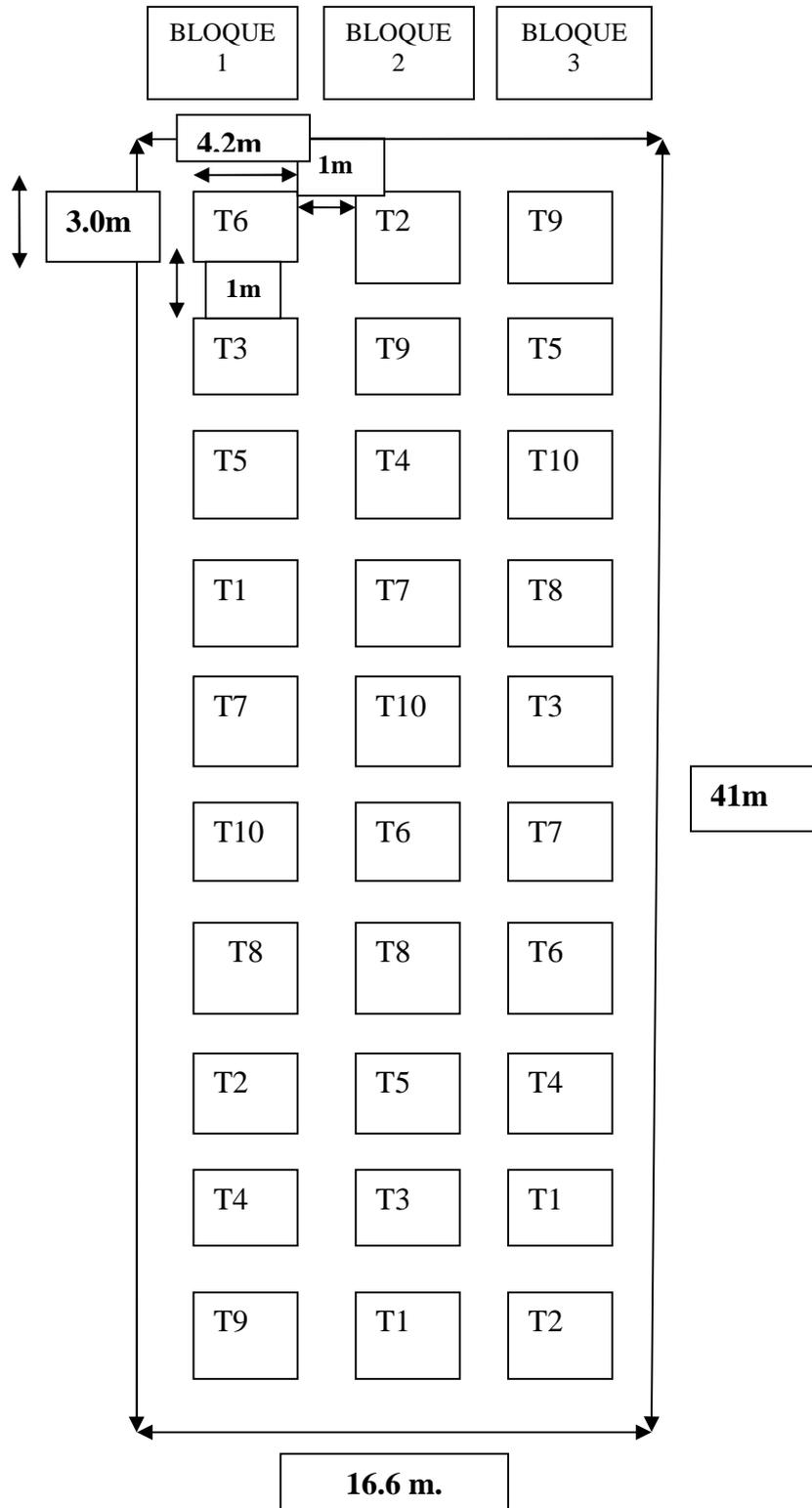
- U. GARCIA, C. 1992 Abonos Organicos Edit. Arroyo Molinos Primera Edicion Madrid España. 27-30p.
- V. HOLDRIDGE, D. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Center. Costa Rica. Pp. 69.
- W. INFOAGRO
<http://www.infoagro.com/leguminosas/fréjol.htm>.
- X. KOVACS, G 1986. The importance of environmental, plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful. pp. 26-43. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- Y. LITZENBERGUER, S. Guía para cultivos en trópicos y subtrópicos. Washington, D.C. pp. 155 – 190.
- Z. LEECE, D.R. 1976. Composition and ultrastructure of leaf cuticles from fruit trees, relative to differential foliar absorption. Austral. J. Plant Physiol. 3: 833-847p.
- AA. MALAVOLTA, E. 1986. Foliar fertilization in Brazil.- Present and perspectivas. pp. 170-192. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- BB. MARTIN, F. 2003. La fertilización mineral en la Agricultura Ecológica. Consultado 16 de junio del 2008. Disponible en www.agroinformación.com

- CC. MEDINA, A. 1992. El Biol y el Biosol en la agricultura. Programa especial de energía. Cochabamba, Bolivia. 12-13p.
- DD. MELENDEZ, 1.998. Manual de Extractos Naturales para Uso Agrícola. ABONOS SUPERIOR. Santafé de Bogotá. Consultado el 2 Junio del 2008. Disponible en http://www.agrisan.com.co/agricultura_limpia.htm.
- EE. MONROY, O. y VINIEGRA, G. 1990 Biotecnología para el Aprovechamiento de desperdicios orgánicos. AGT Editor. S.A. Mexico DF. 15-17p.
- FF. MONTALVO, E. 1985. Agricultura de la sierra. Riobamba. Facultad de Ingeniería Agronómica. Pp. 5. (Poligrafiados).
- GG. NUNEZ, R. 1989 Principios de Fertilización Agrícola con Abonos Orgánicos Editorial Internacional, México DF. 30p.
- HH. OLIVER, L. 1985. La judía verde. Zaragoza – España. Pp. 80.
- II. PADILLA, W. 2000. Fisiología, estudios de extracción de nutrientes y fertirrigación en el cultivo de Brassicaceae (brócoli y romanesco). Quito, Ecuador. Primer Seminario Internacional de Brassicaceae. Fundación Ecuatoriana de Tecnología Apropiada (FEDETA) 70p
- JJ. RESTREPO RIVERA JAIRO. 2001 Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. IICA, Costa Rica, 114 p.
- KK. RIVERO, C. 1999. Revista alcance. Facultad de Agronomía, UCV. Vol 57. 74,75p.
- LL. SHWARTS, H y GALVEZ, G. 1980. Problemas de producción de fréjol. Cali – Colombia. CIAT. Pp. 191.

- MM. SORIANO, E. 2006. El uso del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) como planta medicinal México. Consultado el 27 de Mayo del 2008. Disponible en <http://www.tlahui.com/educa7.htm>.
- NN. SOTO, G. 2004. Liberación de nutrimentos de los abonos orgánicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Consultado el 15 de junio del 2008. Disponible en gabisoto@catie.ac.cr
- OO. SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Quito, Ecuador. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. 654p.
- PP. TECNICAS PARA EL CULTIVO DE FREJOL.
http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf.
- QQ. VILLARROEL, J. 1988. Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos en laboratorio. Universidad Mayor de San Simón, Agroecología Universidad de Cochabamba. AGRUCO-Cochabamba, Bolivia. Serie técnica No. 10. 33p.
- RR. WICHMAN, W. 1989. Investigación de suelos – posibilidades y limitaciones. BASF reportes Agrícolas. (Republica Federal de Alemania) (1/89): 6-8p

XI. ANEXOS

ANEXO 1. Ubicación de los tratamientos del ensayo.



ANEXO 2 Análisis de suelo de la parcela en estudio

IDENTIF.	pH	C.E	ppm		meq/100g			ppm				%
			NH4	P2O5	K2O	CaO	MgO	Zn	Mn	Cu	Fe	M.ORG.
Suelo	7,9	<0,2	7,6	42,8	0,28	0,58	1,58	7,2	13,5	0,9	7,2	0,89

ANEXOS 3. Análisis nutrimental del Humus de lombriz

IDENTIF.	pH	C.E	%					ppm				%
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe	M.ORG.
Humus	6,8	1,2	1,8	0,4	1,8	1,6	0,64	165	400	85	85	2,8

ANEXO 4. Análisis nutrimental del Bioplus (Tipo comercial)

IDENTIF.	pH	C.E	%					ppm				%
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe	M.ORG.
Bioplus	7,4	2,3	1,35	0,5	0,35	1,5	0,75	60	200	10	281	0,2

ANEXO 5. Análisis nutrimental del biol de bovino procesado en el Cantón San miguel de Bolivar

IDENTIF.	pH	C.E	%					ppm				%
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe	M.ORG.
Biol bovino	7,8	1,6	1,1	0,42	0,28	1,2	0,15	66,6	73	88,4	53	1,4

ANEXO 6. Análisis nutrimental del biol de porcino procesado en la parroquia Matus

IDENTIF.	pH	C.E	%					ppm				%
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe	M.ORG.
Biol porcino	6,92	1,9	0,89	0,14	0,24	0,98	0,24	98	100	115	45	1,6

ANEXO 7. Características importantes del fréjol (*Phaseólus vulgaris* Var. Calima), probada en el Cantón San Miguel de Bolívar.

Habito de crecimiento	Indeterminado
Altura de planta (cm)	55 – 65
Color de la flor	Blanca
Largo de la vaina (cm)	10 – 14
Color del grano tierno	Rosado
Color del grano seco	Morado moteado
Forma del grano	Arriñonado
Tamaño del grano seco	Grande
Días a floración	45 – 65
Días a la cosecha en verde	90 – 120
Días a la cosecha en seco	155 – 175
Número de vainas por planta	12 – 16
Número de granos por vaina	4 – 6
Peso de 100 granos secos (g)	50 -58
Peso de 100 granos tiernos (g)	100 - 115
RENDIMIENTO	
Vaina verde	12000 – 14000 Kg/Ha
Grano seco	1763 – 2385 Kg/Ha
REACCIÓN A ENFERMEDADES	Resistencia a roya, ascoquita y añublo
RANGO DE ADAPTACIÓN	2400 – 2800 msnm

Fuente: INIAP, (2007).

ANEXO 8. Altura de planta 30 días después de la siembra

Tratamientos		Repeticiones			Suma	Media
		R1	R2	R3		
A1B1	T1	12,42	10,55	11,66	34,63	11,54
A1B2	T2	12,96	8,33	11,26	32,55	10,85
A1B3	T3	13,24	11,72	11,97	36,93	12,31
A2B1	T4	11,47	13,83	18,94	44,24	14,75
A2B2	T5	12,32	12,54	11,34	36,2	12,07
A2B3	T6	9,59	13,84	12,55	35,98	11,99
A3B1	T7	13,16	14,21	12,46	39,83	13,28
A3B2	T8	12,71	13,21	11,69	37,61	12,54
A3B3	T9	11,32	12,45	11,28	35,05	11,68
TESTIGO A.	T10	13,38	12,77	12,14	38,29	12,76

ANEXO 9. Altura de planta 60 días después de la siembra

Tratamientos		Repeticiones			Suma	Media
		R1	R2	R3		
A1B1	T1	49,36	48,62	48,51	146,49	48,83
A1B2	T2	50,88	46,36	49,43	146,67	48,89
A1B3	T3	51,99	50,22	51,13	153,34	51,11
A2B1	T4	49,57	52,52	49,41	151,5	50,50
A2B2	T5	51,26	52,56	51,26	155,08	51,69
A2B3	T6	50,62	53,41	52,12	156,15	52,05
A3B1	T7	53,06	53,52	52,31	158,89	52,96
A3B2	T8	53,26	53,71	52,43	159,4	53,13
A3B3	T9	47,41	53,75	52,05	153,21	51,07
TESTIGO A.	T10	33,28	32,82	32,04	98,14	32,71

ANEXO 10. Altura de planta 90 días después de la siembra

Tratamientos		Repeticiones			Suma	Media
		R1	R2	R3		
A1B1	T1	58,47	58,27	57,96	174,7	58,23
A1B2	T2	60,19	56,67	58,01	174,87	58,29
A1B3	T3	61,14	60,97	50,64	172,75	57,58
A2B1	T4	60,04	60,91	59,69	180,64	60,21
A2B2	T5	61,61	61,65	61,68	184,94	61,65
A2B3	T6	62,51	62,56	61,35	186,42	62,14
A3B1	T7	62,68	62,97	62,02	187,67	62,56
A3B2	T8	63,36	64,03	63,29	190,68	63,56
A3B3	T9	63,08	63,32	64,05	190,45	63,48
TESTIGO A.	T10	41,39	42,51	42,42	126,32	42,11

ANEXO 11. Días a la floración

Tratamientos		Repeticiones			Suma	Media
		R1	R2	R3		
A1B1	T1	60,6	61,2	60,4	182,2	60,73
A1B2	T2	60,8	60,8	60,6	182,2	60,73
A1B3	T3	65,1	65,2	65,4	195,7	65,23
A2B1	T4	62,4	61,6	61,8	185,8	61,93
A2B2	T5	62,6	62,2	61,6	186,4	62,13
A2B3	T6	65,2	64,6	64,3	194,1	64,70
A3B1	T7	64,8	64,3	66,1	195,2	65,07
A3B2	T8	61,1	66,1	65,5	192,7	64,23
A3B3	T9	65,8	65,6	66,3	197,7	65,90
TESTIGO A.	T10	55,8	56,1	55,8	167,7	55,90

ANEXO 12. Días a la cosecha

Tratamientos		Repeticiones			Suma	Media
		R1	R2	R3		
A1B1	T1	115	115	114	344	114,67
A1B2	T2	115	115	116	346	115,33
A1B3	T3	120	120	121	361	120,33
A2B1	T4	120	120	120	360	120,00
A2B2	T5	120	121	120	361	120,33
A2B3	T6	126	126	126	378	126,00
A3B1	T7	126	126	126	378	126,00
A3B2	T8	126	126	127	379	126,33
A3B3	T9	126	126	126	378	126,00
TESTIGO A.	T10	108	108	107	323	107,67

ANEXO 13. Número de vainas por planta

Tratamientos		Repeticiones			Suma	Media
		R1	R2	R3		
A1B1	T1	10,9	11,1	14,1	36,1	12,03
A1B2	T2	14,1	11,2	11,6	36,9	12,30
A1B3	T3	14,3	15,7	14,7	44,7	14,90
A2B1	T4	12,5	14,3	13,4	40,2	13,40
A2B2	T5	19,5	15,7	13,5	48,7	16,23
A2B3	T6	15,2	20,1	16,8	52,1	17,37
A3B1	T7	15,6	15,6	17,6	48,8	16,27
A3B2	T8	17,1	18,2	18,4	53,7	17,90
A3B3	T9	15,3	15,9	17,4	48,6	16,20
TESTIGO A.	T10	9,6	9,5	9,6	28,7	9,57

ANEXO 14. Tamaño de vainas

Tratamientos		Repeticiones			Suma	Media
		R1	R2	R3		
A1B1	T1	11,85	11,71	11,72	35,28	11,76
A1B2	T2	12,09	11,86	11,52	35,47	11,82
A1B3	T3	11,96	12,08	12,17	36,21	12,07
A2B1	T4	11,98	12,09	12,15	36,22	12,07
A2B2	T5	12,1	11,94	12,37	36,41	12,14
A2B3	T6	12,38	12,16	12,12	36,66	12,22
A3B1	T7	12,26	12,62	12,72	37,6	12,53
A3B2	T8	12,45	12,75	12,46	37,66	12,55
A3B3	T9	12,56	12,41	13,09	38,06	12,69
TESTIGO A.	T10	11,62	11,45	11,35	34,42	11,47

ANEXO 15. Rendimiento en Kg/parcela neta

Tratamientos		Repeticiones			Suma	Media
		R1	R2	R3		
A1B1	T1	4,75	4,55	6,03	15,33	5,11
A1B2	T2	5,65	5,06	4,92	15,63	5,21
A1B3	T3	6,43	7,23	7,17	20,83	6,94
A2B1	T4	4,99	6,23	5,47	16,69	5,56
A2B2	T5	8,81	7,26	6,51	22,58	7,53
A2B3	T6	7,46	8,44	7,29	23,19	7,73
A3B1	T7	7,55	5,54	8,62	21,71	7,24
A3B2	T8	8,46	7,92	7,86	24,24	8,08
A3B3	T9	6,97	7,23	7,72	21,92	7,31
TESTIGO A.	T10	3,88	3,72	3,76	11,36	3,79

ANEXO 16. Rendimiento en Kg/ha

Tratamientos		Repeticiones			Suma	Media
		R1	R2	R3		
A1B1	T1	8800	8430	11170	28400	9466,67
A1B2	T2	10470	9370	9120	28960	9653,33
A1B3	T3	11910	13380	13280	38570	12856,67
A2B1	T4	9240	11530	10140	30910	10303,33
A2B2	T5	16320	13450	12060	41830	13943,33
A2B3	T6	13810	15630	13510	42950	14316,67
A3B1	T7	13920	13960	15960	43840	14613,33
A3B2	T8	15660	14660	14560	44880	14960,00
A3B3	T9	12910	13390	14300	40600	13533,33
TESTIGO A.	T10	7190	6900	6970	21060	7020,00

