

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS
EL PRADO**

**TEMA
“EFECTO DE LA APLICACIÓN CONJUNTA DEL
BIOESTIMULANTE “ALGA GA-14” Y EL SILICIO
FOLIAR EN EL CULTIVO DE FREJOL VARIEDAD
CARGABELLO.”**

**AUTOR
Christian Alejandro Betancourt Carvajal**

**INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**

2011

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS
EL PRADO**

**TEMA
“EFECTO DE LA APLICACIÓN CONJUNTA DEL
BIOESTIMULANTE “ALGA GA-14” Y EL SILICIO
FOLIAR EN EL CULTIVO DE FREJOL VARIEDAD
CARGABELLO.”**

**AUTOR
Christian Alejandro Betancourt Carvajal**

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**QUITO - ECUADOR
2011**

EXTRACTO – RESUMEN

Con el fin de Promover la seguridad alimentaria y económica del campesinado; así como también promocionar al frejol como la fuente de proteína y energía en la dieta tradicional de todos los sectores sociales del Ecuador y sobre todo bajar el uso de agroquímicos. Se procedió a realizar el estudio con aplicaciones de tres bioestimulantes en diferentes etapas fenológicas del cultivo de Frejol Var. Cargabello; siendo estas: Enraizamiento, Desarrollo y Floración, conjuntamente con el Silicio - Si, que es un elemento de importancia en el desarrollo vegetativo ya que mejora la resistencia a plagas y enfermedades cuando lo incluimos en el manejo orgánico; a esto se suma dos formulaciones de fertilización, factores que se combinaron para ser usados en un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial $2 \times 3 + 2$ distribuidos en tres repeticiones en el área de el Quinche.

Los resultados obtenidos en esta investigación determino la importancia ecológica con la utilización de los bioestimulantes y el Si, en que el cultivo pueda cumplir todas sus etapas fenológicas, pese a condiciones climáticas adversas en las que se desarrolle; también permitió determinar que la aplicación conjunta formulaciones de fertilización al 100% y al 75% de la recomendación para el cultivo del frejol, se expreso en márgenes de ganancia de peso por vaina, disminución de costos de producción en un 25% el nivel de la fertilización y mejora en la cantidad de grano por hectárea.

Aplicaciones del 100% y del 75% de la fertilización para el cultivo del frejol, complementado con el enraizador a la emergencia GOTEO y aspersiones al follaje antes de la floración para desarrollo MZ, más dos aplicaciones de silicio, se constituyeron técnica y económicamente. Como las mejores alternativas para lograr un desarrollo agronómico y productivo de gran interés para las zonas frejoleras del país, especialmente con el cultivar CARGABELLO.

SUMARY

With the purpose of Promoting the alimentary and economic security of the peasant; as well as to promote to the beans like the protein source and energy in the traditional diet of all the social sectors of the Ecuador and mainly to lower the agrochemical use. You proceeded to carry out the study with applications of three biostimulant in different stages fenológicos of the cultivation of Beans Var. Cargabello; being these: Enroot, Development and Floration, jointly with the Silicon – Si, that it is since an element of importance in the vegetative development improvement the resistance to plagues and illnesses when we include it in the organic handling; to this he/she sinks two fertilization formulations, factors that combined to be used at random in a design of complete blocks in factorial arrangement $2 \times 3 + 2$ distributed in three repetitions in the area of the Quinche.

The results obtained in this investigation determine the ecological importance with the use of the biostimulant and the Si in that the cultivation can complete all their stages fenológicos, in spite of adverse climatic conditions in those that it is developed; it also allowed to determine that the application combined fertilization formulations to 100% and 75% of the recommendation for the cultivation of the beans, you expressed in margins of gain of weight for sheath, decrease of production costs in 25% the level of the fertilization and improvement in the quantity of grain for hectare.

Applications of 100% and of 75% of the fertilization for the cultivation of the beans, supplemented with the Enroot to the emergency leak and spreading to the foliage before the floration for development MZ, but two silicon applications, were constituted technical and economically. As the best alternatives to achieve an agronomic and productive development of great interest for the areas bean producers of the country, especially with cultivating CARGABELLO.

HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS

ELABORADO POR

Christian Alejandro Betancourt Carvajal

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Ing. Eduardo Urrutia

DELEGADO UNIDAD DE ADMISION Y REGISTRO

Abg. Carlos Orozco Bravo, MSc

Lugar y fecha: Sangolquí, 28 de Junio del 2011

CERTIFICACION

Ing. MSc. Marco Barahona

Ing. MSc. Emilio Basantes

Certifican:

Que el trabajo titulado **“EFECTO DE LA APLICACIÓN CONJUNTA DEL BIOESTIMULANTE “ALGA GA-14” Y EL SILICIO FOLIAR EN EL CULTIVO DE FREJOL VARIEDAD CARGABELLO”**, realizado por Christian Alejandro Betancourt Carvajal, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a los resultados obtenidos en la presente investigación; siendo de un valioso y muy enriquecedor aporte a la promoción del frejol variedad cargabello, así como disminuyendo el uso de agroquímicos y obteniendo una rentabilidad considerable por decremento de los costos de fertilización con el uso de bioestimulantes y silicio, se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de dos documentos empastados y cinco discos compactos los cuales contienen los archivos en formato portátil de Acrobat(pdf). Autorizan a Christian Alejandro Betancourt Carvajal que lo entregue al Sr. Ing. Eduardo Urrutia, en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Sangolquí, 28 de Junio del 2011

Ing. MSc. Marco Barahona
DIRECTOR

Ing. MSc. Emilio Basantes
CODIRECTOR

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

Christian Alejandro Betancourt Carvajal

Declaro que:

El proyecto de grado denominado **“EFECTO DE LA APLICACIÓN CONJUNTA DEL BIOESTIMULANTE “ALGA GA-14” Y EL SILICIO FOLIAR EN EL CULTIVO DE FREJOL VARIEDAD CARGABELLO”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mí autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 28 de Junio del 2011

Christian Alejandro Betancourt Carvajal

AUTORIZACIÓN

Yo, Christian Alejandro Betancourt Carvajal

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“EFECTO DE LA APLICACIÓN CONJUNTA DEL BIOESTIMULANTE “ALGA GA-14” Y EL SILICIO FOLIAR EN EL CULTIVO DE FREJOL VARIEDAD CARGABELLO”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 28 de Junio del 2011

Christian Alejandro Betancourt Carvajal

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo primeramente a Dios que me ha dado la fuerza y decisión para terminar este proyecto de investigación.

A mi madre, que con su amor, sabiduría y paciencia ha sabido guiarme en el día a día, así como inculcar en mí, valores y principios para que sea una mejor persona. También debo citar el recuerdo y amor que guardo por mi abuelita que ya no está entre nosotros ya que ella con su fe y confianza en mi ha sido un pilar fundamental conjuntamente con mi madre, ellas son las mujeres más importantes de mi vida y por quien he llegado a esta etapa de mi vida.

A mis amigos, quienes han compartido conmigo esta etapa de formación y nuevas experiencias en mi vida.

A mis familiares, por el cariño e interés que siempre me han demostrado.

A mis maestros que han compartido sus conocimientos y sabiduría durante estos años de mi formación profesional.

Christian “El Lobo” Betancourt C.

AGRADECIMIENTO

A mi Madre María Martha Carvajal y mi Abuelita María Imelda Arguello alma bendita, ya que por ellas soy lo que soy en el día de hoy.

A mi tío, el Reverendo Padre José Ignacio Carvajal por ser más que un padre, ser un gran apoyo en todo instante de mi vida.

A mis tíos Gabriel Chiriboga y Teresa Carvajal por todo el aliento y confianza brindada en estos momentos que termino mi carrera, a toda la familia, por ser mi soporte y darme fuerzas en los momentos difíciles.

A mis amigos, Verónica Chamorro, David “el Negro” Álvarez, José “el Enano” Armas, Luis “el Mono” Duran, Víctor “Vicky” Burneo, Pablo “el Perrito” Vargas, Paulina Chacón, Andrea “Flacuras” Jara, Diego “el Gordi” Alban, David “la Vecina” Freire, Javier “Chamito” Morales, Max Velásquez, Eliana “la Negra” López y muchos más por darme una mano siempre que la necesité mientras cursábamos la carrera universitaria, así como a mis amigos en la escuela de la vida Nacho “el Bigote” Cruz, Lynda Narváez, Geovanni Moreno, gracias.

Al Ing. Marco Barahona y al Ing. Emilio Basantes, por las enseñanzas y conocimientos impartidos para el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Gabriel Suarez por haberme ayudado en este proyecto y ser más que un docente un amigo.

A todos aquellos que de alguna u otra forma participaron en mi formación Profesional.

Christian “El Lobo” Betancourt C.

AUTORÍA

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

ÍNDICE

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN	- 17 -
1.1. Objetivo General	- 19 -
1.2. Objetivos Específicos	- 20 -

CAPITULO II

II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	- 21 -
2.1. Generalidades Del Cultivo	- 21 -
2.1.1. Tipo de Crecimiento.....	- 21 -
2.1.2. Origen y Características Nutricionales.....	- 21 -
2.2. Clasificación Taxonómica	- 23 -
2.3. Características Agronómicas	- 24 -
2.3.1. Germinación	- 24 -
2.3.2. Tallo Principal.....	- 27 -
2.3.3. Ramas	- 29 -
2.3.4. Triadas.....	- 30 -
2.4. Hábitos De Crecimiento	- 32 -
2.4.1. Hojas.....	- 36 -
2.4.2. Floración.....	- 37 -
2.4.3. Tipo de Flor.....	- 38 -
2.4.4. Inflorescencias.....	- 40 -
2.4.5. Vainas.....	- 41 -
2.4.6. Llenado De Grano.....	- 42 -
2.4.7. Semillas	- 44 -
2.4.8. Usos.....	- 45 -
2.4.9. Contenido Proteínico.....	- 46 -
2.5. Requerimientos agroclimáticos	- 46 -
2.5.1. Ciclo Del Cultivo:	- 47 -
2.5.2. Preparación Del Terreno:	- 47 -
2.5.3. Siembra.....	- 47 -
2.5.4. Fertilización:.....	- 48 -
2.5.5. Labores Fitosanitarias:	- 49 -

2.5.6.	Riego	- 50 -
2.5.7.	Cosecha	- 50 -
2.5.8.	Almacenamiento.....	- 50 -
2.6.	Bioestimulantes	- 51 -
2.6.1.	Las Poliaminas	- 52 -
2.6.2.	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Menéndez, 2005)	- 55 -
2.6.3.	Características de los Bioestimulantes en evaluación.....	- 56 -
2.7.	El Silicio.....	- 62 -
2.7.1.	Importancia.....	- 62 -
2.7.2.	El sílice en las plantas	- 63 -
2.7.3.	Relación del fósforo con el silicio	- 64 -

CAPITULO III

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	- 66 -
3.1.	Ubicación.....	- 66 -
3.1.1.	Política.....	- 66 -
3.1.2.	Geográfica.....	- 66 -
3.1.3.	Ecológica.....	- 66 -
3.2.	Materiales	- 67 -
3.2.1.	Campo	- 67 -
3.2.2.	Oficina.....	- 69 -
3.3.	Métodos.....	- 69 -
3.3.1.	Bioestimulantes en el Cultivo de Fréjol	- 69 -
3.4.	Diseño Experimental	- 72 -
3.4.1.	Factores en Estudio	- 72 -
3.4.2.	Tratamientos a Comparar	- 73 -
3.4.3.	Tipo de Diseño	- 74 -
3.5.	Análisis Estadístico	- 75 -
3.5.1.	Esquema del análisis de varianza.....	- 75 -
3.5.2.	Análisis Funcional.....	- 75 -
3.5.3.	Análisis Económico.....	- 75 -
3.5.4.	Variable a medir.....	- 76 -

CAPITULO IV	
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	- 78 -
4.1. Altura de Planta.....	- 78 -
4.2. Vainas/Planta.....	- 81 -
4.3. Vainas/Parcela	- 86 -
4.4. Granos/Vaina.....	- 90 -
4.5. Granos/Planta	- 92 -
4.6. Peso de Grano/Vaina.....	- 94 -
4.7. Peso de Grano/Planta	- 95 -
4.8. Rendimiento por Parcela	- 100 -
4.9. Rendimiento Por Hectárea	- 104 -
4. 10. Análisis Económico.....	- 108 -
CAPITULO V	
V. CONCLUSIONES.....	- 110 -
CAPITULO VI	
VI. RECOMENDACIONES.....	- 112 -
CAPITULO VII	
VII. ANEXOS.....	- 113 -
CAPITULO VIII	
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	-128 -

INDICE CUADROS

CUADRO 4.1.	Análisis de variancia para altura de planta de frejol cultivar cargabello observado cada 20 días. El Quinche, Quito, Pichincha 2011.	78
CUADRO 4.2.	Efecto de la fertilización en la altura de planta de frejol variedad cargabello en seis observaciones.	79
CUADRO 4.3.	Efecto de los bioestimulantes en la altura de planta de frejol variedad cargabello, en seis observaciones.	80
CUADRO 4.4.	Efecto de los tratamientos en la altura de planta de frejol variedad cargabello, en seis observaciones.	80
CUADRO 4.5.	Análisis de variancia para vainas/planta de frejol variedad cargabello, El Quinche, Quito, Pichincha 2011.	82
CUADRO 4.6.	Efecto de la fertilización sobre el número de vainas por planta de frejol variedad cargabello	82
CUADRO 4.7.	Efecto de los bioestimulantes sobre vainas por planta de frejol variedad cargabello.	84
CUADRO 4.8.	Efecto de los tratamientos sobre vainas por planta de frejol variedad cargabello.	85
CUADRO 4.9.	Análisis de variancia para vainas/parcela en el cultivo de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011.	86
CUADRO 4.10.	Efecto de la fertilización en el número de vainas por parcela de frejol variedad cargabello, según la prueba de DMS al 5%.	87
CUADRO 4.11.	Efecto de los bioestimulantes en vainas por parcela de frejol	88

variedad cargabello.

- CUADRO 4.12.** Efecto de las formulaciones de la fertilización y bioestimulantes en el número de vainas por parcela de frejol variedad cargabello. 89
- CUADRO 4.13.** Análisis de variancia para granos/vaina de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011. 91
- CUADRO 4.14.** Efecto de la fertilización en el número de granos/vaina de frejol variedad cargabello. 91
- CUADRO 4.15.** Acción de los bioestimulantes en el número de granos/vaina de frejol variedad cargabello. 91
- CUADRO 4.16.** Comportamiento de los tratamientos en el número de granos/vaina de frejol variedad cargabello. 92
- CUADRO 4.17.** Análisis de variancia para número de granos/planta de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011. 92
- CUADRO 4.18.** Efecto de la fertilización sobre el número de granos/planta de variedad cargabello. 93
- CUADRO 4.19.** Efecto de los bioestimulantes sobre el numero de granos/ planta de frejol variedad cargabello. 93
- CUADRO 4.20.** Efecto de los tratamientos en base de la fertilización y bioestimulantes sobre el numero de granos/ planta de frejol variedad cargabello. 93
- CUADRO 4.21.** Análisis de variancia para peso de grano/vaina de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011. 94
- CUADRO 4.22.** Efecto de la fertilización para peso de grano/ vaina de frejol variedad cargabello. 95
- CUADRO 4.23.** Acción de los bioestimulantes en el peso de grano/vaina de frejol 95

variedad cargabello.

- CUADRO 4.24.** Efecto de los tratamientos en base de la fertilización y bioestimulantes sobre el peso de grano/vaina de frejol variedad cargabello. 95
- CUADRO 4.25.** Análisis de variancia para peso de grano/planta de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011 96
- CUADRO 4.26.** Efecto de la fertilización en el peso de grano/planta de frejol variedad cargabello. 96
- CUADRO 4.27.** Acción de los bioestimulantes en el peso de grano/planta de frejol variedad cargabello. 98
- CUADRO 4.28.** Comportamiento de los tratamientos en base de la formulación de la fertilización y bioestimulantes en el peso de grano/ planta de frejol variedad cargabello. 99
- CUADRO 4.29.** Análisis de variancia para rendimiento por parcela de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011. 100
- CUADRO 4.30.** Efecto de la fertilización en el rendimiento por parcela de frejol variedad cargabello. 101
- CUADRO 4.31.** Acción de los bioestimulantes en el rendimiento por parcela de frejol variedad cargabello. 102
- CUADRO 4.32.** Efecto de los tratamientos en base de la fertilización y bioestimulantes sobre el peso de grano/parcela de frejol variedad cargabello. 103
- CUADRO 4.33.** Análisis de variancia para rendimiento por ha de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011. 104
- CUADRO 4.34.** Efecto de la fertilización en el rendimiento por ha de frejol 105

variedad Cargabello.

I. INTRODUCCIÓN

Según el III Censo Agropecuario (2002), Ecuador cosecha 89.789 hectáreas de las 105.127 sembradas de esta leguminosa en grano seco y 15.241 hectáreas en tierno de las 16.464 cultivadas, las que proporcionan 18050 toneladas de grano seco y 8.448 de tierno respectivamente; el consumo es tanto en seco como en fresco; así como también, una parte va para la industria conservera. El cultivo de fréjol, ocupa el 0,84% del total de la superficie arable del Ecuador, con rendimientos promedios de 0,20 t/ha en grano seco y 0,62 t/ha en tierno. Las principales provincia, valles y áreas dedicadas a esta especie se localizan en la Tabla 1.1.

Dentro de la geografía del fréjol el carácter arbustivo predomina en toda la sierra baja (1500 – 2400 msnm); encontrándose que, en la parte norte se siembran los fréjoles de color rojo moteado, que en su mayoría son cosechados en seco y comercializados en Colombia; mientras que, en el sur predominan las variedades de color claro, como: canario, bayo, blancos, bola 60 y posiblemente algunos panamitos, introducidos del Perú. En este contexto, los valles bajos y secos del Carchi e Imbabura cultivan la variedad Cargabello, que presenta un grano tipo calima, que resulta de la cruce de tipos determinados e indeterminados, como lo establecen algunos agricultores de Pimampiro, al afirmar que la cruce varietal Algarrobo y Nima fue identificada por un agricultor de Imbabura como Cargabello y desde ahí se o conoce y se comercializa con este ese nombre. (CIAT, Brady. 1992).

Tabla 1.1. Principales provincias, valles y estribaciones de las cordilleras donde se cultiva el fríjol.

PROVINCIA	NOMBRE DE LOS VALLES	ESTRIBACIONES DE CORDILLERA
CARCHI	CHOTA	
IMBABURA	CHOTA	INTAG
PICHINCHA	GUALLABAMBA Y TUMBACO	NOROCCIDENTE DE PICHINCHA
TUNGURAHUA	PATATE	
CHIMBORAZO		PALLATANGA
BOLIVAR		CHILLANES
AZUAY	GUALACEO Y YUNGUILLA	
LOJA	VILCABAMBA, CATAMAYO, MALACATOS Y LOJA	

Fuente: (VOYSEST O, 2000).

Dado la importancia de esta leguminosa para Ecuador, desde el punto de vista del consumo interno y de exportación al mercado colombiano, el INIAP en 1984, seleccionó genotipos tipo I, denominada Cargabello y en 1987, la libero como de INIAP – 404; posteriormente, se pusieron a disposición de los fríjoleros, el genotipo Cargabello tipo II, con el nombre de INIAP - 404 - II y finalmente INIAP – Imbabello. Por la adaptabilidad del fréjol a todo tipo de suelo, se a extendido el cultivo en todos los países; tanto así que según la FAO, lo ubica en el octavo lugar entre las leguminosas sembradas en el Planeta, y por ende es una de las más consumidas por su delicioso sabor y adaptabilidad a cualquier dieta alimenticia; también es importante, por su riqueza proteica y calórica, que por su bajo costo comparados con fuentes de origen animal, interviene en forma importante en el consumo humana (VOYSEST O, 2000)

Por otro lado, la práctica de la agricultura ecológica es cada vez una necesidad imperiosa, con el fin de reducir el impacto en por lo menos en una docena de consideraciones sociales, y dentro de estas las más importantes son: salud en base de alimentos sanos, eliminación de la contaminación ambiental, seguridad para el productor, elaboración en finca de una gran parte de los insumos agrícolas, garantía del trabajo, soberanía alimentaria, conservación y desarrollo de los recursos naturales, formación de una red solidaria productor consumidor, aportes del sector civil de una investigación responsable y práctica de la sostenibilidad agropecuaria (INIAP, 2009).

Estas características, determinan la necesidad de establecer una nueva ruta de investigación que conjugue la importancia del cultivo y el desarrollo de tecnologías orgánicas, con el propósito de proteger al productor y consumidor; así como también mejorar y mantener los ecosistemas, para garantizar la producción y la práctica de la agricultura sustentable, para lo cual se implementaron los siguientes objetivos: (BARAHONA, M. 2006).

1.1.Objetivo General

Determinar el efecto de la aplicación conjunta de bioestimulantes naturales (Goteo, BM-86 y MZ-E) con silicio, bajo dos niveles de fertilización en tres fases fenológicas de fréjol var. Cargabello, y su influencia en la calidad y productividad del cultivo.

1.2. Objetivos Específicos

- 1) Evaluación del efecto conjunto del bioestimulante a base del alga GA14 y el Sílice, en el enraizamiento, desarrollo y floración del cultivo del fréjol, y su influencia en las características agronómicas.

- 2) Establecer la relación entre el efecto de la aplicación del bioestimulante y el sílice con los dos niveles de fertilización recomendados.

- 3) Identificar cuál de los tratamientos aplicados es el más económico y rentable para el productor de frijol.

- 4) Difundir los resultados y la metodología de esta investigación, entre los cultivadores de fréjol Var. Cargabello, en las provincias del norte para su conocimiento y aplicación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades Del Cultivo

2.1.1. Tipo de Crecimiento

El fríjol, se caracteriza generalmente por su tipo; el arbustivo es de crecimiento bajo y el trepador de crecimiento indeterminado. También se clasifican según su hábito en: erecto, semirrecto y rastrero.








2.1.2. Origen y Características Nutricionales

América del sur, es el principal centro de origen del fríjol, *Phaseolus vulgaris* L. es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las Fabáceae, antiguamente conocida como familia Leguminosae. Es una especie con una amplia variabilidad genética; existen miles de variedades y cultivares que producen semillas de los más diversos colores, formas y tamaños. México, como parte de Mesoamérica es considerado como un segundo centro de origen importante de varios tipos de fríjoles del género *Phaseolus*, entre ellos el que más destaca por su valor comercial es el *Phaseolus vulgaris*. (REYES E, *et al*, 2008).

Existen antecedentes de que esta planta se cultiva desde hace aproximadamente 8 mil años. La gran diversidad de climas y nichos ecológicos, así como culturales de nuestro país llevó durante este gran período de la historia a que se desarrollaran una diversidad de tipos o calidades de fríjoles: negros, azufrados, flores, bayos, pintos, ayocotes, espolón,

combas, entre otros, lo cual constituye una oferta muy variada para el mercado y responde a diferentes preferencias y precios. En México existen cerca de 70 variedades de Frijol distribuidos en 7 grupos: (REYES E, *et al*, 2008)

Tabla 2.1. Principales variedades de Frijol

	Negros
	Amarillos
	Blancos
	Morados
	Bayos
	Pintos
	Moteados

Fuente: (REYES E, *et a*, 2008)

Esta leguminosa es una fuente rica en proteínas e hidratos de carbono, además de ser una buena fuente de vitamina del complejo B, como son la niacina, la riboflavina, el ácido fólico y la tiamina. Igualmente proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio y tiene un alto contenido en fibra. También es una excelente fuente de ácidos grasos poliinsaturados, en detalle se resume en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. En promedio por cada 100 grs. de Frijol encontramos:

Calorías	322 Kcal.
Proteínas	21,8 g.
Grasas	2,5 g.
Carbohidratos	55,4 g.
Tiamina	0,63 mg.
Riboflavina	0,17 mg.
Niacina	1,8 mg.
Calcio	183 mg.
Hierro	4,7 mg.

Fuente: (ALAN et al, 2002).

2.2. Clasificación Taxonómica

- REINO: Plantae
- DIVISIÓN: Magnoliophyta
- CLASE: Magnoliopsida (monocotiledóneas)
- ORDEN: Fabales
- FAMILIA: Fabaceae
- GÉNERO: *Phaseolus*
- ESPECIE: *P. vulgaris*
- CATEGORÍA: Leguminosa

(RUEDA, D. 2005).

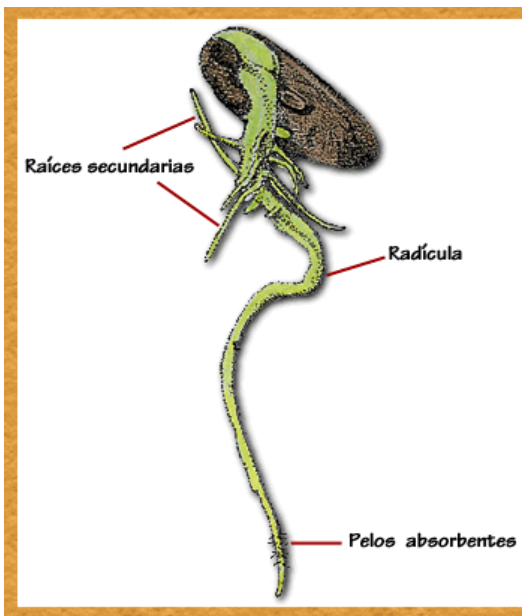
2.3. Características Agronómicas

2.3.1. Germinación

- **Radícula**

La primera expresión de crecimiento en la etapa de germinación corresponde a la aparición de la radícula, la cual se convierte posteriormente en la raíz primaria o principal. En la parte alta de la radícula, pocos días después de ocurrida la germinación, se desarrollan entre tres y siete raíces secundarias, (BASCUR, G. 1993).

Figura 2.3.1. Radícula

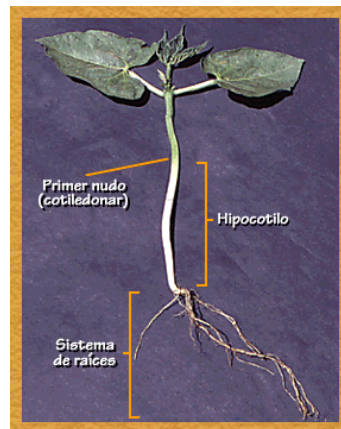


Fuente: (CIAT). 1981

- **El hipocótilo.**

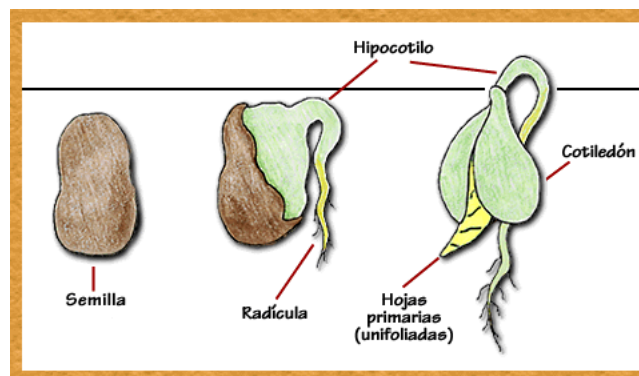
Que corresponde a la parte subterránea del tallo principal, comienza a expresarse uno a dos días después que la radícula y conduce a los cotiledones hacia arriba hasta posicionarlos por sobre el nivel del suelo. El término de la etapa de germinación y el comienzo a su vez de la etapa de emergencia, corresponde al momento en que el hipocotilo asoma sobre el suelo junto a los cotiledones. (BASCUR, G. 1993).

Figura 2.3.2. Hipocotilo 1



Fuente: (CIAT). 1982

Figura 2.3.3. Hipocotilo 2



Fuente: (CIAT). 1981

- **Los cotiledones.**

Por su parte, una vez que emergen y se despliegan, dan lugar al crecimiento del epicotilo; éste corresponde a la porción del tallo que se ubica entre los cotiledones y el primer par de hojas primarias o unifoliadas (BASCUR, G. 1993).

Figura 2.3.4. Cotiledones

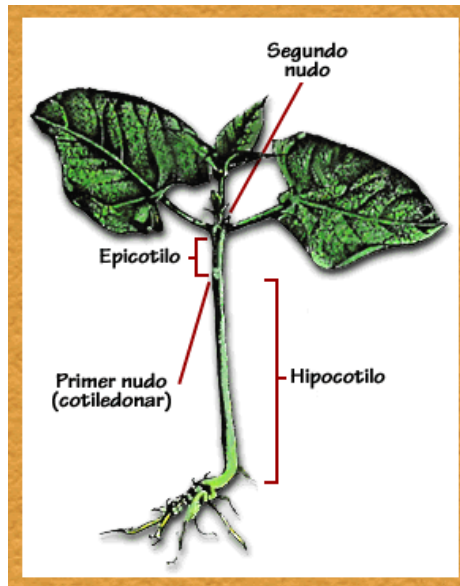


Fuente: (CIAT). 1982

- **La plúmula.**

Por otra parte, que viene diferenciada en la semilla, se encuentra a continuación del epicotilo, estando constituida por la yema terminal y los primordios de las primeras hojas trifoliadas (BASCUR, G. 1993).

Figura 2.3.5. Plúmula

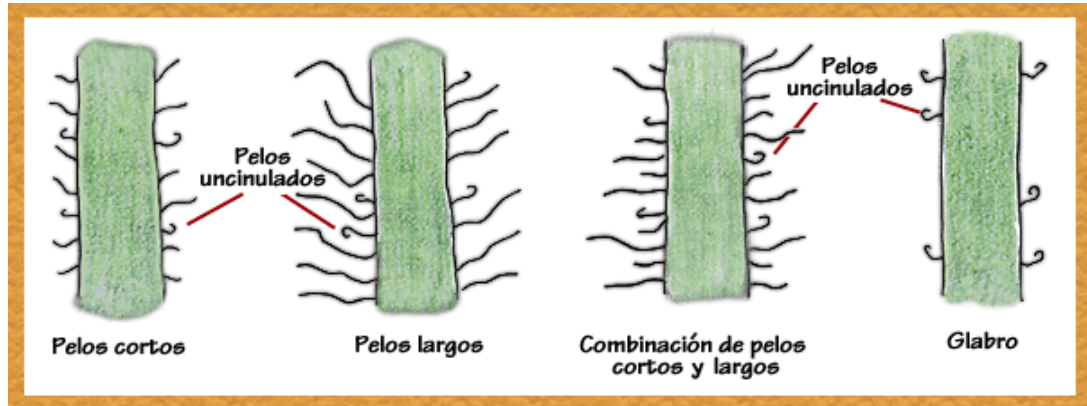


Fuente: (CIAT). 1981

2.3.2. Tallo Principal

La planta posee un tallo principal, el cual, dependiendo del genotipo, presenta un hábito de crecimiento erecto, semipostrado o postrado. Los tallos presentan pelos cortos, largos, o una combinación de cortos y largos, o ser glabros; además de lo señalado, siempre existen pequeños pelos en forma de gancho llamados uncinulados, incluso en los tallos glabros. La pigmentación del tallo presenta tonalidades desde verde, al morado. En algunos casos el tallo y el pecíolo tienen el mismo color, pudiendo incluso suceder que la pigmentación del tallo se concentre solamente cerca de los nudos. (FAIGUENBAUM, H. 1988)

Figura 2.3.6. Tallo Principal



Fuente: (CIAT). 1981

El primer nudo del tallo, corresponde a aquel en que se encuentran insertos los cotiledones; la primera porción del tallo, por lo tanto, corresponde al hipocotilo. En el segundo nudo, se presentan las hojas primarias, las cuales son unifoliadas y opuestas. El segundo internudo, que se desarrolla entre el nudo cotiledonar y las hojas unifoliadas, corresponde al epicotilo. Los cotiledones, se deshidratan gradualmente, desprendiéndose de las plantas cuando éstas están próximas a expresar su tercer nudo en el tallo principal. El crecimiento del tallo, luego de la expresión del epicotilo, continúa manifestándose a través de la formación de nudos e internudos, cuyo número depende del cultivar y especialmente de su hábito de crecimiento. El número total de nudos en el tallo principal fluctuar entre 6 y 30 (BASCUR, G. 1993).

2.3.3. Ramas

Las plantas de frijol poseen un número variable de ramas, presentan un menor diámetro que el tallo principal. Las ramas primarias, que comienzan habitualmente a desarrollarse cuando las plantas presentan entre tres y cuatro nudos en el tallo principal, son importantes en la producción de vainas. La ramificación se inicia generalmente en la axila de la primera hoja trifoliada (tercer nudo del tallo principal) y continúa hacia la parte alta, siendo en general las dos primeras ramas en formarse (tercer y cuarto nudo), las más importantes. (FAOSTAT, 2007).

Las ramas primarias que se originan en nudos más altos del tallo principal y/o las ramas secundarias, en el caso de los cultivares que las producen, son de menor crecimiento y realizan un menor aporte al rendimiento. El desarrollo de ramas en el nudo cotiledonar sólo ocurre en casos en que la planta sufra algún daño importante en su crecimiento. En el segundo nudo, que corresponde al del primer par de hojas unifoliadas, tampoco es común que se produzcan ramas, aunque es más probable que en el nudo de los cotiledones. El crecimiento del tallo principal y de las ramas puede terminar en una inflorescencia o en una hoja, según se trate de cultivares de hábito determinado o indeterminado, respectivamente, (BASCUR, G. 1993).

2.3.4. Triadas

En la axila de cada hoja trifoliada se encuentran tres yemas formando un complejo axilar llamado tríada. Por otra parte, los dos primeros nudos presentan tríadas en ambos lados, vale decir en la axila de cada cotiledón y en la axila de cada hoja unifoliada.

Las yemas de la tríada pueden permanecer latentes, originar ramas, ramas y racimos florales, u originar solamente racimos florales. En el caso que se originen dos ramas en un mismo nudo, éstas, al igual que las hojas, tendrán una disposición alterna respecto del nudo siguiente; sólo en los dos primeros nudos pueden llegar a producirse ramas en forma opuesta. El desarrollo de las tríadas puede ser de tres tipos, los cuales se caracterizan a continuación: (BASCUR, G. 1993).

Completamente vegetativo: en este caso, una, dos, o incluso las tres yemas pueden mantenerse latentes; lo habitual, sin embargo, es que en las tríadas vegetativas de posición más baja, la yema central origine una rama y las yemas laterales permanezcan latentes; eventualmente, luego de la expresión de la rama sobre la yema central, puede brotar una yema lateral produciendo un apéndice foliáceo, o prófilo.

La expresión de ramas, a partir de las tríadas vegetativas ubicadas en las primeras hojas del tallo principal, determina un rápido avance en el crecimiento de las plantas. En los cultivares indeterminados, lo normal es que a partir de las tríadas vegetativas basales de las ramas primarias, se originen ramas secundarias. Por último, cabe señalar que existen

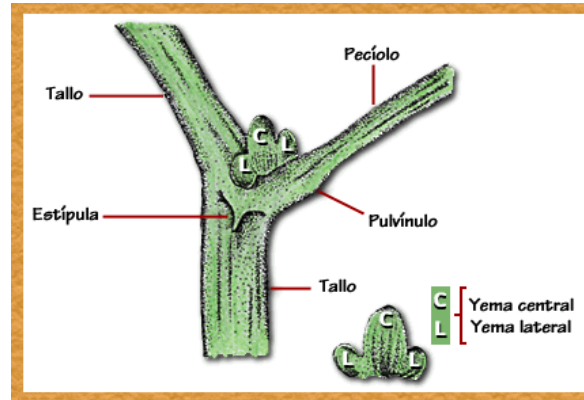
tríadas completamente vegetativas, especialmente las de posición más alta, en las que no se manifiesta ningún tipo de crecimiento y cuyo detalle se presenta a continuación:

Floral y vegetativo: en las tríadas que presentan desarrollo floral y vegetativo, la yema central desarrolla una inflorescencia y las dos yemas laterales permanecen inicialmente en estado latente. Sin embargo, eventualmente, una de las yemas laterales, o incluso las dos, pueden salir del estado de latencia e iniciar el desarrollo de una rama. Generalmente, el tipo de desarrollo floral y vegetativo se presenta en la parte media y superior de los tallos. (BASCUR, G. 1993).

Completamente floral: las dos yemas laterales se desarrollan directamente en flores y luego en vainas. La yema central en un comienzo permanece en estado latente, pudiendo posteriormente dar origen a un nuevo botón floral. Este tipo de desarrollo se presenta únicamente en la axila de la última hoja trifoliada del tallo principal o de las ramas, en los cultivares de crecimiento determinado.

Los tres casos de desarrollo estructural de la planta a partir de las tríadas están presentes tanto en el tallo principal como en las ramas (BASCUR, G. 1993).

Figura 2.3.7. Triadas

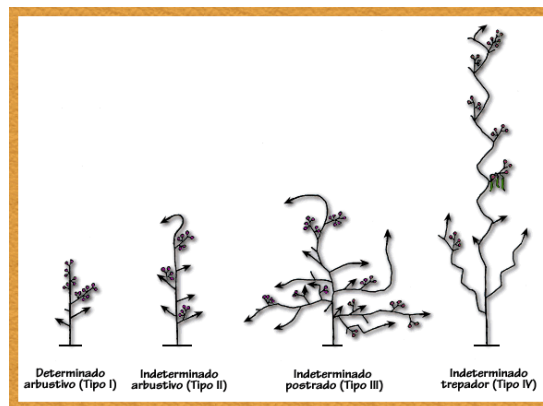


Fuente: (CIAT). 1981

2.4. Hábitos De Crecimiento

De acuerdo con el hábito de crecimiento que presentan sus plantas, los cultivares de frijón son agrupados en cuatro tipos principales:

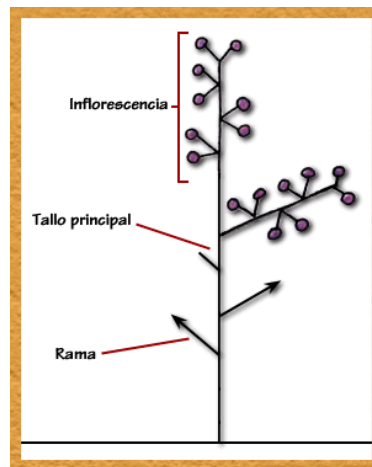
Figura 2.4.8. Hábitos de Crecimiento



Fuente: (CIAT). 1981

Hábito de crecimiento determinado arbustivo (Tipo I): el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia. Al expresarse estas inflorescencias, el crecimiento, ya sea del tallo principal o de las ramas, se detiene. El tallo principal es vigoroso y presenta 5 a 10 internudos comúnmente cortos. La altura de las plantas varía normalmente entre 30 y 50 cm, existiendo casos de plantas enanas (15 a 25 cm). La etapa de floración es rápida y la madurez de las vainas ocurre en forma bastante concentrada. (MADUEÑO-MOLINA, A.; *et al*, 2006).

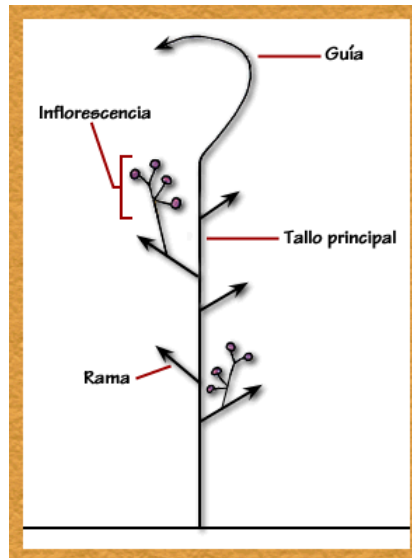
Figura 2.4.9. Hábito de Crecimiento I



Fuente: (CIAT). 1981

Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo (Tipo II): las plantas presentan un hábito indeterminado, continuando con su crecimiento en los tallos luego de ocurrida la floración. Las plantas presentan un crecimiento erecto y un bajo número de ramas. El tallo principal normalmente desarrolla una guía de escaso crecimiento. (MADUEÑO-MOLINA, A.; *et al*, 2006).

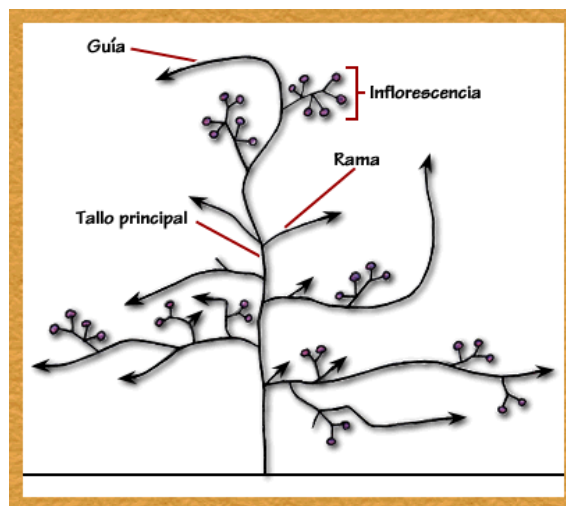
Figura 2.4.10. Habito de Crecimiento II



Fuente: (CIAT). 1981

Hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III): las plantas presentan un hábito postrado o semipostrado, con un importante sistema de ramificación. El tallo principal y las numerosas ramas existentes pueden presentar aptitud trepadora a partir de las guías que presentan en su parte terminal, especialmente si cuentan con algún tipo de soporte. Las guías, que corresponden a prolongaciones de los tallos que se aíslan de la cobertura del cultivo, comienzan a expresarse luego de iniciada la floración; los internudos de las guías, en tanto, son mucho más largos que los internudos de los tallos. La etapa de floración es más prolongada que en los hábitos Tipo I y Tipo II, y la madurez de sus vainas es bastante menos concentrada. (BASCUR, G. 1993).

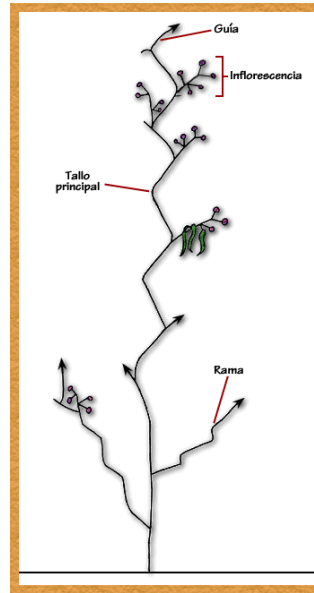
Figura 2.4.11. Hábito de crecimiento III



Fuente: (CIAT). 1981

Hábito de crecimiento indeterminado trepador (Tipo IV): el tallo principal, que puede tener de 20 a 30 nudos, alcanza hasta 2 o más metros de altura si es guiado, ya sea a través de tutores o de plantas de cultivo que le sirvan como soporte. La floración se prolonga durante varias semanas, pudiendo presentarse vainas casi secas en la parte basal de la planta, mientras en la parte alta continúa la floración. Las ramas, que son muy poco desarrolladas a consecuencia de la fuerte dominancia apical, se presentan además en baja cantidad. Los cuatro tipos de hábito descritos, son muy definidos; sin embargo, hay cultivares cuyas características determinan que su ubicación sea intermedia entre un hábito y otro. (VOYSEST O, 2000).

Figura 2.4.12. Habito de crecimiento IV



Fuente: (CIAT). 1981

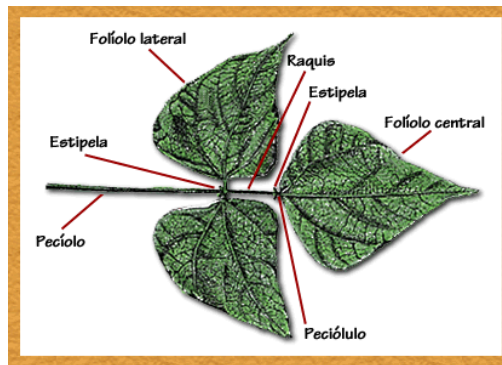
2.4.1. Hojas

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

Las hojas trifoliadas presentan además un pecíolo y un raquis; en la base del pecíolo, y muy próximo al tallo, está el pulvínulo, estructura que se relaciona con los movimientos nictinásticos de las hojas. A cada lado del punto de inserción de las hojas trifoliadas, se presenta una pequeña estipula de forma triangular (BASCUR, G. 1993).

Los tres folíolos de cada hoja compuesta, uno central y dos laterales, son simétricos y acuminados; cada uno de los folíolos presenta un peciólulo que los une al raquis, observándose además la presencia de una estipula en cada folíolo lateral, y de dos estipulas en el folíolo terminal; estas estructuras se ubican en la base de los pecioluelos.

Figura 2.4.13. Hojas Trifoliadas



Fuente: (CIAT). 1981

2.4.2. Floración

Poco antes de iniciarse la floración, la planta presenta botones florales prominentes; en el caso de los cultivares determinados, las primeras flores en abrir son las correspondientes a los botones ubicados en la parte terminal del tallo principal y de las ramas; posteriormente, la floración se extiende sucesivamente hacia los nudos inferiores de los tallos. En el caso de los cultivares indeterminados, la floración comienza en los nudos reproductivos inferiores del tallo principal y de las ramas, para posteriormente extenderse sucesivamente hacia los nudos superiores (BASCUR, G. 1993).

Figura 2.4.14 Comienzo Floración



Figura 2.4.15. Floración



Fuente: (CIAT). 1982

2.4.3. Tipo de Flor

La flor del fríjol, que es una típica flor papilionácea, presenta un pedicelo con pelos uncinulados; el cáliz es gamosépalo y en su base hay dos bractéolas verdes y ovoides que persisten hasta poco después de la floración. La corola, por su parte, es pentámera y en ella se pueden distinguir las siguientes partes: el estandarte o pétalo posterior, que es glabro y simétrico, las alas, que corresponden a los dos pétalos laterales y la quilla, que está formada por los dos pétalos anteriores, los cuales se encuentran totalmente unidos. La quilla, que es asimétrica, se presenta en forma de espiral muy cerrado, envolviendo completamente al gineceo y al androceo. (FAIGUENBAUM, H. 1988).

El androceo está formado por nueve estambres soldados en la base y por un estambre libre llamado vexilar, que se encuentra al frente del estandarte. El gineceo súpero incluye el ovario comprimido, el estilo es curvado y el estigma interno. La morfología floral del fríjol favorece el mecanismo de autopolinización; en efecto, las anteras están al mismo nivel que el estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Al ocurrir la dehiscencia de las anteras (antesis), habitualmente con las flores aún cerradas, el polen cae directamente sobre el estigma; una vez ocurrida la polinización se produce una rápida apertura de las flores (BASCUR, G. 1993).

Figura 2.4.16. Formación de Flores



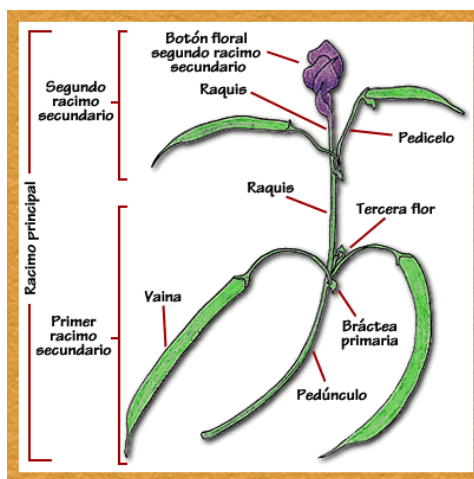
Fuente: (CIAT). 1982

2.4.4. Inflorescencias

Cada inflorescencia corresponde a un racimo principal compuesto de racimos secundarios (racimo de racimos). En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje, compuesto por un pedúnculo y un raquis, las brácteas y las flores.

En el extremo apical del pedúnculo se desarrolla la primera tríada floral que dará lugar al primer racimo secundario. A partir de éste, el racimo principal continúa alargado a través de un raquis, en el cual pueden desarrollarse entre una y dos tríadas florales más, completándose en definitiva dos a tres racimos secundarios. En cada tríada floral dispuesta en el racimo principal, las dos yemas laterales producen una flor cada una; cuando las dos vainas provenientes de las flores laterales ya están desarrolladas, puede expresarse una tercera flor en la posición central (BASCUR, G. 1993).

Figura 2.4.17. Inflorescencia



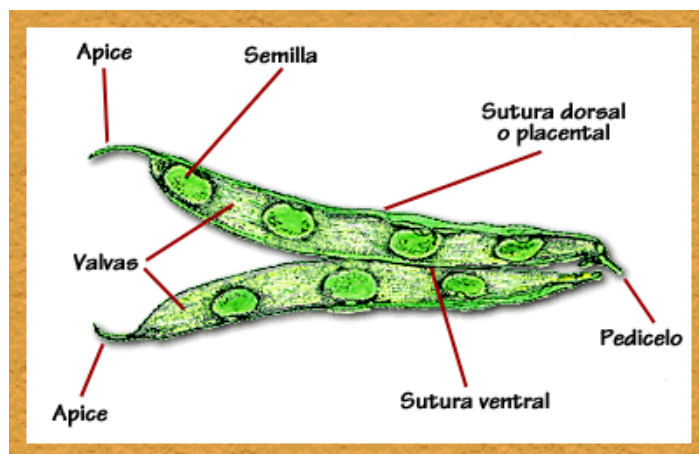
Fuente: (CIAT). 1981

2.4.5. Vainas

Las vainas o legumbres corresponden a frutos compuestos por dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido; en la unión de las valvas aparecen dos suturas, una dorsal o placentar y una ventral. Los óvulos, que corresponden a las futuras semillas, se presentan dispuestos en forma alterna en las dos valvas de las vainas. Durante los primeros 3 a 4 días de crecimiento de las vainas, éstas se elongan lentamente (0,3 a 0,4 cm por día), portando rudimentos florales en su parte apical. Posteriormente, la elongación de las vainas comienza a ser más rápida, llegando a incrementarse hasta en más de 1 cm por día, en la segunda mitad del período de crecimiento. Las vainas que pueden ser planas o cilíndricas, alcanzan al estado verde una longitud promedio, que según el cultivar y las condiciones de manejo, puede fluctuar entre 9 y 16 cm.

El número original de óvulos por vaina varía generalmente entre cuatro y siete; el aborto de granos, que puede ocurrir por distintas causas, determina que las vainas lleguen a veces a lograr un menor número de granos que el potencial que presentaban de acuerdo al número de óvulos expresados. Las vainas son generalmente glabras y a veces presentan la epidermis cerosa; pueden tener un color uniforme o presentar un aspecto jaspeado (FAIGUENBAUM, H. 1993).

Figura 2.4.18. Vainas



Fuente: (CIAT). 1981

2.4.6. Llenado De Grano

Los granos inician su crecimiento poco antes que las vainas alcancen su máxima longitud; sin embargo, el crecimiento hasta ese momento es muy escaso, lo que permite, en los cultivares destinados a la obtención de poroto verde, la cosecha de vainas aptas para el consumo en ese estado. Posteriormente, el crecimiento de los granos se hace bastante más rápido, lo que determina que una vaina en estado óptimo para su consumo en verde, se sobre madure en un plazo máximo de 2 a 3 días. Desde que se sobrepasa el estado de máxima longitud de las vainas, los granos crecen rápidamente, haciendo que las vainas presenten abultamientos característicos. El crecimiento de los granos, hasta alcanzar el estado de poroto granado (70 a 73% de humedad), se basa fundamentalmente en una acumulación de carbohidratos. Estos continúan acumulándose en forma importante, junto a las proteínas, hasta que se alcanza el estado de madurez fisiológica.

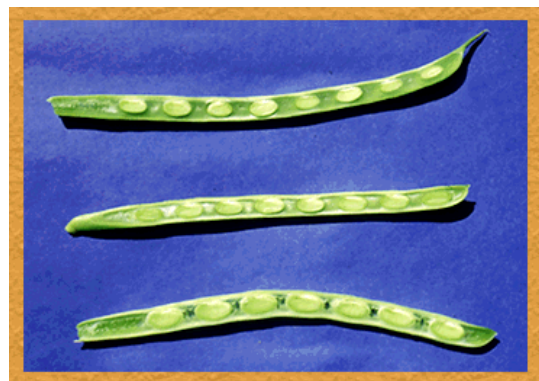
El estado de madurez fisiológica, o término de crecimiento de los granos, se alcanza cuando éstos logran una humedad de 52 a 54% como promedio. El color de los granos es verde desde el comienzo de su crecimiento, hasta que alcanzan una humedad ligeramente superior o muy cercana al 60%; de ahí en adelante los granos van gradualmente adquiriendo el o los colores característicos de cada cultivar, para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica. (FAIGUENBAUM H, 1993).

El tiempo requerido para que las vainas alcancen su longitud máxima, es generalmente similar al que se requiere para que los granos completen su desarrollo (estado de madurez fisiológica). Los granos, luego de alcanzar su madurez fisiológica, pierden aproximadamente un 3% diario de humedad como promedio, alcanzando su madurez de trilla cuando presentan en promedio un 14 o 15% de humedad.

Figura 2.4.19. Llenado de Grano 1



Figura 2.4.20. Llenado de Grano 2



Fuente: (CIAT). 1981

2.4.7. Semillas

Las semillas de fréjol presentan una gran variación de colores, formas y tamaños; entre los colores se puede señalar el blanco, el amarillo, el beige, el café, el rojo, el negro o combinaciones de algunos de ellos; las formas, en tanto, pueden ser cilíndricas, arriñonadas, esférica, ovaladas, etc. (FAIGUENBAUM H, 1993).

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

Testa o cubierta: corresponde a la capa secundaria del óvulo.

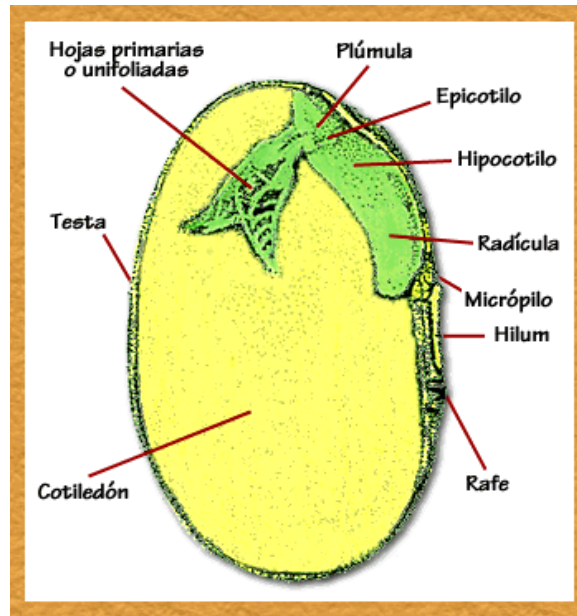
Hilum: corresponde a la cicatriz dejada por el funículo; esta última estructura conecta la semilla con la placenta.

Micrópilo: corresponde a una abertura natural existente en la semilla localizada cerca del Hilum; permite la absorción de agua para el proceso de germinación.

Rafe: corresponde a un lóbulo que proviene de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo.

Bajo la testa, la semilla presenta dos cotiledones y un eje embrionario; éste último está formado por la radícula, el hipocotilo, el epicotilo, la plúmula y las dos hojas primarias o unifoliadas (BASCUR, G. 1993).

Figura 2.4.21. Semilla



Fuente: (CIAT). 1981

2.4.8. Usos

Se consume cocida al estado cocido en diferentes guisos calientes. Tradicionalmente, ha sido un producto comercializado en vaina o enlatado de amplia aceptación por el público. Estos se destinan fundamentalmente al mercado fresco y a la industria de alimentos congelados. En el caso de poroto verde, también es de relativa importancia el consumo en forma enlatada (FAIGUENBAUM, H. 1994).

2.4.9. Contenido Proteínico

Composición promedio de una semilla de frijol.

Tabla 2.3. Contenido Proteico en una muestra de 100 gr

Componentes	Porcentajes (%)
Humedad	10,0 - 12,0
Carbohidratos	58,0 - 60,0
Proteína	21,0 - 23,0
Grasa	1,5 - 2,0
Fibra	4,0 - 5,0
Ceniza	3,0 - 3,5

Fuente: (FAIGUENBAUM, H. 1988).

2.5. Requerimientos agroclimáticos

ZONA DE CULTIVO: Valles abrigados de la Sierra

CLIMA Altitud: 1400 - 2400 m s n m.
 Precipitación: 400 - 700 mm durante el ciclo.
 Temperatura: Promedio entre 16 -20 °C

SUELO: Franco o franco arenoso, con buen drenaje.
 PH 5,6 a 7,5

VARIEDADES: Locales:
 Cargabello
 Algarrobo

Matahambre

Chavelo

Uribe

Calima

Mejoradas: Colección:

E - 101

E - 1486

Cargabello seleccionado.

L - 24

2.5.1. Ciclo Del Cultivo:

- Dependiendo de la altitud y temperatura entre 90 a 130 días.

2.5.2. Preparación Del Terreno:

- Arada
- Rastrada
- Surcada a 50 - 60 cm entre surcos.

2.5.3. Siembra

- En el país se tienen dos épocas: 1.-Marzo; 2.-Abril

Tabla 2.4. Distancia de Siembra y Semillas por Golpe

Distancia entre plantas	Número de semillas
10 cm	1 por sitio
20 cm	2 por sitio
30 cm	3 por sitio

Fuente: (FAIGUENBAUM, H. 1988).

- La distancia más corta puede usarse cuando se aplica para el control de malezas.
- Las dos siguientes, cuando se realiza el control manual de las malezas.
- Densidad de plantas entre 166.000 y 200.000 plantas por hectárea.
- Cantidad de semilla entre 75 a 95 kg/ha.
- Sistema: En línea y a golpe en monocultivo.

2.5.4. Fertilización:

El nitrógeno es un elemento muy importante en el cultivo de frijol pero se debe recordar que el cultivo es capaz de tomarlo del aire mediante los nódulos en su raíz con bacterias del género *Rhizobium*. Si requiere aplicación de N, este se lo realiza en dos etapas a la siembra un 50% y el resto a los 30 días. También necesita cantidades pequeñas de fósforo; sin embargo, este elemento, en la mayoría de los casos, no se encuentra disponible en el suelo. Para lo cual debemos incorporarlo de manera ordenada y suficiente en el suelo. El cultivo tiene necesidades grandes de potasio y calcio y requiere de una relación K:Ca de 15:1 en la parte apical. Estos elementos y otros se pueden suplir por

medio del abonamiento con fórmulas comerciales. (CASTAÑEDA VASQUEZ Abril, 2000).

La fertilización se efectúa en la siembra y en el fondo del surco, con base en el nivel de fertilidad, determinado mediante un análisis previo del suelo. A continuación se ofrece la recomendación con base al nivel de fósforo en el suelo. (VHUEIRI, 2004).

2.5.5. Labores Fitosanitarias:

2.5.5.1. Insectos:

Para el control de Cortadores Vaquita, Pulguilla negra Medidor, Cogollero, se recomienda el uso de [CIPERTOX®](#) (Cipermetrina), con dosis de 220 – 250 cm³/ha.

Para el control de Gusano de la vaina (*Laspeyresia leguminis*), Saltón de la hoja (*Empoasca fabae*), se aplica [CRISODRIN®](#) (Monocrotofos), en dosis de 0,5 a 1 lt/ha. (P. IGNACIO F. 1987).

2.5.5.2. Enfermedades:

Para el control de Antracnosis (*Colletotrichum* spp), se recomienda el uso de [THALONEX®](#) (Clorotalonil), en dosis de 3 l/ha. y/o (Mancozeb), con dosis de 2 l/ha.

Para el control de Roya (*Uromyces* sp), Mildiu (*Oidium* sp), se recomienda el uso de [SULFLOX®](#) (Azufre), con dosis de 1,5 – 3,0 l/ha. o [BENEX®](#) (Benomil), 250 gramos

por hectárea. La frecuencia de aplicación de 10 a 30 días, según la evolución de la enfermedad. (CASTAÑEDA VASQUEZ Abril, 2000).

2.5.6. Riego

En zonas con disponibilidad de agua, es necesario realizar el número de riegos adecuados para tener un buen cultivo. Se deben considerar los siguientes factores: textura del suelo, velocidad de infiltración, pendiente del terreno y profundidad del riego. (DIAZ, S 2008).

2.5.7. Cosecha

Debe realizarse cuando el cultivo presente una humedad de grano entre 18 y 22 %, a fin de evitar pérdidas por desgrane en el campo. La cosecha se efectúa arrancando las plantas del campo, luego se secan y trillan. (DIAZ, S 2008).

2.5.8. Almacenamiento

El grano seco debe almacenarse en recipientes cerrados y en bodegas limpias, desinfectadas y sin humedad. (IBARRA, R. 2007).

2.6. Bioestimulantes

Los bioestimulantes son moléculas con una muy amplia gama de estructuras, pueden estar compuestos por hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, tales como aminoácidos (aa) y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento de plantas, así como para superar periodos de estrés.

Las hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y que se trasladan hasta otra zona ?o no- donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy bajas dosis. Las estimuladoras o reguladoras de crecimiento son básicamente tres: auxinas, giberelinas y citoquininas. Otros dos grupos hormonales son el etileno y el ácido abcísico.

En el mercado de insumos, en tanto, existen diferentes productos que apuntan a distintos resultados. Así es que algunos estimulan más el sistema subterráneo de la planta, en tanto que otros están más dirigidos a la parte aérea o productiva. (MAROTO, J. 2002).

Auxinas, citoquininas, giberelinas, etileno, ácido abcísico, jasmonatos, aminoácidos, poliaminas y más productos son ocupados para el desarrollo orgánico de algún producto en particular.

2.6.1. Las Poliaminas

En los vegetales están presentes una serie de elementos conocidos y desconocidos que revisten gran importancia en su crecimiento y desarrollo. Es así, como se han estudiado los elementos presentes en las plantas y encontramos, diferentes sustancias y entre ellas se encuentran Poliaminas; que son compuestos nitrogenados que controlan el crecimiento y el desarrollo de los vegetales. En las plantas actúan como fitohormonas, esto es, reguladores del desarrollo, aunque su concentración en la planta es muy elevada, lo que es opuesto a la idea de que intervengan como hormonas, sustancias, que por definición, son activas en muy baja dosis; podría ser, por ello, que actuaran simplemente como segundos mensajeros. No obstante, queda claro que afectan a aspectos del desarrollo, crecimiento, senescencia y respuesta a estrés. Las Poliaminas más eminentes en plantas son la diamina putrescina, la triamina espermidina y la tetraamina espermita. (ASPROAGRO S.A. 2008).

Debido a su naturaleza policatiónica, pueden unirse y estabilizar a polímeros ricos en cargas negativas como es el DNA, pero también con fosfolípidos y proteínas. Se sabe que son indispensables para la vida vegetal y que son compuestos presentes en todos los seres vivos. Las Poliaminas son un grupo de sustancias básicas de bajo peso molecular que están presentes en prácticamente todos los organismos vivos y cumplen múltiples funciones esenciales tanto en la biosíntesis de ácidos nucleicos y proteínas como en la proliferación y diferenciación celular. Un ejemplo de su importancia es que cuando su síntesis está inhibida, el ciclo celular se detiene o retarda, a no ser que se añadan exógenamente. Biosintéticamente provienen del aminoácido arginina. (DIAZ S, 2008).

Este tipo de sustancias pueden tener efectos fisiológicos dentro de las plantas, como:

1. Favorecen la floración.
2. Incrementan la tolerancia al estrés.
3. Promueven la división celular.

Existen compuestos que se han descubierto en vegetales, en condiciones de vida muy exigentes; tal es el caso de las algas marinas que se encuentran en el Mar Mediterráneo. Éstas, están sometidas a condiciones de vida bastante extremas, soportando en un período del año temperaturas muy altas durante el día con abundante radiación solar y luego en la noche cuando sube la marea, viven sumergidas en aguas sumamente frías. Esta alga marina, perteneciente a la especie *Ascophillum nodosum*, es la base de la crema de algas de los productos a probar. (DIAZ S, 2008).

En estos productos, investigadores franceses han encontrado la presencia de compuestos llamados Elicitores, (del inglés « to elicit ») son los compuestos activos que actúan directamente en las funciones fisiológicas de la planta. Pueden estimular la nutrición, la fecundación o los mecanismos de defensa inmunes de plantas contra las enfermedades, así le envían señales a las plantas. Estos Elicitores inducen a la plantas a crecer, defenderse y reproducirse. Es así como una vez dentro de las plantas causan tres efectos:

1.- Efecto Bomba: Estimulación de la actividad adentro de las raíces (la planta tiene una mejor absorción de los elementos nutritivos).

2.- Efecto Redistribución: Estimulación del transporte de los elementos absorbidos hasta las zonas jóvenes de crecimiento (flores y frutos jóvenes tienen una nutrición mejor).

3.- Efecto Vector: Mejora la asimilación de los elementos absorbidos, mejorando la permeabilidad de la membrana celular, induciendo a la planta a defenderse de patógenos, de una forma natural.

De esta manera los Elicitores presentes en la Crema de algas GA14, estimula síntesis de los poliaminas en el florecimiento. Así, favorece una buena fecundación. En consecuencia los frutos jóvenes se forman bien y se crecen más rápido. Los beneficios que se obtienen al aplicar en cultivos la crema de algas GA14, son los siguientes: (CÁCERES, L. 2007).

- Confieren cierta resistencia al ataque de Plagas y Enfermedades, activando ésta los mecanismos de defensa.
- Optimiza el proceso de floración, asegurando una buena calidad de la fecundación (la flor se forma mejor y la fecundación es buena).
- Acelera el crecimiento del fruto, con lo cual el calibre potencial del fruto es adquirido muy temprano.

- Valoriza la producción, al obtenerse frutos bien formados de tamaños o calibres más uniformes, por lo que se minimiza el número de frutos “pequeños”.
- Se obtienen frutos óptimos con el calibre deseado (requerido por el mercado).

2.6.2. *Ascophyllum nodosum* (Menéndez, 2005)

2.6.2.1. *Alga GA 14*

- REINO: Protista
- DIVISIÓN: Phaeophyta
- CLASE: Phaeophyceae
- ORDEN: Fucales
- FAMILIA: Fucaceae
- GÉNERO: *Ascophyllum*
- ESPECIE: *A. nodosum*

Fuente: (RUEDA, D. 2005).

Fronde verde oliva formada por cintas coriáceas fijadas al sustrato por una especie de disco, del que parte una fronde redondeada los primeros centímetros y aplanada luego, sin nervio central, que se ramifica dicotómicamente y con el margen aserrado. A espacios más o menos regulares en el talo se ensancha para formar sacos aéreos elípticos, que se producen anualmente. Las ramas laterales, normalmente más delgadas, portan cuerpos

reproductores, amarillos - dorados los masculinos y amarillo - oliva los femeninos. (MENÉNDEZ, J. 2005).

Es un alga intermareal, perfectamente fijado a rocas en lugares calmados. Frecuentemente en la desembocadura de los ríos a lo largo del Atlántico Norte.

2.6.3. Características de los Bioestimulantes en evaluación.

2.6.3.1. GOTEÓ® (GOEMAR, 2009)

Solución bioestimulante que, aplicada en riego por goteo, penetra por el sistema radicular aportando todos sus componentes: fitohormonas, aminoácidos, vitaminas, microelementos y sus elicitores polisacáridos que juegan un papel muy importante en la regulación de la nutrición de las plantas. El producto cumple con las siguientes características:

Ingrediente activo: Extracto de algas de *Ascophyllum nodosum*. (GA14).

Nombre químico: No determinado, extracto de algas.

Grupo químico: No determinado, extracto de algas.

Riquezas garantizadas: P₂O₅ soluble en agua: 26,2% p/p (340 g/l), K₂O soluble en agua: 5% p/p (65 g/l)

Recomendaciones de uso para el fréjol: Realizar la primera aplicación 10 días después de la emergencia (post-emergencia). Realizar posteriores aplicaciones semanales (3-4 semanas siguientes) y cuando las necesidades de cultivo lo requieran. DOSIS: 2 - 2,5 l/ha y aplicación.

Aplicaciones y modo de empleo: Formulación adaptada para aplicar vía goteo. Especialmente recomendado para las primeras fases del cultivo. Permite regular la nutrición óptima de las plantas desde el primer momento.

Compatibilidad: En caso de dudas, se recomienda realizar pruebas de compatibilidad físicas de mezclas. Sin embargo, no se recomienda la utilización de productos fitosanitarios o plaguicidas que tengan reacciones alcalinas o que tengan como base el cobre (Cu).

Precauciones: GOTEEO® es un producto no tóxico y no inflamable. Se recomienda el uso de protección adecuada durante su aplicación.

Fitotoxicidad: No presenta si se aplica según las indicaciones de la etiqueta.

2.6.3.2. MZ-E® (GOEMAR, 2009)

MZ-E es un activador de la fisiología de la nutrición de las plantas. El efecto nutricional de MZ-E es intervenir mediante la suplementación de zinc para prevenir y controlar las deficiencias. La crema de alga GA 14 facilita múltiples funciones fisiológicas la planta: mejora la distribución de nutrientes y la biosíntesis de la hormona de la floración. El producto cumple con las siguientes características:

Ingrediente activo: Extracto de algas de *Ascophyllum nodosum*.(GA14).

Nombre químico: No determinado, extracto de algas.

Grupo químico: No determinado, extracto de algas.

Riquezas garantizadas: Zinc: 70g/lt, Magnesio: 40g/lt.

Recomendaciones de uso para el fréjol: Se aplica por pulverización foliar, en dosis de 5 lt/ha. a partir de los 30 días de la siembra las aplicaciones serán quincenales hasta alcanzado el 5% de la floración.

Aplicaciones y modo de empleo: Aplicado foliarmente en los momentos adecuados, penetra rápidamente en el interior de los tejidos vegetales, regulando los procesos fisiológicos esenciales, floración, fecundación y cuajado, incidiendo en la producción, calidad y homogeneidad de los frutos. Se aplica según las recomendaciones que se dan a

continuación. En caso de aplicaciones localizadas, utilizar 666 cm³/HL (5 lt de producto en 750 lt de agua por hectárea).

Compatibilidad: En caso de dudas, se recomienda realizar pruebas de compatibilidad físicas de mezclas. Sin embargo, no se recomienda la utilización de productos fitosanitarios o plaguicidas que tengan reacciones alcalinas o que tengan como base el cobre (Cu).

Precauciones: MZ-E® es un producto no tóxico y no inflamable. Se recomienda el uso de protección adecuada durante su aplicación.

Fitotoxicidad: No presenta si se aplica según las indicaciones de la etiqueta.

2.6.3.3. BM-86® (CHEMIESA, 2008)

BM 86 ® es un producto 100% natural formulado en base a cremas de algas de *Ascophyllum nodosum*.(GA14). La crema de algas GA14 posee un grupo de moléculas activas del grupo de los polisacáridos, consistentes en polímeros de azúcar tipo beta-glucano, que actúan como “elicitores” capaces de activar diferentes reacciones enzimáticas en las plantas (mejor enraizamiento, crecimiento vegetativo, floración, cuajado y maduración de los frutos).

Los elicitores presentes permiten que la planta aproveche mejor los recursos naturales del suelo como fertilizantes y micronutrientes (efecto bomba), redistribuye eficazmente los nutrientes hacia las zonas de activo crecimiento (efecto redistribución) y favorece la penetración de todos los compuestos a nivel celular al modificar la permeabilidad de las membranas (efecto vector).

La crema de alga GA14 promueve la síntesis de determinados reguladores de crecimiento, entre ellos se destaca las poliaminas, que se encuentran presentes de manera natural en las plantas. Estas poliaminas estimulan y regulan los procesos de floración, fecundación, cuaje, crecimiento y maduración de los frutos.

Este producto cumple con las siguientes características:

Ingrediente activo: Extracto de algas de *Ascophyllum nodosum*.(GA14).

Nombre químico: No determinado, extracto de algas.

Grupo químico: No determinado, extracto de algas.

Concentración: Aminoácidos: -----; Vitaminas: 40 ug/kg; Fitohormonas: 200 ug/kg; Polisacáridos: -----; Betaínas: 140 ug/lt; Boro (B): 2,07% p/p; Molibdeno (Mo): 0,02% p/p; Nitrogeno (N): 4,1% p/p; Oxido de Magnesio; MgO): 4,8% p/p.

Modo de acción: Fertilizante-Bioestimulante de absorción foliar y radicular.

Recomendaciones de uso para el fréjol: 3 Aplicaciones de 3 lt/ha. a inicio floración, 10-15 días después de la primera y 10-15 días después de la segunda.

Aplicaciones y modo de empleo: Aplicado foliarmente en los momentos adecuados, penetra rápidamente en el interior de los tejidos vegetales, regulando los procesos fisiológicos esenciales, floración, fecundación y cuajado, incidiendo en la producción, calidad y homogeneidad de los frutos. Se aplica según las recomendaciones que se dan a continuación. En caso de aplicaciones localizadas, utilizar 300-400 cm³/HL (3 lt de producto en 750 lt de agua por hectárea).

Compatibilidad: En caso de dudas, se recomienda realizar pruebas de compatibilidad físicas de mezclas. Sin embargo, no se recomienda la utilización de productos fitosanitarios o plaguicidas que tengan reacciones alcalinas o que tengan como base el cobre (Cu).

Precauciones: BM 86 ® es un producto no tóxico y no inflamable. Se recomienda el uso de protección adecuada durante su aplicación.

Fitotoxicidad: No presenta si se aplica según las indicaciones de la etiqueta.

2.7. El Silicio.

2.7.1. Importancia

El silicio (Si) es uno de los dos elementos más abundantes en la corteza terrestre. No obstante, la acción de la meteorización hace que el silicio natural sea insuficiente para desempeñar su papel como nutriente de los cultivos, siendo necesaria una fertilización complementaria. Suelos muy meteorizados, altamente lixiviados, ácidos, con bajos niveles de silicio intercambiable son considerados pobres en silicio disponible para las plantas. El silicio es absorbido por las raíces junto con el agua de la solución del suelo y fácilmente trasladado en el xilema. La cantidad de fertilizante silicatado que debe ser aplicada aún no ha sido determinada para la mayoría de suelos y cultivos, pero todo indica que cuanto mayor cantidad de silicio soluble activo esté presente, mejores serán los beneficios para el suelo y la planta (CIAT, Brady, 1992).

El sílice es tomado en grandes cantidades por la planta de arroz, aunque sus funciones en la fisiología del cultivo no son muy claras; los efectos del sílice han sido relacionados con: resistencia de la planta a enfermedades fungosas, ataque de insectos, mantenimiento de hojas y tallos erectos (resistencia al vuelco), eficiencia en el uso del agua, incremento en los rendimientos del cultivo y traslación del fósforo. La solubilidad del sílice aumenta con el tiempo cuando el suelo se riega; igualmente, a medida que la materia orgánica es alta, la disponibilidad del sílice es mayor. (CIAT, Primavesi, 1984).

Si tenemos en cuenta la elevada extracción de este elemento por el cultivo del arroz, el cual es diez veces más que el nitrógeno, y la nula restitución al suelo en los planes de fertilización, es probable que se esté causando un desbalance nutricional con respecto a este elemento. Además, existen otros factores que favorecen una deficiencia de sílice como son: altas concentraciones en el suelo en forma insoluble, la quema de residuos vegetales que aumenta la polimerización de los ácidos silícicos (no disponibles para la planta), la erosión que disminuye los contenidos de materia orgánica, alterando la población de microorganismos que intervienen en su mineralización, afectando también la disponibilidad del sílice (CIAT, 1985).

2.7.2. El sílice en las plantas

El aumento del déficit de silicio causa un sinnúmero de consecuencias negativas para el suelo y la planta. El silicio es un elemento constitutivo del suelo, su carencia conduce a la degradación de la fertilidad de suelo. El silicio desempeña un papel importante en planta. El elemento controla el desarrollo del sistema de la raíz, descrito por L. CAICEDO M. y W. CHAVARRIAGA M. et.al. (2007), por otro lado, también incrementa la resistencia de las plantas a temperaturas bajas o altas, viento, sal, los metales pesados y el ataque de insectos, hongos y enfermedades. Para EPSTEIN (1999), el silicio está presente en las plantas en cantidades equivalentes a aquellos elementos macronutrientes tales como Ca, Mg y P, y con frecuencia en los pastos en niveles más altos que cualquier otro constituyente inorgánico.

2.7.3. Relación del fósforo con el silicio

Ayuda, citado por CARRILLO, (1987), demostró que el fósforo, como nutrimento en las primeras etapas de desarrollo del cafeto, es el responsable de formar árboles vigorosos y con buen sistema de raíces; además es promotor de la floración y desarrollo del fruto en la etapa de producción. Sobre el mismo punto, en almácigos, Salazar, citado por Carrillo (1987), encontró respuesta positiva al fósforo relacionado con el silicio.

El elevado grado de “intemperización” de nuestros suelos (tropicales) reduce el tenor de silicio disponible para las plantas, así como la disponibilidad de fósforo (P) en el suelo. La diferencia es que la reducción de la disponibilidad del silicio ocurre debido a las pérdidas por lixiviación, en tanto que la disponibilidad del fósforo disminuye por la fijación. La gran mayoría de nuestros suelos tienen gran poder de fijación del fósforo; lo que los hace grandes competidores con las plantas por el fósforo suministrado por el fertilizante. Cada vez que se aplican fertilizantes fosfatados en el suelo, se tienen pérdidas por fijación. Entre otros factores, esta pérdida será mayor cuando mayor haya sido la “intemperización” sufrida por el suelo, y cuando más arcillosa sea su textura. Algunos autores citan pérdidas de hasta un 70% del fósforo aplicado en suelos del Brasil. (SAKATA, 2009).

Algunas prácticas minimizan el problema y mejoran el aprovechamiento del fósforo, como el encalado, la siembra directa, la aplicación localizada de fuentes de fósforo soluble y el uso de fuentes de fósforo con solubilidad gradual (Chueiri, 2004). Se ha demostrado también una notable correlación silicio fósforo (Si-P). El aporte al suelo de fertilizantes silícicos solubles incrementa la asimilación del fósforo por la planta,

posiblemente debido a un intercambio de los fosfatos absorbidos a los hidróxidos por silicatos.

En suelos ácidos pobres en sílice resulta muy apropiado adicionar escorias básicas de la fosforilación, las cuales junto al aporte de cantidades variables de Ca, Mg, Mn y Si sirven para una mejora del pH del suelo y para favorecer la asimilación del fósforo (Navarro & Navarro, 2000).

La revisión general del estado de arte en las investigaciones sobre silicio en Colombia, advierte grandes posibilidades de su estudio en virtud al bajo número de trabajos nacionales y a escasos renglones de producción, en especial para café y arroz. El presente estudio tuvo como propósito evaluar la respuesta de varias dosis de silicio en el desarrollo de plántulas de café Variedad Colombia en almácigo. (EPSTEIN, E. 1999).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Política

- Provincia: Pichincha
- Cantón: Quito
- Parroquia: El Quinche
- Sector: La Victoria
- Lugar: Predio Privado

3.1.2. Geográfica

- Latitud: 0o06'01,45'' S
- Longitud: 78o18'50,34'' O

3.1.3. Ecológica

- **Zona de vida:** Bosque semihúmedo, Montano bajo.
- **Altitud:** 2521 m.s.n.m.
- **Temperatura media:** 14° C
- **Precipitación anual:** 1200 mm
- **Heliofanía:** 4 – 6 horas
- **Horas luz:** 12 horas

- **Humedad relativa:** 64%
- **Vientos:** 1,5 m/s
- **Suelos:** Franco arcillosos
- **Vegetación:** Eucalipto, Molle, Chinchín, Nogal, Espino chivo, Retama, Sigse, Chilca, entre otras.

3.2.Materiales

3.2.1. Campo

- Análisis de Suelo en Laboratorio.
- Semilla Certificada Var. Cargabello en kg
- Urea (46-0-0) en kg
- Nitrato de Calcio (Ca_2NO_3) en kg
- S.F.T (0-46-0) en kg
- Sulphomag (0-0-28) en kg
- Enraizador-Goteo (GOTEQ®) en lt
- Desarrollo-MZ 67 (MZ-E®) en lt
- Floración-BM 86 (BM-86®) en lt
- Fitosil en lt
- Fumbacter en lt
- Oidiomil en lt
- Hovispest en lt

- Evisec en lt
- Lorsban en lt
- Byleton en lg
- Captan en kg
- Aliette en kg
- Polyran Combi en kg
- Phyton en lt
- Estacas
- Piola en mtrs
- Flexometro
- Ceramicas
- Nitrofosca en lt
- Quimifol en kg
- Novak en kg
- Surfare en lt
- Pilarben en kg
- Bomba Mochila
- Boquillas
- Tanque 200 lt
- Azadillas
- Manguera en mtrs

3.2.2. Oficina.

- Libro de Campo
- Lápices
- Computadora
- Internet
- Calculadora
- Marcadores
- Hojas de papel
- Carpetas
- Grapadora
- Impresora

3.3. Métodos

3.3.1. Bioestimulantes en el Cultivo de Fréjol

Antes de la siembra y aplicación de los estimulantes, se realizó la toma de 10 muestras simples de suelo, siguiendo el método del zig zag en los 576 m² que constituyó el total lote experimental, luego se mezcló y formó una muestra compuesta de 1 kg que fue enviada al laboratorio de suelos del MAGAP, de la Granja de Tumbaco. Se procedió más tarde a labores de limpieza, arada, rastrada y surcada utilizando una Yunta. Con los resultados del análisis, se formuló los niveles recomendados en función de las necesidades del cultivo, cuyos valores se localizan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Recomendaciones de fertilización con los macro elementos primarios para el cultivo del Fréjol.

Interpretación del Análisis de suelo	Kg./ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
BAJO	80	60	80
MEDIO	60	40	40
ALTO	40	20	0

Fuente: EE-SC-INIAP

La fertilización de fondo, comenzó con el 100% (Tabla 3.1.) y 75% (Tabla 3.2.), del fósforo y potasio recomendado por el análisis y aplicado en cobertera a 10 cm de profundidad de la línea de siembra, según el tratamiento; luego se incorporó e inmediatamente se sembró dos semillas de fréjol por golpe distanciados a 30 cm. La primera fertilización nitrogenada tanto en alto como en bajo porcentaje, se inició a los 20 días de la siembra con el 50% de la formulación para los dos tratamientos; mientras que, las complementarias se lo practicaron a los 40 días de la siembra; en los dos casos se aplicaron a 10 cm separados de las plantas completamente con la incorporación.

Se trazaron 3 bloques de 10 m de ancho cada uno, distanciados por una calle de un metro entre ellos; Cada bloque tuvo 32 surcos de 20 cm de ancho, con una separación de 0.60 m (19.2 m) de largo.

Las parcelas experimentales, fueron rectangulares formadas por cuatro surcos de 10 m de longitud y espaciados a 0.60 m. para una superficie de 24 m², lo que da una superficie útil

del ensayo de 576 m²; la unidad experimental útil fue 12 m², con el fin de evitar el efecto de borde.

Tabla 3.2. Recomendaciones del 75% de la fórmula para la fertilización comercial en el cultivo del Fréjol.

Interpretación del Análisis de suelo	Kg./ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
BAJO	60	45	60
MEDIO	45	30	30
ALTO	30	15	0

Elaborado: C. Betancourt.

La aplicación a drench del bioestimulante para enraizamiento (GOTEO) y Silicio en forma de Fitosil, comenzó al momento de la emergencia de las plantitas de fréjoles \pm 10 días de la siembra; las dosis para los dos productos fueron de 2 tl/ha. Las dos aplicaciones restantes de Fitosil se practicaron, cuando el cultivo tenga 30 días de edad con respecto a la siembra y cuando el cultivo llego al el 5% de floración.

La aplicación del bioestimulante para desarrollo (MZ) y el Silicio en forma de Fitosil fue aplicado al follaje cuando las plantas de fréjol tenían 30 días de edad desde la siembra; las dosis de MZ fue 5lt/ha y de Si 2 lt/ha. La aplicación restante de Fitosil se practico, cuando el cultivo tuvo el 5% de floración.

Aplicaciones del bioestimulante en los tratamientos para floración (MB) y el Fitosil al follaje se practico cuando las parcelas de las plantas de fréjol tuvieron el 5% de floración;

las dosis fue de 3lt/ha y para el Si 2 lt/ha. Un resumen de las aplicaciones por parcela y tratamientos, se localiza en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Recomendación por Hectárea, Tratamiento y Parcela Experimental de los bioestimulantes en el cultivo de fréjol.

Nombre del Producto	Dosis por Hectárea	Cantidad de Agua	Dosis por Tratamiento	Cantidad de Agua	Dosis por Parcela	Cantidad de Agua
Goteo	2 lt*	750 lt	72 ml	27 lt	4 ml	1.5 lt
MZ	5 lt	750 lt	120 ml	18 lt	10 ml	1.5 lt
MB	3 lt	750 lt	36 ml	9 lt	6 ml	1.5 lt
Silicio	2 lt*	750 lt	72 ml	27 lt	4 ml	1.5 lt

* Aplicación a Drench o en el sistema de riego

3.4. Diseño Experimental

3.4.1. Factores en Estudio

3.4.1.1. Cultivo de Fréjol

- **V1.** Cargabello

3.4.1.2. Fertilización

- **F1** 100% de la fertilización recomendada para el cultivo del Fréjol
- **F2** 75% de la fertilización recomendada para el cultivo de Fréjol

3.4.1.3. Estimulantes

- **B1** GOTEO (enraizamiento) + 3 aplicaciones foliares de Si
- **B2** GOTEO (enraizamiento) + MZ (desarrollo) + 2 aplicaciones de Si
- **B3** GOTEO (enraizamiento) + MZ (desarrollo) + BM (floración) + 1 aplicaciones de Si

3.4.2. Tratamientos a Comparar

Tabla 3.4. Resumen de las principales características de los tratamientos en estudio, que resultan de la combinación de los factores en estudio:

No	NOMENCLATURA	DESCRIPCION
1	V1F1B1	Cargabello +100% Fertilización recomendada + GOTEO + 3Si
2	V1F1B2	Cargabello +100% Fertilización recomendada + GOTEO + MZ + 2Si
3	V1F1B3	Cargabello + 100% Fertilización recomendada + GOTEO + MZ + BM + 1Si
4	V1F2B1	Cargabello + 75% Fertilización recomendada + GOTEO + 3Si
5	V1F2B2	Cargabello + 75% Fertilización recomendada + GOTEO + MZ + 2Si
6	V1F2B3	Cargabello + 75% Fertilización recomendada + GOTEO + MZ + BM + 1Si
7	TESTIGO-1	Cargabello + 100% Fertilización recomendada + Fitoquímicos
8	TESTIGO-2	Cargabello + 75% Fertilización recomendada + Fitoquímicos

Elaborado: Christian Betancourt (2011)

3.4.3. Tipo de Diseño

Para el establecimiento y análisis de los tratamientos, se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar en Arreglo Factorial $2 \times 3 + 2$, en tres repeticiones.

3.4.3.1. Características de las Unidades Experimentales-UE

Se formaron 3 bloques de 10 m cada uno, distanciados por una calle de un metro entre ellos (34 m); Cada bloque tiene 32 surcos de 20 cm de alto, con una separación de 0.60 m (19.2 m).

La parcela experimental, fue rectangular formada por cuatro curcos de 10 m de longitud y espaciados a 0.60 m. por lo que tuvo una superficie de 24 m^2 para un total útil del ensayo de 576 m^2 ; mientras que, la unidad experimental útil fue de 12 m^2 , para evitar el efecto de borde.

3.4.3.2. Disposición de las UE

Figura 3.1. Disposición Unidades Experimentales

R1	R2	R3
TESIGO 1	V1F1B1	V1F2B3
V1F1B1	V1F1B3	V1F1B1
V1F1B2	TESTIGO 1	V1F1B3
V1F1B3	V1F2B3	TESTIGO 2
V1F2B1	TESTIGO 2	V1F2B2
V1F2B2	V1F1B2	V1F2B1
V1F2B3	V1F2B2	TESTIGO 1
TESTIGO 2	V1F2B1	VIFIB2

3.5. Análisis Estadístico

3.5.1. Esquema del análisis de varianza

Tabla 3.5. Esquema Análisis de Varianza

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	23
REPETICIONES	2
TRATAMIENTOS	(7)
FERTILIZACION	1
BIOESTIMULANTES	2
FERTILIZACION X BIOESTIMULANTE	2
TESTIGO-1 VS. T1 T2 T3	1
TESTIGO-2 VS. T4 T5 T6	1
ERROR EXPERIMENTAL	14

Elaborado: Christian Betancourt (2011)

3.5.2. Análisis Funcional

Se practico la Prueba de Duncan al 5% para los biorreguladores y tratamientos en general; y DMS al 5% para las formulaciones de fertilización.

3.5.3. Análisis Económico

Se utilizo el análisis del presupuesto parcial de Perrín *et al* (1976), partiendo del Beneficio Bruto, que resulta de rendimiento obtenido por el precio de venta; además se cuantificaron los Costos Variables de los bioestimilantes y los agroquímicos utilizados en la investigación. De la diferencia del Beneficio Bruto con los costos variables, se tiene el

Beneficio Neto. Al ordenarlo en forma decreciente, se procedió a realizar el análisis de dominancia.

Donde el tratamiento dominado es aquel donde a igual o menor beneficio neto, presenta igual o mayor costo variable, definiéndose cuales son los tratamientos no dominados.

Con los tratamientos no dominados se procedió a realizar el análisis marginal, obteniéndose la tasa interna de retorno marginal de cada uno de estos tratamientos, la cual nos permite obtener las mejores alternativas económicas.

3.5.4. Variable a medir

- Emergencia: Se expresó en porcentaje y fue el resultado de la diferencia entre número de golpes por parcela útil y plantitas emergidas.
- Crecimiento: Se determinó en cm desde la base del tallo, hasta el ápice del mismo, cada 20 días a partir de los 5 días de la emergencia en 10 plantas tomadas al azar en la parcela útil y debidamente marcadas.
- Inicio de floración: Se registro en días desde el momento de la siembra hasta cuando el 5% de la parcela útil muestre la floración.
- Plena floración: Se registro en días desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de la parcela útil este en floración.

- Vainas por planta: Se registró como un promedio de las 10 plantas marcadas en la parcela útil, al momento de la cosecha.
- Fecha de cosecha: Se corrió en días desde el momento de la siembra hasta cuando la planta y la vaina cambia de color en la parcela útil.
- Granos por vaina: Se tuvo como un promedio de las vainas de las 10 plantas marcadas en la parcela útil, al momento de la cosecha.
- Rendimiento de grano por parcela: Se estableció en kg del rendimiento de toda la parcela útil, al momento de la cosecha.
- Rendimiento de grano por hectárea: Se cuantificó en t /ha del rendimiento promedio por tratamiento de la parcela útil de todas las repeticiones, y transformado a hectáreas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Altura de Planta

Al realizar el análisis de variancia para altura de planta en Cargabello, no se encontró diferencias estadísticas para repeticiones y tratamientos en cada una de las observaciones realizadas cada veinte días, excepto a los 60 días donde los tratamientos mostraron diferencia a nivel del 1%. Al desglosar los grados de libertad para tratamientos se detecto diferencias estadísticas en la comparación del Testigo 2 vs T4,T5,T6 en la primera observación realizada a los 20 días y a los 60 días donde se detecta diferencias estadísticas al comparar los testigos con los demás tratamientos, (Cuadro 4.1.). En las demás observaciones no se detectan diferencias ya que el cultivar estabilizo su altura que es una característica eminentemente varietal.

CUADRO 4.1. Análisis de variancia para altura de planta de frejol cultivar cargabello observado cada 20 días. El Quinche, Quito, Pichincha 2011.

Fuentes de variación	GL	Altura de planta (cm)/días					
		20	40	60	80	100	120
Total	23						
Repeticiones	2	0.349 ns	1.429ns	0.703 ns	0.030 ns	0.030 ns	0.030 ns
Tratamientos	(7)	0.995 ns	0.962 ns	20.61**	0.698 ns	0.698 ns	0.698 ns
Fertilización (F)	1	0.534 ns	0.002 ns	0.934 ns	0.269 ns	0.269 ns	0.269 ns
Bioestimulante (B)	2	0.457 ns	0.125 ns	1.732 ns	0.224 ns	0.224 ns	0.224 ns
F X B	2	0.121 ns	1.267 ns	3.934 ns	1.254 ns	1.254 ns	1.254 ns
Test.1 vs T1,T2,T3	1	0.934ns	0.047ns	93.44**	0.967 ns	0.967 ns	0.967 ns
Test 2 vs T4,T5,T6	1	3.423**	3.300ns	39.48**	0.003 ns	0.003 ns	0.003 ns
Error	14	0.281	1.618	3.289	1.515	1.515	1.515
\bar{X} (cm)		4.84	14.50	35.62	42.49	42.49	42.49
CV(%)		10.96	8.77	5.09	2.90	2.90	2.90

La altura de planta del cultivar cargabello se incremento de 4.84 cm a los 20 días, hasta alcanzar la mayor altura es de 42.49 cm a los 80 días característica que se mantuvo hasta los 120 días, los coeficientes de variación oscilaron entre 2.90 a 10.96% que son valores muy aceptables a nivel de campo.

Como se indico anteriormente, si bien no se detecto diferencias estadísticas para la altura de planta entre las dos formulaciones a los 20 días; la aplicación con el 100 % de la fertilización recomendada genero la mayor altura, sin embargo en el resto de evaluaciones en términos generales la mayor estatura se presento en las formulaciones menores es decir, el 75% de la recomendación (Cuadro 4.2.)

CUADRO 4.2. Efecto de la fertilización en la altura de planta de frejol variedad cargabello en seis observaciones.

FERTILIZACION	Altura de planta (cm)/días					
	20	40	60	80	100	120
F1 100% recomendación	5.24	14.62	37.18	42.46	42.46	42.46
F2 75 % recomendación	4.90	14.64	36.72	42.70	42.70	42.70

Luego de lo registrado a los 20 días de la siembra, los promedios de altura de planta para bioestimulantes, se manifestaron homogéneos a lo largo del periodo vegetativo del cultivar cargabello. (Cuadro 4.3.)

CUADRO 4.3. Efecto de los bioestimulantes en la altura de planta de frejol variedad cargabello, en seis observaciones.

BIOESTIMULANTE	Altura de planta (cm)/días					
	20	40	60	80	100	120
B1 Goteo +3 aplic. Si	5.33	14.72	37.57	42.40	42.40	42.40
B2 Goteo+MZ+2aplic. Si	5.10	14.72	36.70	42.55	42.55	42.55
B3 Goteo+MZ+BM+1a Si	4.78	14.47	36.58	42.78	42.78	42.78

Si bien no se diferenciaron estadísticamente los diferentes tratamientos en estudio, los tratamientos T5 (F2B2) y T3 (F1B3) presentaron las mayores alturas, en orden de importancia. (Cuadro 4.4.).

CUADRO 4.4. Efecto de los tratamientos en la altura de planta de frejol variedad cargabello, en seis observaciones.

TRATAMIENTOS	Altura de planta (cm)/días					
	20	40	60	80	100	120
T1 F1B1	5.50	14.67	37.20 a	42.53	42.53	42.53
T2 F1B2	5.13	14.27	36.60 a	41.90	41.90	41.90
T3 F1B3	5.10	14.93	37.73 a	42.93	42.93	42.93
T4 F2B1	5.17	14.77	37.93 a	42.27	42.27	42.27
T5 F2B2	5.07	15.17	36.80 a	43.20	43.20	43.20
T6 F2B3	4.47	14.00	35.43 ab	42.63	42.63	42.63
T7 TEST1	4.60	14.77	30.73 c	41.90	41.90	41.90
T8 TEST2	3.67	13.43	32.53 bc	42.67	42.67	42.67

Para las variables Emergencia, Inicio de Floración, y Plena Floración por recomendación del biometrista no se muestran los análisis estadísticos alguno ya que en general en estas variables no presentaron ningún grado de significancia; de las lecturas y datos tomados en el campo, se resume que la emergencia fue del 82,23% en promedio de cada una de las parcelas; se registro un comportamiento homogéneo de 82,5 días para Inicio de Floración y 87 días para Plena Floración.

Estas Variables fueron muy afectadas por la irregularidad climática presentada en la zona de prueba; sin embargo la aplicación de los bioestimulantes ayudaron a mantener el ciclo fenológico del cultivo; más no fue un determinante para establecer diferencias estadísticas en las variables mostradas; también, es necesario resaltar que este comportamiento es eminentemente genético, característica que se hace extensiva a la fecha de la cosecha, que se practico a los 133 días, fecha en que todas las plantas presentaron de forma uniforme un cambio de color para posteriormente ser trillado y pesado.

4.2. Vainas/Planta

En el análisis de variancia para vainas/planta no se encontró diferencias estadísticas para repeticiones y tratamientos; sin embargo, dentro de tratamientos se observo diferencias estadísticas al nivel del 1% entre las formulaciones utilizadas, manteniéndose la no significación estadística en el resto de fuentes de variación (Cuadro 4.5.).

El promedio de vainas/planta fue de 11.69, con un coeficiente de variación de 7.30%.

CUADRO 4.5. Análisis de variancia para vainas/planta de frejol variedad cargabello, El Quinche, Quito, Pichincha 2011.

FUENTES DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
Total	23	22.686		
Repeticiones	2	1.383	0.691	0.95 ns
Tratamientos	(7)	11.086	1.584	2.17 ns
Fertilización(F)	1	7.605	7.605	10.41**
Bioestimulante(B)	2	1.120	0.560	0.72 ns
F X B	2	1.053	0.527	1.38 ns
Test.1 vs T1,T2,T3	1	2.403	2.403	3.29 ns
Test 2 vs T4,T5,T6	1	0.000	0.000	0.00 ns
Error	14	10.218	0.730	
$\bar{X}(N^{\circ})$			11.69	
CV/(%)			7.30	

Cuando se fertilizo con el 100% de la recomendación se potencio el mayor número de vainas/planta, alcanzando un promedio de 12.47 vainas, mientras que con en 75% de la recomendación el promedio fue de 11.17 vainas/planta, diferenciándose estadísticamente en la prueba de DMS al 5% (Cuadro 4.6. y Grafico 4.1.).

CUADRO 4.6. Efecto de la fertilización sobre el número de vainas por planta de frejol variedad cargabello.

FERTILIZACION	VAINAS/PLANTA
F1 100% recomendación	12.47 a
F2 75 % recomendación	11.17 b

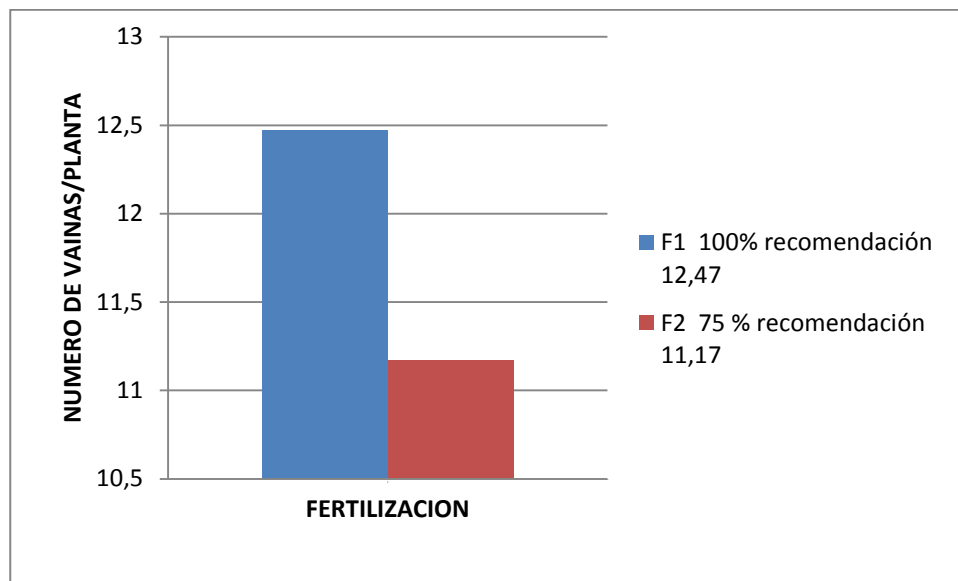


GRAFICO 4.1. Comportamiento de la fertilización en el número de vainas/planta de frejol cargabello.

Es importante destacar que el mayor número de vainas por planta se obtuvo cuando se aplicó la formulación comercial recomendada al cultivo del frejol; esto corrobora a lo expresado por (Faiguenbaum, H. 1988). Quien escribe que esta leguminosa responde a altos niveles de fertilización.

Sin embargo, de no haber diferencia estadística entre bioestimulantes, se logró un mayor número de vainas/planta con el B2 (Goteo + Mz+2 aplicaciones de silicio) con 12.15 vainas por planta. (Cuadro 4.7. y Grafico 4.2.).

CUADRO 4.7. Efecto de los bioestimulantes sobre vainas por planta de frejol variedad cargabello.

BIOESTIMULANTE	VAINAS/PLANTA
B1 Goteo +3 aplic. Si	11.75
B2 Goteo+MZ+2aplic. Si	12.15
B3 Goteo+MZ+BM+1a Si	11.55

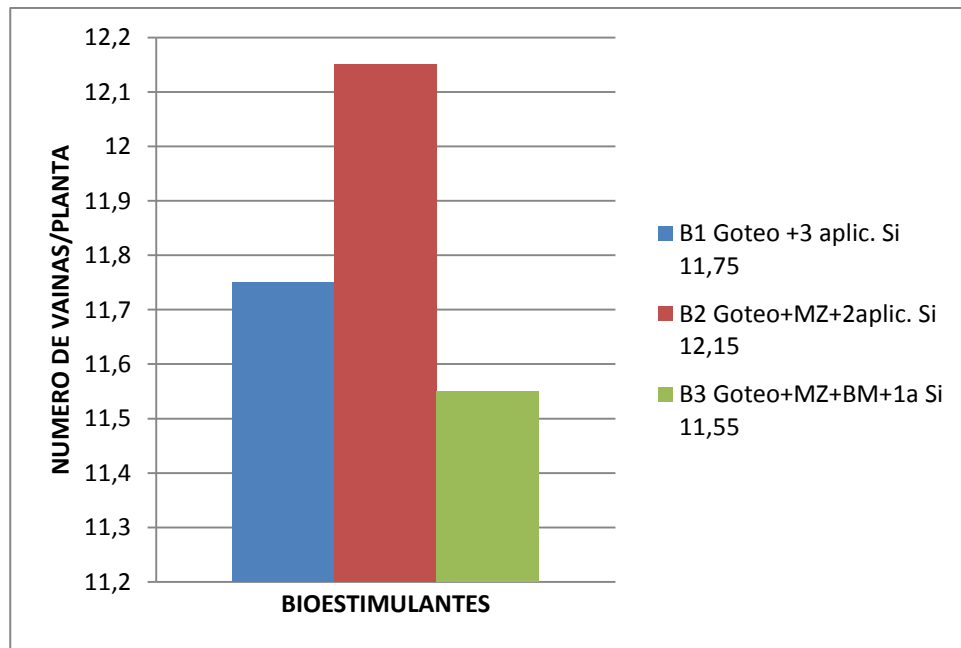


GRAFICO 4.2. Acción de los bioestimulantes en el número de vainas/planta de frejol cargabello.

En términos generales el mayor número de vainas por planta se logro con los tratamientos cuando la fertilización agrícola fue del 100% de la recomendación superado todos las 12 vainas de promedio por lo que se encuentran conformando los primeros lugares dentro del rango de valores. (Cuadro 4.8. y Grafico 4.3.).

CUADRO 4.8. Efecto de los tratamientos sobre vainas por planta de frejol variedad cargabello.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE VAINAS/PLANTA
T1 F1B1	12.17
T2 F1B2	12.70
T3 F1B3	12.53
T4 F2B1	11.33
T5 F2B2	11.60
T6 F2B3	10.57
T7 TEST1	11.43
T8 TEST2	11.17

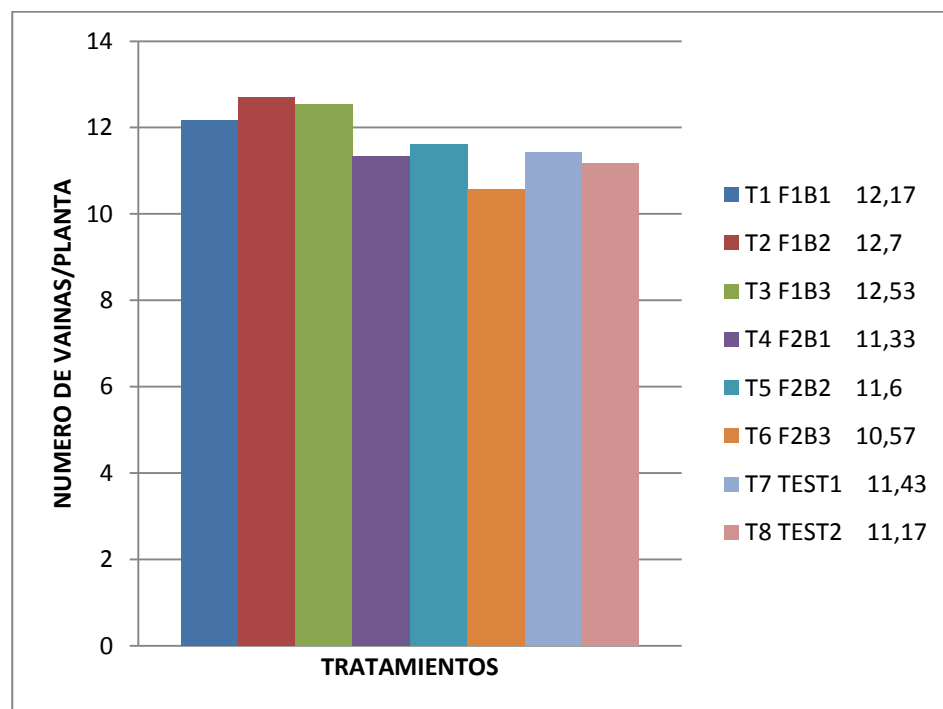


GRAFICO 4.3. Comportamiento de los tratamientos en el número de vainas/planta de frejol cargabello.

4.3. Vainas/Parcela

Al ejecutar el análisis de variancia para vainas/ parcela, no se detecto diferencias estadísticas para repeticiones y tratamientos; sin embargo, dentro de tratamientos se observo diferencias estadísticas al nivel del 5% entre las formulaciones 100% y 75% de la recomendación; manteniéndose la no significación estadística, en el resto de fuentes de variación (Cuadro 4.9.).

El promedio general de vainas/parcela fue de 117.92, con un coeficiente de variación de 7.02%, variación aceptable para trabajos de campo abierto.

CUADRO 4.9. Análisis de variancia para vainas/parcela en el cultivo de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011.

FUENTES DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
Total	23	2101.833		
Repeticiones	2	66.333	33.167	0.48 ns
Tratamientos	(7)	1075.167	153.595	2.24 ns
Fertilización(F)	1	470.222	470.222	6.86 *
Bioestimulante(B)	2	168.778	84.389	1.23 ns
F X B	2	232.111	116.056	1.69 ns
Test.1 vs T1,T2,T3	1	240.250	240.250	3.50 ns
Test 2 vs T4,T5,T6	1	17.361	17.361	0.25 ns
Error	14	960.333	68.595	
$\bar{X}(N^{\circ})$			117.92	
CV(%)			7.02	

Cuando se fertilizo con la formulación del 100% de la recomendación, se logro conseguir la mayor cantidad de vainas/parcela alcanzando los 124.67; mientras que, con en 75% de la recomendación el promedio fue de 114.44 vainas/parcela, diferenciándose estadísticamente en la prueba de DMS al 5% (Cuadro 4.10. y Grafico 4.4.).

CUADRO 4.10. Efecto de la fertilización en el número de vainas por parcela de frejol variedad cargabello, según la prueba de DMS al 5%.

FERTILIZACION	VAINAS/PARCELA
F1 100% recomendación	124.67 a
F2 75 % recomendación	114.44 b

De los resultados analizados se desprende que las recomendaciones de fertilización son funcionales, ya que al disminuir el nivel disminuye el número de vainas/parcela en la variedad de frejol cargabello

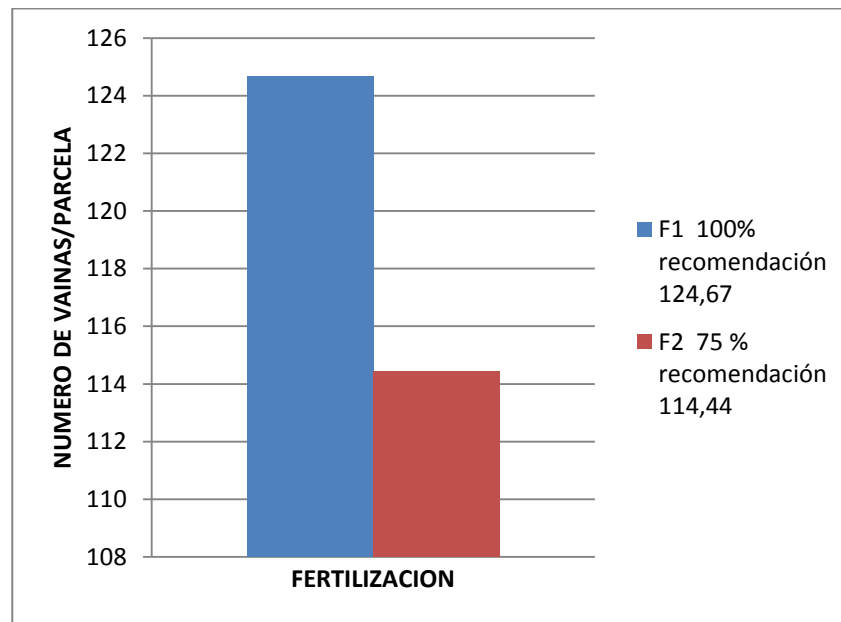


GRAFICO 4.4. Comportamiento de la fertilización en el número de vainas/parcela de frejol cargabello.

Es importante recalcar que la aplicación de la formulación en el ciento por ciento de la recomendación es la más adecuada para potenciar la fecundación y el amarre de vainas por planta y consecuentemente por parcela, esto corrobora a lo expresado por Faiguenbaum, H. 1988, que señalo que a una formulación más adecuada mejora la floración, fertilización y amarre de las especies vegetales.

Con los bioestimulantes utilizados no se encontró diferencias estadísticas; sin embargo, se logro mayor número de vainas/parcela con el tratamiento 2 (Goteo + Mz+2 aplicaciones de silicio) con un promedio de 123.33 vainas por parcela. (Cuadro 4.11. y Grafico 4.5.).

CUADRO 4.11. Efecto de los bioestimulantes en vainas por parcela de frejol variedad cargabello.

BIOESTIMULANTES	VAINAS/PARCELA
B1 Goteo +3 aplic. Si	119.50
B2 Goteo+MZ+2aplic. Si	123.33
B3 Goteo+MZ+BM+1a Si	115.83

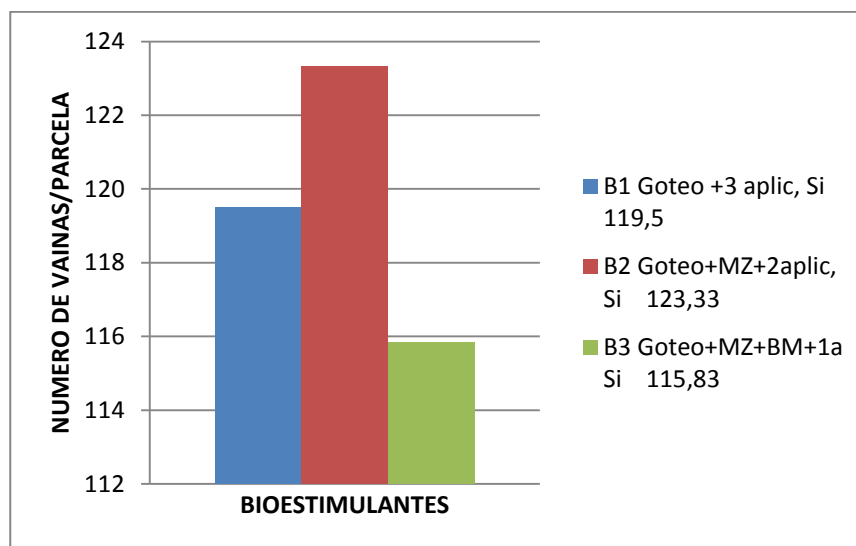


GRAFICO 4.5. Acción de los bioestimulantes en el número de vainas/parcela de frejol cargabello.

Los mayores promedios correspondieron a los tratamientos cuando se realizó las formulaciones con el 100% de la recomendación superado todos las 121 vainas/parcela de promedio (Cuadro 4.12. y Grafico 4.6.).

CUADRO 4.12. Efecto de las formulaciones de la fertilización y bioestimulantes en el número de vainas por parcela de frejol variedad cargabello.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE VAINAS/PARCELA
T1 F1B1	121.67 a
T2 F1B2	126.33 a
T3 F1B3	126.00 a
T4 F2B1	117.33 a
T5 F2B2	120.33 a
T6 F2B3	105.67 bc
T7 TEST1	114.33 ab
T8 TEST2	111.67 ab

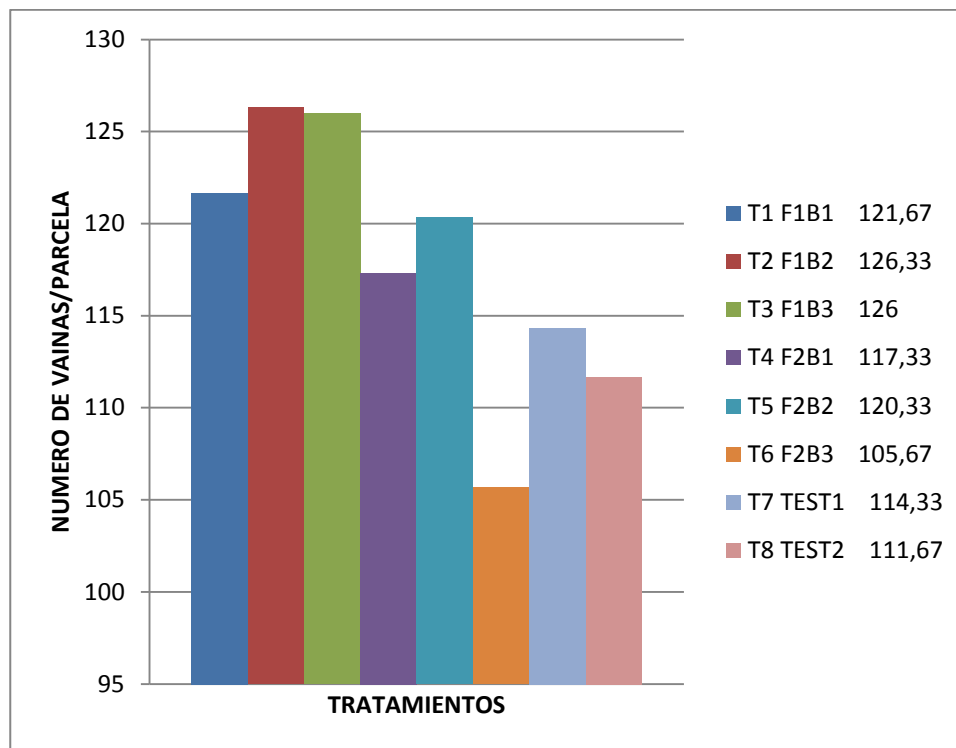


GRAFICO 4.6. Comportamiento de los tratamientos en el número de vainas/parcela de frejol cargabello.

4.4. Granos/Vaina

Al correr el análisis de variancia para número de granos/vaina del frejol cargabello, no se encontró diferencias estadísticas en cada una de las fuentes de variación establecidas (Cuadro 4.13.).

El promedio de granos/vaina fue de 4.75, con un coeficiente de variación de 5.85%.

CUADRO 4.13. Análisis de variancia para granos/vaina de frejol variedad cargabello, El Quinche, Quito, Pichincha 2011.

FUENTES DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
Total	23	1.720		
Repeticiones	2	0.023	0.012	0.15 ns
Tratamientos	(7)	0.613	0.088	1.13 ns
Fertilización(F)	1	0.067	0.067	0.87 ns
Bioestimulante(B)	2	0.263	0.132	1.71 ns
F X B	2	0.221	0.111	1.44 ns
Test.1 vs T1,T2,T3	1	0.071	0.071	0.92 ns
Test 2 vs T4,T5,T6	1	0.007	0.007	0.09 ns
Error	14	1.083	0.077	
$\bar{X}(N^{\circ})$			4.75	
CV/(%)			5.85	

El comportamiento de granos/vaina para formulaciones de fertilización, para bioestimulantes y para tratamientos se presentan en los Cuadros 4.14, 4.15 y 4.16, respectivamente, cuyos valores no mostraron diferencias estadísticas, aunque si aritméticos.

CUADRO 4.14. Efecto de la fertilización en el número de granos/vaina de frejol variedad cargabello.

FERTILIZACION	GRANOS/VAINA
F1 100% recomendación	4.84
F2 75 % recomendación	4.72

CUADRO 4.15. Acción de los bioestimulantes en el número de granos/vaina de frejol variedad cargabello.

BIOESTIMULANTE	GRANOS/VAINA
B1 Goteo+3aplic. Si	4.83
B2 Goteo+MZ+2aplic. Si	4.90
B3 Goteo+MZ+BM+1aplic. Si	4.62

CUADRO 4.16. Comportamiento de los tratamientos en el número de granos/vaina de frejol variedad cargabello.

TRATAMIENTOS	GRANOS/VAINA
T1 F1B1	4.80
T2 F1B2	4.90
T3 F1B3	4.83
T4 F2B1	4.87
T5 F2B2	4.90
T6 F2B3	4.40
T7 TEST1	4.67
T8 TEST2	4.67

4.5. Granos/Planta

En el Cuadro 4.17, se presenta el análisis de variancia para granos/planta, en donde no se encuentran diferencias estadísticas en las fuentes de variación establecidas.

El promedio para granos/planta de frejol cultivar cargabello es de 56.02, con un coeficiente de variación de 9.40%

CUADRO 4.17. Análisis de variancia para número de granos/planta de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011.

FUENTES DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
Total	23	388.143		
Repeticiones	2	37.963	18.982	0.69 ns
Tratamientos	(7)	526.747	75.250	2.71 ns
Fertilización(F)	1	120.642	120.642	4.35 ns
Bioestimulante(B)	2	151.390	75.695	2.73 ns
F X B	2	127.968	63.984	2.30 ns
Test.1 vs T1,T2,T3	1	96.694	96.694	3.49 ns
Test 2 vs T4,T5,T6	1	30.988	30.988	1.12 ns
Error	14	952.853	27.725	
$\bar{X}(N^{\circ})$			56.02	
CV(%)			9.40	

En los Cuadros 4.18, 4.19 y 4.20, se presentan los promedios de granos/planta de frejol cargabello para las formulaciones de fertilización, bioestimuladores y tratamientos, donde se ubican que los resultados logrados si bien no mostraron diferencias estadísticas a los niveles esperados, se detecto cambios importantes desde el punto de vista aritmético a favor del tratamiento 2.

CUADRO 4.18. Efecto de la fertilización sobre el número de granos/planta de frejol variedad cargabello.

FERTILIZACION	GRANOS/PLANTA
F1 100% recomendación	59.89
F2 75 % recomendación	54.71

CUADRO 4.19. Efecto de los bioestimulantes sobre el numero de granos/ planta de frejol variedad cargabello.

BIOESTIMULANTE	GRANOS/PLANTA
B1 Goteo+3aplic. Si	57.43
B2 Goteo+MZ+2aplic. Si	60.78
B3 Goteo+MZ+BM+1aplic. Si	53.68

CUADRO 4.20. Efecto de los tratamientos en base de la fertilización y bioestimulantes sobre el numero de granos/ planta de frejol variedad cargabello.

TRATAMIENTOS	GRANOS/PLANTA
T1 F1B1	57.67
T2 F1B2	62.00
T3 F1B3	60.00
T4 F2B1	57.20
T5 F2B2	59.57
T6 F2B3	47.37
T7 TEST1	53.33
T8 TEST2	51.00

4.6. Peso de Grano/Vaina

En el análisis de variancia para peso de granos/vaina (Cuadro 4.21) no se detecto diferencias estadísticas para repeticiones y tratamientos, sin embargo dentro de tratamientos se observa diferencias estadísticas al 5% en la comparación Test.1 vs T1,T2 y T3 donde el testigo presento el mayor peso (Cuadro 4.21.).

El promedio general de peso de grano/vaina es de 5.96 g. con un coeficiente de variación de 1.81%.

CUADRO 4.21. Análisis de variancia para peso de grano/vaina de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011.

FUENTES DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
Total	23	0.376		
Repeticiones	2	0.010	0.005	0.43 ns
Tratamientos	(7)	0.203	0.029	2.49 ns
Fertilización(F)	1	0.005	0.005	0.47 ns
Bioestimulante(B)	2	0.021	0.011	0.92 ns
F X B	2	0.043	0.022	1.83 ns
Test.1 vs T1,T2,T3	1	0.100	0.100	8.60 *
Test 2 vs T4,T5,T6	1	0.004	0.004	0.38 ns
Error	14	0.163	0.012	
$\bar{X}(g)$			5.96	
CV(%)			1.81	

En los Cuadros 4.22, 4.23 y 4.24, se presentan los pesos de grano/vaina para las dos formulas de fertilización, bioestimulante tratamientos, respectivamente, que si bien no tienen diferencias estadísticas en los niveles esperados, muestran cambios aritméticos sustentados en varias comparaciones, especialmente entre tratamientos.

CUADRO 4.22. Efecto de la fertilización para peso de grano/ vaina de frejol variedad cargabello.

FERTILIZACION	PESO DE GRANO/VAINA (g)
F1 100% recomendación	5.98
F2 75 % recomendación	6.01

CUADRO 4.23. Acción de los bioestimulantes en el peso de grano/vaina de frejol variedad cargabello.

BIOESTIMULANTE	PESO DE GRANO/VAINA (g)
B1 Goteo+3aplic. Si	6.03
B2 Goteo+MZ+2aplic. Si	6.00
B3 Goteo+MZ+BM+1apli. Si	5.95

CUADRO 4.24. Efecto de los tratamientos en base de la fertilización y bioestimulantes sobre el peso de grano/vaina de frejol variedad cargabello.

TRATAMIENTOS	PESO DE GRANO/VAINA (g)
T1 F1B1	6.03
T2 F1B2	6.03
T3 F1B3	5.87
T4 F2B1	6.03
T5 F2B2	4.97
T6 F2B3	6.03
T7 TEST1	5.77
T8 TEST8	5.97

4.7. Peso de Grano/Planta

Al ejecutar el análisis de variancia para peso de grano/planta de frejol cargabello, no se encontró diferencias estadísticas para repeticiones y tratamientos, sin embargo dentro de tratamientos se observan diferencias estadísticas para fertilización al 1% y en la comparación Test.1 vs T1,T2,T3 al nivel del 5% (Cuadro 4.25.).

El promedio general del peso de grano/planta fue de 69.67, con un coeficiente de variación de 7.14%.

CUADRO 4.25. Análisis de variancia para peso de grano/planta de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011.

FUENTES DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
Total	23	346.181		
Repeticiones	2	53.701	26.850	1.08 ns
Tratamientos	(7)	411.944	58.849	2.39 ns
Fertilización(F)	1	247.531	247.531	10.01 **
Bioestimulante(B)	2	54.044	27.022	0.99 ns
F X B	2	15.916	7.958	0.32 ns
Test.1 vs T1,T2,T3	1	167.142	167.142	6.76 *
Test 2 vs T4,T5,T6	1	0.583	0.586	0.02 ns
Error	14	346.181	24.727	
\bar{X} (g)			69.67	
CV(%)			7.14	

Fertilizando con la formulación del 100% de la recomendación, se logro un mayor peso de grano/planta con 74.52 g, diferenciándose cuando se aplica el 75% de la recomendación en la prueba de DMS al 5%, que alcanzó los 67.10 g. (Cuadro 4.26. y Grafico 4.7.).

CUADRO 4.26. Efecto de la fertilización en el peso de grano/planta de frejol variedad cargabello.

FERTILIZACION	PESO DE GRANO/PLANTA (g)
F1 100% recomendación	74.52 a
F2 75 % recomendación	67.10 b

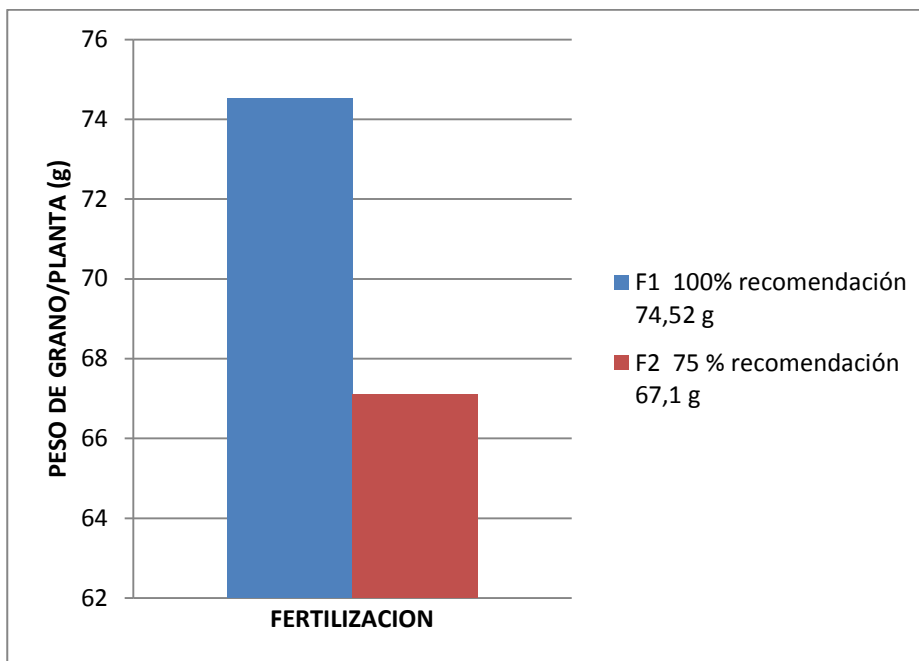


GRAFICO 4.7. Acción de la fertilización en el peso de grano/planta de frejol cargabello.

Dado al mayor número de granos por planta generado por la formulación completa de la fertilización recomendada fertilización completa, se obtuvo el mejor peso de grano; situación que corrobora lo expresado por Faiguenbaum, H. 1988.

Si bien no hubo diferencias estadísticas entre los bioestimulantes, el mayor peso se presentó con el Tratamiento 2 (Goteo+MZ+2 aplicaciones. Si) alcanzando un performance de 72.91 g de peso de grano/planta, mientras que el menor correspondió al Tratamiento 3 (Goteo+MZ+BM+1 aplicación Si). (Cuadro 4.27. y grafico 4.8.).

CUADRO 4.27. Acción de los bioestimulantes en el peso de grano/planta de frejol variedad cargabello.

BIOESTIMULANTE	PESO DE GRANO/PLANTA (g)
B1 Goteo+3aplic. Si	70.87
B2 Goteo+MZ+2aplic. Si	72.91
B3 Goteo+MZ+BM+1aplic. Si	68.66

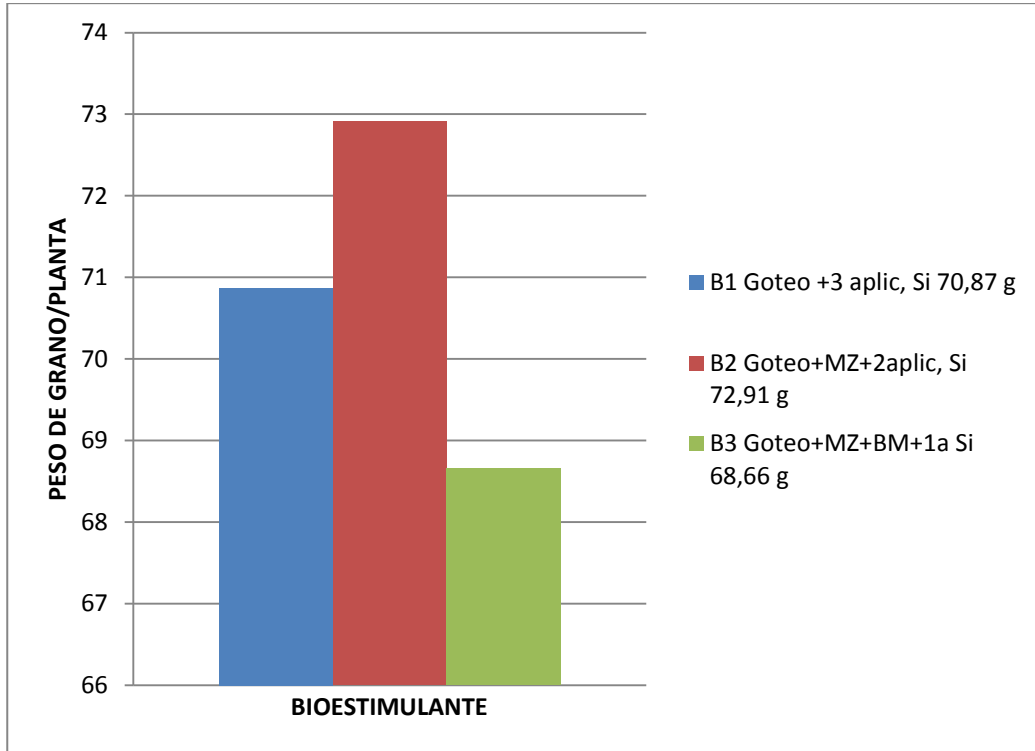


GRAFICO 4.8. Efecto de los bioestimulantes en el peso de grano/planta (g) de frejol cargabello.

Al analizar los tratamientos se aprecia, que el mayor peso de granos/planta se logro cuando se aplico la formulación de la fertilización en el 100%, con promedios superiores a 73.4 g, mientras que el resto de tratamientos presentaron valores inferiores a 69.20 g (Cuadro 4.28. y Grafico 4.9.).

CUADRO 4.28. Comportamiento de los tratamientos en base de la formulación de la fertilización y bioestimulantes en el peso de grano/ planta de frejol variedad cargabello.

TRATAMIENTOS	PESO DE GRANO/PLANTA (g)
T1 F1B1	73.42
T2 F1B2	76.62
T3 F1B3	73.50
T4 F2B1	68.31
T5 F2B2	69.19
T6 F2B3	63.80
T7 TEST1	65.90
T8 TEST2	66.31

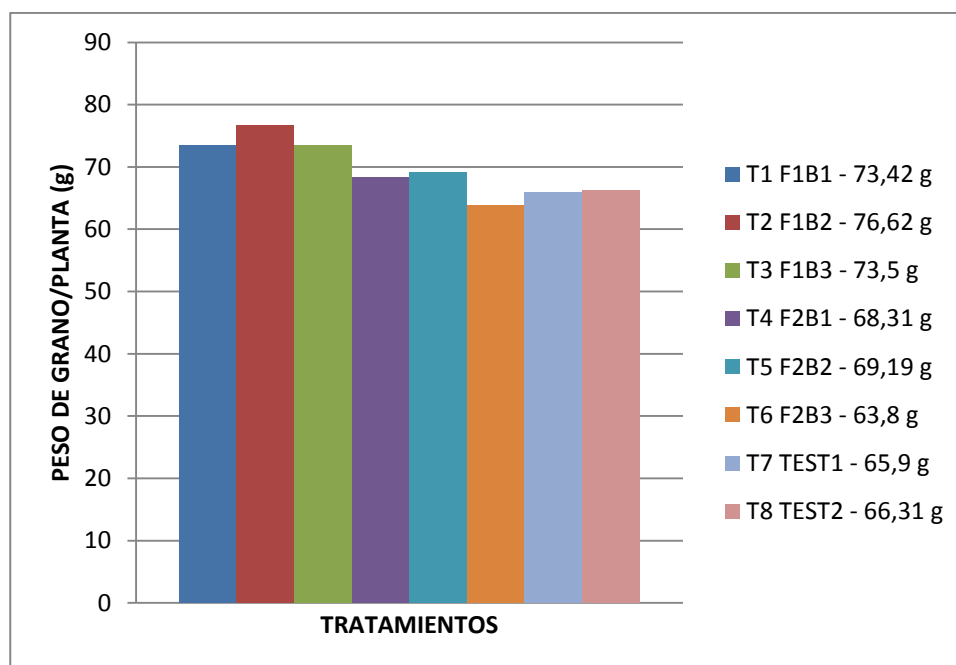


GRAFICO 4.9. Efecto de los tratamientos sobre el peso de grano/planta (g) de frejol cargabello.

4.8. Rendimiento por Parcela

Al correr el análisis de variancia para rendimiento por parcela de frejol var. cargabello en kg., no se encontró diferencias estadísticas para repeticiones y tratamientos, sin embargo dentro de tratamientos se detecto diferencias estadísticas para las dos formulaciones de fertilización al 1% y en la comparación Test.1 vs T1,T2,T3 al nivel del 5% (Cuadro 4.29.).

El promedio para rendimiento por parcela en kg fue de 2,37, con un coeficiente de variación de 7.11%

CUADRO 4.29. Análisis de variancia para rendimiento por parcela de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011.

FUENTES DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
Total	23	0,9314		
Repeticiones	2	0,0627	0,0313	1.10 ns
Tratamientos	(7)	0,4718	0,0674	2.38 ns
Fertilización(F)	1	0,2838	0,2838	10.01**
Bioestimulante(B)	2	0,0617	0,0308	1.09 ns
F X B	2	0,0184	0,0092	0.32 ns
Test.1 vs T1,T2,T3	1	0,1892	0,1892	6.76 *
Test 2 vs T4,T5,T6	1	0,0008	0,0008	0.02 ns
Error	14	0,3969	0,0284	
\bar{X} (kg/parcela)			2.37	
CV(%)			7.11	

Fertilizar el frejol cargabello con el requerimiento al 100% permitió alcanzar un mayor rendimiento con 2,53 kg por parcela, diferenciándose estadísticamente en la DMS al 5% del peso de 2,28 kg obtenido cuando se fertilizo con el 75% de lo recomendado. (Cuadro 4.30.y Grafico 4.10.)

CUADRO 4.30. Efecto de la fertilización en el rendimiento por parcela de frejol variedad cargabello.

FERTILIZACION	PESO DE GRANO/PARCELA
F1 100% recomendación	2,53 a
F2 75 % recomendación	2,28 b

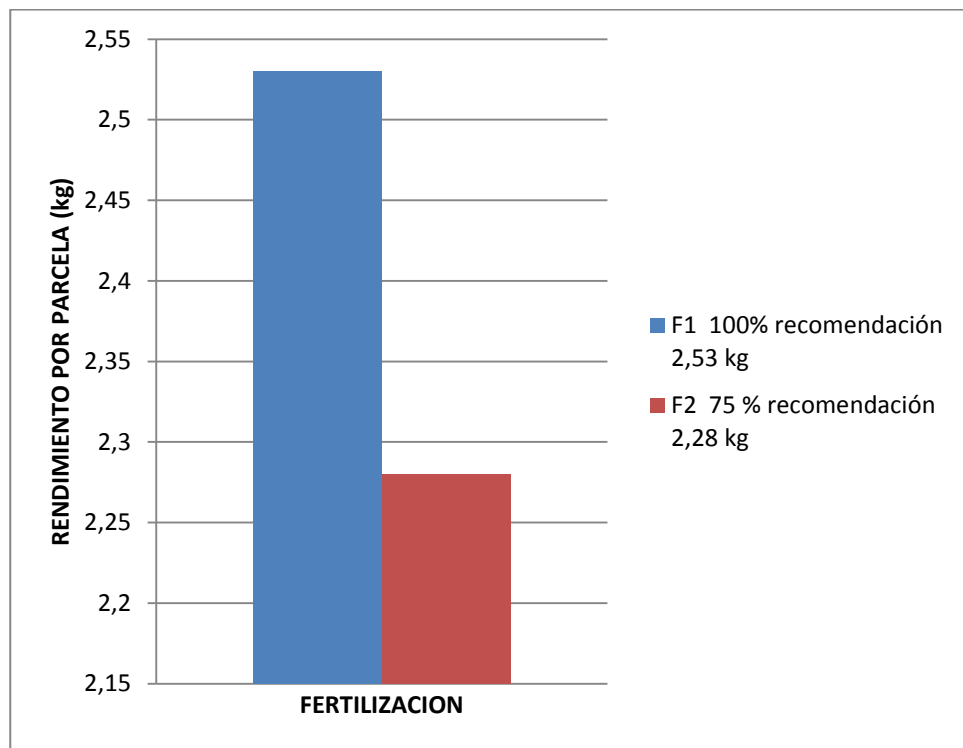


GRAFICO 4.10. Efecto de la fertilización al rendimiento por parcela (kg) de frejol cargabello.

Bajo la aplicación del bioestimulante B2 (Goteo+MZ+2 aplicaciones. Si) se obtuvo un mayor promedio pero no se diferencio estadísticamente del resto de bioestimulantes (Cuadro 4.31. y Grafico 4.11.).

CUADRO 4.31. Acción de los bioestimulantes en el rendimiento por parcela de frejol variedad cargabello.

BIOESTIMULANTE	PESO DE GRANO/PARCELA (kg)
B1 Goteo+3aplic. Si	2,41
B2 Goteo+MZ+2aplic. Si	2,48
B3 Goteo+MZ+BM+1aplic. Si	2,34

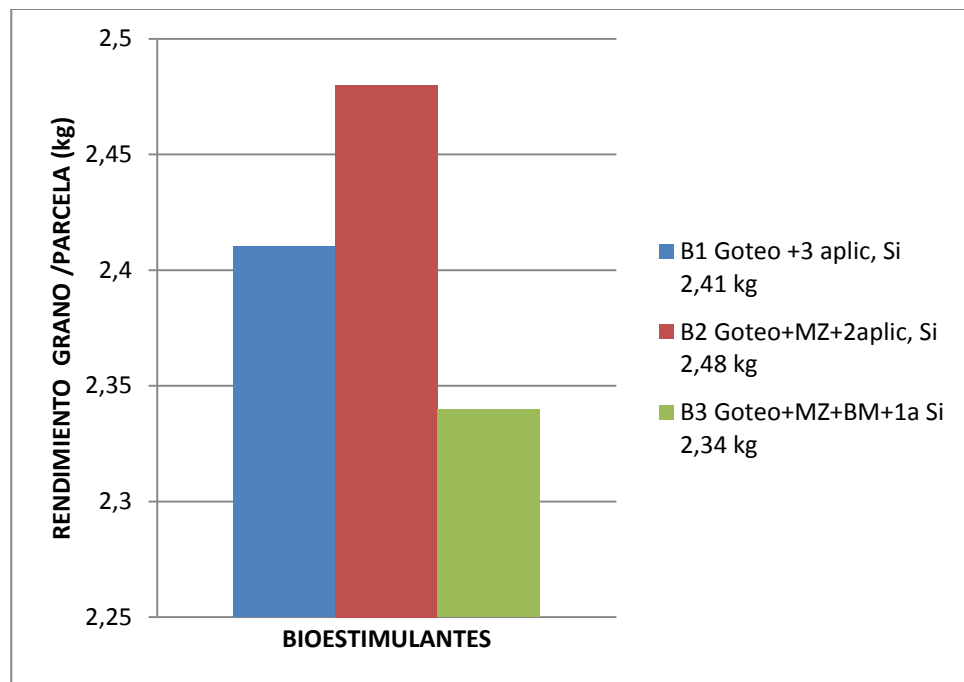


GRAFICO 4.11. Efecto de los bioestimulantes en el rendimiento por parcela (kg) con frejol cargabello.

Los mayores promedios del peso de grano/parcela se presentaron en los tratamientos en donde se fertilizo con el 100% de la fertilización, pero el testigo correspondiente disminuyo notablemente por lo tanto a pesar de no diferenciarse estadísticamente se aprecia un efecto de los bioestimulante (cuadro 4.32. y grafico 4.12.).

CUADRO 4.32. Efecto de los tratamientos en base de la fertilización y bioestimulantes sobre el peso de grano/parcela de frejol variedad cargabello.

TRATAMIENTOS	PESO POR PARCELA kg
T1 F1B1	2,50
T2 F1B2	2,60
T3 F1B3	2,50
T4 F2B1	2,32
T5 F2B2	2,35
T6 F2B3	2,17
T7 TEST1	2,24
T8 TEST2	2,26

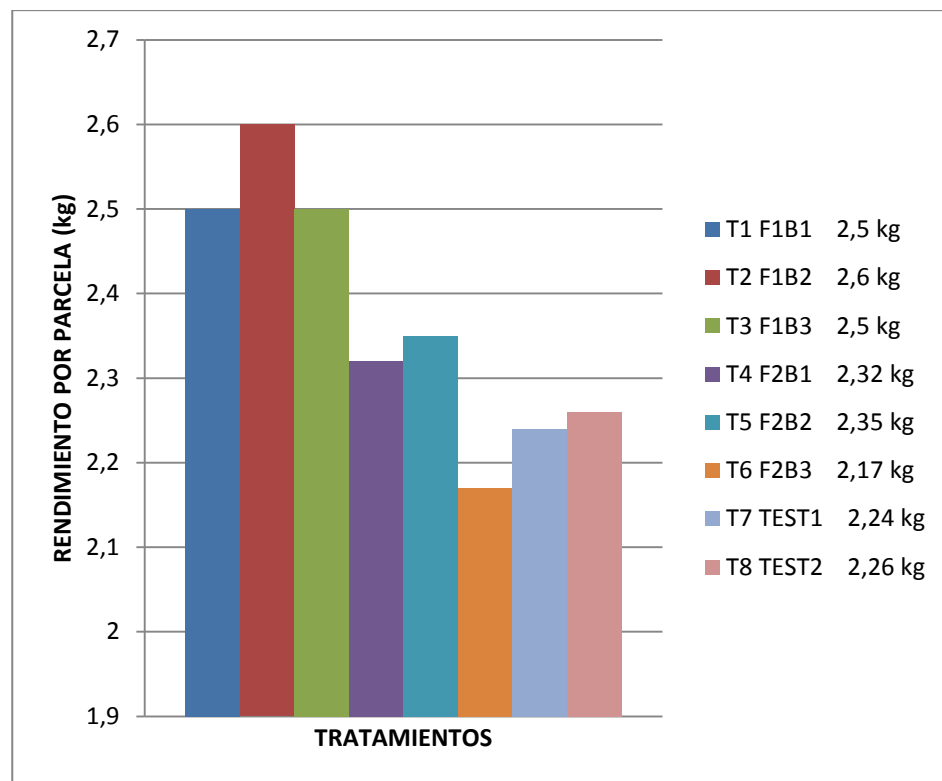


GRAFICO 4.12. Efecto de los tratamientos sobre el peso de grano/parcela (kg) de frejol cargabello.

4.9. Rendimiento Por Hectárea

En el análisis de variancia para rendimiento por ha de frejol cargabello, no se encontró diferencias estadísticas para repeticiones y tratamientos, sin embargo dentro de tratamientos se detecto diferencias estadísticas entre las formulaciones de fertilización al 1% mientras que en comparación Test.1 vs T1,T2,T3 la significancia ue del 5%. (Cuadro 4.33.).

El promedio general del rendimiento de grano/ha fue de 1579,18 kg, con un coeficiente de variación de 7,14%.

CUADRO 4.33. Análisis de variancia para rendimiento por ha de frejol variedad cargabello. El Quinche, Quito, Pichincha 2011.

FUENTES DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
Total	23	417098,35		
Repeticiones	2	27590,71	13795,35	1.08 ns
Tratamientos	(7)	211645,01	30235,01	2.37 ns
Fertilización(F)	1	127174,37	127174,37	10.01 **
Bioestimulante(B)	2	27766,44	13883,22	1.09 ns
F X B	2	8177,18	4088,59	0.32 ns
Test.1 vs T1,T2,T3	1	85873,42	85873,42	6.75 *
Test 2 vs T4,T5,T6	1	299,35	299,35	0.02 ns
Error	14	177862,63	12704,47	
\bar{X} (kg/ha)			1579.18	
CV(%)			7.14	

La formulación de la fertilización en frejol cargabello con el 100% de la recomendación permitió el mayor rendimiento con 1689,09 kg/ha, diferenciándose estadísticamente en la DMS al 5% del peso en grano con 1520,98 kg obtenido cuando se fertilizo con el 75% de lo recomendado. (Cuadro 4.34.).

En forma objetiva la diferencia entre las dos fertilizaciones en evaluación se presenta en el Grafico 4.13.

CUADRO 4.34. Efecto de la fertilización en el rendimiento por ha de frejol variedad cargabello.

FERTILIZACION	PESO DE GRANO/HA (kg)
F1 100% recomendación	1689,09 a
F2 75 % recomendación	1520,98 b

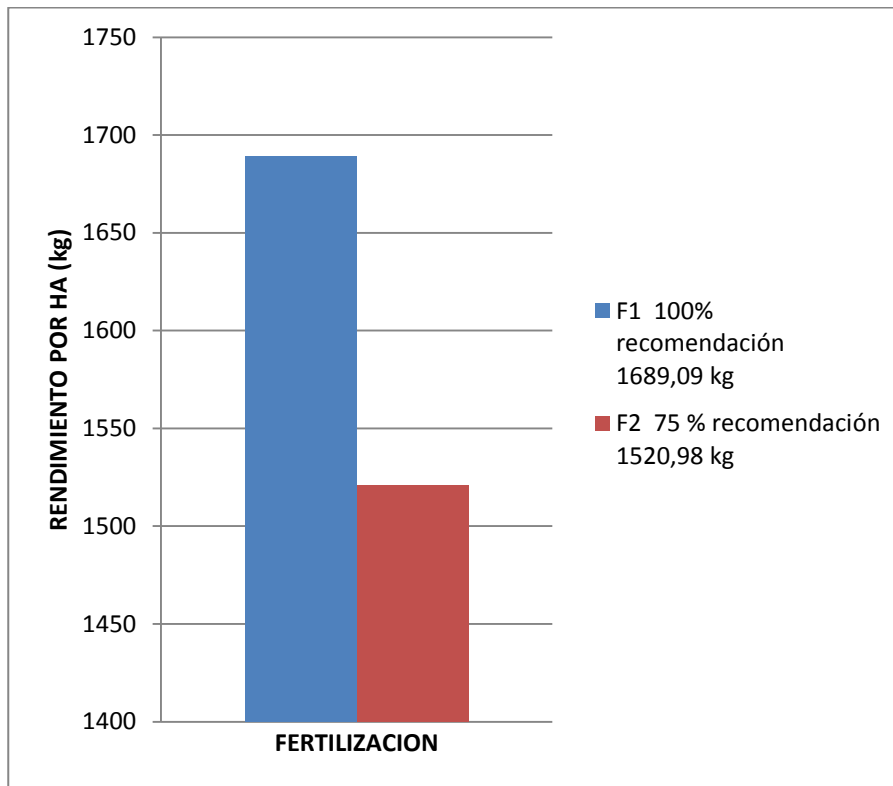


GRAFICO 4.13. Comportamiento de los dos formulaciones de en el rendimiento por ha en frejol cargabello.

Debido al incremento del peso de grano por planta se hizo extensiva esta característica al rendimiento por hectárea. Concordando con lo expresado por Faiguenbaum, H. 1988.

Aplicaciones del bioestimulante foliar B2 (Goteo+MZ+2 aplicaciones. Si) se potencio el mayor rendimiento, aunque no se diferencio estadísticamente del resto de bioestimulantes (Cuadro 4.31. y Grafico 4.14.).

CUADRO 4.35. Acción de los bioestimulantes en el rendimiento por ha de frejol variedad cargabello.

BIOESTIMULANTE	RENDIMIENTO/HA (kg)
B1 Goteo+3aplic. Si	1606,27
B2 Goteo+MZ+2aplic. Si	1652,51
B3 Goteo+MZ+BM+1Aplic. Si	1556,33

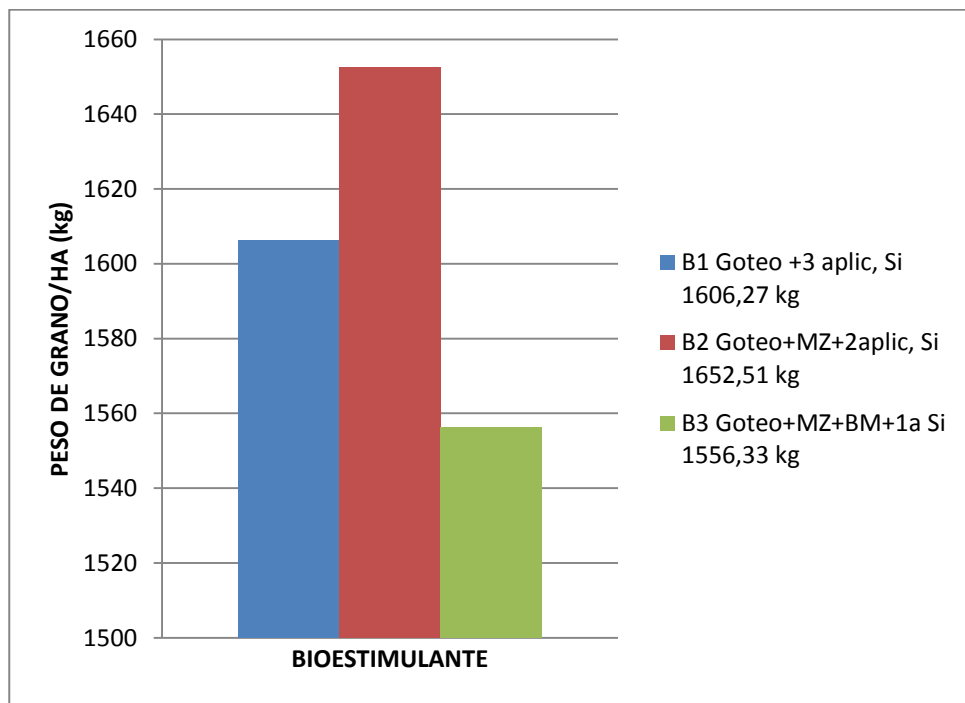


GRAFICO 4.14. Comportamiento de los bioestimulantes en el rendimiento por ha de frejol cargabello.

Los mejores pesos de grano/ha se presentaron en los tratamientos en donde se fertilizo con el 100% de la formulación, en comparación con los testigos; sin a pesar de no diferenciarse estadísticamente se aprecia un efecto de los bioestimulante en el rendimiento final en el cultivo de frejol. (Cuadro 4.36. y Grafico 4.15.).

CUADRO 4.36. Efecto de las formulaciones de la fertilización y bioestimulantes en el rendimiento por ha de frejol variedad cargabello.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO POR HA (kg)
T1 F1B1	1664,19
T2 F1B2	1736,64
T3 F1B3	1666,45
T4 F2B1	1548,36
T5 F2B2	1568,38
T6 F2B3	1446,21
T7 TEST1	1493,73
T8 TEST2	1509,45

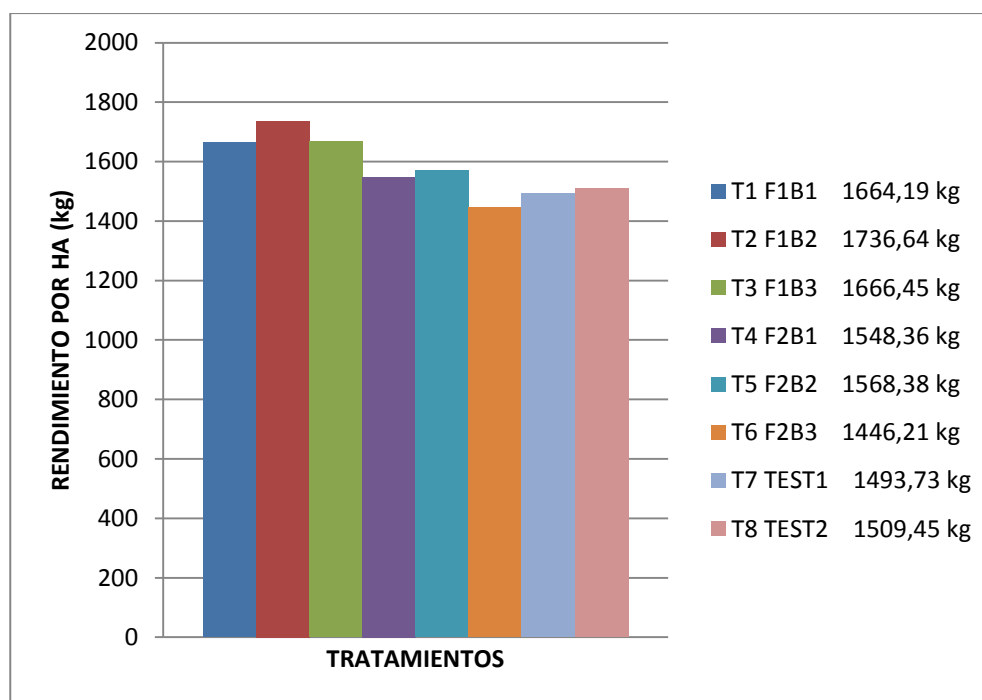


GRAFICO 4.15. Efecto de los tratamientos sobre el peso de grano kg/ha de frejol cargabello.

4. 10. Análisis Económico

Con la metodología de presupuesto parcial según Perrin *et. al.* (1981), se obtuvo el beneficio bruto, que es el rendimiento de frejol por su valor en el mercado; por otro lado, con los precios variables que corresponden a los costos de la fertilización, bioreguladores; y mano de obra para su aplicación. De la diferencia del beneficio bruto con costos variables se logra el beneficio neto (Cuadro 4.37.)

CUADRO 4.37. Beneficio Bruto Costo Variable y Beneficio Neto de los Tratamientos en Estudio.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO BRUTO	COSTOS VARIABLES	BENEFICIO NETO
T1 F1B1	4101,88	568,50	3533,38
T2 F1B1	4280,45	573,70	3706,75
T3 F1B1	4107,45	578,10	3529,35
T4 F2B1	3816,38	454,80	3361,58
T5 F2B1	3865,73	460,00	3405,73
T6 F2B1	3564,60	464,40	3100,20
T7 TEST1	3681,73	540,40	3141,33
T8 TEST2	3720,48	426,70	3293,78

Registrando el beneficio neto en orden decreciente acompañado de los costos variables se realizó el análisis de dominancia, donde el tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable. De este análisis se desprende que los tratamientos no dominados fueron T2 F1B2, T5 F2B2, T4 F2B1 y T8 TEST.2. (Cuadro 4.38.)

CUADRO 4.38. Análisis de Dominancia de los Tratamientos en estudio.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	T D
T2 F1B1	3706,75	573,70	
T5 F2B1	3533,38	460,00	
T1 F1B1	3529,35	568,50	*
T4 F2B1	3405,73	454,80	
T8 TEST2	3361,58	426,70	
T6 F2B1	3293,78	464,40	*
T7 TEST1	3141,33	540,40	*
T3 F1B1	3100,20	578,10	*

Con los tratamientos no dominados se procedió a realizar el análisis marginal determinándose que las mejores alternativas económicas corresponden a los tratamientos T2 F1B2, T5 F2B2, T4 F2B1, pues presentan una tasa interna de retorno económicamente rentables. (Cuadro 4.39.)

CUADRO 4.39. Análisis Marginal

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	ΔB , NETO	ΔC , VARIABLE	TIR M
T2 F1B1	3706,75	573,70	173,37	113,70	1,52
T5 F2B1	3533,38	460,00	127,65	5,20	24,55
T4 F2B1	3405,73	454,80	44,15	28,10	1,57
T8 TEST2	3361,58	426,70			

V. CONCLUSIONES

- Para altura de plata la aplicación de la formulación al 75% de la fertilización recomendada generó plantas más altas que cuando se aplicó el 100%, para bioestimulantes el efecto fue homogéneo a lo largo de seis evaluaciones, únicamente, a los 20 y 60 días se encontró diferencia con los testigos.
- El número de vainas/planta, y por parcela se vieron afectados por las formulaciones de fertilización, al aplicar el 75% del fertilizante, disminuyeron los valores en estos componentes del rendimiento en relación a la aplicación de 100% de la formulación.
- Respecto a granos/vaina, y por planta estos caracteres no se vieron afectados por la fertilización y los bioestimulantes debido a que estos parámetros dependen más del aspecto genético.
- En el peso del grano por vaina y por planta tampoco se observó un efecto directo de la fertilización y de los bioestimulantes, sin embargo, dentro de la formulación de la fertilización al 100% los bioestimulantes fueron un complemento positivo con relación al testigo (sin bioestimulante).
- El rendimiento de grano por parcela y por hectárea se vieron afectados positivamente con la aplicación de la formulación de fertilización, al 100% logrando un mayor rendimiento, dentro de la misma formulación se observó el efecto aditivo del bioestimulante pues el logro mayor peso que cuando no se aplicó.

- Aplicaciones del 100% y del 75% de la fertilización recomendada, más los bioestimulantes GOTEQ y MZ, conjuntamente con dos aplicaciones de Silicio, y aplicaciones del 75% de la fertilización recomendada mas el bioestimulante GOTEQ con tres aplicaciones de Silicio, se constituyeron en las mejores alternativas económicas, siendo las dos primeras las de mayor tasa interna de retorno marginal.

VI. RECOMENDACIONES

- Aplicar Goteo+MZ+2 aspersiones de Si; complementado con 100% de la fertilización recomendada o del 75% ya que lograron mejorar los rendimientos; así como también, se constituyen en las mejores alternativas económicas más sobresalientes.
- En zonas con excesos de pluviosidad, a más de aplicar el enraizador, el estimulante del crecimiento completado con dos aplicaciones de silicio, se deben trazar canales de desagüe para que el daño por exceso de humedad sea mínimo.
- Utilizar polialcoholes y glicoles con acción humectante, penetrante y antiespumante, así como acidificante para bajar pH del agua a ser utilizada para el riego y la aplicación de las mezclas de productos que se utilizan foliarmente, de esta manera se mantiene un óptimo uso y beneficio de los mismos en función de conseguir el mejor y más apto resultado en su aplicación.
- Finalmente se debe adicionar materia orgánica en los espacios de reposo del terreno entre cada siembra o rotación cultural que se programe.

VIII. BIBLIOGRAFIA

ALAN, *Patricia Pérez Herrera, Gilberto Esquivel Esquivel, Rigoberto Rosales Serna, Acosta-Gallegos Jorge A.* 2002, Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222002000200009&script=sci_arttext, ISSN 0004-0622.

ASPROAGRO S.A. 2008. Aplicación de GOEMAR GOTE0 en el cultivo de tomate riñón. Chambo – Ecuador.

BARAHONA, M. 2006. Manual de Horticultura. Escuela Superior Politécnica del Ejército. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. Sangolquí-Ecuador. 88p

BASCUR, G. 1993. Cultivo de poroto granado. p. 97-115. *In* H. Faiguenbaum (ed.). Curso: Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales, Santiago, Chile.

CÁCERES, L. 2007. Efecto de BM 86 en la calidad de rosa variedad ‘Carrusel’ empresa Exotic Farms. Departamento de Investigación y Desarrollo PROFICOL S.A. Tocancipá – Colombia.

P. IGNACIO F. 1987. *Boletín Técnico*, No. 12. Chinchiná: CENICAFE. pp. 35-49.,
Disponible en: [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15\(1\)_2.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15(1)_2.pdf). ISSN
0568-3076.

CASTAÑEDA VASQUEZ Abril, 2000, Walter Carlos de Kristov (Cod. 960371-B),
Facultad de Agronomía UNPRG – Lambayeque. Disponible en:
http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf ISSN 0034-0652.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1981. Morfología de la planta de
fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio. Segunda edición. Centro
Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 50p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1982. Etapas de desarrollo de la
planta de fríjol común. Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical
(CIAT), Cali, Colombia. 26p.

CIAT Primavesi 1984, Centro Internacional De Agricultura Tropical. Disponible en:
[http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.ciat.cgi
ar.org/](http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.ciat.cgiar.org/)

CIAT **Brady** 1992, Centro Internacional De Agricultura Tropical. Disponible en:
[http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.ciat.cgi
ar.org/](http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.ciat.cgiar.org/)

CHEMIESA, 2008. BM 86 Extracto de algas de *Ascophyllum nodosum*. Disponible en línea en: www.chemiesa.com/.../ficha_tecnica_20081208195259.pdf

VHUEIRI, 2004. Efecto de la aplicación de dosis de silicio sobre el Desarrollo en almácigo de plántulas de café variedad Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas, Disponible en:

[http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15\(1\)_2.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15(1)_2.pdf). ISSN 0568-3076

DÍAZ, S. 2008. Los elicitores, compuestos activos dentro de las plantas. Investigación y Desarrollo. Las Plumas y Asociados, C.A. Disponible en línea en:

<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/629/62980203.pdf> . ISSN: 0186-3231

EPSTEIN, E. 1999. "Silicon". En: *Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. Vol. 50. pp. 641-64. Disponible en:

[http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15\(1\)_2.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15(1)_2.pdf) ISSN 0568-3076

FAOSTAT, 2007. Base de Datos Estadísticos de la FAO. Dirección de Estadística 2007. Disponible en línea en: www.fao.org

FAIGUENBAUM, H. 1988. Frejol. p. 229-254. In H. Faiguenbaum (ed.). Producción de cultivos en Chile. Cereales, leguminosas e industriales. Publicitaria Torrelodones, Santiago, Chile. Disponible en: http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol.htm

FAIGUENBAUM, H. 1993. Cultivo de poroto verde. p. 73-96. *In* H. Faiguenbaum (ed.). Curso: Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales, Santiago, Chile. Disponible en: http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol.htm

FAIGUENBAUM, H. 1994. Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce para la agroindustria del congelado. Proyecto docente. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 156p. Disponible en: http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol.htm

GOEMAR, 2009. MZ-E Activador de la nutrición. Disponible en línea en: www.goemar.com/download/20/1/.../fiche-produit_20.html

GOMAR, 2009. GOTEIO Bioestimulante para riego por goteo. Disponible en línea en : <http://www.aragro.es/html/productos/otros/pdf/Goemar%20Goteo%20R2.pdf>

IBARRA, R. 2007. Base de datos. Departamento Técnico. Agrícola ECOFROZ. Poalo – Ecuador.

INIAP, 2009. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, "Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador", Departamento Técnico de Crystal Chemical Inter-América, Disponible en: <http://www.crystal-chemical.com/frejol.htm#FREJOL> arbustivo monocultivo

INEC2000-2001, Instituto Nacional De Estadística Y Censos, Censo Nacional Agropecuario CNA. Disponible en: http://www.inec.gov.ec/web/guest/ecu_est/est_agr/cen_agr?doAsUserId=W9NEZWtSVLU%253D

LUIS MAURICIO CAICEDO M.* Y WILLIAM CHAVARRIAGA M. ** 2007, Colombia. Efecto de la aplicación de dosis de silicio sobre el desarrollo en almácigo de plántulas de café variedad Colombia, Universidad de Caldas, Disponible en: [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15\(1\)_2.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15(1)_2.pdf) ISSN 0568-3076

MADUEÑO-MOLINA, A.; *et al*, 2006, Germinación y crecimiento de frijol, *TERRA Latinoamericana*, Vol. 24, Núm. 2, abril-junio, 2006, pp. 187-192, Universidad Autónoma Chapingo Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57311108005>. ISSN 0187-5779

MAROTO, J. 2002. Horticultura herbácea especial. 5ta edición, Madrid-España. Ediciones Mundiprensa. pg: 457-458

MENÉNDEZ, J. 2005. “Ascophyllum nodosum (L.) Le Jolis”. Disponible en <http://www.asturnatura.com/especie/ascophyllum-nodosum.html>. ISSN 1887-5068.

NAVARRO, G.S., NAVARRO, G.G. 2000. Química Agrícola. Ed Mundi-prensa. Barcelona España, Pag 457. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/609/60912111.pdf>. ISSN 0186-3231

PERRÍN, R., WINKELMAN, D., MOSEARD, E y ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económico. Centro internacional de maíz y trigo. México D.F. 54p.

REYES E, PADILLA L, PEREZ O, LOPEZ P, et al, Revista *Investigación Científica* 2008, Vol. 4, No. 3, Nueva época, septiembre–diciembre 2008, ISSN 1870–8196, Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol, History, nature and bean's nutritious quality. Disponible en: http://www.estudiosdeldesarrollo.net/administracion/docentes/documentos_personales/15599InvestigacionCientificaVol4No3_1.pdf

RUEDA, D. 2005. Botánica Sistemática. 2da Edición. Editorial Publi&Compu. Quito-Ecuador. 141pp.

SAKATA, 2009. Híbrido F1 Magali. Catálogo de productos. SAKATA SEED SUDAMERICA. San Pablo-Brasil. Disponible en línea en:
www.sakata.com.br/index.php?action=catalogo

VOYSEST O,2000, Mejoramiento Genético del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Legado de Variedades de America Latina 1930-1999, Cali Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Pag 74-80, Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=VzxXI2TL9YcC&pg=PA76&lpg=PA76&dq=CULTIVO+DEL+FREJOL+CARGABELLO&source=bl&ots=1i5VY2u7gQ&sig=ONPHDPXR-1D10Lp2tIWrgrcj53U&hl=es&ei=mZQzTKzKBsX7lwesl5y-Cw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBQQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false