

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CINCO FORMULACIONES DE
FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE FRÉJOL
(*Phaseolus vulgaris* var, Sangre de Toro y Canario) EN LA PARROQUIA JUAN DE
VELASCO, CANTON COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

GLADYS ISABEL YUQUILEMA CARRAZCO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: El trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CINCO FORMULACIONES DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* var, Sangre de Toro y Canario) EN LA PARROQUIA JUAN DE VELASCO, CANTON COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”, de responsabilidad de la Señorita Egresada Gladys Isabel Yuquilema Carrazco, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Franklin Arcos T.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Wilson Yánez G.

MIEMBRO DE TESIS

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

RIOBAMBA, Diciembre 2013

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, en especial a los docentes de la escuela de Ingeniería Agronómica que con su gran labor desinteresada de enseñanza inculcaron en mí los conocimientos y el amor a la profesión.

Mi profundo agradecimiento a los Ingenieros Franklin Arcos y Wilson Yáñez quienes con su apoyo, sabiduría y experiencia aportaron en el desarrollo de la presente investigación.

De manera especial a la Fundación Maquita Cushunchic Comercializando Como Hermanos “MCCH” con la investigación del cultivo de fréjol para mejorar la calidad de vida de pequeños agricultores, en la persona del Padre Graciano Masón Presidente, María Jesús Pérez Directora Ejecutiva, Ing. Elena Cruz Coordinadora Regional Productivo-Comercial Sierra, Ing. Gabriela Gaibor Gestora Territorial Chimborazo, y al personal de la misma, quienes me ofrecieron su apoyo incondicional, técnico y económico

Mi agradecimiento especial al Ing. José Luis Broncano A. y al Equipo Técnico MCCH-Chimborazo, quienes depositaron en mí la confianza y su apoyo incondicional, asesorándome desde el planteamiento del tema, hasta la culminación de la investigación.

A mis amigas y amigos, personas incondicionales que sin duda alguna siempre me demostraron la verdadera amistad.

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, por sus bendiciones y por darme la oportunidad de vivir y de alcanzar mis más anhelados sueños.

Con todo mi corazón a mis padres Manuel Yuquilema y María Esther Carrazco quiénes siempre confiaron en mí y me brindaron todo su apoyo incondicional.

A mis hermanos Hernán, Luis y Miguel en ellos siempre encontré amor, colaboración y comprensión.

A mis amados hijos Martín y Francisco siendo ellos mi inspiración, mi fuerza y la razón de terminar con mi carrera profesional.

A mi esposo Eduardo con quién empecé a cosechar los frutos del esfuerzo que algún día empezamos juntos.

A mis queridos amigos que siempre me apoyaron.

Y

A todo mi Familia.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE GRAFICOS	v
LISTA DE ANEXOS	vii

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
I	TITULO	1
II	INTRODUCCION	1
III	REVISION DE LITERATURA	4
IV	MATERIALES Y METODOS	19
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
VI	CONCLUSIONES	64
VII	RECOMENDACIONES	65
VIII	RESUMEN	66
IX	SUMMARY	67
X	BIBLIOGRAFIA	68
XI	ANEXOS	72

LISTA DE CUADROS

Número	Descripción	Página
01	Composición química de productos orgánicos e inorgánicos	8
02	Plagas del cultivo de fréjol	17
03	Enfermedades del cultivo de fréjol	17
04	Características del campo experimental	22
05	Tratamientos en estudio	23
06	Esquema de análisis de varianza (ADEVA)	24
07	Nivel de extracción de nutrientes del cultivo de fréjol (kg/ha)	29
08	Análisis de varianza para porcentaje de emergencia en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	31
09	Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de emergencia en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	32
10	Análisis de varianza para días a la floración, días de maduración fisiológica y plantas por parcela neta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización de fertilización.	34
11	Prueba de Tukey al 5% para días a la floración, días de maduración fisiológica y plantas por parcela neta en dos variedades de fréjol en	35

diferentes formulaciones de fertilización.

12	Análisis de varianza para días a la cosecha en verde, en seco y la altura de la panta a la madurez fisiológica en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	38
13	Prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha en verde, en seco y altura de la planta a la madurez fisiológica en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	40
14	Análisis de varianza para número de vainas por planta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	43
15	Análisis de varianza para número de granos por vaina, peso del grano en tierno y porcentaje de grano en tierno en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	44
16	Prueba de Tukey al 5% para número de granos por vaina y porcentaje del grano en tierno en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	45
17	Análisis de varianza para peso y porcentaje de grano en seco en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	47
18	Prueba de Tukey al 5% para peso y porcentaje de grano seco en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización	48
19	Análisis de varianza para la producción de gramos por planta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	50

20	Prueba de Tukey al 5% para la producción en gramos por planta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	51
21	Análisis de varianza para rendimiento en verde (kg/parcela neta) y (kg/ha) en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	53
22	Rendimiento en verde (kg/ha) en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones fertilización.	53
23	Análisis de varianza para rendimiento en seco (kg/parcela neta) y (kg/ha) en dos variedades de fréjol y diferentes formulaciones de fertilización.	55
24	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento en seco (kg/parcela neta) y (kg/ha) en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	56
25	Costos que varían en la interacción formulación variedades de fréjol verde	58
26	Análisis de dominancia en las interacciones formulación variedad de fréjol verde.	59
27	Tasa de retorno marginal de la interacción no dominadas en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	60
28	Costos que varían en la interacción formulación variedad de fréjol seco.	61

29	Análisis de dominancia de la interacción formulación variedad de fréjol seco.	62
30	Tasa de retorno marginal de la interacción no dominadas en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.	63

LISTA DE GRÁFICOS

Número	Descripción	Página
01	Porcentaje de emergencia del cultivo de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.	32
02	Días a la floración del cultivo de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.	36
03	Días a la maduración fisiológica del cultivo de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.	37
04	Días a la cosecha en verde en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.	41
05	Días a la cosecha en seco en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.	41
06	Altura de la planta a la madurez fisiológica en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.	42
07	Número de granos por vaina en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.	46
08	Peso del grano en verde en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.	49
09	Porcentaje del grano en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.	49

- | | | |
|----|--|----|
| 10 | Producción en gramos por planta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización. | 52 |
| 11 | Rendimiento en verde (kg/ parcela neta) en dos variedades de frejol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización. | 57 |

LISTA DE ANEXOS

Número	Descripción	Página
01	Distribución de los tratamientos en el campo	72
02	Días de emergencia en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones de fertilización.	73
03	Porcentaje de emergencia en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones de fertilización.	73
04	Días a la floración en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones de fertilización.	74
05	Días a la madurez fisiológica en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones fertilización.	74
06	Número de grano por vaina en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones de fertilización.	75
07	Peso del grano tierno en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones fertilización.	75
08	Peso del grano seco en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones fertilización.	76
09	Porcentaje del grano tierno en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones fertilización.	76
10	Porcentaje del grano seco en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones fertilización.	77
11	Días a la cosecha en verde en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones fertilización.	77
12	Días a la cosecha en seco en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones fertilización.	78
13	Altura de la planta a la madurez fisiológica en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones de fertilización.	78
14	Número de vaina por planta en dos variedades de fréjol en las	79

	diferentes formulaciones de fertilización.	
15	Producción en gramos por planta en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones de fertilización.	79
16	Rendimiento por parcela neta en tierno en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones fertilización.	80
17	Rendimiento en kg/ha en tierno en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones de fertilización.	80
18	Rendimiento por parcela neta en seco en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones de fertilización.	81
19	Rendimiento en kg/ha en seco en dos variedades de fréjol en las diferentes formulaciones de fertilización.	81
20	Datos climáticos de la zona	82
21	Ciclo del cultivo de fréjol.	82

I. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CINCO FORMULACIONES DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* var, Sangre de Toro y Canario) EN LA PARROQUIA JUAN DE VELASCO, CANTON COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

II. INTRODUCCION

El fréjol *Phaseolus vulgaris* L., es la leguminosa de grano de consumo humano directo, más importante en el planeta, ocupa el octavo lugar entre las leguminosas sembradas en el mundo y para la población ecuatoriana constituye una de las principales fuentes de proteína y carbohidratos.

En algunos países el fréjol representa un alimento básico en su dieta diaria en otros, es un acompañante de los alimentos y en algunos más es utilizado como parte del proceso industrial.

En el Ecuador, principalmente en la región Sierra, las leguminosas son componentes de los sistemas de producción, ya que son cultivadas en asociación, intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos por tal motivo juega un papel muy importante en el manejo sostenible de la agricultura y la alimentación, por lo que genera empleo, alimento e ingresos económicos a pequeños, medianos y grandes agricultores, que tratan de satisfacer la demanda interna y externa. Este producto es componente principal de la dieta alimenticia de la población y participa con el 57% de la oferta mundial de leguminosas.

La producción del fréjol está determinada por muchos factores bióticos y abióticos que interactúan durante el ciclo vegetativo de esta especie, dentro de estos factores existen diferentes agentes que causan las principales reducciones en el rendimiento del fréjol cultivado.

La importancia de los factores limitantes en el rendimiento del frejol se debe al hecho de que el grano de fréjol es un componente proteínico muy importante de la dieta alimenticia de la mayoría de la población latinoamericana. El promedio de la producción de esta leguminosa en América Latina es de solo 13,2qq/ha, el promedio de la producción mundial es aún menor que esta cantidad.

Sin embargo, las variedades comerciales cultivadas actualmente tienen un potencial de producción superior a las dos toneladas por hectárea, esta significativa diferencia entre la producción actual y la potencial se puede atribuir a las enfermedades de la planta, a los daños causados por los insectos, a los problemas de baja fertilidad de los campos cultivados con fréjol y a la siembra de variedades de bajo rendimiento.

En consecuencia, la rentabilidad del cultivo dependerá en lo sucesivo de la planeación de las siembras, la diversificación de los tipos de variedades y la pureza del material que se ofrezca al consumidor, cada vez más exigente.

A. JUSTIFICACIÓN

La creciente necesidad de producir alimentos a nivel mundial, nos impulsa hacer eficientes y efectivos en la generación de nuevas y mejores alternativas tecnológicas de producción de fréjol, para ponerlas a disposición de los grandes, pequeños y medianos productores de este rubro a nivel nacional.

La agricultura orgánica constituye una parte cada vez más importante del sector agrícola por sus ventajas ambientales y económicas, lo cual nos lleva a pensar día a día lo importante que es consumir alimentos sanos, libres de residuos químicos.

En la zona existe el uso exagerado de los insumos inorgánicos, existiendo la degradación del suelo debido a la alta dependencia de los fertilizantes químicos, razón por la cual se plantea realizar la presente investigación.

De ahí la importancia de realizar el presente trabajo de investigación, el mismo que permitirá difundir a los productores recomendaciones sobre las formulaciones a base de productos orgánicos, los cuales ayudarán a producir e incrementar los rendimientos en sus cultivos. Pero también, nace una gran alternativa de incrementar los rendimientos y poder demostrar e incentivar a nuestros agricultores hacia una agricultura sana, ecológica, sustentable y económicamente rentable.

B. OBJETIVOS

1. General

Evaluar la eficacia de cinco formulaciones de fertilización en el rendimiento de dos variedades de fréjol (*Phaseolun vulgaris* var. Sangre de Toro y Canario) en la Parroquia Juan de Velasco, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo.

2. Específico

- a. Determinar la eficacia de las formulaciones en función del rendimiento del cultivo de fréjol.
- b. Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

III. REVISION DE LITERATURA

A. EVALUACIÓN

Evaluación es el “Proceso permanente al que está sometido una determinada producción agrícola; para valorar sus condiciones y la reacción dentro del ambiente, éste debe contemplar la eficacia y la eficiencia del producto aplicado” (ENCARTA, 2009).

La evaluación es la “Actividad sistemática, continua o repetitiva, relacionada con la medición del producto aplicado y su biotransformación en el tejido foliar, a fin de evaluar algún cambio favorable para un determinado cultivar” (RODRÍGUEZ, 2000).

B. EFICACIA

“La eficacia consiste en que a través de la aplicación de los fertilizantes se logre la máxima absorción de los elementos nutritivos por la planta al mínimo costo” (SÁNCHEZ, 2007).

Término que “Expresa la capacidad de un fertilizante para dar el resultado esperado. Se mide normalmente por la relación existente entre la cantidad asimilada por el cultivo en un tiempo dado, respecto a la cantidad total aplicada” (ENCARTA, 2009)

C. FORMULACION

La formulación abarca el saber-hacer necesario para el desarrollo y fabricación de un producto comercial caracterizado por su valor de uso y en respuesta a una lista de especificaciones preestablecidas (RODRIGUEZ, 2000).

Un producto formulado se obtiene por asociación y mezcla de diversas materias primas de origen sintético o natural, entre las cuales se distinguen por lo general a las materias activas que cumplen la función principal y los auxiliares de formulación que aseguran las funciones

secundarias, facilitando la preparación de un producto comercial, o prolongan su duración (GONZALEZ, 2010).

D. FERTILIZANTES ORGÁNICOS E INORGANICOS

1. Fertilizantes orgánicos

La fertilización orgánica, es una forma de asignarle una mayor fertilidad al suelo en donde cultivaremos nuestros alimentos. De este modo, las plantas que hemos sembrado pueden nutrirse mejor y así crecer y desarrollarse de buena forma. (SUQUILANDA, 2001).

Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzcan a estos fines, que conlleven la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas (ALVAREZ, 2001).

a. Ecoabonaza

Según PRONACA 2000, EL abono Ecoabonaza es un abono ecológico que se deriva de la pollinaza, la cual es secada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades, este abono orgánico provee al suelo de elementos básicos para el desarrollo apropiado para los cultivos (Cuadro 1).

b. Características de la ecoabonaza.

Al ser incorporado al suelo actúa como almacén para los elementos nutritivos, pues los va liberando lentamente para que sean utilizados por las plantas en el momento que lo requieran (Vademécum Agrícola. 2000).

c. Mejora la estructura física del suelo.

Aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo. Acondiciona el suelo para una mejor germinación de las semillas. Menor formación de costras y terrones. Estimula un desarrollo vigoroso de sus cultivos (Vademécum Agrícola. 2000).

d. Mejora las características del suelo.

Abastecimiento balanceado de nutrientes. Abastecimiento de sustancias activadoras de desarrollo vegetal (hormonas) (Vademécum Agrícola. 2000).

e. Mejora las características biológicas del suelo.

Aumento de actividad microbiana. Aumento de bacterias benéficas y disminución de hongos patógenos. Todos estos beneficios de Ecoabonaza favorecen a que se incrementen los rendimientos de sus cultivos, dando como resultado una mayor ganancia (Vademécum Agrícola. 2000).

f. Dosis recomendadas de ecoabonaza. De algunos cultivos kilogramos/ha

Arveja:	400 – 600 Kg/ha
Cebolla de bulbo:	800 – 1000 Kg/ha
Fréjol:	400 – 600 Kg/ha
Papa:	1000 – 1500 Kg/ha
Tomate:	500 – 700 Kg/ha (Vademécum Agrícola. 2000).

g. Condiciones generales.

Debe ser incorporado al suelo para obtener mejor eficiencia y productividad de sus cultivos. Cuando aplique Ecoabonaza al suelo asegúrese que el mismo este húmedo origen posteriormente con abundante agua (Vademécum Agrícola. 2000).

2. Fertilizantes inorgánicos

Los abonos inorgánicos son sustancias químicas sintetizadas, ricas en fósforo, calcio, potasio y nitrógeno, que son nutrientes que favorecen el crecimiento de las plantas. Son absorbidos más rápidamente que los abonos orgánicos (Cuadro 1) (ROGER, 2002).

Los fertilizantes inorgánicos se utilizan en la agricultura ecológica de manera puntual para corregir una situación deficitaria (por ello este proceso recibe el nombre de enmienda), sobre todo en el período de transición de una finca de agricultura tradicional a agricultura ecológica (Biblioteca de la Agricultura, 2000).

a. Cloruro de potasio

El Cloruro de Potasio (KCl) o Muriato de Potasio (MOP) es la fuente de fertilización de Potasio (K) más usada en el mundo. El contenido de Potasio se expresa como equivalente de K₂O (Óxido de Potasio) o Potasa, el KCl es un fertilizante inorgánico que se obtiene de diversos minerales (ÁLVAREZ, 2011).

b. Fosfato diamónico

El Fosfato Diamónico (DAP) es el fertilizante sólido aplicado directamente al suelo con la más alta concentración de nutrientes primarios 18-46-00, se considera un complejo químico por contar con 2 nutrientes en su formulación. Es una fórmula muy apreciada por los agricultores ya que tiene una relación costo-beneficio muy positiva en cuanto a aporte de nutrientes (64%) y por consiguiente por el costo de la tonelada transportada por concentración de nutrientes (ÁLVAREZ, 2001).

CUADRO 1. Composición química de productos orgánicos e inorgánicos

Composición	Muriato de potasio KCl	Fosfato diamónico DAP	Ecoabonaza
Nitrógeno (N)		18%	2,8 - 3,0%
Fosforo (P)		46%	2,3 - 2,5%
Potasio (K)	60%		2,6 - 3,0%
Calcio (Ca)			2,5 - 3,0%
Boro (B)			40 -56ppm
Magnesio (Mg)			0,6 -0,0%
pH	5,4	7,5	6,5 -7,0
Humedad	84%	83%	21%

Fuente: Cartillas informativas de los productos, (2012)

E. CULTIVO DE FRÉJOL

1. Origen

América es considerado como el centro de origen del fréjol común (*Phaseolus vulgaris*, L) principalmente México y Guatemala en Centro América y Perú en Sudamérica; aunque, se encuentran otras especies distribuidas en Colombia (CAICEDO, 2004).

CASSERES, (2000) indica que aunque el fréjol es de origen americano, las especies mejoradas surgieron en Europa y después en toda América. En las épocas precolombinas varias especies de *Phaseolus* eran artículos importantes en la alimentación, desde el actual Canadá hasta Chile y Argentina. El fréjol y sus formas mejoradas se identifican botánicamente como *Phaseolus vulgaris*, del cual hay gran variación en cuanto a formas de crecimiento, color de semilla y de la vaina y épocas de producción. El género *Phaseolus* contiene unas 200 especies y es probablemente el más importante, económicamente.

2. Clasificación taxonómica

FONT QUER, (2002) clasifica al fréjol así:

REINO, Vegetal; DIVISION, Fanerógamas; SUB-DIVISION, Angiospermas; CLASE, Dicotiledóneas; FAMILIA, Leguminosas; SUB-FAMILIA, Papilionácea; GÉNERO, *Phaseolus*; ESPECIE, *vulgaris*; VARIEDAD, Canario y Sangre de Toro. **Nombres vulgares:** Habichuela, fríjol, fréjol, vainica, chaucha, judía, poroto, ejote, alubia, caraota.

3. Descripción botánica

Citado por MURILLO, 2009 dice que el fréjol es una planta de tipo anual, con periodo vegetativo entre 90 y 270 días, de acuerdo a la altura de siembra. Tiene hábitos de crecimiento determinado o arbustivo, e indeterminado o voluble.

La raíz tiende a ser fasciculada o fibrosa con una amplia variación de variedades. En suelos arenosos las raíces pueden alcanzar 140 cm de profundidad. En general se consideran de mediana a mayor profundidad, ya sea que se trata de fréjol arbustivo o de enredadera (MURILLO, 2009).

El **sistema radicular** es muy ligero y poco profundo y está constituido por una raíz principal y gran número de raíces secundarias con elevado grado de ramificación.

El **tallo principal** es herbáceo. En variedades enanas presenta un porte erguido y una altura aproximada de 30 a 40 centímetros, mientras que en las judías de enrame alcanza una altura de 2 a 3 metros, siendo voluble y dextrógiro (se enrolla alrededor de un soporte o tutor en sentido contrario a las agujas del reloj) (VOYSEST, 2000).

La **hoja** sencilla, lanceolada y acuminada, de tamaño variable según la variedad.

La **flor** puede presentar diversos colores, únicos para cada variedad, aunque en las variedades más importantes la flor es blanca. Las flores se presentan en racimos en número de 4 a 8, cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos (BRAVO, 2009).

El **fruto** legumbre de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de 4 a 6 semillas. Existen frutos de color verde, amarillo jaspeado de marrón o rojo sobre verde, etc., aunque los más demandados por el consumidor son los verdes y amarillos con forma tanto cilíndrica (RAMIREZ, 2000).

Las **semillas**: Su forma puede variar desde arriñonada hasta oblonga, de colores blanco, negro y todos los intermedios que pueden resultar de estas combinaciones. Los tamaños pueden ir de medianos a pequeños, 100 semillas pueden pesar aproximadamente de 20 a 40g (BRAVO, 2009).

4. Hábitos de crecimiento

Según la obra BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS EN LA PRODUCCION DEL FREJOL VOLUBLE (2007) existen cuatro tipos de crecimiento

a. Tipo I

Este tipo de crecimiento es determinado arbustivo, el tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada, es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez normalmente cortos. La altura puede variar entre 30 y 50 c. La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

b. Tipo II

Su hábito de crecimiento es indeterminado arbustivo, con su tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías, son pocas, pero con un

número superior al tipo I y generalmente cortas con respecto al tallo. El número de 3 nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I, generalmente más de 12.

c. Tipo III

Es de crecimiento indeterminado postrado, cuyas plantas se encuentran postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada. La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80cm. El número de nudo del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo la longitud de los entrenudos, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías. Pueden presentar aptitud trepadora.

d. Tipo IV

Su hábito de crecimiento es indeterminado trepador. Se considera que las plantas de este tipo son las del típico hábito trepador. A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que se traduce en su habilidad trepadora. Las ramas muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical. El tallo puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de 2m de altura con un soporte adecuado. La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan a un mismo tiempo la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración. (CIAT, 1984).

5. Variedades

a. Canario

Hábitos de crecimiento: voluble o trepador; Color de la flor: blanca; Color del grano seco: crema; Color del grano tierno: blanco-rosado; Tamaño del grano: grande; Peso de 100gr: 50 a 55gr; Largo del grano: 10 a 12 mm; Ancho del grano: 7 a 8mm; Forma del grano: redondeado; Numero de grano por vaina: 6 a 7; Número de vaina por planta: 18 a 22; Largo de la vaina: 13 a 15 cm; Forma de la vaina: recta ligeramente curvada; Altura de planta en tutoreo: 2,45m;

Días a floración: 80 a 95; Días a la cosecha en tierno: 150 a 170; Días a la cosecha en seco: 170 a 190; Altitud para el cultivo: 2200 a 2800 msnm (MURILLO, 2009).

b. Sangre de toro

La variedad de fréjol sangre de toro, es una variedad criolla de tipo arbustivos que se cultivan en las condiciones del clima medio en alturas desde 800 hasta 2.000 msnm, en sistemas de producción de frijol solo o asociado con otros cultivos como el maíz (PERALTA, 2010).

6. Condiciones climáticas y suelo

a. Factor climático

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto. Es planta de clima húmedo y suave, dando las mejores producciones en climas cálidos (HERNANDEZ, 2009).

1) Temperatura: Cuando la temperatura oscila entre 12-15°C la vegetación es poco vigorosa y por debajo de 15°C la mayoría de los frutos quedan en forma de “ganchillo”. Por encima de los 30°C también aparecen deformaciones en las vainas y se produce el aborto de flores (HERNANDEZ, 2009).

2) Humedad: la humedad relativa óptima del aire en el invernadero durante la primera fase de cultivo es del 60% al 65%, y posteriormente oscila entre el 65% y el 75%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Es importante que se mantenga sin excesivas oscilaciones de humedad (PERALTA, 2010).

3) Luminosidad: es una planta de día corto, aunque en las condiciones de invernadero no le afecta la duración del día. No obstante, la luminosidad condiciona la fotosíntesis,

soportando temperaturas más elevadas cuanto mayor es la luminosidad, siempre que la humedad relativa sea adecuada (PERALTA, 2010).

b. Suelo

Los más indicados son los suelos ligeros, de textura arcillo limosa, con buen drenaje y ricos en materia orgánica. En suelos fuertemente arcillosos y demasiado salinos vegeta deficientemente, siendo muy sensible a los encharcamientos, de forma que un riego excesivo puede ser suficiente para dañar el cultivo, quedando la planta de color pajizo y achaparrado (ESOTO, 2011).

Los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7,5; aunque en suelo enarenado se desarrolla bien con valores de hasta 8,5 (ESOTO, 2011).

c. Fertilización

1) Fertilizantes químicos

INFOAGRO (2012), manifiesta que los fertilizantes químicos son los conocidos y usados en la agricultura. Se caracterizan porque se disuelven con facilidad en el suelo y por tanto las plantas disponen de esos nutrientes pocos días después de incorporarlo al mismo.

2) Fertilizante orgánico

Lo contrario ocurre con abonos orgánicos, la liberación de los elementos nutricionales a la solución del suelo y su incorporación a los procesos físicos-químicos del sistema suelo-planta, no es inmediata ya que exige la previa mineralización de la materia orgánica, lo que significa que tan solo la esta parte de nutrientes contenidos en humus serían liberados en el primer año y el resto a lo largo de los 5 o 6 años siguientes (DOMINGUEZ 1989).

El abono orgánico bajo condiciones ecológicas óptimas (Temperatura: 18-20°C, buena humedad, adecuada oxigenación y pH 6,8) a lo que se suma la acción de los organismos descomponedores altamente especializados, a través de un lento proceso de alrededor de un año o más se transforma en compuestos solubles asimilables por las plantas. Esta etapa se conoce como proceso de mineralización (SUQUILANDA, 2006).

Se debe tener en cuenta que el proceso de mineralización de la materia orgánica puede prolongarse durante tres años (URBANO y MORO, 1992)

La diferencia que existe entre los fertilizantes químicos-sintéticos y los abonos orgánicos es que los primeros son altamente solubles y son aprovechados por las plantas en menor tiempo, pero generan un desequilibrio del suelo (acidificación, destrucción del sustrato, etc.); mientras que los orgánicos actúan de forma indirecta y lenta (PEREZ, 2012).

Un suelo rico en materia orgánica (humus) contendrá más nitrógeno que otro con un bajo contenido, el humus aporta nutrientes minerales lentamente para las plantas a medida que es descompuesto por los microorganismos del suelo, sobre todo nitrógeno, fósforo y potasio, además también mejora la estructura del suelo (INFOJARDIN, 2012) .

3) Principales elementos nutricionales

Los elementos absorbidos por la planta en mayor cantidad son: Nitrógeno, Fosforo y Potasio es así que la deficiencia de estos elementos puede afectar al desarrollo de la planta (DOMINGUEZ, 1989).

i. Nitrógeno

La principal función del nitrógeno es estimular el crecimiento de la planta, especialmente en la etapa inicial de crecimiento vegetativo, generando un alto índice de área foliar y prolongando el período útil de las hojas a través del tiempo. El nitrógeno además, incrementa el número de ejes durante la floración, el número de flores y peso de la vaina, aumentando por lo tanto el

rendimiento. A demás regula la cantidad de hormonas dentro de la planta (MOLINO GORBEA, 2012).

La deficiencia de nitrógeno retarda la floración y fructificación (SUQUILANDA, 1996).

ii. Fósforo

El fósforo cumple funciones como el desarrollo y fortalecimiento de las raíces, les permite un rápido y vigoroso comienzo a la planta, es decir les ayuda a agarrarse del suelo, acelera la maduración de las cosechas y permite un buen desarrollo, su deficiencia provoca bajos rendimientos de granos, frutos y semillas (SUQILANDA, 1996)

La deficiencia de fósforo retrasa la floración, reduce el número de flores y semillas por vaina, afectando además el proceso de madurez y el desarrollo de los tejidos reproductivos. Incluso una leve deficiencia de fósforo puede dar lugar a retraso en la madurez en comparación a las plantas con suficientes fósforo. No se han observado síntomas de toxicidad por aplicaciones excesivas de este nutriente (MOLINO GORBEA, 2012).

iii. Potasio

La deficiencia reduce la floración, fructificación y desarrollo d toda la planta. No hay excesos de potasio que produzca toxicidad en la planta, puesto que sería necesarias cantidades muy grandes de abono (INFOJARDIN, 2012).

7. Prácticas culturales

a. Preparación del suelo

Dependiendo del agricultor este deberá dejar el terreno bien mullido y bien aireado incorporando abono en el fondo del surco, previo un análisis de suelo (JIMENEZ, 2006).

b. Épocas de siembra

Las épocas de siembra recomendadas para fréjol arbustivo en la zona va de mediados del mes de marzo hasta los primeros días de mayo septiembre a diciembre, dependiendo de la zona (ESOTO, 2011).

c. Fertilización

La fertilización de las leguminosas, el abonado suele aportar de 60 - 90 Kg/ha de nitrógeno, 60 Kg/ha de fósforo y 30 Kg/ha de potasio, también se aplica una enmienda de cal. No conviene los abonos orgánicos frescos (Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera, 2000).

d. Tutoreo

Es una práctica imprescindible en el fréjol de enrame para permitir el crecimiento vertical y la formación de una pared de vegetación homogénea. Consiste en la colocación de un hilo, generalmente de polipropileno que se sujeta por un extremo al tallo y por el otro al emparrillado del invernadero. Colocando un tutor más entre cada par de plantas, aumenta la uniformidad de la masa foliar, mejorando la calidad y la producción (ESOTO, 2011).

Existen también mallas que se colocan a lo largo de las líneas de cultivo a modo de pared, pero presentan el inconveniente de su elevado coste, así como una mayor dificultad en las operaciones de recolección, ya que la movilidad de la planta se ve reducida (ESOTO, 2011).

8. Plagas y enfermedades**a. Plagas**

En el Cuadro 2, se presenta las plagas más frecuentes en el cultivo de fréjol voluble.

CUADRO 2. Plagas en el cultivo de fréjol.

Nombre común	Nombre científico
Trozadores*	<i>Agrotis sp.</i>
Mosca blanca*	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Barrebador del tallo y vaina*	<i>Epinotia aporema</i>
Araña roja*	<i>Tetranychus sp</i>
Lorito verde o mosquilla*	<i>Empoasca kraemeri</i>
Pulgón **	<i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>
Trips**	<i>Frankliniella occidentalis</i>
Minador de la hoja**	<i>Liriomyza trifolii</i> , <i>Liriomyza bryoniae</i> ,

Fuente: *INIAP, 2008.

** INFOAGRO, 2008.

b. Enfermedades

Las principales enfermedades del cultivo de fréjol presentan en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Enfermedades del fréjol

Nombre común	Nombre científico
Roya*	<i>Uromyces phaseoli</i>
Podredumbre gris***	<i>Botrytis cinérea</i>
Putridiones radiculares**	<i>Rhizoctonia sp</i> , <i>Fusarium spp</i> y <i>Sclerotium sp.</i>
Podredumbre blanda***	<i>Erwinia carotovora</i>
Antracnosis*	<i>Colletotrichum lindemundratum</i>
Oidio**	<i>Erysiphe poligoni</i>
Mancha angular*	<i>Isoriopsis griseola</i>
Mancha amarilla*	<i>Phoma exigua</i>
Mustia hilachosa*	<i>Tranatephorus cucumeris</i>
Virus del mosaico amarillo de la judía (BYMV)***	<i>Bean yellow mosaic virus</i>
Virus del mosaico común de la judía (BCMV)***	<i>Bean common mosaic virus</i>

Fuentes: *INIAP, 2008.

**TERANOVA, 1995.

***INFOAGRP, 2008.

9. Cosecha

La cosecha se realiza cuando las plantas han llegado a la madurez, es decir cuando han caído totalmente las hojas, las vainas se presentan de un color amarillo y el estado seco del grano es fácil conocer, una vez secas las vainas y con contenido de humedad del 14% al 20 % del grano, se procede a trillar bien sea por golpes utilizando varas, en forma manual sobre el suelo (INIAP, 2004).

La recolección del frejol tierno es manual, con lo cual encarece notablemente su costo, siendo de gran importancia el momento fisiológico de recolección para aumentar el rendimiento comercial, ya que el mercado es muy exigente y demanda frutos con vainas tiernas, con el grano poco marcado. Si las vainas se cosechan pasado el punto de madurez comercial pierden calidad y valor al ser más maduras y fibrosas. La frecuencia con que se realiza esta operación oscila entre 7 y 12 días, dependiendo de la variedad y el ciclo de cultivo (INFOAGRO, 2008)

10. Superficie y rendimiento

Según el III Censo Agropecuario en el Ecuador en el 2009, se cosechan 89.789 hectáreas de las 105.127 has sembradas de esta leguminosa en grano seco y 15.241has en verde o tierno de las 16.464 has sembradas, las que proporcionan 18.050 toneladas métricas, y 8.448 toneladas métricas en verde y seco respectivamente, cuyo consumo se efectúa tanto en fresco (grano seco y verde), como para la industria de enlatados (BRAVO, 2009).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

1. Localización

La presente investigación se realizó en las áreas de la Comunidad de Tambillo Bajo, de la Parroquia Juan de Velasco, Cantón Colta, de la Provincia de Chimborazo.

2. Ubicación geográfica¹

- a. Altitud: 2263 m.s.n.m
- b. Latitud: 1°51'83" S
- c. Longitud: 78°59'91" W

3. Características climáticas²

- a. Temperatura media anual: 14°C
- b. Humedad relativa: >70%
- c. Precipitación media anual: 1000 a 2500mm

4. Características ecológicas

Según Holdrige (1982). La zona en experimentación corresponde a la formación ecológica estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB).

¹Datos GPS - Fundación, MCCH (2011)

²Fundacion, MCCH (2011)

5. Características del suelo

a. Características físicas³

Textura:	Limo arcilloso
Estructura:	Suelta
Pendiente:	Semi ondulada (>2%)
Drenaje:	Bueno
Permeabilidad:	Bueno
Profundidad:	>30cm

b. Características químicas⁴

pH	6.1	Ligeramente alcalino
Materia orgánica	>3.3%	Bueno
Contenido NH ₄	9.6mg/L	Bueno
Contenido de P ₂ O ₅	9.2mg/L	Bueno
Contenido de K ₂ O	8,9mg/L	Bueno
CIC	-----	Bajo

B. MATERIALES

1. Materiales de campo

Azadones, azadas, rastrillos, estacas, cinta métrica, flexómetro, piolas, barreno, plintos, abono orgánico (humus, ecoabonaza), abonos inorgánicos (muriato de potasio, 18-46-00), insumos fitosanitarios, bomba de mochila, balanza analítica, mascarilla, botas, guantes, rótulos de identificación y libreta de campo.

^{3y4} Análisis de suelo-ESPOCH 2012

2. Materiales y equipos de oficina

Impresora, Calculadora, hojas de papel bond, calculadora, cámara fotográfica, internet, lápiz, marcadores, regla y CDs.

C. METODOLOGÍA

1. Especificación del campo experimental

Las especificaciones del campo experimental se detallan en el (Cuadro 4)

2. Factores de estudio

a. **Factor A: Formulaciones**

A1: 100% químico y 0% orgánico

A2: 75% químico y 25% orgánico

A3: 50% químico y 50% orgánico

A4: 25% químico y 75% orgánico

A5: 0% químico y 100% orgánico

(Ver cuadro 6.)

b. **Factor B: Variedades**

B1: Sangre de toro

B2: Canario

CUADRO 4. Características del campo experimental

Descripción	Unidad
Número de tratamientos	10
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	30
Forma de la parcela	Rectangular
Ancho de la unidad experimental	3,0 m
Longitud de la unidad experimental	4,0 m
Área total de la parcela	12 m ²
Área total del ensayo	450 m ²
Área neta de la parcela	3.3 m ²
Área neta del ensayo	360m ²
Número de hileras por parcela	3
Número de plantas por hilera	42
Número de plantas por parcela	126
Número de plantas por parcela neta	20
Número total de plantas en el ensayo	5250
Número de plantas a evaluar por unidad experimental	10
Distancia entre parcelas	0.70 m
Distancia entre bloques	1 m

3. Tratamientos en estudio

De la combinación de dos factores se obtuvo un total de 10 tratamientos con tres repeticiones, dando un total de 30 unidades experimentales en estudio. (Cuadro 5)

CUADRO 5. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Código	Descripción
T1	A1B1	100% químico – 0% orgánico – sangre de toro
T2	A1B2	100% químico – 0% orgánico – canario
T3	A2B1	75% químico – 25% orgánico – sangre de toro
T4	A2B2	75% químico – 25% orgánico – canario
T5	A3B1	50% químico – 50% orgánico – sangre de toro
T6	A3B2	50% químico – 50% orgánico – canario
T7	A4B1	25% químico – 75% orgánico – sangre de toro
T8	A4B2	25% químico – 75% orgánico – canario
T9	A5B1	0% químico – 100% orgánico – sangre de toro
T10	A5B2	0% químico – 100% orgánico – canario

4. Diseño experimental

a. Tipo de diseño

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar en arreglo bifactorial combinatorio, con tres repeticiones. (Cuadro 6)

b. Análisis funcional

- 1) Se realizó el análisis de varianza con el diseño de bloques completos al azar (BCA) en arreglo bifactorial combinatorios.
- 2) Se determinó el coeficiente de variación que se expresó en porcentajes, para cada parámetro a evaluar.

- 3) Se realizó la prueba de separación de medias de Tukey al 5 % para cada parámetro que existan diferencias significativas.
- 4) Se determinó los mejores tratamientos en función de la Tasa de Retorno Marginal de los tratamientos no dominados.

CUADRO 6. Esquema de análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación (FV)	Fórmula	Grados de Libertad (GL)
Bloques	3-1	2
Tratamientos	30 – 1	29
Variedades	2-1	1
Formulaciones	5-1	4
Formulaciones * Variedad	4*1	4
Error		18
Total		38

Fuente: ROMERO, F. (2012)

D. DATOS A REGISTRARSE Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

1. Porcentaje de emergencia

Se contó las plantas que emergieron desde la siembra hasta los 21 días después de la siembra.

2. Días a la floración

Para esto se contabilizó los días que transcurrieron desde la siembra hasta cuando al menos el 50% de las plantas emitieron flor.

3. Días a la maduración fisiológica

Para esto se contabilizó los días que transcurrieron desde la siembra hasta cuando la planta alcanzó su maduración fisiológica, es decir cuando las plantas están en su punto de cosecha.

4. Días a la cosecha en verde

Se contabilizaron los días desde la siembra hasta que se efectuó la cosecha en verde en cada parcela experimental.

5. Días a la cosecha en seco

Se contabilizaron los días desde la siembra hasta que se efectuó la cosecha en seco en cada parcela experimental.

6. Número de vainas por planta

Se contó el número de vainas de las plantas que se seleccionó para el muestreo, esto se realizó en el momento de cada cosecha.

7. Número de grano por vaina

Se realizó la cosecha y se tomaron al azar 20 vainas de cada tratamiento y se contabilizó el número de grano que tenía las 20 vainas y posteriormente se realizó a sacar un promedio.

8. Altura de la planta a la madurez fisiológica

Se midió a la planta de fréjol desde la base de su tallo hasta el final de su guía, esta altura se tomó cuando la planta empezó a fructificar, el dato se expresó en metros.

9. Peso del grano en tierno y seco

Se realizó la cosecha y se tomaron al azar 20 vainas de cada tratamiento y se procedió a pesar los granos que tenían las 20 vainas y posteriormente se realizó a sacar un promedio.

10. Producción en gramos por planta

Se realizó la cosecha y se contabilizó la producción de grano existente por planta a evaluar de cada uno de los tratamientos.

11. Porcentaje de grano en tierno y seco

Se contabilizó la producción de grano existente por planta a evaluar, se determinó el porcentaje de producción de grano existente tanto en tierno como en seco por planta, en seco se debe considerar la humedad del grano que debe estar al 14 % de humedad y mediante la siguiente fórmula se determinó el porcentaje de grano en tierno y seco:

$$\% \text{ de Grano en t} = \frac{\text{Peso del Grano}}{\text{Peso de 20 vainas}} \times 100$$

$$\% \text{ de Grano en s} = \frac{\text{Peso del Grano}}{\text{Peso de 20 vainas}} \times 100$$

12. Rendimiento por parcela

Se lo determinó en base a la suma de las cosechas realizadas en cada parcela neta, es decir en 12 m².

13. Rendimiento en Kg/ha en tierno y seco del grano

Su cálculo en base a los rendimientos que presentaron las parcelas netas, tanto en tierno como en seco y se transformó en kg/parcela neta a kg/ha.

14. Análisis económico

Se determinó el cálculo económico mediante el método el presupuesto parcial de Perrín et al para lo cual se ha considerado los costos que varían.

E. MANEJO DEL ENSAYO**1. Labores pre-culturales****a. Muestreo**

Se recogió una muestra de suelo antes de realizar la siembra y se llevó al laboratorio para su correspondiente análisis físico y químico.

b. Preparación del suelo

Se utilizó labranza cero, por dos razones, una por la costumbre que tienen los agricultores de la zona de realizar esta labor y la segunda para que los suelos no tiendan a degradarse por su alta pendiente que presentan.

c. Trazado de la parcela

Para esta actividad se utilizó estacas, piolas, flexómetro, y siguiendo las especificaciones del campo experimental (Ver anexo 1).

d. Hoyado

Se lo efectuó en cada una de las repeticiones a una profundidad de 0.30m, para colocar los fertilizantes base.

2. Labores culturales

a. Siembra

La siembra se realizó a una distancia de 0,30m entre plantas y 1,20m entre hileras, la semilla debe ser vigorosa y libre de plagas y enfermedades. Esta labor se lo realizó de forma manual.

b. Fertilización

La fertilización se realizó en base a la extracción de nutrientes del cultivo de fréjol, y los niveles de nutrientes contenidos en el suelo. La fertilización inicial o de base se realizó con Ecoabonaza, 18,46,00 y muriato de potasio se incorporó respectivamente al momento de la siembra y después de 25 días después de la siembra, se procedió a incorporar al suelo de la forma indicado anteriormente (Cuadro 7).

a. Tutoreo

Se realizó a los 45 días después de la siembra de la siguiente manera: se colocó un hilo de polipropileno (rafia) que se sujetó por un extremo al tallo y por el otro al alambre, el cual estaba sujeto por los postes de madera de 2,5m de altura en los extremos y varas de 3m de altura en el centro de cada parcela experimental.

CUADRO 7. Nivel de extracción de nutrientes del cultivo de frejol (kg/ha).

Factor	%	Tipo de fertilizante	gr/planta
Orgánico	100	Ecoabonaza	0,72
Químico		18-46-00	1,92
		Muriato de potasio	2,88
Orgánico	75	Ecoabonaza	0,54
Químico		18-46-00	1,44
		Muriato de potasio	2,16
Orgánico	50	Ecoabonaza	0,36
Químico		18-46-00	0,36
		Muriato de potasio	1,44
Orgánico	25	Ecoabonaza	0,18
Químico		18-46-00	0,48
		Muriato de potasio	0,72
Orgánico	0	Ecoabonaza	0
Químico		18-46-00	0
		Muriato de potasio	0

Fuente: AVENDAÑO, F (2008)

c. Deshierbe

Se realizó utilizando un herbicida (Flex), 20 días después de la siembra, después un segundo deshierbe manual a los 30 días después del primero, para evitar la competencia de las malezas por los nutrientes.

d. Riego

No se realizó ningún riego por que la siembra se planificó en la época de las precipitaciones, es decir se realizó la siembra en seco en las fechas de noviembre a marzo.

f. Control fitosanitario

Para el control de plagas se realizó dos aplicaciones de Sunifer en una dosis de 1cc/litro de agua siendo el producto que mejor controló, para el control de enfermedades se realizó 3 aplicaciones de Skipper en una dosis de 05gr/litro de agua siendo el producto que mejor controló.

e. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, en estado verde y seco, se procedió a la selección según los parámetros a medir y tomando en cuenta el grado y la calidad para la agroindustria y expendio en los mercados locales.

V. RESULTADO Y DISCUSION

A. PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Se realizó el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia en dos variedades de fréjol y cinco formulaciones de fertilización (Cuadro 8), se establece que fue altamente significativo a los 21 días de emergencia para la variable formulaciones. Su media fue de 94,07 y el coeficiente de variación es de 16,34%.

CUADRO 8. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

F. Var	gl	Cuadrados medios del porcentaje de emergencia					
		7 días		14 días		21 días	
Total	29						
Bloques	2	2.86	Ns	91.25	ns	71.11	ns
Formulaciones	4	12.90	Ns	36.43	ns	206.93	**
Variedades	1	0.37	Ns	0.37	ns	4.01	ns
Interacción AB	4	11.13	Ns	75.82	ns	29.26	ns
Error	18	4.88		43.17		22.03	
CV %		16.78		4.99		16,34	
Media		6.44		40.22		94.07	

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013 **: Altamente significativo ns: no significativo

La prueba de Tukey al 5% para días de emergencia según formulaciones de fertilización (Cuadro 9; Gráfico 1), a los 21 días, la formulación que consiste en aplicar el 50% fertilizante químico + el 50% fertilizante orgánico (A3) se ubica en el rango “A” y comparte con las formulaciones A2 y A4 con valores de 97,62; 95,22 y 93,52 % respectivamente. Mientras que la formulación que comprende en aplicar 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico (A1) con el 91,14% se ubica en el rango “B”, la formulación A5 que comprende el 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico con un valor de 92,86%.

CUADRO 9. Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de emergencia en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	21 días	
A3	97.62	A
A2	95.22	A
A4	93.52	A
A5	92.86	AB
A1	91.14	B

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

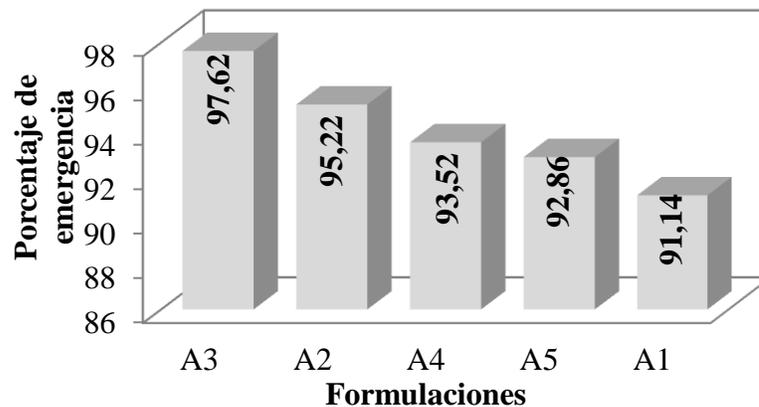


GRÁFICO 1. Porcentaje de emergencia del cultivo de fréjol a los 21 días bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.

Las cinco formulaciones de fertilización y las dos variedades de fréjol que se utilizó como material de investigación, presentaron un buen porcentaje de emergencia, ya que superan el 91 % de emergencia, pues la formulación que consiste en aplicar el tratamiento 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico (A3) alcanzó un mayor porcentaje de emergencia, mientras que la formulación 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico (A1) presentó el menor porcentaje de emergencia. Al comparar con los valores emitidos por el Organismo Internacional para la Comprobación de Semillas (1985) nos dice que, el mínimo de

emergencia debe ser del 80 % para leguminosas, es decir que la semilla utilizada en esta investigación se encuentra dentro de los parámetros establecidos, con lo cual, se trata de una semilla de buena calidad.

B. DÍAS A LA FLORACIÓN, DÍAS A LA MADURACIÓN FISIOLÓGICA Y NÚMERO DE PLANTAS POR PARCELA NETA

En el análisis de varianza para los días de floración (Cuadro 10), presentó diferencias altamente significativas para el factor formulación (A), factor variedad (B) y la interacción formulación variedad (AB).

El promedio en días de floración fue 93,90 y el coeficiente de variación 0,14%.

En el análisis de varianza para los días de madurez fisiológica (Cuadro 10), presentó diferencias altamente significativas para el factor variedad (B) y la interacción formulación variedad (AB).

El promedio para la maduración fisiológica fue 140,87 días y el coeficiente de variación 0,12%.

En el análisis de varianza de plantas por parcela neta (Cuadro 10), no presentó diferencias estadísticas para ninguno de los factores.

El promedio de plantas por parcela neta fue 363,01 y el coeficiente de variación 13,46%.

CUADRO 10. Análisis de varianza para días a la floración, y maduración fisiológica y plantas por parcela neta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

F. Var	gl	Cuadrados Medios					
		Días Floración		Días Maduración fisiológica		Plantas/ PN	
Total	29						
Bloques	2	0.02	ns	0.03	ns	532.00	ns
Formulaciones	4	8.61	**	0.03	ns	969.84	ns
Variedades	1	5.72	**	870.49	**	297.67	ns
Interacción AB	4	20.36	**	5252.58	**	4033.17	ns
Error	18	0.02		0.03		2388.10	
CV %		0.14		0.12		13.46	
Media		93.90		140.87		363.01	

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

*: significativa

** : altamente significativa

ns: no significativa

La prueba de Tukey al 5% para días a la floración tenemos que para la interacción formulación - variedad (Cuadro 11), se observa que la aplicación del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T1) y la aplicación del 75% fertilizante químico + 25% fertilizante orgánico en la variedad canario (T4) se ubica en el rango “A” y comparte con el tratamiento T7 con valores de 97 y 96,93 días respectivamente. Mientras que la aplicación del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad canario (T6) y el resto de los tratamientos en las dos variedades de fréjol se ubican en el rango “B”.

Esto debido a que la fertilización química concentra mayor cantidad de nutrimentos asimilables si se compara con la composición química del fertilizante orgánico. Esto concuerda con DOMINGUEZ (1989) quien manifiesta que los fertilizantes químicos tienden a ser asimilados por la planta más pronto que los fertilizantes orgánicos ya que tienen que pasar

por un proceso de descomposición. Lo que repercute directamente en obtener una floración precoz y como tal las etapas fenológicas del cultivo de fréjol se acorta.

La prueba de Tukey al 5% para días de maduración fisiológica, tenemos que para la interacción formulación - variedad (Cuadro 11), se observa que la mezcla del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T9) ubicándose en el rango “A” y que comparte con los tratamientos T1, T4, T7 y T6 con valores entre 167,83 y 167,97 días. Mientras que la mezcla del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T3) y el resto de los tratamientos en las dos variedades de fréjol se ubican en el rango “B”.

CUADRO 11. Prueba de Tukey al 5% para días a la floración y maduración fisiológica en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones.

Tratamientos	Cuadrados Medios			
	Días Floración		Días Maduración fisiológica	
T1	97	A	167.87	A
T4	97.00	A	167.83	A
T7	96.93	A	167.83	A
T6	92.67	B	167.83	A
T5	92,63	B	113,83	B
T8	92.63	B	113.87	B
T3	92.60	B	113.73	B
T9	92.53	B	167.97	A
T10	92.53	B	113.97	B
T2	92.50	B	113.90	B

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

En la interacción formulación variedad para días de floración (Gráfico 2), indica que la aplicación del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T1) y la aplicación del 75% fertilizante químico + 25% fertilizante orgánico en la

variedad sangre de toro (T4) se comportaron como los más tardíos, mientras que la aplicación del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad canario (T2) se comportó como el más precoz con valores de 97 y 92, 50 respectivamente. Según ww.bibliociencias.cu, manifiesta que la temperatura se hace proporcionalmente más efectiva como un factor de control de la floración, es decir que la temperatura es el factor más importante para obtener una adecuada madurez del cultivo. Presentando en esta investigación un promedio de temperatura máxima de 22 °C y temperatura mínima de 9,2°C, la cual se ve que si afecto en los días a la floración y por ende a la madurez fisiológica de las plantas de fréjol (Anexo 20).

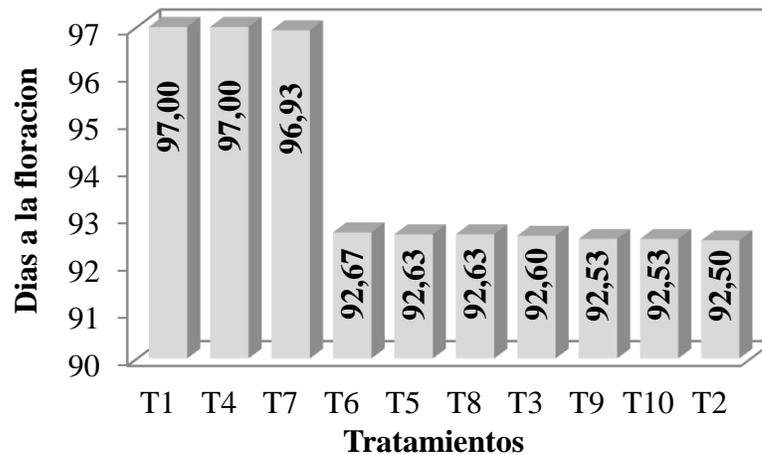


GRÁFICO 2. Días a la floración del cultivo de fréjol bajo la influencia a diferentes formulaciones de fertilización.

En la interacción formulación variedad para días de maduración fisiológica (Gráfico 3), indica que la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T9) se comportó como el más tardío, mientras que la aplicación del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T3) se comportó como el más precoz con valores de 167,97 y 113,73 respectivamente.

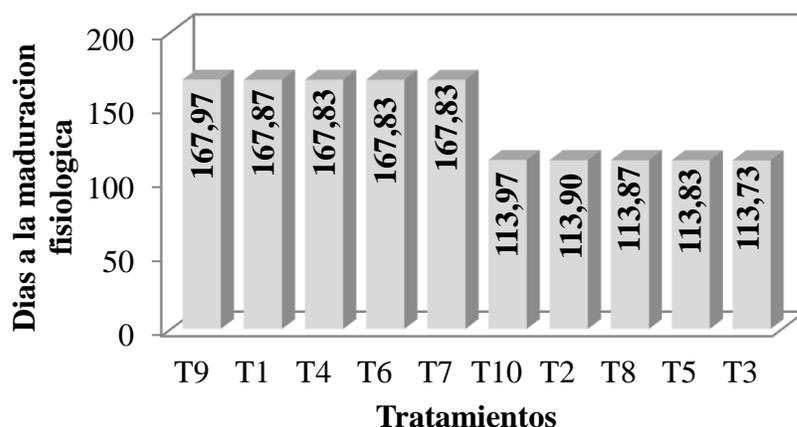


GRÁFICO 3. Días a la maduración fisiológica del cultivo de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.

C. DÍAS A LA COSECHA EN VERDE, DÍAS A LA COSECHA EN SECO Y ALTURA DE LA PLANTA A LA MADUREZ FISIOLÓGICA.

Según el análisis de varianza para los días a la cosecha en verde del factor variedad (B) y la interacción formulación variedad (AB) (Cuadro 12), se observa diferencias altamente significativas.

El promedio en días a la cosecha en verde fue 145,86 y el coeficiente de variación 0,10%.

Según el análisis de varianza para los días a la cosecha en seco el factor variedad (B) y la interacción formulación variedad (AB) (Cuadro 12), se determinó que existen diferencias altamente significativas.

El promedio de los días a la cosecha en seco fue 183 y el coeficiente de variación 0,09%.

Según el análisis de varianza para la altura de la planta a la madurez fisiológica el factor variedad (B) y la interacción formulación variedad (AB) (Cuadro 12), se encontró diferencias altamente significativas.

El promedio la altura de la planta a la madurez fisiológica fue 2,96 y el coeficiente de variación 4,13%.

CUADRO 12. Análisis de varianza para los días a la cosecha en verde, en seco y altura de la planta a la madurez fisiológica de dos variedades en fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

F. Var	gl	Cuadrados Medios					
		Días a la cosecha verde		Días a la cosecha seco		Altura de la planta a la madurez fisiológica	
Total	29						
Bloques	2	0.03	ns	0.01	ns	0.05	ns
Formulaciones	4	0.02	ns	0.01	ns	0.02	ns
Variedades	1	871.56	**	876.96	**	0.16	**
Interacción AB	4	5253.67	**	5229.39	**	2.02	**
Error	18	0.02		0.03		0.02	
CV %		0.10		0.09		4.13	
Media		145.86		183.00		2.96	

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

** : altamente significativo

ns: no significativo

La prueba de Tukey al 5% para los días a la cosecha en verde en la interacción formulación - variedad (Cuadro 13), la mezcla del 0% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T9) con un valor de 172,97 días, ubicándose en el rango “A” y compartiendo con los tratamientos T1, T4, T6 y T7 con valores que van de 172,80 a 17,93 días. Mientras que la mezcla del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad canario (T10) y el resto de los tratamientos en las dos variedades de fréjol se ubican en el rango “B”.

La prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha en seco en la interacción formulación - variedad (Cuadro 13), la aplicación del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad canario (T6) y la aplicación del 25% fertilizante químico + 75% fertilizante

orgánico en la variedad sangre de toro (T7) se ubican en el rango “A” y que comparte con los T1, T4 y T9 con un valor que van desde los 210 a 209,87 días. Mientras que la aplicación del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad canario (T2) y el resto de los tratamientos en las dos variedades de fréjol se ubican en el rango “B”.

La prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a la madurez fisiológica, presenta la interacción formulación - variedad (Cuadro 13), la aplicación del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad canario (T6) ubicándose en el rango “A” y que comparte con los tratamientos T1, T4, T7 y T9 con valores que van de 3,57 a 3,36 metros. Mientras que la aplicación del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad canario (T2) y el resto de los tratamientos en las dos variedades de fréjol se ubican en el rango “B”.

En la presente investigación los tallos del cultivo de fréjol alcanzaron una altura promedio de 3,6 metros, esto concuerda con MURILLO (2009) quien manifiesta que las plantas de fréjol por tutorado alcanza una altura promedio de 2,5 a 3,7 metros, por lo cual la presente investigación se encuentra dentro de los parámetros establecidos por dicho autor.

En la interacción formulación - variedad para días a la cosecha en verde (Gráfico 4), se indica que los tratamientos T9, T7, T4, T6 y T1 obtuvieron los valores más altos. Mientras que los tratamientos T10, T2, T8, T5 y T3 lograron valores bajos en días para la cosecha en verde. Esta diferencia de días después de la siembra a la cosecha en la presente investigación, se puede deber a que existió un retraso en la etapa de floración y de maduración fisiológica y por ende la cosecha fue tardía ya que al realizar una fertilización orgánica, la asimilación de sus nutrientes no es de forma inmediata, a esto también se suma los factores climáticos: variación de temperatura y luz las cuales provocaron que la duración de las etapas de desarrollo y el comportamiento del cultivo se alteren.

Esto concuerda con ww.bibliociencias.cu que manifiesta que la temperatura y la luz se hacen proporcionalmente más efectiva como un factor de control de la floración, es decir que la temperatura y la luz son el factor más importante para obtener una adecuada madurez del

cultivo. Esto también concuerda con DOMINGUEZ (1989) quien manifiesta que los fertilizantes químicos tienden a ser asimilados por la planta más pronto que los fertilizantes orgánicos ya que tienen que pasar por un proceso de descomposición.

CUADRO 13. Prueba de Tukey al 5% para los días a la cosecha en verde, en seco y altura de la planta a la madurez fisiológica en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Tratamiento	Días a la cosecha en verde		Días a la cosecha en seco		Altura de la planta a la madurez fisiológica (cm)	
T1	172.80	A	209.97	A	3.55	A
T2	118.90	B	156.10	B	2.48	B
T3	118.73	B	156.07	B	2.44	B
T4	172.83	A	209.87	A	3.53	A
T5	118.83	B	156.07	B	2.42	B
T6	172.83	A	210.00	A	3.57	A
T7	172.93	A	210.00	A	3.36	A
T8	118.87	B	155.97	B	2.42	B
T9	172.97	A	209.93	A	3.43	A
T10	118.93	B	156.03	B	2.45	B

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

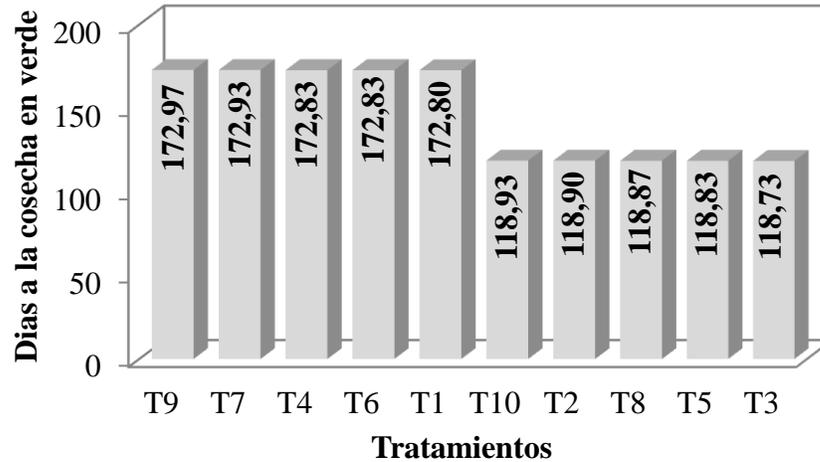


GRÁFICO 4. Días a la cosecha en verde en dos variedades del cultivo de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.

En la interacción formulación - variedad para días a la cosecha en seco indica que los tratamientos T6, T7, T1, T9 y T4 obtuvieron los valores más altos. Mientras que los tratamientos T2, T3, T5, T10 y T8 lograron valores bajos en días para la cosecha en seco (Gráfico 5).

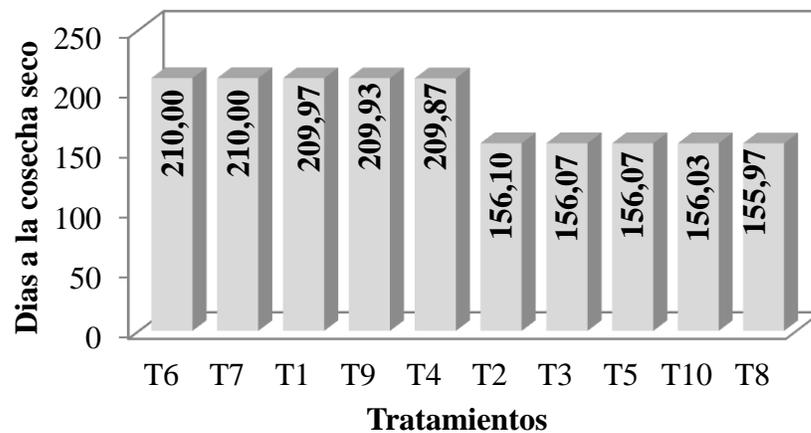


GRÁFICO 5. Días a la cosecha en seco de dos variedades del cultivo de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.

En la interacción formulación - variedad para altura de la planta a la madurez fisiológica (Gráfico 6), indica que los tratamientos T6, T1, T4, T9 y T7 obtuvieron los valores más altos. Mientras que los tratamientos T2, T10, T3, T5 y T8 lograron valores bajos para la altura de la planta a la madurez fisiológica. En la presente investigación las alturas promedio varían entre 2,42 y 3,57 metros las cuales se encuentran dentro del rango establecido por el autor EDMOND (1995), quien dice que la morfología del tallo de los fréjoles tiene la capacidad de seguir desarrollándose después de la floración, debido a esta circunstancia, la altura de sus tallos puede variar desde 50 cm hasta más de 3 m.

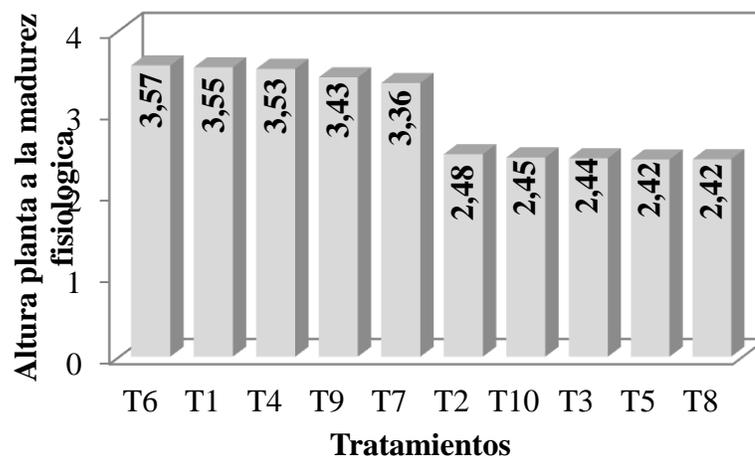


GRÁFICO 6. Altura de la planta a la madurez fisiológica en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.

D. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

El análisis de varianza para número de vainas por planta de dos variedades de fréjol en cinco formulaciones de fertilización (Cuadro 14), presentó diferencias estadísticas no significativas para cada uno de los factores.

El promedio de números de vainas por planta fue 28,81 y el coeficiente de variación de 13,46%.

CUADRO 14. Análisis de varianza para número de vainas por planta en dos variedades de fréjol con diferentes formulaciones de fertilización.

F. Var	gl	C. Medio	
Total	29		
Bloques	2	3,35	ns
Formulaciones	4	6,11	ns
Variedades	1	1,87	ns
Interacción AB	4	25,40	ns
Error	18	15,04	
CV %		13,46	
Media		28,81	

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ns: no significativo

E. NÚMERO DE GRANOS POR VAINAS, PESO DEL GRANO Y PORCENTAJE DE GRANO EN TIERNO

El análisis de varianza para el número de granos por vaina el factor variedades (B) y la interacción formulación variedad (AB) (Cuadro 15), presentan diferencias altamente significativas.

El promedio de número de granos por vaina fue 5,96 y el coeficiente de varianza 5,97 %.

El análisis de varianza para el peso del grano en verde en dos variedades de fréjol y cinco formulaciones (Cuadro 15), no presentó diferencias significativas para ninguno de los factores.

El promedio del peso del grano en tierno fue 5,68 y el coeficiente de varianza 30,27 %.

El análisis de varianza para el porcentaje de grano tierno de dos variedades de fréjol y cinco formulaciones (Cuadro 15), no presentó diferencias significativas para ninguno de los factores.

El promedio del porcentaje de grano tierno fue 65,10 y el coeficiente de varianza 30,98 %.

CUADRO 15. Análisis de varianza para número de granos por vaina, peso del grano en verde y porcentaje de grano en verde en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones.

F. Var	gl	Cuadrados medios para el Rendimiento de Fréjol en Verde					
		Número de granos por vaina		Peso del grano en verde (gr)		Porcentaje de grano en verde (%)	
Total	29						
Bloques	2	0.20	ns	2.37	ns	1027.64	ns
Formulaciones	4	0.12	ns	1.67	ns	416.91	ns
Variedades	1	1.14	**	3.58	ns	1481.35	ns
Interacción AB	4	3.05	**	4.90	ns	309.44	ns
Error	18	0.13		2.95		406.59	
CV %		5.97		30.27		30.98	
Media		5.96		5.68		65.10	

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

** : altamente significativo

ns: no significativo

La prueba de Tukey al 5% para número de granos por vaina, presenta que la interacción formulación - variedad (Cuadro 16), la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad canario (T10) se ubica en el rango "A" y que comparte con los tratamientos T2, T3 y T8 con un valor de 6,47 a 6,98 granos por vaina. Mientras que los demás tratamientos se encuentran en rangos intermedios que van desde 5,13 a 6,35 granos por vaina.

CUADRO 16. Prueba de Tukey al 5 % para el número de grano por vaina en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Tratamiento	Cuadrado medio para el Rendimiento en Verde	
	Número de granos por vaina	
T10	6.98	A
T2	6.73	A
T3	6.53	A
T8	6.47	A
T5	6.35	AB
T4	5.45	BC
T7	5.35	C
T1	5.37	C
T9	5.22	C
T6	5.13	C

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

En la interacción formulación – variedad para número de granos por vaina indica que para la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad canario (T10) alcanzó el mayor número de grano por vaina con 6,98 y el de menor número de grano por vaina presentó la aplicación del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad canario (T6) con 5,13. Como indica MURILLO (2009), las dos variedades de fréjol presentan granos entre 6 y 7 granos por vaina. En esta investigación los tratamientos T4, T1, T7, T9, T6 no se encuentran en los rangos establecidos por el autor, debido a que en el desarrollo de vainas existiendo la incidencia de fuertes vientos la cual no permitió que se desarrolle normal los granos, pudiéndose manifestar un aborto de granos (Gráfico 7).

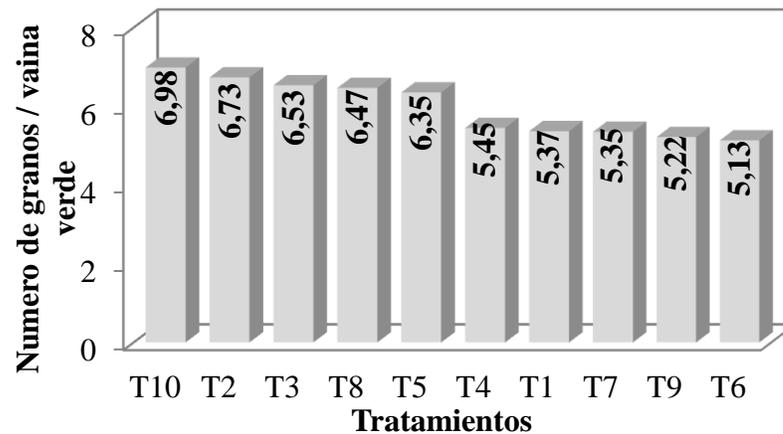


GRÁFICO 7. Número de granos por vaina en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.

F. PESO DEL GRANO Y PORCENTAJE DE GRANO EN SECO.

El análisis de varianza para el peso del grano en seco la interacción formulación variedad (AB) (Cuadro 17), presentó diferencias altamente significativas.

El promedio del peso del grano en seco fue 4,74 y el coeficiente de varianza 10,15 %.

El análisis de varianza para el porcentaje de grano seco en la interacción de formulación variedad (AB) (Cuadro 17), presentó diferencias significativas.

El promedio del porcentaje de grano seco fue 92,29 y el coeficiente de varianza 3,23 %.

CUADRO 17. Análisis de varianza para el peso y el porcentaje de grano en seco en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

F. Var	gl	Cuadrados medios para el Rendimiento en Seco			
		Peso del grano de fréjol		Porcentaje de grano seco	
Total	29				
Bloques	2	0.44	ns	13.19	ns
Formulaciones	4	0.39	ns	6.93	ns
Variedades	1	0.11	ns	20.22	ns
Interacción AB	4	1.67	**	26.37	*
Error	18	0.23		8.89	
CV %		10.15		3.23	
Media		4.74		92.29	

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013 *: significativa ns: no significativa

** : altamente significativa

La prueba de Tukey al 5% para el peso del granos en seco, presenta la interacción formulación - variedad (Cuadro 18), la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T9) ubicándose en el rango “A” y que comparte con los tratamientos T1, T3, T6 Y T7 con valor de 5,64 a 5,01 gramos. Mientras que en el rango “B” se encuentran los tratamientos T3, T5 y T10 con un valor de 4,06 a 4,07 gramos. Los demás tratamientos se encuentran en rangos intermedios que van desde 4,55 a 4,88 gramos en seco.

La prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de granos seco, presenta la interacción formulación - variedad (Cuadro 18), la mezcla del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T1) se ubica en el rango “A” y que comparte con la mezcla del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T5) con valor de 95,89 y 95,31% respectivamente. Mientras que la mezcla del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad canario (T2) en el rango “B” con un valor de 87,76%. Los demás tratamientos se encuentran en rangos intermedios que van desde 89,74 a 93,03%.

CUADRO 18. Prueba de Tukey al 5% del peso y porcentaje de grano seco en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones.

Tratamiento	Cuadrados medios para el Rendimiento en Seco			
	Peso del grano de fréjol (gr)		Porcentaje de grano seco (%)	
T1	5.23	A	95.89	A
T2	4.88	AB	87.76	B
T3	4.06	B	89.74	AB
T4	4.69	AB	91.91	AB
T5	4.06	B	95.31	A
T6	5.21	A	91.90	AB
T7	5.01	A	93.03	AB
T8	4.55	AB	93.00	AB
T9	5.64	A	91.57	AB
T10	4.07	B	92.76	AB

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

En la interacción formulación - variedad el de mayor peso de grano seco presentó la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T9) con 5,64 gr mientras que el de menor peso de grano seco fue la aplicación del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T5) con 4,06 gr, como se puede observar la diferencia en peso del grano se debe a que los tratamiento poseen diferentes formulaciones de fertilización, considerando que la aplicación del 50% de fertilizante químico y orgánico (T5) ya que la planta para obtener los nutrientes del fertilizante orgánico debe pasar por un proceso de mineralización (Gráfico 8).

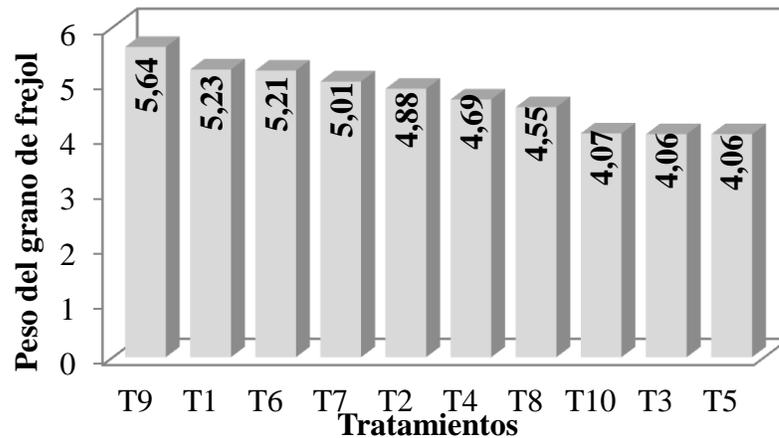


GRÁFICO 8. Peso del grano seco en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.

En la interacción formulación - variedad el de mayor porcentaje de grano seco fue la mezcla del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T1) con un valor de 95,89% mientras que la mezcla del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad canario (T2) presentó el menor porcentaje de grano seco con un valor de 87,76%. Hay que tomar en cuenta que la variedad sangre de toro (B1) tiene mayor peso en verde, como tal presenta mayor peso en seco, a diferencia de la variedad Canario (B2) (Gráfico 9).

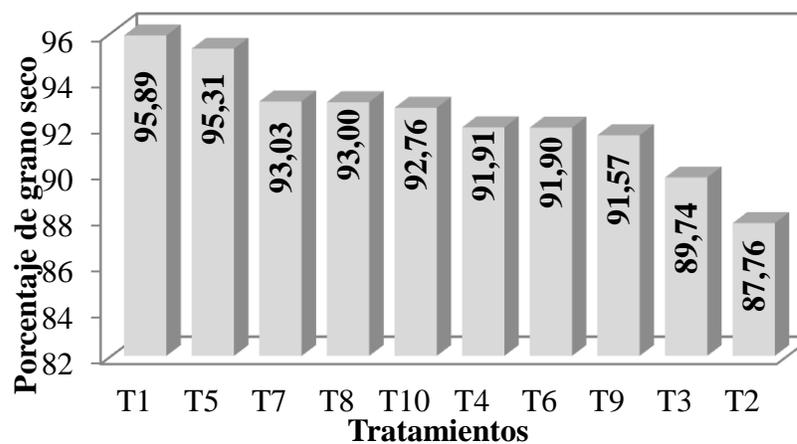


GRÁFICO 9. Porcentaje de grano seco en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.

G. PRODUCCIÓN GRAMOS POR PLANTA

En el análisis de varianza para la producción gramos por planta de dos variedades de fréjol en cinco formulaciones de fertilización (Cuadro19), la interacción formulación variedad presentó diferencias estadísticas altamente significativas.

El promedio de producción por planta fue 136,13 gramos y el coeficiente de variación 12,13%.

CUADRO 19. Análisis de varianza para la producción de gramos por planta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

F. Var	gl	C. Medio	
Total	29		
Bloques	2	496,48	ns
Formulaciones	4	593,73	ns
Variedades	1	45,07	ns
Interacción AB	4	2091,44	**
Error	18	272,83	
CV %		12,13	
Media		136,13	

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ns: no significativa

** : altamente significativa

En la prueba de Tukey al 5% para la producción por planta en gramos, la aplicación del 0% fertilizante químico-100% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T9) (Cuadro 20), presenta un valor mayor de 169,76 gr ubicándose en el rango “A”. La aplicación del 75% fertilizante químico + 25% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T3) presenta un valor de 108,50 gr encontrándose en el rango “C” y que comparte con la aplicación del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T5). Mientras

que los demás tratamientos se encuentran en rangos intermedios que van de 122,34 a 165,34 gramos.

CUADRO 20. Prueba de Tukey al 5% para la producción en gramos por planta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Tratamiento	Media (gr)	Rango
T9	169,76	A
T1	165,34	AB
T6	148,10	ABC
T4	139,82	ABC
T8	136,20	ABC
T2	128,06	ABC
T7	124,07	BC
T10	122,34	BC
T5	119,10	C
T3	108,50	C

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

En la interacción formulación - variedad el de mayor producción de gramos por planta presento la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T9) con un valor de 169,76 gr y la aplicación del 75% fertilizante químico + 25% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T3) presentó menor producción por planta con un valor de 108,50 gr (Gráfico 10).

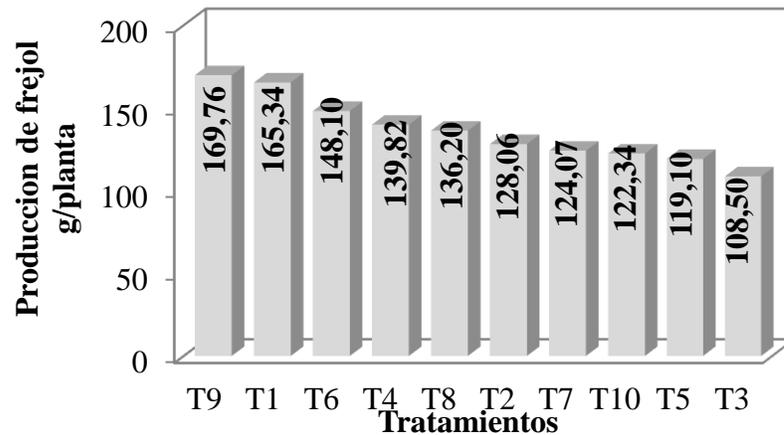


GRÁFICO 10. Producción en gramos por planta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

H. RENDIMIENTO Kg POR PARCELA NETA, RENDIMIENTO EN Kg/Ha EN TIERNO.

Según el análisis de varianza para el rendimiento en verde por parcela neta de cinco formulaciones de fertilización y dos variedades de fréjol (Cuadro 21), no presentó diferencias estadísticas significativas para los Factores en estudio.

El promedio del rendimiento en verde por parcela neta fue de 12,06 Kg y el coeficiente de variación fue 28,30%.

Según el análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha en verde de cinco formulaciones de fertilización y dos variedades de fréjol (Cuadro 21), no presenta diferencias significativas para cada factor en estudio.

El promedio del rendimiento en kg/ha fue de 10054,01 y el coeficiente de variación fue 28,30%.

CUADRO 21. Análisis de varianza para el rendimiento (Kg/parcela neta) y rendimiento (Kg/Ha) en verde de dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

F. Var	gl	Cuadrados medios para el Rendimiento en verde					
		Rendimiento kg/PN		Rendimiento kg/ha		Rendimiento Tn/ha	
Total	29						
Bloques	2	16.29	ns	11315127.78	ns	11.32	ns
Formulaciones	4	7.09	ns	4920787.10	ns	4.92	ns
Variedades	1	1.81	ns	1257919.69	ns	1.26	ns
Interacción AB	4	21.24	ns	14752311.77	ns	14.75	ns
Error	18	11.66		8094879.76		8.09	
CV %		28.30		28.30		28.30	
Media		12.06		10054.01		10.05	

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ns: no significativo

CUADRO 22. Rendimiento en verde (kg/ha) en dos variedades de fréjol.

FORMULACIONES	PROMEDIO (kg/ha)
A1	10910,69
A2	12364,49
A3	12904,21
A4	10948,96
A5	10948,44

La formulación que comprende en aplicar el 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico (A3) presentó el mayor rendimiento en verde de 12904,21 kg/ha, mientras que la formulación que comprende en aplicar el 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico (A1) presentó el menor rendimiento con 10910,69 kg/ha. Encontrándose la investigación en

los rangos indicados por dicho autor en cuanto es al rendimiento del cultivo de fréjol, también a que los diferentes formulaciones de fertilización si influyeron en el rendimiento del cultivo de fréjol en los distintos tratamientos. Esto concuerda con INIAP (2004) quien manifiesta que para el cultivo de fréjol tiene un rendimiento en vaina verde desde 10000 a 12000kg/ha, en la presente investigación alcanzó un rendimiento mayor de 12904,21 kg/ha lo cual se encuentra dentro del rango establecido por el autor antes mencionado. También concuerda con INFOAGRO (2012) que manifiesta que los fertilizantes químicos se caracterizan porque se disuelve con facilidad en el suelo y por lo tanto, las plantas disponen de esos nutrientes pocos días después de incorporarlos al mismo. Lo contrario ocurre con los abonos orgánicos, como lo manifiesta DOMINGUEZ (1989), que manifiesta que la liberación de los elementos nutricionales a la solución del suelo y a su incorporación a los procesos físicos-químicos del sistema suelo-planta, no es inmediata ya que existe la previa mineralización de la materia orgánica.

I. RENDIMIENTO EN SECO (Kg/PARCELA NETA) Y RENDIMIENTO EN SECO (Kg/Ha).

En el análisis de varianza para el rendimiento en seco por parcela neta de cinco formulaciones de fertilización y dos variedades de fréjol (Cuadro 23), se observa diferencias estadísticas significativas para el factor variedad (B) y la interacción formulación variedad (AB).

El promedio del rendimiento en seco por parcela neta fue de 29,24 Kg y el coeficiente de variación 17,96% para cada factor.

En el análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha en seco de cinco formulaciones de fertilización y dos variedades de fréjol (Cuadro 23), se encontró diferencias estadísticas no significativas para cada factor en estudio.

El promedio del rendimiento en kg/ha fue de 754050,79 y el coeficiente de variación 28,30%.

CUADRO 23. Análisis de varianza para el rendimiento en seco (Kg/parcela neta) y Kg/Ha en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

F. Var	gl	Cuadrados medios para el Rendimiento en seco					
		Rendimiento kg/PN		Rendimiento kg/ha		Rendimiento Tn/ha	
Total	29						
Bloques	2	79,61	ns	63647593756	ns	6,36	ns
Formulaciones	4	17,18	ns	27679427445	ns	2,77	ns
Variedades	1	146,09	*	7075798270	ns	0,71	ns
Interacción AB	4	88,32	*	82981753718	ns	8,30	ns
Error	18	27,58		45533698650		4,55	
CV %		17,96		28,30		28,30	
Media		29,24		754050,79		7,54	

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013 ns: no significativo *: significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en (kg/parcela neta) en seco (Cuadro24), aplicación del 25% fertilizante químico + 75% fertilizante orgánico en la variedad canario (T8) presentó un valor de 35,36 Kg ubicándose en el rango “A”, el menor rendimiento presentó la aplicación del 25% fertilizante químico + 75% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T7) con un valor de 22,44 Kg/parcela neta. Mientras que los demás tratamientos se encuentran con valores intermedios que varían entre 23,23 a 34,33 Kg/parcela neta.

CUADRO 24. Prueba de Tukey al 5% del rendimiento en seco (Kg/parcela neta) y Kg/ha en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Tratamiento	Cuadrados medios para el Rendimiento en seco	
	Rendimiento kg/PN	
T8	35,36	A
T2	34,33	AB
T10	34,22	AB
T5	30,79	AB
T9	30,17	AB
T3	28,52	AB
T4	27,57	AB
T6	25,74	AB
T1	23,23	AB
T7	22,44	B

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

En la interacción formulación - variedad la aplicación del 25% fertilizante químico + 75% fertilizante orgánico en la variedad canario (T8) logró el mayor rendimiento en Kg/parcela neta, y la aplicación del 25% fertilizante químico + 75% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T7) alcanzó el menor rendimiento. Mientras que los demás Tratamientos se encuentran en rangos intermedios (Gráfico 11).

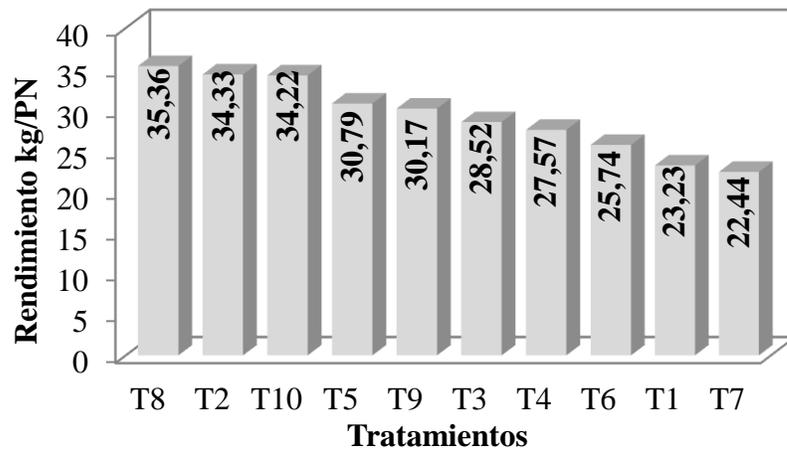


GRÁFICO 11. Rendimiento en seco kg/parcela neta en dos variedades de fréjol bajo la influencia de diferentes formulaciones de fertilización.

J. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico en verde se lo realizó mediante el método de presupuesto parcial de Perrin et (Cuadro 25), para lo cual se tomó en consideración los costos que varían, de esta manera se determinó que la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T9) presentó el menor costo correspondiente a 1025,50 dólares/Ha, mientras que la aplicación del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad canario (T2) presentó un mayor costo con 3867,29 dólares/Ha.

CUADRO 25. Costos que varían en las interacciones formulación Vs variedades de fréjol en verde.

Tratamiento	C. Total (USD/Parcela Neta)	C. Var (USD/Ha)	Producción (Tn/Ha)	Producción Aj (Tn/Ha)	Ingreso Ajustado (USD/Ha)	Beneficio neto (USD/Ha)
T1	12,82	3867,16	11,14	10,02	19,41	3847,76
T2	12,94	3867,29	10,66	9,59	18,57	3848,72
T3	11,96	3156,75	10,79	9,71	18,80	3137,95
T4	12,09	3156,87	13,93	12,54	24,27	3132,60
T5	11,11	2446,33	15,49	13,94	26,98	2419,35
T6	11,24	2446,45	10,50	9,45	18,29	2428,16
T7	10,26	1735,91	9,28	8,35	16,17	1719,74
T8	10,38	1736,04	12,60	11,34	21,95	1714,08
T9	9,41	1025,50	14,86	13,38	25,90	999,60
T10	9,53	1025,62	11,41	10,27	19,89	1005,73

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

De acuerdo al beneficio neto de las diferentes interacciones (Cuadro 26), se determinó que la aplicación del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad canario (T2) y la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T10) muestra un menor beneficio neto con 999,60 dólares/Ha, de acuerdo al análisis de dominancia (Cuadro 26) los Tratamiento no dominados (ND) fueron T2, T1, T3, T6, T5, T7, T9 y T10, mientras que los tratamientos dominados (D) fueron T4 y T8.

CUDRO 26. Análisis de dominancia de las interacciones formulación Vs variedades de fréjol en verde.

Tratamiento	C. Var (USD/Ha)	Beneficio neto (USD/Ha)	Análisis de Dominancia
T2	3867,29	3848,72	ND
T1	3867,16	3847,76	ND
T3	3156,75	3137,95	ND
T4	3156,87	3132,60	D
T6	2446,45	2428,16	ND
T5	2446,33	2419,35	ND
T7	1735,91	1719,74	ND
T8	1736,04	1714,08	D
T10	1025,62	1005,73	ND
T9	1025,50	999,60	ND

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

La mayor tasa de retorno marginal se obtiene cuando en lugar de sembrar con la aplicación (Cuadro 27), 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T5), se siembra con la aplicación 25% fertilizante químico + 75% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T7), es decir que para obtener una mayor tasa de retorno marginal no necesariamente se debe cambiar de variedad sino que tan solo se debe cambiar de formulación.

La siembra con la aplicación 25% fertilizante químico + 75% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T7) obtuvo la mayor tasa de retorno marginal con 100,17.

CUADRO 27. Tasa de retorno marginal de las interacciones no dominadas de dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Tratamiento	C. Var (USD/Ha)	M CV (USD)	Beneficio neto (USD/Ha)	M Beneficios (USD)	TRM (%)
T2	3867,29		3848,72		
T1	3867,16	1,00	3847,76	1,00	99,98
T3	3156,75	0,82	3137,95	0,82	99,91
T6	2446,45	0,77	2428,16	0,77	99,85
T5	2446,33	1,00	2419,35	1,00	99,64
T7	1735,91	0,71	1719,74	0,71	<u>100,17</u>
T10	1025,62	0,59	1005,73	0,58	98,98
T9	1025,50	1,00	999,60	0,99	99,40

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

El análisis económico en seco se lo realizó mediante el método de presupuesto parcial de Perrin et (Cuadro 28), para lo cual se tomó en consideración los costos que varían, de esta manera se determinó que la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T9) presentó el menor costo correspondiente a 1025,50 dólares/ha, mientras que la aplicación del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad canario (T2) presentó un mayor costo con 3867,29 dólares/ha

CUADRO 28. Costos que varían en las interacciones formulación Vs variedades de fréjol en seco.

Tratamiento	C. Total (USD/Parcela Neta)	C. Var (USD/Ha)	Producción (Tn/Ha)	Producción Aj (Tn/Ha)	Ingreso Ajustado (USD/Ha)	Beneficio neto (USD/Ha)
T1	12,82	3867,16	4,84	4,36	8,43	3858,73
T2	12,95	3867,29	7,15	6,44	12,46	3854,83
T3	11,97	3156,75	5,94	5,35	10,35	3146,40
T4	12,09	3156,87	5,74	5,17	10,00	3146,87
T5	11,11	2446,33	6,41	5,77	11,17	2435,16
T6	11,24	2446,45	5,36	4,82	9,34	2437,11
T7	10,26	1735,91	4,67	4,20	8,14	1727,77
T8	10,39	1736,04	7,37	6,63	12,84	1723,20
T9	9,41	1025,50	6,29	5,66	10,96	1014,54
T10	9,54	1025,62	7,13	6,42	12,42	1013,20

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

De acuerdo al beneficio neto de los tratamientos (Cuadro 28), se determinó que la aplicación del 100% fertilizante químico + 0% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T1) presentó el mayor beneficio neto con 3858,73 dólares/Ha, mientras que la aplicación del 0% fertilizante químico + 100% fertilizante orgánico en la variedad canario (T10) muestra un menor beneficio neto con 1013,20 dólares /ha. De acuerdo al análisis de dominancia (Cuadro 29) de los tratamientos no dominados (ND) fueron: T1, T4, T3, T5, T6, y T9, mientras que los tratamientos dominados (D) fueron: T2, T8 y T10.

CUADRO 29. Análisis de dominancia de las interacciones formulación Vs variedades de fréjol en seco.

Tratamiento	C. Var (USD/Ha)	Beneficio neto (USD/Ha)	Análisis de Dominancia
T1	3867,16	3858,73	ND
T2	3867,29	3854,83	D
T4	3156,87	3146,87	ND
T3	3156,75	3146,40	ND
T6	2446,45	2437,11	ND
T5	2446,33	2435,16	ND
T7	1735,91	1727,77	ND
T8	1736,04	1723,20	D
T9	1025,50	1014,54	ND
T10	1025,62	1013,20	D

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

La mayor tasa de retorno marginal se obtiene cuando en lugar de sembrar con la aplicación (Cuadro 29), 75% fertilizante químico + 25% fertilizante orgánico en la variedad canario (T4), se siembra con las aplicaciones del 75% fertilizante químico + 25% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T3) y 25% fertilizante químico + 75% fertilizante orgánico + variedad sangre de toro (T7), es decir que para obtener una mayor tasa de retorno marginal no necesariamente se debe cambiar de variedad sino que tan solo se debe cambiar de formulación.

La siembra con los Tratamientos T3 y T8 obtuvo la mayor tasa de retorno marginal con 99,90%.

CUADRO 30. Tasa de retorno marginal de las interacciones no dominadas de dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Tratamiento	C. Var (USD/Ha)	M CV(USD)	Beneficio neto (USD/Ha)	M Beneficios (USD)	TRM (%)
T1	3867,16		3858,73		
T4	3156,87	0,82	3146,87	0,82	99,90
T3	3156,75	1,00	3146,40	1,00	<u>99,99</u>
T6	2446,45	0,77	2437,11	0,77	99,95
T5	2446,33	1,00	2435,16	1,00	99,92
T7	1735,91	0,71	1727,77	0,71	<u>99,99</u>
T9	1025,50	0,59	1014,54	0,59	99,40

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

El precio comercial del cultivo de fréjol en verde en el mercado Mayorista de Riobamba, para el año 2013 fue el saco a 15 dólares, mientras que el saco de fréjol en seco fue de 80 dólares.

VI. CONCLUSIONES

- A.** La formulación que comprende aplicar el 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en las dos variedades de fréjol alcanzó el mejor rendimiento agronómico en Kg/Ha; esto debido a que se aplicó de 83,53 Kg de nitrógeno, 61,09 Kg de fósforo y 40,14 Kg de potasio/Ha; lo que supera el requerimiento nutrimental del cultivo de fréjol, que consiste en 75 Kg N, 60 Kg de P y 30 Kg de K/Ha respectivamente.

La aplicación del 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro (T5) alcanzó el mayor rendimiento en verde con el 66.8 %; mientras que la aplicación del 25% fertilizante químico-75% fertilizante orgánico en la variedad canario (T8) alcanzó su mayor rendimiento en seco con el 40,21 %.

Las variables como: días a la floración, días a la madurez fisiológica, días a la cosecha, altura de la planta a la madurez fisiológica, número de grano por vaina tuvieron incidencia con las otras formulaciones.

- B.** En lo económico, la mayor tasa de retorno marginal lo obtuvo la aplicación 25% fertilizante químico + 75% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro

VII. RECOMENDACIONES

- A.** Sembrar el cultivo de fréjol variedad canario mediante la utilización del 25% fertilizante químico-75% fertilizante orgánico (T8) ya que alcanzó un alto rendimiento económico.

- B.** Realizar nuevos ensayos de investigación en la misma zona y en el mismo sitio para comprobar el grado de mineralización del fertilizante orgánico y sus incidencias en rendimiento.

- C.** Evaluar el comportamiento y rendimiento de las dos variedades a altitudes y zonas ecológicas distintas.

- D.** Se recomienda realizar investigaciones para controlar el ataque de enfermedades en la variedad Sangre de Toro, ya que ésta fue afectada.

VIII. RESUMEN

Esta investigación propone: Evaluar la eficacia de cinco formulaciones de fertilización en el rendimiento de dos variedades de fréjol (*Phaseolun vulgaris* var. Sangre de Toro y Canario) en la Parroquia Juan de Velasco, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo; para determinar la eficacia de las formulaciones en función del rendimiento del cultivo de fréjol; el diseño empleado fue el de bloques completos al azar en arreglo bifactorial combinatorio con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Se evaluó parámetros como: porcentaje de emergencia, días a la floración, días a la maduración fisiológica, días a la cosecha en verde y en seco, número de vainas por planta, número de grano por vaina, altura de la planta a la madurez fisiológica, peso del grano en tierno y seco, producción en gramos por planta, porcentaje de grano en tierno y seco, rendimiento/parcela y rendimiento en Kg/ha en tierno y seco. En la evaluación de campo se determinó que la formulación que comprende aplicar el 50% fertilizante químico + 50% fertilizante orgánico en las dos variedades obtuvo el mayor rendimiento promedio con 12,09 tn/ha en tierno, mientras que en seco la formulación que comprende aplicar el 25% fertilizante químico + 75% fertilizante orgánico en la variedad sangre de toro obtuvo el mayor rendimiento promedio con 7,37 tn/ha. Siendo estas las formulaciones que constituyen la evaluación de la eficacia para la producción del cultivo de fréjol.



IX. SUMMARY

ABSTRACT

The purpose of the following research is to evaluate the efficiency of 5 fertilizer formulas in the production capacity of two types of bean (*Phaseolus Vulgaris* var) Sangre de Toro and Canario) at Juan de Velasco parish located in Colta Town, Chimborazo Province. To determine the effectiveness of the formula according to bean capacity production, the randomized completely blocks in a bifactorial combination through ten treatments with three replications. Some parameters such as: emergency percentage, days for blooming, days for physiological growing, days for the harvest, number of sheaths per plant, number of grain per plant, plant-ripe height, green and dry grain weight, gr. Production per plant, green and dry grain percentage, production per land and production per Kg/ha (green and dry). In field trips it was determined that the formula which applied a 50% of chemical fertilizer + 50% of organic fertilizer in the two types of bean, showed the highest average production, with 12.09% th/ha in green, while in dry the formula with a 25% of chemical fertilizer + 75% of organic fertilizer in sangre de toro type showed the highest average production, with 7.37% tn/ha. These formulas are part of the evaluation for the bean crop production efficiency.



X. BILBIOGRAFIA

1. ALVAREZ, E. 2007. Fertilizantes orgánicos foliares. 2^{da} Edición. Machala-Ecuador.
2. BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA. 2000. Técnicas agrícolas en los cultivos Extensivos. Editorial IDEA BOOK. Barcelona – España
3. BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS EN LA PRODUCCION DE FREJOL VOLU-LE, 2007. Gobernación de Antioquia, MANA CORPOICA, Centro de Investigación “La Selva” (<http://www.fao.org.com/manualfrejolpdf>).
4. BRAVO, J. 2009. Guía técnica del cultivo de frejol. Editorial ASOPROL. 21-22pp.
5. CAICEDO, L. 2004. Cursos de Horticultura. 3ra. Edición. Palmira- Colombia 24-35pp.
6. CASSERES, E. 2000. Producción de Hortalizas. Editorial S.A. Lima -Perú. 8-10pp.
7. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL CIAT, 1984. Morfología de la planta de fréjol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Guía de estudio, CIAT. Cali- COLOMBIA, 49p.
8. DOMINGUEZ, A. 1989. Tratado de fertilización. Madrid-España. Segunda Edición. 42-47, 132-155,186pp.
9. ENCARTA, 2009. Biblioteca de Consulta Microsoft®. Microsoft 1993-2002.
10. ESOTO, N. 2011.El cultivo de frejol. Segunda Edición. Editorial MDC.5- 8pp.

11. FONT-QUER, P. 2002. Diccionario de Botánica. Barcelona Labor. Barcelona – España. 345pp
12. GONZALEZ, E. 2000. Conceptos de Formulación. (www.ideascompilativas.com)
13. HERNANDEZ, J. 2009. Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de fréjol. 23p.
14. INIAP, 2004. Producción de semilla de Fréjol Voluble o Trepador. Editorial Publicación miscelánea. Quito-Ecuador. 32- 63pp.
15. INIAP 2008 Guía Técnica de Cultivos. Manual N° 73. Quito-Ecuador.
16. INFOAGRO, 2008. Cultivo de Fréjol. Consultado en (<http://www.infojardin.com/hortalizas/judia.2htm>).
17. INFOAGRO, 2012. Fertilizantes químicos. (http://articulos.infojardin.com/articulos/tipos_de_abonos_2htm)
18. INFOJARDIN, 2012. Carencia de nutrientes-minerales. (http://articulos.infojardin.com/articulos/crencias_nutrientes-minerales.htm).
19. JIMÉNEZ, R. 2006. “El cultivo de fréjol” INIAP. Quito- Ecuador. 24 p.
20. MINCHALA, L. 2003. “Canario Nueva variedad”. Azogues- Ecuador.216p
21. MOLINERA GORBEA, 2012. Nitrógeno. (<http://www.molinogorbea.cl/fertilizacion/Fosforopdf>)

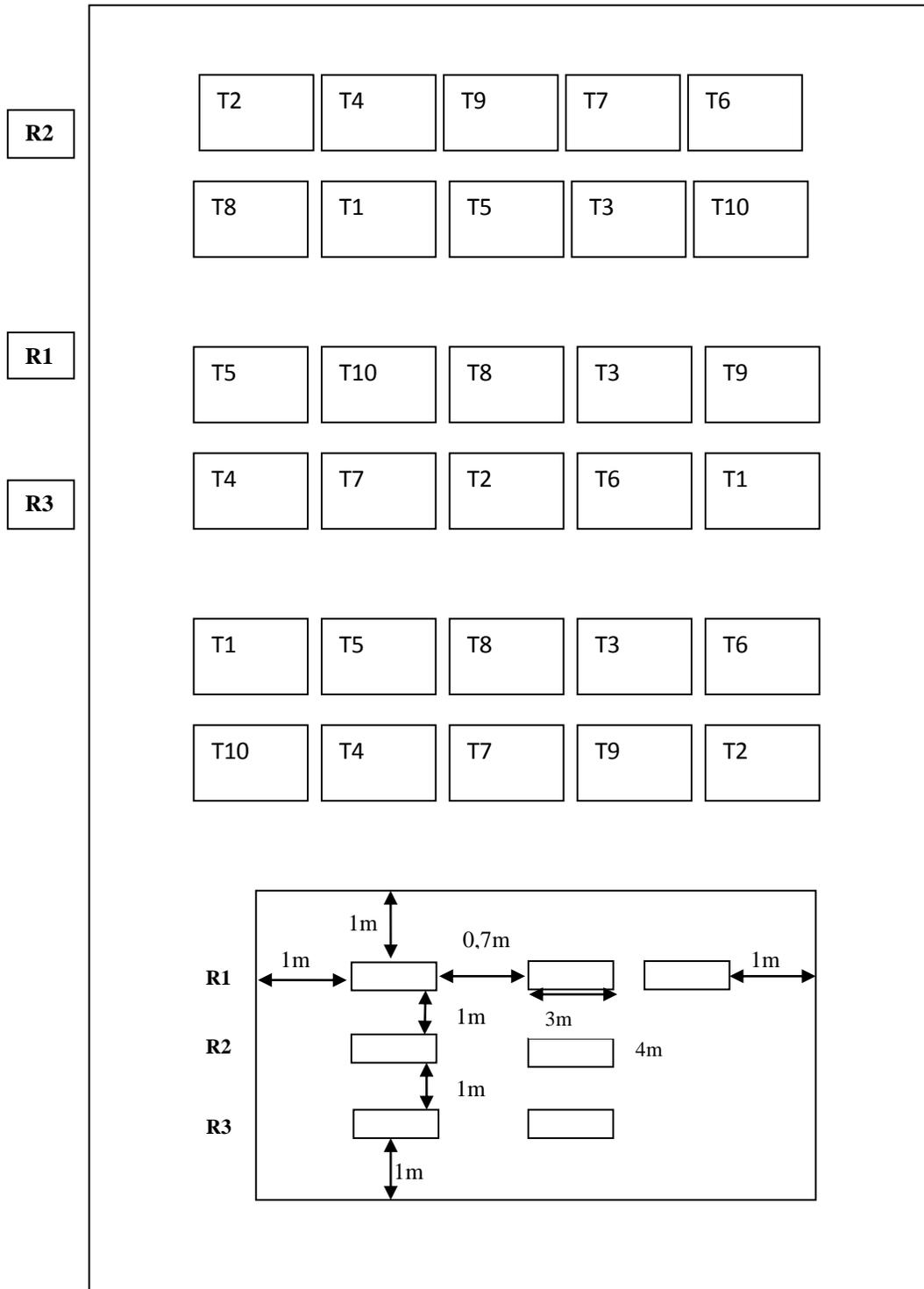
22. MONTILLA, F. 2006. Los ácidos húmicos fúlvicos en el suelo. EDITORIAL Sociedad Argentina de Horticultura. Buenos Aires- Argentina.
23. MURILLO, N. 2009. “Producción y distribución de semilla de buena Calidad de fréjol” INIAP Quito-Ecuador. 56p.
24. PERALTA, E. 2010 Manual agrícola de frejol y otras leguminosas. Segunda Edición. Editorial S.A. INIAP. Quito - Ecuador. 6p
25. PEREZ, M. 2012. Fertilización Orgánica. (<http://www.mcch.com.ec/descargas/fertilizacionmcch.pdf>)
26. PRONACA 2000. “Abonos orgánicos”. Editorial departamento de capacitación. Documento N° 1.
27. RAMÍREZ, F. 2000. Fertilidad de Suelo y Nutrición de Plantas. Corporación Misti S.A. www.agrobanco.com.pe/
28. RODRÍGUEZ, J. 2000. La fertilización de los cultivos: un método racional. 2^{da} Edición. Salamanca-España. 291p.
29. ROGER C. 2002. El Suelo Vivo “Manual Práctico de Agricultura Natural”. Tocane-Francia.
30. SANCHEZ, J. 2007. Fertilidad del suelo y nutrición mineral de las plantas. Edición Fertitec. 3^{ra} Edición. Milán- Italia. 634p.
31. SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura Orgánica. Quito-Ecuador. 153,154, 160, 163-

167, 453-476pp.

32. SUQUILANDA, M. 2006. Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. Ediciones UPS. FUNDAGRO. Quito, Ecuador.
33. TERRANOVA. E, 1995. Enciclopedia Agropecuaria. Tomo II. Bogotá-Colombia. 130- 133pp.
34. URBANO Y MORO, 1992. La Fertilización Orgánica en Cultivo Ecológico de Espárrago. (<http://oe.confolio.org/scam/29/resource/80>).
35. VOYSEST, O. 2000. Mejoramiento genético del fréjol. Editorial PROFRIZA–CIAT, Cali- Colombia. 23 - 26 -31 p.
36. Vademécum Agrícola. 2000. Sexta Edición. Ecuador.
37. <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH0170/653161f9.dir/doc.pdf>

XI. ANEXOS

ANEXO 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO



ANEXO 2. Días de emergencia en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	68,00	71,00	57,67	65,56
A1	B2	68,33	70,00	58,00	65,44
A2	B1	74,00	77,00	72,00	74,33
A2	B2	60,67	75,33	57,67	64,56
A3	B1	77,00	71,33	69,67	72,67
A3	B2	69,00	73,00	78,33	73,44
A4	B1	66,00	73,33	64,67	68,00
A4	B2	68,33	67,00	67,33	67,56
A5	B1	53,67	62,33	56,33	57,44
A5	B2	65,33	63,00	69,33	65,89

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 3. Porcentaje de emergencia en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	47,38	49,13	40,45	45,65
A1	B2	47,17	48,31	40,40	45,29
A2	B1	50,87	53,44	49,69	51,33
A2	B2	43,07	51,77	40,29	45,04
A3	B1	52,62	49,02	48,30	49,98
A3	B2	48,10	50,05	53,44	50,53
A4	B1	45,95	50,16	45,13	47,08
A4	B2	47,49	46,03	46,53	46,69
A5	B1	38,94	43,20	40,11	40,75
A5	B2	47,54	44,66	48,12	46,77

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 4. Días a la floración en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	96,90	96,90	97,20	97,00
A1	B2	92,60	92,30	92,60	92,50
A2	B1	92,60	92,50	92,70	92,60
A2	B2	96,90	97,10	97,00	97,00
A3	B1	92,60	92,70	92,60	92,63
A3	B2	92,80	92,60	92,60	92,67
A4	B1	97,00	96,80	97,00	96,93
A4	B2	92,50	92,80	92,60	92,63
A5	B1	92,60	92,40	92,60	92,53
A5	B2	92,50	92,50	92,60	92,53

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 5. Días a la madures fisiológica en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	167,70	168,10	167,80	167,87
A1	B2	113,70	114,10	113,90	113,90
A2	B1	113,90	113,70	113,60	113,73
A2	B2	167,80	168,00	167,70	167,83
A3	B1	113,80	114,00	113,70	113,83
A3	B2	167,80	168,00	167,70	167,83
A4	B1	168,00	167,80	167,80	167,87
A4	B2	114,00	113,80	113,80	113,87
A5	B1	168,10	167,80	168,00	167,97
A5	B2	114,10	113,80	114,00	113,97

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 6. Número de grano por vaina en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	5,30	5,45	5,35	5,37
A1	B2	6,20	6,80	7,20	6,73
A2	B1	6,85	6,00	6,75	6,53
A2	B2	5,20	5,60	5,55	5,45
A3	B1	5,65	6,55	6,85	6,35
A3	B2	5,20	5,05	5,15	5,13
A4	B1	5,60	5,35	5,10	5,35
A4	B2	6,30	6,35	6,75	6,47
A5	B1	5,10	5,10	5,45	5,22
A5	B2	6,80	7,25	6,90	6,98

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 7. Peso del grano en tierno en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	1078,00	1100,00	1005,00	1061,00
A1	B2	1100,00	1320,00	1320,00	1246,67
A2	B1	1100,00	1100,00	1650,00	1283,33
A2	B2	1122,00	1320,00	2024,00	1488,67
A3	B1	2540,00	1100,00	1430,00	1690,00
A3	B2	1078,00	1125,00	1320,00	1174,33
A4	B1	1100,00	1320,00	1200,00	1206,67
A4	B2	1320,00	1320,00	1320,00	1320,00
A5	B1	1100,00	1430,00	2200,00	1576,67
A5	B2	1210,00	1100,00	1320,00	1210,00

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 8. Peso del grano en seco en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	5,23	5,29	5,03	5,18
A1	B2	4,66	4,85	4,58	4,70
A2	B1	4,01	4,58	6,11	4,90
A2	B2	5,39	5,89	9,12	6,80
A3	B1	11,24	4,20	5,22	6,89
A3	B2	5,18	5,57	6,41	5,72
A4	B1	4,91	6,17	5,88	5,65
A4	B2	5,24	5,20	4,89	5,11
A5	B1	5,39	7,01	10,09	7,50
A5	B2	4,45	3,79	4,78	4,34

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 9. Porcentaje del grano tierno en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	96,08	96,15	91,36	94,53
A1	B2	50,00	60,00	60,00	56,67
A2	B1	45,45	50,00	75,00	56,82
A2	B2	85,00	60,00	21,90	55,63
A3	B1	76,97	50,00	54,17	60,38
A3	B2	96,08	42,61	28,57	55,75
A4	B1	94,34	60,00	77,92	77,42
A4	B2	85,71	60,00	50,00	65,24
A5	B1	83,33	54,17	76,92	71,47
A5	B2	55,00	56,18	60,00	57,06

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 10. Porcentaje del grano seco en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	98,00	98,00	91,67	95,89
A1	B2	91,43	88,52	83,33	87,76
A2	B1	93,88	92,00	83,33	89,74
A2	B2	93,88	90,20	91,67	91,91
A3	B1	95,92	92,00	98,00	95,31
A3	B2	92,00	91,89	91,80	91,90
A4	B1	93,88	92,00	93,22	93,03
A4	B2	93,44	93,88	91,67	93,00
A5	B1	90,20	91,67	92,86	91,57
A5	B2	92,00	92,16	94,12	92,76

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 11. Días a la cosecha en verde en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	172,70	172,90	172,80	172,80
A1	B2	118,70	119,10	118,90	118,90
A2	B1	118,90	118,70	118,60	118,73
A2	B2	172,80	173,00	172,70	172,83
A3	B1	118,80	119,00	118,70	118,83
A3	B2	172,80	173,00	172,70	172,83
A4	B1	173,00	173,00	172,80	172,93
A4	B2	119,00	118,80	118,80	118,87
A5	B1	173,10	172,80	173,00	172,97
A5	B2	119,00	118,80	119,00	118,93

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 12. Días a la cosecha en seco en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	209,80	210,00	210,10	209,97
A1	B2	156,00	156,20	156,10	156,10
A2	B1	156,00	156,10	156,10	156,07
A2	B2	209,90	210,20	209,50	209,87
A3	B1	156,00	156,00	156,20	156,07
A3	B2	210,00	210,10	209,90	210,00
A4	B1	209,90	209,90	210,20	210,00
A4	B2	155,90	156,00	156,00	155,97
A5	B1	210,00	209,80	210,00	209,93
A5	B2	156,20	156,00	155,90	156,03

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 13. Atura de la planta a la madurez fisiológica en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	3,64	3,52	3,49	3,55
A1	B2	2,38	2,56	2,51	2,48
A2	B1	2,36	2,42	2,52	2,44
A2	B2	3,50	3,56	3,53	3,53
A3	B1	2,40	2,47	2,40	2,42
A3	B2	3,36	3,63	3,73	3,57
A4	B1	3,08	3,51	3,48	3,36
A4	B2	2,38	2,37	2,53	2,42
A5	B1	3,34	3,48	3,46	3,43
A5	B2	2,40	2,42	2,51	2,45

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 14. Número de vainas por planta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	36,20	30,30	28,80	31,77
A1	B2	22,60	27,50	29,60	26,57
A2	B1	23,20	31,20	26,00	26,80
A2	B2	34,10	25,20	30,20	29,83
A3	B1	27,50	26,50	33,90	29,30
A3	B2	31,50	27,70	26,40	28,53
A4	B1	26,80	20,00	27,10	24,63
A4	B2	29,20	35,10	26,60	30,30
A5	B1	33,60	27,90	29,40	30,30
A5	B2	29,90	32,10	28,20	30,07

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 15. Producción en gramos por planta en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	179,01	152,56	164,45	165,34
A1	B2	126,22	131,73	126,24	128,06
A2	B1	92,45	121,37	111,67	108,50
A2	B2	159,76	118,06	141,64	139,82
A3	B1	113,71	103,09	140,52	119,10
A3	B2	154,82	137,53	151,93	148,10
A4	B1	130,38	95,50	146,34	124,07
A4	B2	145,27	135,66	127,68	136,20
A5	B1	161,95	156,24	191,10	169,76
A5	B2	120,05	130,65	116,33	122,34

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 16. Rendimiento por parcela neta en tierno en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	12,65	11,00	9,76	11,14
A1	B2	8,23	11,43	12,31	10,66
A2	B1	8,04	10,81	13,51	10,79
A2	B2	12,05	10,48	19,25	13,93
A3	B1	22,00	9,18	15,27	15,49
A3	B2	10,70	9,82	10,98	10,50
A4	B1	9,29	8,32	10,24	9,28
A4	B2	12,14	14,59	11,06	12,60
A5	B1	11,64	12,57	20,37	14,86
A5	B2	11,40	11,12	11,73	11,41

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 17. Rendimiento por parcela neta en seco en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	12,29	28,02	29,38	23,23
A1	B2	31,06	34,99	36,94	34,33
A2	B1	25,34	29,82	30,39	28,52
A2	B2	28,26	22,49	31,94	27,57
A3	B1	25,30	27,65	39,42	30,79
A3	B2	26,12	24,72	26,37	25,74
A4	B1	23,92	17,06	26,33	22,44
A4	B2	36,32	35,55	34,21	35,36
A5	B1	27,32	27,11	36,09	30,17
A5	B2	32,40	37,89	32,36	34,22

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 18. Rendimiento (kg/ha) en dos variedades de fréjol en tierno en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	10542,04	9169,74	8129,65	9280,47
A1	B2	6857,54	9528,77	10256,44	8880,92
A2	B1	6699,00	9009,03	11261,23	8989,75
A2	B2	10043,34	8731,79	16045,23	11606,79
A3	B1	18335,64	7651,83	12725,14	12904,21
A3	B2	8913,73	8180,15	9147,58	8747,15
A4	B1	7738,48	6929,97	8536,50	7734,98
A4	B2	10117,81	12162,15	9216,92	10498,96
A5	B1	9701,99	10472,96	16978,51	12384,49
A5	B2	9497,03	9268,87	9771,28	9512,39

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 19. Rendimiento (kg/ha) en seco en dos variedades de fréjol en diferentes formulaciones de fertilización.

Formulaciones	Variedades	Bloques			Media
		I	II	III	
A1	B1	2560,95	5838,37	6120,09	4839,80
A1	B2	6470,88	7289,00	7694,89	7151,59
A2	B1	5278,13	6212,52	6331,69	5940,78
A2	B2	5887,90	4685,88	6654,75	5742,84
A3	B1	5270,31	5760,36	8211,59	6414,09
A3	B2	5441,82	5150,37	5494,26	5362,15
A4	B1	4983,20	3554,12	5485,55	4674,29
A4	B2	7567,57	7405,78	7126,34	7366,56
A5	B1	5691,35	5647,49	7518,29	6285,71
A5	B2	6750,03	7894,24	6742,20	7128,82

Elaboración: YUQUILEMA, G. 2013

ANEXO 20. Datos climáticos de la zona.

Meses	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
FEBRERO	83	422	21,9	4,6
MARZO	92	430,7	22,45	7,55
ABRIL	96	252,8	22,75	7,95
MAYO	91	159,6	22,15	9,2
JUNIO	87	109,7	22	7,9
JULIO	61	93,5	20,9	7,55
AGOSTO	67	71,9	21,6	7,1

ANEXO 21. Ciclo del cultivo de fréjol.**Foto 1. Var. Canario.****Foto 2. Var. Sangre de toro.**

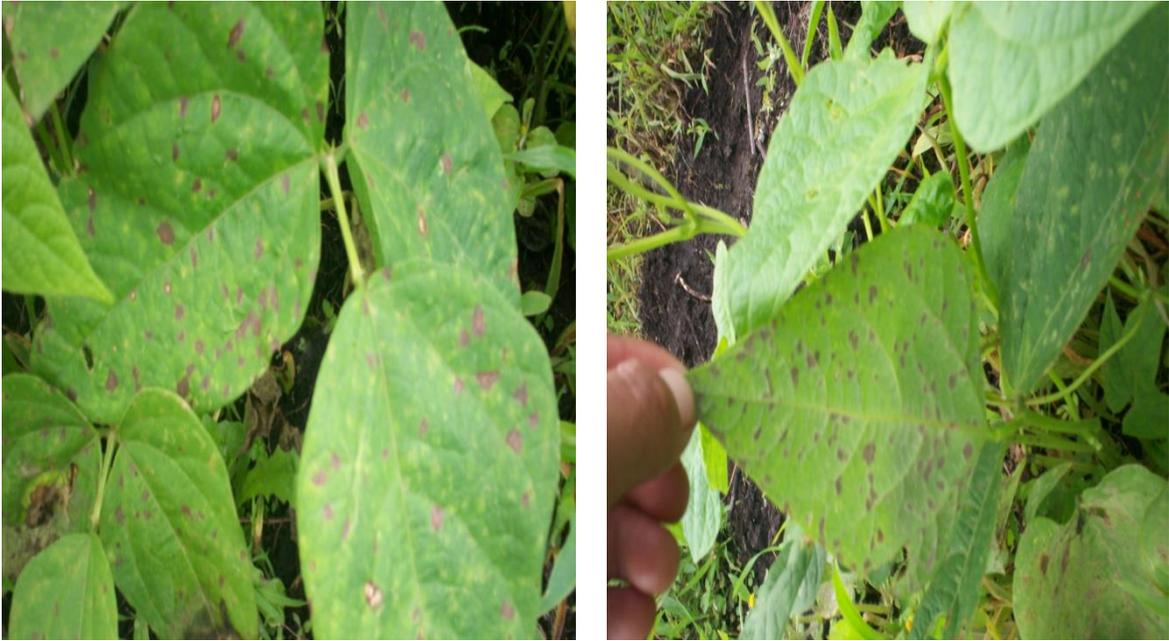


Foto 3. Enfermedades del cultivo de fréjol (Antracnosis)



Foto 4. Desarrollo del cultivo de fréjol



Foto 5. Productos utilizados



Foto 6. Aplicación de productos para desarrollo y control de enfermedades en el cultivo de fréjol



Foto 7. Floración del cultivo de fréjol.



Foto 8. Desarrollo de vainas de la var. Sangre de toro.



Foto 9. Desarrollo de vainas de la var. Canario.



Foto 10. Labor cultural Levantamiento del cultivo de fréjol en tierno después de un fuerte viento.



Foto 11. Levantamiento del cultivo de fréjol en seco.



Foto 12. Cosecha en verde de la var. Sangre de toro



Foto 13. Toma de datos de la var. sangre de toro.



Foto 14. Grano tierno de fréjol de la var. Sangre de toro.



Foto 15. Toma de datos de la var. Canario.



Foto 16. Cosecha en seco de la var. Sangre de toro



Foto 17. Cosecha en seco var. Canario.



Foto 18. Trilla del cultivo de fréjol.



Foto 19. Aventada del fréjol.



Foto 20. Clasificación del fréjol