



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:
INGENIERO AGRÓNOMO.**

TEMA:

**“EFECTO DE BIOESTIMULANTES EN FRÉJOL (*Phaseolus
Vulgaris* L.) EN EL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA EL ORO”**

MODELO: INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

AUTOR:

WALTER RUBÉN TORRES TENE

**DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN
ING. AGR. SEGRESS GARCÍA HEVIA, MSC.**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

El presente Trabajo de Titulación: “Efecto de bioestimulantes en fréjol (*Phaseolus Vulgaris* L.) en el cantón El Guabo, provincia El Oro”, elaborada por el egresado Walter Rubén Torres Tene, bajo la dirección de la Ing. Agr. Segress García Hevia, MSc., ha sido aprobado y calificado por el Tribunal de Sustentación, como requisito previo para obtener el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

Tribunal de Sustentación:

Qf. Martha Mora Gutiérrez, MSc.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Segress García Hevia, MSc.

EXAMINADORA PRINCIPAL

Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc

EXAMINADOR PRINCIPAL

DEDICATORIA

Primeramente a Dios, divino creador, por darme perseverancia y permitiéndome de esta manera llegar a obtener mi título de Ingeniero Agrónomo.

A mi adorada y abnegada madre, Mirian Tene y a mi estimado y querido padre Walter Torres, quienes han sido y serán por siempre los pilares en mi vida.

Walter Rubén

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios y a mis padres.

A mis amigos Cristian Encalada, David Encalada, Erick Quito, Javier Molina, Rachar Vázquez, Carlos Bonilla, Cristina Tenelanda y Jean Pierre Aguilar, por la amistad y apoyo que me brindan. Erick un día dijo que los amigos son la familia que nosotros elegimos y yo escogí una excelente familia. Gracias a todos.

A la tutora, la Ing. Agr. Segress García Hevia, MSc, por sus grandes aportes de conocimiento, guía y dedicación durante toda la investigación, con sus acertados consejos y entrega constante permitió desarrollar y llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

Un sincero agradecimiento a la Qf. Martha Mora Gutiérrez, MSc. por ser una guía incondicional durante toda la carrera.

A los docentes y autoridades de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, que me guiaron y enseñaron sus experiencias.

A Rosa Apolinario, por su apoyo en la culminación de este trabajo.

A las secretarias de la Facultad de Ciencias Agrarias Karin Achundía y Johanna Calderón, por el apoyo brindado durante el proceso de estudiante.

Al Ing. Agr. Plinio Revilla, por toda su ayuda y mi exjefa Verónica Barnuevo, por la oportunidad laboral que me dio durante más de dos años.

A todos aquellos que de una u otra forma fueron mis guías y apoyo desde el inicio de la carrera hasta obtener esta gran meta de ser ingeniero agrónomo.

Walter Rubén

Guayaquil, 29 de septiembre del 2016.

CERTIFICADO

Yo, Ing. Agr. **Segress García Hevia, MSc.** he revisado el Trabajo de Titulación “**Efecto de Bioestimulantes en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el cantón El Guabo, provincia El Oro**”, elaborada por el estudiante **Walter Rubén Torres Tene**, con **C.I. 0705460855**, egresado del paralelo Guayaquil, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

El documento arriba señalado, ha sido escrito de acuerdo a las normas gramaticales y de sintaxis vigente de la Lengua Española.



Ing. Agr. SEGRESS GARCÍA HEVIA, MSc.
DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad por las investigaciones, resultados y conclusiones del presente trabajo pertenecen exclusivamente a su autor y a la Universidad de Guayaquil.



Egdo: Walter Rubén Torres Tene.

CI: 0705460855

Celular: 0979728490

E-mail: rubentorrest@hotmail.com



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO: “EFECTO DE BIOESTIMULANTES EN FRÉJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) EN EL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA EL ORO”		
AUTOR: WALTER RUBÉN TORRES TENE	Tutora: Ing. Agr. Segress García Hevia, MSc.	
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: Facultad de Ciencias Agrarias	
CARRERA: Ingeniería Agronómica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	N. DE PAGS: 102	
ÁREAS TEMÁTICAS: Agronomía		
PALABRAS CLAVE: bioestimulantes, fréjol, <i>Phaseolus vulgaris</i> , NOVAPLEX, BAYFOLAN ESPECIAL		
RESUMEN		
<p>El experimento se efectuó en el verano del 2016, en la finca Dacrian, parroquia La Iberia, cantón El Guabo, provincia El Oro, con el fin de analizar el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis de cada uno, en fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) para aumentar los rendimientos del cultivo, en el cantón el Guabo, provincia El Oro. Para ello se trazaron los siguientes objetivos: a) evaluar el efecto de los bioestimulantes estudiados sobre el crecimiento y los rendimientos del cultivo, b) determinar la dosis más apropiada de los bioestimulantes estudiados y c) identificar que tratamiento es el más económicamente rentable. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de 2 x 3, con 6 tratamientos en 3 bloques, ejecutando el método de análisis de varianza (ANOVA), para comprobar la existencia o no de diferencias estadísticas entre los factores y sus interacciones. Ante la presencia de diferencias significativas se realizó la prueba de rangos múltiples, mediante Tukey al 5% de probabilidades. Con la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: 1) Los indicadores agronómicos días a la floración, altura de la planta, peso de 100 semillas y días a la cosecha, muestran sus mejores resultados con el bioestimulante Bayfolan Especial. 2) Las dosis de 1,0 y 1,5 l/ha se muestran como las más efectivas en las variables altura de la planta, días a la cosecha, vainas por plantas, peso de 100 semillas, granos por vainas y el rendimiento agrícola. 3) En cuanto a las interacciones de los bioestimulantes con las dosis de aplicación no influyeron en ningunas de las variables estudiadas. 4) El tratamiento más rentable fue el 4 (Bayfolan Especial a dosis de 0.5 l/ha), que presentó la mayor tasa de retorno marginal.</p>		
N. DE REGISTRO:	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL:		
ADJUNTO URL:		
ADJUNTO PDF:	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono:	E-mail:
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre:	
	Teléfono (04) 2288040	
	E-mail: johanna.adrianr@ug.edu.ec	

ÍNDICE GENERAL

Portada	i
Tribunal de Sustentación	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Certificado de Directora de Trabajo de Titulación	v
Responsabilidad del Autor	vi
Repositorio	vii
Índice General	viii
Índice de Figuras del Texto	xii
Índice de Cuadros del Texto	xiii
Índice de Figuras de los Anexos	xvi
Índice de Cuadros de los Anexos	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. El problema	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema	4
1.2. Justificación	4
1.3. Factibilidad	5
1.4. Objetivos de la investigación	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Revisión de Literatura	6
2.1.1. Origen y evolución del cultivo	6
2.1.2. Descripción de la especie	7
2.1.3. Clasificación taxonómica	7
2.1.4. Descripción botánica	9
2.1.5. Contenido nutricional de las semillas	12
2.1.6. Factores edafoclimáticos	13
2.1.6.1. Temperatura	13
2.1.6.2. Luz	13
2.1.6.3. Agua	13

3.1.2. Características edafoclimáticas	32
3.2. Materiales	33
3.2.1. Genético	33
3.2.2. Equipos	33
3.2.3. Herramientas e insumos	33
3.3. Diseño de la investigación	33
3.3.1. Factores ensayados	33
3.3.2. Tratamientos estudiados	34
3.3.3. Diseño experimental	34
3.3.4. Método estadístico	34
3.3.5. Análisis funcional	34
3.3.6. Delineamiento experimental	35
3.4. Manejo del experimento	36
3.4.1. Análisis de suelo	36
3.4.2. Preparación del suelo	36
3.4.3. Surcado	36
3.4.4. Trazado de las parcelas	36
3.4.5. Desinfección de la semilla	36
3.4.6. Siembra	37
3.4.7. Raleo	37
3.4.8. Riego	37
3.4.9. Control de malezas	37
3.4.10. Control fitosanitario	37
3.4.11. Fertilización	37
3.4.12. Biofertilizantes	38
3.4.13. Cosecha	38
3.5. Variables a evaluar	38
3.5.1. Días a la floración	38
3.5.2. Altura de la planta	38
3.5.3. Días a la cosecha	38
3.5.4. Vainas por planta	39
3.5.5. Granos por vaina	39
3.5.6. Granos por planta	39
3.5.7. Peso de 100 semillas	39

3.5.8. Rendimiento en Kg/ha	39
3.5.9. Análisis económico	40
IV. RESULTADOS	41
4.1.1. Días a la floración	41
4.1.2. Altura de la planta	42
4.1.3. Días a la cosecha	44
4.1.4. Vainas por planta	46
4.1.5. Granos por vaina	47
4.1.6. Granos por planta	48
4.1.7. Peso de 100 semillas	49
4.1.8. Rendimiento en kg/ha	51
4.1.9. Análisis económico	52
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
VII. RESUMEN	58
VIII. SUMMARY	59
IX. BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	66

ÍNDICE DE FIGURAS DEL TEXTO

Figura 1	Comportamiento de los promedios de las variables días a la floración y días a la cosecha, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	42
Figura 2	Comportamiento de los promedios de las variables altura de la planta y peso de 100 semillas, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	44
Figura 3	Comportamiento de los promedios de las variables vainas por planta y rendimiento agrícola, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	47
Figura 4	Comportamiento de los promedios de la variable granos por vainas y granos por planta, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	49

ÍNDICE DE CUADROS DEL TEXTO

Cuadro 1	Taxonomía del cultivo.	8
Cuadro 2	Datos del clima del área de estudio.	32
Cuadro 3	Datos edáficos del predio del ensayo	33
Cuadro 4	Presentación de los 6 tratamientos, con la combinación de los factores	34
Cuadro 5	Fuentes de variación y grados de libertad para el análisis de varianza	35
Cuadro 6	Especificaciones del área del experimento	36
Cuadro 7	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable días a la floración, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016	43
Cuadro 8	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable altura de la planta, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016	44
Cuadro 9	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable altura de la planta, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016	45

Cuadro 10	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable días a la cosecha, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	46
Cuadro 11	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable días a la cosecha, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	46
Cuadro 12	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable vainas por planta, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016	48
Cuadro 13	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable granos por vainas, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	49
Cuadro 14	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable peso de 100 semillas, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	51

Cuadro 15	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable peso de 100 semillas, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	51
Cuadro 16	Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable rendimiento, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	52
Cuadro 17	Presupuesto parcial obtenido en el ensayo del cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	54
Cuadro 18	Análisis de dominancia obtenido en el ensayo del cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	55
Cuadro 19	Análisis marginal obtenido en el ensayo del cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	55

ÍNDICE DE FIGURAS DE LOS ANEXOS

Figura 1A	Análisis de capacidad de intercambio del suelo.	75
Figura 2A	Análisis de la textura del suelo.	76
Figura 3A	Análisis químico del suelo.	77
Figura 4A	Resultado e interpretación del análisis de suelo básico.	78
Figura 5A	Croquis de la Unidad Experimental	
Figura 6A	Croquis de campo del ensayo	
Figura 7A	Deshierbe en las parcelas del ensayo.	79
Figura 8A	Floración del cultivo.	79
Figura 9A	Tesista realizando monitoreo de insectos y plagas al cultivo.	80
Figura 10A	Evaluaciones del autor al cultivo.	80
Figura 11A	Análisis en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, con la Qf Martha Mora Gutiérrez, MSc.	81
Figura 12A	Conteo de semillas por vainas.	81

ÍNDICE DE CUADROS DE LOS ANEXOS

Cuadro 1A	Valores promedio de la variable días a la floración, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	67
Cuadro 2A	Análisis de varianza de la variable días a la floración, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016	67
Cuadro 3A	Valores promedio de la variable altura de la planta, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	68
Cuadro 4A	Análisis de varianza de la variable altura de la planta, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	68
Cuadro 5A	Valores promedio de la variable días a la cosecha, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	69
Cuadro 6A	Análisis de varianza de la variable días a la cosecha, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de	69

aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

Cuadro 7A	Valores promedio de la variable vainas por planta, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	70
Cuadro 8A	Análisis de varianza de la variable vainas por plantas, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	70
Cuadro 9A	Valores promedio de la variable granos por vainas, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	71
Cuadro 10A	Análisis de varianza de la variable granos por vaina, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	71
Cuadro 11A	Valores promedio de la variable granos por planta, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.	72
Cuadro 12A	Análisis de varianza de la variable granos por plantas, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de	72

aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

- | | | |
|-------------------|--|----|
| Cuadro 13A | Valores promedio de la variable peso por 100 semillas en (g), en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016. | 73 |
| Cuadro 14A | Análisis de varianza de la variable peso de 100 semillas, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016 | 73 |
| Cuadro 15A | Valores promedio de la variable rendimientos en (kg/ha), en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016. | 74 |
| Cuadro 16A | Análisis de varianza de la variable rendimiento en kg/ha, en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016. | 74 |

I. INTRODUCCIÓN

Las leguminosas, además de formar parte de la dieta básica de muchas poblaciones en los países en vías de desarrollo, representan una valiosa fuente de proteína que complementa el valor nutricional de la proteína de los cereales (Champ, 2002), y de compuestos bioactivos que contribuyen a la prevención de enfermedades.

Dentro de las leguminosas, el fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es un grano comestible muy importante en Ecuador. Se cultivan más de 120 000 hectáreas de este cultivo, entre tipos arbustivos y volubles constituyendo una fuente importante de ingresos económicos para los agricultores y de alimento por miles de familias ecuatorianas (SICA, 2002). El aporte de proteínas, carbohidratos, hierro, fósforo, zinc y fibras es significativamente importante, si se compara con otros alimentos de alto consumo; por lo tanto, constituye también un valioso componente en la seguridad y soberanía del país (Peralta et al 2007).

Adicionalmente, muchas de las leguminosas de grano comestible también tienen usos secundarios como abonos verdes y todas son plantas fijadoras de nitrógeno. En Ecuador, las leguminosas son componentes de los sistemas de producción, ya que son cultivadas en asociación, intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos del sistema (Peralta y Mazón, 2010).

Esta especie es nativa de América, principalmente de México en donde se obtiene cerca del 35% de la producción mundial. Se desarrolla en climas cálidos y templados, bajo condiciones ecológicas muy variables, de las cuales ha resultado la selección y desarrollo de una gran cantidad de genotipos cultivados con características muy diferentes. Es sensible a la humedad ambiental, pues le afecta el frío y los cambios bruscos de temperatura; no es muy exigente en cuanto al suelo, pero sí altamente susceptible a enfermedades, las mismas que limitan la productividad, especialmente en los trópicos (Murillo y Mazón, 2012).

Según estadísticas del BCE (2015), en el primer trimestre del año 2015, tanto la superficie sembrada como el volumen de producción de fréjol presentaron crecimientos del 5%, si bien no alcanzan los niveles del año 2014, dado que los rendimientos por hectárea que obtendrían los agricultores registrarían cierta contracción, como resultado de los efectos adversos del clima; este potencial crecimiento es menor al incremento que registraron las variables en similar período del año precedente, en el cual crecieron en 12%.

A fines de marzo de 2015, según los datos del Comercio Exterior, las exportaciones de fréjol en sus diversas variedades al resto del mundo fueron de 1 438.69 TM a un valor FOB de USD 1 379 350; lo que representa un aumento de 59.85%, con relación al mismo período de 2014, en el cual se exportaron 900.02 TM. Colombia se constituye en el país que más compró este producto con 919.35 TM.; seguido por Perú con 513.67 TM. En lo referente a las importaciones de fréjol, en el primer trimestre de 2015, éstas crecieron; es así que el país compró 4,503.66 TM, a un valor CIF de USD 3 918 480 representando el 6.94 % mayor en relación a las 4,211.53 TM, que se adquirió en similar período del año anterior. Los problemas que afectaron de forma significativa a la producción de fréjol, así como a la economía de los productores fueron: escasez de mano de obra, clima desfavorable, falta de asistencia técnica; y el alto costo de mano de obra (BCE, 2015).

Este producto tiene mucha importancia ya que su comercialización se realiza a nivel de pequeños productores, lo que amplía el incentivo para el cultivo y mejora su calidad de vida (Peralta y Mazón, 2010). El fréjol, por disponer aproximadamente un 22% de proteínas, es considerado importante componente básico en la alimentación y relativamente económico si se lo compara con las proteínas de origen animal, especialmente la carne. Es una leguminosa que mejora los suelos debido a las bacterias nitrificantes que se adhieren a las raíces (Bitocchi y Nanni, 2011).

En Ecuador se cosecha en grano seco alrededor de 89.789 ha y en grano tierno 15.241 ha, lo que produce 18.050 y 8448 Tm/ha, respectivamente. Los valores indicados a su vez representan rendimientos, en su orden, de 0.20 y 0.50 tm/ha, cantidades que se consideran deficientes debido a la escasa disponibilidad de variedades mejoradas, uso de semillas de mala calidad, incidencia de plagas y manejo inadecuado del cultivo (INEC, 2012).

1.1. El problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El objetivo principal en la agricultura de un país es proporcionar los alimentos a la población. Para ello se hace necesario el alza de los rendimientos en los cultivos, con el debido cuidado de no sobrepasar los límites de aplicación de químicos, que afecten la salud de los propios habitantes. Sin embargo en la actualidad, en El Oro, existe el empobrecimiento del suelo por las malas prácticas, la tendencia al monocultivo, las aplicaciones de riego sobrepasando las normas establecidas, o labores culturales deficientes en sentido general.

En este sector, la cadena productiva del fréjol, se está viendo limitada por el uso inadecuado y exagerado de agro tóxico, costos de producción elevados y deficiencias en la comercialización.

Se puede decir, que el fréjol, dada su alta demanda por parte de la población ecuatoriana, tiene un mercado asegurado; lo que es una de las alternativas a evaluar para su desarrollo. Sin embargo, es importante que el productor tenga presente que los consumidores exigen cada vez más “calidad” en los productos procedentes del campo; entendiéndose a ésta como, la no contaminación por agro tóxicos, buena presentación, y mejores precios en los productos cosechados, para mejorar los ingresos económicos de los productores. Los bioestimulantes ofrecen un potencial para la mejora de la producción y la calidad de las cosechas del cultivo, son muy similares a

las hormonas naturales de las plantas. Con el uso de estos productos se puede reducir el uso de los fertilizantes y la resistencia al estrés, debido al déficit hídrico y a las altas temperaturas, sin embargo no hay conocimientos del tema por parte de los agricultores.

El aumentar las áreas de siembra del frejol, como una nueva alternativa sería bajo las premisas de mantener una producción sostenible y la calidad de las cosechas, adecuadas a nuestra realidad ecológica y económica, abaratando los costos de producción, generando ingresos significativos para los agricultores y protegiendo el ambiente y la salud de los consumidores.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la aplicación de bioestimulantes con dosis apropiadas en el buen manejo de las producciones de fréjol en el cantón el Guabo, provincia El Oro?

1.2. Justificación

La investigación se justificó por las razones siguientes:

- a) Constituye un trabajo novedoso para los agricultores del cantón El Guabo, provincia El Oro.
- b) Tiene un impacto económico al relacionar la mejor dosis con el mejor bioestimulante a aplicar en el cultivo del fréjol.
- c) Desde el punto de vista social, los productores contarán con una mayor información sobre nuevas estrategias para la producción de este cultivo.
- d) Impacto social en la comunidad al tener en cuenta que contarán con nuevas alternativas de alimentación y de comercialización.
- e) Varios trabajos sobre bioestimulantes han demostrado su bondad en la respuesta positiva de los cultivos pero se hace necesario realizar más trabajos de investigación sobre uso de bioestimulantes, con el propósito de optimizar la capacidad productiva de las cosechas.

1.3. Factibilidad

Es una investigación factible ya que se dispuso de los conocimientos necesarios para su ejecución, se contó con los recursos materiales, humanos y económicos, así como con el apoyo del personal docente de la Facultad de Ciencias Agrarias.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

- ❖ Analizar el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis de cada uno, en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) para aumentar los rendimientos del cultivo, en el cantón el Guabo, provincia El Oro.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ❖ Evaluar el efecto de los bioestimulantes estudiados sobre el crecimiento y los rendimientos del cultivo.
- ❖ Determinar la dosis más apropiada de los bioestimulantes estudiados.
- ❖ Identificar que tratamiento es el más económicamente rentable.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Revisión de Literatura

2.1.1. Origen y evolución del cultivo

Diversos estudios refieren que el fréjol, del género *Phaseolus*, se origina en el continente americano, aunque según Paredes et al. (2006), aún se trabaja para comprobar con exactitud el origen y el proceso de domesticación centrado en tres regiones principales: 1) sur de los Andes, que va desde el sur de Perú hasta San Luis, Argentina; 2) norte de los Andes, que comprende el occidente de Venezuela y el norte de Perú, y 3) Mesoamérica, que va desde la región de los valles, que conforman los ríos Pánuco y Santiago en México hasta el norte de Costa Rica.

No obstante, existe un relativo acuerdo respecto a su origen: México, que es también el lugar donde se diseminaron las primeras semillas hacia el sur del continente americano, sitio en el que llega a cultivarse (Voysesst, 1983; Voysesst, 2000; Paredes et al., 2006).

En particular Paredes et al. (2006), destacan que es posible identificar a este país como lugar de origen por encontrar prototipos de especies silvestres de los cinco grupos más cultivados, dentro de ellas se encuentra el *Phaseolus vulgaris*, «fréjol común».

Se argumenta que al principio del siglo XVI, durante la Conquista española, fueron los españoles quienes llevaron a Europa las primeras semillas de fréjol. Once años después el producto es distribuido por comerciantes portugueses en la región de África Oriental, a partir de donde los árabes, que mercadeaban con esclavos, se encargaron de diseminarlo a todo el territorio africano (Voysesst, 2000).

Amoros (1984), planteó que es un cultivo originario de América Central y sur de México, en la actualidad es posible encontrarla en Sudamérica en

formas espontáneas. A Europa fue llevada poco después del descubrimiento de América y desde entonces su cultivo ha ido adquiriendo importancia creciente de acuerdo a la capacidad de adaptación, se ha extendido por los dos hemisferios en las zonas tropical, subtropical y templada.

Por su parte Murillo y Mazón (2012), plantean que este cultivo se desarrolla en climas cálidos y templados, bajo condiciones ecológicas muy variables, de las cuales ha resultado la selección y desarrollo de una gran cantidad de genotipos cultivados con características muy diferentes. Identifican a esta especie como sensible a la humedad ambiental, pues le afecta el frío y los cambios bruscos de temperatura, y confirman la exigencia en cuanto al suelo, así como la alta susceptibilidad a las enfermedades, las mismas que limitan la productividad, especialmente en los trópicos.

2.1.2. Descripción de la especie

Peralta et al. (2007), plantearon que el fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano comestible más importante en el Ecuador. Según el III Censo Agropecuario se cultiva más de 120.000 ha de fréjol, entre tipos arbustivos y volubles, constituyendo una fuente de ingresos económicos para los agricultores ecuatorianos. El aporte de proteína, carbohidrato, hierro, fosforo, zinc y fibra es significativamente importante, si se compara con otros alimentos de alto consumo por lo tanto, constituye también un valioso componente en la seguridad y soberanía alimentaria del país.

2.1.3. Clasificación taxonómica

Desde el punto de vista taxonómico, el fréjol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. asignado por Linnaei (1753). Este género incluye aproximadamente 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan. Son ellas: *P. vulgaris* L.; *P. lunatus* L.;

P. coccineus L., y *P. acutifolius* A. Gray van latifolius Freeman (Valladares, 2010).

Valladares (2010), clasifica sexualmente al *Phaseolus vulgaris* como: una *planta sexual* porque su multiplicación se realiza por medio de una semilla cuyo embrión se origina por la fusión de dos gametos, *monoica*: por encontrarse el androceo y el gineceo en la misma planta, *hermafrodita*: por contener el androceo y el gineceo en una misma flor, *completa*: por tener todas las estructuras del perianto floral (sépalos, pétalos, androceo y gineceo) y *perfecta* por encontrarse flores que tienen los dos órganos sexuales en una misma flor.

El propio autor plantea la siguiente clasificación taxonómica del fréjol:

Cuadro 1. Taxonomía del cultivo.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Tribu:	Phaseoleae
Subtribu:	Phaseolinae
Género:	Phaseolus
Sección:	P. sect. Phaseolus
Especie:	<i>vulgaris</i>
Nombre binomial	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.
Nombres comunes:	fréjol, frijol, poroto, habichuela, judía, ejote, alubia, caraota

2.1.4. Descripción botánica

Rodríguez et al. (1997), plantean que la planta del poroto (*Phaseolus vulgaris*), es anual, herbácea, intensamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas, no soporta las heladas. Generalmente, se cultiva para obtener las semillas, con un alto contenido de proteínas, alrededor de 22 % y más (dependiendo de la especie y la variedad).

Según Valladares (2010), además de ser una planta anual, herbácea es arbustiva y bastante abundante en hojas; de estación cálida, relativamente erecta, con ramas que proceden del tallo principal, las que dependen de las condiciones ambientales, siendo de gran importancia la densidad poblacional, pues también incide en la altura y dureza del tallo; tiene hojas, tallos y vainas pubescentes.

En la primera etapa de desarrollo su sistema radical está formado por la radícula del embrión, la que se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de emerger la radícula es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales, además se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo (CIAT, 2012).

Valladares (2010), describe la raíz de este cultivo como pivotante capaz de alcanzar gran profundidad, donde comienza la germinación con el desarrollo de la radícula, que se ramifica abundantemente y es la encargada, junto con las sustancias de reserva almacenadas en los cotiledones, de nutrir a la planta durante sus primeros días de vida. Luego, el crecimiento de la raíz principal se detiene y se desarrollan muchas raicillas laterales.

El propio autor consideró que el tallo está conformado por nudos y entrenudos; al primer nudo se le denomina cotiledonar luego aparece el segundo nudo que es el de las hojas primarias unifoliadas, seguidas de estas, el tallo continúa con una sucesión de nudos y entrenudos. Los tallos pueden presentar pelos cortos, largos y/o una combinación de pelos cortos y largos, o ser glabros. Además de lo señalado, siempre existen pequeños pelos en forma de gancho llamados uncinulados, incluso en los tallos glabros.

El número total de nudos encontrados en el tallo principal pueden fluctuar desde 6 y llegar a más de 30. Estos rangos van a depender de la forma y su hábito de crecimiento. Los genotipos se agrupan en dos tipos: los de crecimiento determinado y los de crecimiento indeterminado. Los primeros se ramifican más, y pueden llegar a alturas entre 30 y 90 cm, cesando el desarrollo de la misma cuando comienza la floración. Por su parte los de crecimiento indeterminado son trepadores, y poseen la capacidad de seguir desarrollándose después de la floración. Debido a esta circunstancia, los tallos pueden tomar alturas superiores, con valores desde 0.50 hasta los 3.00 metros (Valladares, 2010).

Por su parte Arias et al. (2007), considera que el tallo presenta un desarrollo característico en su parte terminal, con dos probabilidades, que depende del hábito de crecimiento de la variedad. Una es que termina en una inflorescencia que al aparecer, normalmente, el tallo cesa su crecimiento y, en este caso, la planta es de hábito de crecimiento determinado. En la otra el tallo presenta en su parte terminal un meristemo vegetativo que le permite eventualmente seguir creciendo, formando más nudos y entrenudos, en este caso la planta es de hábito de crecimiento indeterminado. Cuando la planta es de hábito de crecimiento determinado el tallo posee, por lo general, un bajo número de nudos, y en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado el número de nudos es mayor.

Las hojas definitivas las forman tres folíolos, el central es ovoide y simétrico y los laterales, asimétricos. El tamaño varía con el cultivar y las

condiciones de cultivo. Las hojas del fréjol son de dos tipos: simples y compuestas y están insertadas en los nudos del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del fréjol, tienen tres folíolos, un peciolo y un raquis (Andino, 2011).

Las hojas presentan un primer par, que se origina a partir de los cotiledones, son opuestas y de forma acorazonada. En la base de las hojas sobre el tallo se presenta un par de hojillas llamadas estípulas, las hojas son alternas, pecioladas, compuestas con 3 hojitas (llamadas folíolos), ovadas o rómbicas, con el ápice agudo, en la base de cada folíolo se encuentra un par de diminutas estípulas (llamadas estipelas) (CIAT, 2012).

Las flores están organizadas en racimos, situados en las axilas de las hojas, y su color varía del blanco al morado. Aunque el fréjol produce menos flores que otras leguminosas, como la soya, cuajan en mayor proporción. Las flores, hermafroditas y completas, comienzan a desarrollarse por la parte inferior de la planta. Puesto que suelen autofecundarse, los cultivares se pueden multiplicar por semilla, sin perder las características genéticas de la planta madre a medio plazo (Araujo, 2008).

El fréjol presenta un fruto en forma de vaina o legumbre, que varía mucho en tamaño, el número de semillas que posee y la forma exterior del mismo. Las semillas, a su vez, también presentan gran diversidad de formas, pueden ser elípticas, ovales o cilíndricas y en cuanto a sus colores van desde las blancas, hasta la negra, pudiendo ser la coloración uniforme o manchada (Valladares, 2010).

Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa; las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad. Dos suturas aparecen en la unión de las valvas: la sutura dorsal, llamada placentar, y la sutura ventral. Los

óvulos, que son las futuras semillas, alternan en la sutura placentar de la semilla del fréjol (CIAT, 2012).

Las flores están organizadas en racimos, situados en las axilas de las hojas, y su color varía del blanco al morado. Aunque el fréjol produce menos flores que otras leguminosas, como la soya, cuajan en él en mayor proporción. Las flores, hermafroditas y completas, comienzan a desarrollarse por la parte inferior de la planta. Puesto que suelen autofecundarse, los cultivares se pueden multiplicar por semilla sin perder las características genéticas de la planta madre a medio plazo (Valladares, 2010).

2.1.5. Contenido nutricional de las semillas

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2011), menciona que su alto contenido de hierro, elemento vital para el buen desarrollo cerebral en los pequeños, ayuda a corregir desórdenes biliares, gota, enfermedades reumáticas, disminuye la tasa de colesterol y es eficaz contra la anemia. Por cada 100 gramos, hay 20 de proteínas, 5.8 de grasa y más de 3 de fibra. El fréjol es una leguminosa que constituye una rica fuente de proteínas e hidratos de carbono, además es abundante en vitaminas del complejo B, como niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina; también proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio, y presenta un alto contenido de fibra.

De acuerdo al MAGAP (2012) y ECURED (2016), la importancia alimenticia radica en que es una fuente que aporta grandes cantidades de proteínas y fibras alimenticias. Investigaciones recientes han demostrado que la baja incidencia de cáncer de colon, observada en el Ecuador y América Latina, en comparación con países desarrollados, es consecuencia del mayor consumo de fréjol.

2.1.6. Factores edafoclimáticos

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo (Arias et al. 2007).

2.1.6.1. Temperatura

Martínez et al. (2008), plantean que el fréjol se desarrolla bien desde los 15 hasta los 27° C. Las altas temperaturas causa una aceleración, en su defecto las bajas provocan retardos en el crecimiento. Las temperaturas extremas, o sea, las inferiores alrededor de los 5° C y las superiores por encima de 40° C, pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles.

2.1.6.2. Luz

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El fréjol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días (Arias et al. 2007).

2.1.6.3. Agua

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura (White, citado por Ríos, 2002).

El propio autor plantea que el fréjol no tolera los extremos de agua, o sea, ni el exceso ni la escasez, aunque la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento

en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias.

Otros autores han realizado estudios para medir el consumo de agua del fréjol a lo largo de las etapas de desarrollo determinando que el mayor consumo se da en las etapas de floración y formación de las vainas (Arias et al. 2007).

2.1.6.4. Suelos

Los suelos para el cultivo del fréjol común, requiere que sean profundos y fértiles, con buenas propiedades físicas, de textura franco limosa, aunque también tolera texturas franco arcillosas (Arias et al. 2007).

Escoto (2004), se refiere a que el pH óptimo para sembrar fréjol fluctúa entre 6.5 y 7.5. Dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan su máxima disponibilidad; aunque el mismo autor plantea que el cultivo se comporta bien en suelos que tienen un pH entre 4.5 y 5.5.

Los factores edáficos, que representan las características y propiedades del suelo, tienen una doble implicación relacionada con la vida de las plantas, ya que facilitan el medio de sustentación y el medio de nutrición. En forma menos directa, pero no por ello menos importante, en el caso de las leguminosas, es que el suelo facilita el desarrollo a las colonias de microorganismos (bacterias) que conviven con este tipo de planta y que por tanto reportan beneficios por su acción fijadora del nitrógeno atmosférico (Socorro y Martín, 1998).

2.1.7. Requerimientos hídricos

Los requerimientos de agua de un cultivo dependen de varios factores, tales como el clima (temperatura y humedad relativa), el suelo (textura, densidad, porosidad, drenaje y topografía) y la variedad. Es de esperar, para el caso del fréjol, que las variedades tengan diferentes requerimientos hídricos, dependiendo de la duración del período vegetativo y del hábito de crecimiento (Arias et al. 2007).

El mismo autor plantea, que para tener éxito se debe regar lo justo. Regar de más, puede causar problemas; regar a destiempo resulta ineficiente. En ambos casos se pierden agua y dinero. Para decidir cuándo y cuánto regar hay que conocer la cantidad de agua que requiere el cultivo en cada momento de su desarrollo, y realizar el balance entre la oferta de agua disponible, de acuerdo con los datos de precipitación de la zona, y la cantidad requerida por el cultivo.

Peralta y Mazón (2010), plantean que el número y frecuencia de riegos varía con el tipo de suelo, la variedad, las condiciones climáticas y en ausencia de lluvia puede ser necesario de 10 a 13 riegos por ciclo, es decir un riego cada 8 días aproximadamente; con énfasis en floración y llenado de vainas.

Guamán y Andrade (2003), señalan que el fréjol común, para obtener los mejores resultados, requiere de 400 a 500 mm de agua bien distribuida.

Otros autores como Ruiz et al. (1999), plantean que para la siembra y floración deben de aplicarse entre 110-180 mm, durante la propia floración e inicio de la fructificación estos valores deben ser menores tomando rangos entre 50-90 mm. Las etapas más críticas son 15 días antes de la floración y de 18 a 22 días antes de la maduración de las primeras vainas. No deben de aplicarse riegos durante los quince días previos a la cosecha del cultivo.

2.1.8. Requerimientos nutricionales

Según Arias et al. (2007), el fréjol absorbe cantidades altas de N, K y Ca y en menor cantidad S, Mg y P.

Jarquera y Yuri (2006), describen a los bioestimulantes como moléculas de muy amplia estructura, que pueden estar compuestos en base a hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, como aminoácidos (aa) y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento en plantas, así como para sobrellevar periodos de estrés.

2.1.9. Bioestimulantes

En agricultura, los bioestimulantes se definen como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, producción y/o crecimiento de los vegetales. Otros autores definen a los bioestimulantes como fertilizantes líquidos que ejercen funciones fisiológicas al aplicarlos a los cultivos, así como moléculas biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas de las plantas (Gallardo, 1998).

Los bioestimulantes se emplean para incrementar la calidad de los vegetales activando el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el stress (fitosanitarios, enfermedades, frio, calor, entre otros) (Lima, 2000).

Los bioestimulantes son sustancias que trabajan tanto fuera como dentro de la planta, aumentando la disponibilidad de nutrientes, mejorando la estructura y fertilidad de los suelos, como también incrementando la velocidad, la eficiencia metabólica y fotosintética. Adicionalmente, mejoran la cantidad de antioxidantes (FUMEX, 2012).

2.1.10. Acción de los bioestimulantes

Según Nuñez (1981), los bioestimulantes activan, sin alterar los procesos naturales del metabolismo de las plantas. Su forma de actuar se concreta básicamente en dos formas que son:

a) *Aumenta el nivel de prolina*, este aumento se produce en el interior de las plantas proporcionándole una mayor defensa frente a los estados de estrés, bien sea hídrico, térmico, por enfermedad o plaga entre otros. Proporcionando grupos tiónicos (-SH) a la planta.

b) *La expresión externa de esta potenciación se traduce en un efecto benéfico sobre:* La producción, con incrementos de la cosecha acompañados de una mejor calidad de los frutos y de otros aspectos relacionados con los mismos como coloración, uniformidad y aumento de tamaño, menor pérdida de peso post-cosecha, entre otros. La vegetación, proporcionando un mejor desarrollo vegetativo y mayor vigor en las brotaciones, así como un aumento de la masa radicular.

2.1.11. Tipos de bioestimulantes

Los bioestimulantes son moléculas de muy amplia estructura, que pueden estar compuestos a base de hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, como aminoácidos y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento en plantas, así como para sobrellevar periodos de estrés (Jorquera y Yuri, 2006).

2.1.11.1. Bioestimulantes a base de aminoácidos

Son aquellos que poseen (aa), en diferentes composiciones: libres, en cadenas cortas (1-10 aa), y en cadenas largas (mayor de 10 aa). Los Aminoácidos son las unidades básicas que componen las proteínas, las que desempeñan un papel clave en los procesos biológicos como el

transporte y almacenamiento, soporte mecánico, la integración del metabolismo, el control del crecimiento y la diferenciación. Mencionan que la síntesis de proteínas por la planta se realiza a partir de los aminoácidos sintetizados, siendo indispensable la presencia de todos y cada uno de ellos. El número y orden de los aminoácidos en las proteínas determina las propiedades fisiológicas y biológicas de éstas (SABORIO, 2002 y KIRK, 1982).

Los aminoácidos son compuestos orgánicos que contienen un grupo amino [NH_2] y un grupo carboxilo [COOH]. Veinte de estos compuestos son los constituyentes de las proteínas, conocidos como alfa-aminoácidos y son los siguientes: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina. Los grupos amino y carboxilo se encuentran unidos al mismo átomo de α carbonos, y ligado a él se encuentra un grupo variable (R). Es en dichos grupos R, donde las moléculas de los 20 alfa-aminoácidos se diferencian unas de otras (Sanabria, 2011).

Los aminoácidos son compuestos orgánicos que constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica. No puede realizarse proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos (Michitte, 2007).

Estos compuestos son moléculas orgánicas ricas en Nitrógeno y constituyen las unidades básicas de las proteínas. También son el punto de partida para la síntesis de otros compuestos, tales como vitaminas, nucleótidos y alcaloides (Jorquera y Yuri, 2006).

El uso de aminoácidos en cantidades esenciales es bien conocido como un medio para aumentar la producción y la calidad total de cosechas. Aunque las plantas tienen la capacidad por sí solas de sintetizar todos los aminoácidos que necesita a partir del nitrógeno, carbono, oxígeno e hidrógeno el proceso bioquímico es muy complejo y consumidor de

energía; por lo que, la aplicación de aminoácidos permite un ahorro de energía y un mejor desempeño de la planta en etapas críticas donde requiere elementos altamente disponibles para realizar sus funciones (Angulo, 2009).

2.1.11.1. Bioestimulantes a base de algas pardas

Algunos de los bioestimulantes de origen natural más usados en la agricultura son derivados de algas marinas. Estos productos basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales y/o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas (Carrera y Canacuán, 2011).

Las algas pardas de grandes dimensiones: especies de los géneros *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas, son las más utilizadas (Medjdoub, 2012).

El efecto de los extractos líquidos de algas, más que como abono (que no lo es, ya que su aporte mineral es mínimo), consiste principalmente en la estimulación de sistema radicular y en general, en la estimulación del vigor de la planta. Los extractos líquidos de algas son bioestimulantes (estimuladores del desarrollo y del sistema inmunitario y de defensa de la planta) (García, 2005).

El propio autor plantea que los principales disparadores (elicitores) de las reacciones metabólicas que generan la bioestimulación de la planta están compuestos por unos tipos especiales de azúcares (oligosacáridos: moléculas compuestas entre 7 y 25 monómeros de azúcar) que se encuentra en las paredes celulares de las algas.

2.1.11.2. Bioestimulantes a base de ácidos fúlvicos

Los bioestimulantes nutricionales son complejos de abonos foliares especiales de enmiendas de sustancias húmicas (ácidos húmicos y

fúlvicos) líquidas, que se define como un bioestimulante que activa, sin alterar, los procesos naturales del metabolismo de las plantas (Gallardo, 1998).

Los ácidos fúlvicos son fracciones activas solubles en ácidos fuertes. Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos. Son de muy rápida asimilación por las plantas debido a sus conformaciones estructurales simples y pequeñas, actuando como bioestimulantes (FOSAC, 2007).

Según Quiminet (2011), entre las principales ventajas de utilizar ácido fúlvico en la agricultura se encuentran:

- ✓ Regula el pH de la solución.
- ✓ Favorece el crecimiento de las plantas.
- ✓ Facilita la absorción de nutrientes que, por su naturaleza, son difícilmente absorbidos por las plantas.
- ✓ Sirve como bioestimulante.
- ✓ Estimula la división celular y el crecimiento de las plantas.
- ✓ Aumenta la resistencia de las plantas a la sequía.
- ✓ Hace más eficaz la recuperación de cultivos.
- ✓ Mejora los suelos.
- ✓ Promueve la formación de ácidos nucleicos.

2.1.12. Uso de bioestimulantes en vegetales

De acuerdo a ensayos realizados por el INIAP con productos bioestimulantes, al aplicar a las plantas, estos tienen sustancias que están directamente relacionadas con el normal funcionamiento de todos los tejidos y órganos de la planta. Sus múltiples resultados benéficos, consistencia y residualidad de varios meses, debido a que las sustancias

que lo componen se almacenan en los puntos de crecimiento, se encuentran los contenidos celulares de las hojas, dándole mayor turgencia a las células, mejorando también las funciones estomáticas de la planta y a medida de las necesidades fisiológicas y de desarrollo de la planta, estas son utilizadas gradualmente.

Según Bietti y Orlando (2003), los bioestimulantes son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y crecimiento de los vegetales.

Russo y Berlyn (1990), los definen como productos no nutricionales que pueden reducir el uso de fertilizantes y aumentar la producción y la resistencia al estrés causado por temperaturas y déficit hídrico.

2.1.13. Modo de acción de los bioestimulantes

2.1.13.1. Ahorro energético

Las plantas a través de procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la respiración sintetizan sus propios aminoácidos, a partir de los nutrimentos minerales que absorben. Al aplicar bioestimulantes a base de aminoácidos se forman proteínas, favoreciendo así al ahorro de energía que gastaría en sintetizar estos aminoácidos, con lo que la planta puede digerir esta energía a otros procesos como floración, cuajado, producción de frutos o para el caso de resistir y recuperarse del estrés hídrico, heladas, ataque de plagas, trasplante, toxicidad (SABORIO, 2002).

2.1.13.2. Formación de sustancias biológicas activas

La aplicación de aminoácidos en las plantas se asocia con la formación de sustancias biológicamente activas que actúan vigorizando y estimulando la vegetación, por lo que resulta de gran interés en los periodos críticos de los cultivos, o en aquellos cultivos de producción altamente intensiva porque estimulan la formación de clorofila, de ácido indol-acético (AIA), vitaminas y síntesis de enzimas (SABORIO, 2002).

2.1.13.3. Producción de antioxidantes

Para Saborio (2002), una planta bajo estrés, reduce su metabolismo porque hay un aumento de sustancias oxidantes. Los antioxidantes pueden evitar niveles tóxicos de estas sustancias, pero una planta no produce suficiente antioxidante, por lo que se ha encontrado que tras aplicaciones de algas marinas se refuerza el número de antioxidantes, con lo cual mejora el metabolismo de la planta.

2.1.13.4. Efecto regulador sobre el metabolismo de los microelementos

Los aa pueden formar quelatos con microelementos como el Co, Fe, Zn y Mn favoreciendo su transporte y penetración en el interior de los tejidos, pero existe una incompatibilidad biológica entre los aa y compuestos cúpricos, ya que los primeros forman uniones con el Cu y al penetrar en los tejidos producen fototoxicidad (SABORIO, 2002).

2.1.14. Características de los bioestimulantes utilizados

2.1.14.1. NOVAPLEX

Según SUMMER ZONE (2008), NOVAPLEX es un complejo nutricional bioestimulante de extracto de algas de *Ascophyllum nodosum*, *Sogassum* y *Laminaria*. Contiene elementos naturales provenientes de algas árticas. Estimula la división celular, el crecimiento y el volumen de la planta. Mejora el vigor y crecimiento del follaje, incrementa el nivel de clorofila, ayudándola a optimizar la energía solar y la tasa fotosintética. Proporciona un adecuado equilibrio osmótico, incrementando la resistencia a condiciones ambientales que provocan estrés, como heladas, altas temperaturas, intoxicaciones químicas, etc. Promueve el desarrollo de yemas, raíces y en general de la planta, activa el sistema inmunológico de la planta

incrementando las fitoalexinas. Es un complejo nutricional, cuyo efecto de exudación se proyecta a la rizófora incrementando y sustentando la actividad biológica de los suelos. La dosis recomendada de NOVAPLEX es de 1 l/ha.

Según Summer Zone (2013), de estas 12 extrae un completo paquete nutricional, además considerado bio-estimulante, fertilizante, fuente de aminoácidos, macro y micro elementos, vitaminas, hormonas de crecimiento; cuyo efectos, función y modo de acción es: Bioestimula crecimiento, nutre y otorga resistencia al estrés. Incrementa la división celular y proporciona un adecuado equilibrio osmótico regulando la permeabilidad de las membranas. Vigoriza los tejidos vegetales y estimula su crecimiento, fomenta el desarrollo y engrose de frutos y flores. Recupera y mejora la tolerancia de las plantas a condiciones de estrés, por heladas, sequías, intoxicación por pesticidas ya que aporta la gama completa de 20 aminoácidos que reactivan las funciones vitales. Retrasa la senescencia de los órganos vegetales, flores y frutos, interviene en el ciclo de oxígeno-etileno, aumenta la vida post-cosecha. Fortalece la vida en transporte y tiempo en percha de flores y frutos Rompe la latencia de yemas, incrementando la productividad y volumen de cosecha. Su alta concentración permite el uso de dosis bajas o más altas a criterio técnico, para mayor respaldo sistémico y nutricional. Reducción de clorosis, brillo del follaje y mayor tamaño de planta. Incremento de la productividad y la calidad del cultivo.

2.1.14.2. BAYFOLAN ESPECIAL

El Bayfolán, es un bioestimulante, utilizado como fertilizante foliar líquido inorgánico, químicamente balanceado, que contiene 11% de N, 8% de P₂O₅ y 6% de K₂O; además, la presencia de microelementos, Vitamina B1, auxinas de crecimiento y sustancias tampón, hacen a Bayfolán un producto excepcional para corregir carencias y mejorar las condiciones generales en que se desenvuelven las plantas, así como para

complementar el aporte de nutrientes principales de suelos pobres (Bayer, 2003).

Logra una mejor absorción del abono y con ello un incremento de la capacidad productora, adicionando hormonas de crecimiento y vitaminas. La adición de escasas cantidades, da por resultado un crecimiento y alargamiento intensificado y 22 acelerado de las células en el lugar donde se lo necesite. Se pueden comprobar resultados adicionales cuando las plantas crecen en condiciones negativas (sequías, exceso de humedad, daños por plagas y enfermedades o daños originados por herbicidas). La dosis de aplicación recomendada es de 1 l/ha.

2.1.15. Plagas y enfermedades que atacan al cultivo

Los cultivos que se desarrollan en sus centros de origen están sujetos a intensas presiones de parte de patógenos que evolucionan conjuntamente con sus hospederos. El número de plagas y enfermedades importantes de un cultivo en su centro de origen es mucho mayor que el número de patógenos en áreas distantes y la variabilidad del patógeno es mucho mayor (Sevilla y Holle, 2004).

Según Lardizabal et al. (2013), el efecto negativo que expresan las plagas y las enfermedades sobre el cultivo se ve reflejado en disminución de la calidad y de la cantidad de la producción. Menciona como las principales plagas y enfermedades del fréjol, las siguientes:

Plagas:

- Del suelo (gusano de suelo, gallina ciega, grillos, babosa y sinfilidos).
- Mosca blanca.
- Lorito verde.
- Lepidópteros.
- Diabrotica.
- Picudo de la vaina del fréjol.

Enfermedades:

- Roya.
- Mustia hilachosa.
- Mancha angular.
- Mosaico viral.
- Enfermedades bacterianas.

2.1.15.1. Plagas de suelo

Las plagas de suelo que afectan son gallina ciega, gusano alambre, sinfilido, gusano cuerudo y nematodos. Para determinar la presencia de estas plagas en el suelo se debe hacer un muestreo de campo. El número de muestras es 25 por hectárea al azar. Cada muestra debe tener 30 x 30 x 30 cm de profundidad. El nivel crítico para gallina ciega es de 0.50 larvas medianas, ó 0.25 larvas grandes por muestra. Para el gusano alambre, el nivel crítico es de 3 a 4 larvas por muestra. Para sinfilidos el nivel crítico es encontrar uno - lo podemos considerar como el piojo de la raíz. Para el gusano cuerudo el nivel crítico es de 5 larvas por muestra. Para el control de los tres primeros existen productos químicos y biológicos como *Beauveria* y *Metarhizium* que controlan muy bien cuando las aplicaciones se hacen en forma correcta (Lardizabal et al. 2013).

2.1.15.2. Mosca blanca o “palomilla”

La Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* Genn) pertenece a la familia: Aleyrodidae de la orden Homóptera. Es un insecto chupador de amplia distribución mundial, se considera la especie más difundida y dañina. Tiene la habilidad de adquirir resistencia a insecticidas utilizados para su control, principalmente los órganos fosforados y los piretroides. Por su condición de ser muy polífaga, se encuentra hospedando en numerosas plantas cultivadas y malezas. También se adapta a diferentes ambientes

climáticos desde el nivel del mar hasta altitudes de 1200 msnm (Escoto, 2004).

El propio autor plantea, que el mayor peligro de la Mosca Blanca radica en la transmisión de ciertos virus del grupo geminivirus a cultivos de fréjol, tomate, chile, pepino, ayotes, sandía, melón, tabaco, soya y otros. En fréjol transmite el virus llamado “Mosaico Dorado” por los síntomas provocados en las hojas. En todos los estadios de desarrollo de la Mosca Blanca, permanece en el envés de la hoja, protegiéndose de la luz solar y de otros factores adversos. El adulto es el único que puede emigrar por medio del viento a una altura de un metro para buscar nuevas plantas, de modo que puede actuar como transmisor de virus. En los estadios inmaduros quedan adheridos a las hojas con el estilete.

2.1.15.3. Empoasca o Lorito verde

Lorito verde (*Empoasca kraemeri*) también denominado como „salta hojas o “empoasca”. Esta plaga con incidencia elevada influye en el crecimiento y desarrollo de la planta. Su verdadero daño no es tanto por el número, sino que la saliva que le inyecta a la planta en el proceso de alimentación, ya que es fitotóxica y el fréjol es muy sensible a ello. Los efectos causados son parecidos a los síntomas de los geminivirus. Como consecuencia del ataque el rendimiento se reduce y si no se controlan en un periodo largo o si el ataque empieza temprano se puede perder el cultivo completamente. Inicia su ataque inmediatamente después de la germinación (Lardizabal et al. 2013).

Los propios autores manifiestan, que provocan un encorvamiento de las hojas hacia abajo o hacia arriba que posteriormente se encrespan y los márgenes de las hojas primarias se tornan amarillos. La planta se retrasa en su crecimiento y presenta síntomas parecidos a los causados por el virus.

2.1.15.4. Los Gorgojos

Los coleópteros, comúnmente designados como gorgojos o brúchidos, causan pérdidas económicas en fréjol almacenado en Centroamérica, alrededor del 20%. Sin embargo, cuando la cosecha de fréjol es tardía y se trae del campo con una infestación alta, las pérdidas en el almacén pueden elevarse a 100% o pérdida total de la cosecha, si no se toman medidas de control adecuadas y oportunas. Dentro de esta categoría existen dos especies importantes: *Zabrotes subfaciatus* (Boheman) y *Acanthoscelides obtectus* (Say). Las pérdidas por estos insectos al fréjol almacenado son irreparables, por el daño directo al grano. Se afecta adicionalmente la calidad del grano por la contaminación con las excretas y los cuerpos de los mismos insectos. Estas pérdidas en calidad y en cantidad se incrementan debido al ataque de microorganismos secundarios como hongos y bacterias, los cuales a su vez producen aflatoxinas de alto riesgo para el ser humano (Escoto, 2004).

2.1.15.5. Pudrición radical por Fusarium

La enfermedad conocida como pudrición seca de las raíces es causada por el hongo *Fusarium solani*, *F. phaseoli*, está presente en la mayor parte de las zonas productoras de fréjol en el mundo y, además del fréjol común, afecta otras leguminosas. El *Fusarium* es un hongo habitante del suelo y sobrevive en la materia orgánica. Las condiciones ambientales, como la compactación, la temperatura y el pH del suelo, afectan la susceptibilidad de la planta, siendo más grave en suelos compactos, ya que bajo estas condiciones las raíces no pueden escapar a la infección. Los suelos ácidos y los fertilizantes con nitrógeno amoniacal favorecen la infección. El daño por pudrición radical puede ser más grave durante los periodos de alta humedad del suelo, cuando se reduce la tasa de difusión de oxígeno. Las esporas del hongo pueden ser transportadas en el agua de drenaje y riego, en el suelo por el agua de lluvia o inundaciones, en partículas de suelo adheridas a los implementos agrícolas y a los animales, en residuos de

fréjol, en estiércol y, posiblemente, una vez que el hongo se ha introducido en una nueva área puede sobrevivir indefinidamente como un saprófito del suelo en la materia orgánica, o como un componente micorrízico de cultivos no susceptibles; por lo tanto, la incidencia del hongo se puede incrementar de manera significativa sembrando ininterrumpidamente un cultivo hospedero susceptible (Arias et al. 2007).

2.1.15.6. Virus del mosaico común del fréjol

El mosaico común del fréjol fue una de las primeras enfermedades virales encontradas en el mundo y ha sido registrada en casi todos los países productores de fréjol. Es causante de importantes daños económicos: en diferentes estudios se han registrado pérdidas ocasionadas por el virus del mosaico común entre 6 y 98%. Además del fréjol, el virus tiene muchos otros hospedantes, principalmente especies de leguminosas (CIAT, 1980 citado por Arias et al. 2007).

Según la misma fuente, el virus puede producir tres clases de síntomas: mosaico, necrosis sistémica o lesiones locales, según la variedad, la edad al momento de la infección, la cepa y las condiciones ambientales. Los síntomas de mosaico se manifiestan en plantas infectadas sistémicamente y pueden ocasionar moteado, enroscamiento, raquitismo y deformación de las hojas primarias, especialmente si la infección primaria tiene lugar mediante semilla contaminada. Las hojas trifoliadas presentan enroscamiento, deformación y un mosaico de color amarillo y varias tonalidades de verde. Las hojas infectadas aparecen más delgadas y alargadas que las sanas y sus ápices se enroscan hacia el envés, deformando la hoja. La infección puede abarcar del 40 al 100% de la plantación, se origina a partir de áfidos que transmiten las partículas del virus, adquiridas en plantas de fréjol susceptibles u otros hospedantes, a plantas.

2.1.15.7. Roya

Roya (*Uromyces appendiculatus*) es una enfermedad que se observa principalmente en las hojas pero afectan pecíolos, vainas y tallos. Los primeros síntomas se presentan como lesiones blanquecinas, las cuales crecen y se revientan; después aparecen áreas cubiertas con polvo de color amarillento rojizo que se llaman pústulas; las partículas de este polvo son las esporas del hongo.

Las condiciones ambientales favorables para la aparición del patógeno son periodos prolongados de 10 a 18 horas de alta humedad relativa mayor de 90% y temperaturas moderadas de 17° a 27°C (Lardizabal et al. 2013).

Peralta et al. (2007), refiere que la Roya es una de las enfermedades más importantes en el cultivo del fréjol en Ecuador.

2.1.15.8. Mancha angular

Mancha angular (*Phaseoisariopsis griseola*), es una enfermedad transmitida por un hongo. El inoculo proviene principalmente de los restos contaminados de la cosecha anterior y de semilla contaminada con el patógeno. La enfermedad es favorecida por temperaturas moderadas entre 16 y 28°C, con un óptimo de 24°C. La mancha angular es más severa cuando ocurren periodos alternos de alta y baja temperatura, alta y baja humedad relativa y mucha y poca luz solar. Bajo estas condiciones fluctuantes de clima, una epidemia de mancha angular se puede desarrollar muy rápido, causando una severa defoliación prematura y altas pérdidas en el rendimiento y calidad del grano y de las vainas (Arias et al. 2007).

Los mismos autores refieren que, el patógeno afecta todas las partes aéreas de la planta de fréjol, pero los síntomas típicos que le dan el nombre a la enfermedad lesiones o manchas angulares observadas en las hojas. Cuando el ataque es severo, las lesiones en los trifolios se juntan produciendo un amarillamiento de las hojas. En la vaina, los síntomas

iniciales se observan como pequeñas manchas circulares de color rojo marrón. Estas aumentan hasta convertirse en manchas grandes y unirse entre sí, causando vainas mal formadas, generalmente con poca o ninguna semilla o semillas pequeñas, arrugadas, mal formadas y manchadas. El patógeno puede sobrevivir en la semilla, la cual es un medio eficiente para su diseminación.

En Ecuador la Mancha angulosa es muy común en climas moderados (15-25 °C), ubicados sobre los 1200-2000 m.s.n.m, además a causado en los últimos años en algunas áreas de producción perdidas en rendimientos mayores a al 40% (Peralta et al. 2007).

2.1.16. Rendimientos

Peralta y Mazón (2010), afirman que para obtener altos rendimientos en fréjol, la semilla tiene que ser garantizada, o sea, con pureza física, fisiológica y sanitaria, humedad de suelo y disponibilidad de riego.

Una de las limitantes de rendimiento en las leguminosas de grano es la pérdida de las flores de alrededor de 70 a 80% como botones cerrados. Los frutos caen prematuramente y sólo una pequeña parte llega a fruto maduro. Según estos resultados, la variabilidad del rendimiento nos sugiere que este carácter estaría muy influenciado por el ambiente, reportándose rendimientos que varían en promedio de 0.3 a 3.0 t/ha. Esto sería por la pérdida de flores, que es un rasgo general de los fréjoles (Cruz et al. 2009).

2.1.17. Cosecha

La cosecha en vaina seca debe realizarse cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica, es decir, cuando están completamente defoliadas, las vainas secas de color amarillo y con un contenido aproximado de 18 a 20% de humedad en las semillas. La trilla puede realizarse por pisoteo con animales o por golpe sobre el piso usando varas de madera, cuando se trate de cantidades pequeñas, entre una y dos

hectáreas. El uso de trilladoras mecánicas es recomendado para cosechas grandes (Peralta y Mazón, 2010).

2.2. Hipótesis

La aplicación de bioestimulantes y las diferentes dosis influyen en el crecimiento y productividad del fréjol.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del área experimental

3.1.1. Situación geográfica del experimento

El experimento se efectuó en el verano del 2016, en la finca Dacrian, parroquia La Iberia, cantón El Guabo, provincia El Oro.

La ubicación por las coordenadas geográfica es: latitud sur, 03°15'12.25", longitud oeste, 79° 51'50.03" y altitud de 15 metros sobre el nivel del mar (msnm) (GPS, 2015).

3.1.2. Características edafoclimáticas

Cuadro 2. Datos del clima del área de estudio.

ELEMENTOS	UM	VALORES
Temperatura media	°C	25,1
Temperatura máxima	°C	29,8
Temperatura mínima	°C	21,7
Humedad relativa	%	83
Heliofonía	horas luz / año	1256
Velocidad del viento	Km/h	1
Precipitación anual	mm	734
Evaporación	mm	1150

Fuente: (INAMHI, 2015) – Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Estación meteorológica instalada en la Granja Sta. Inés.

Cuadro 3. Datos edáficos del predio del ensayo.

PARÁMETROS	VALORES
Textura	Franco - arcilloso
Drenaje	Bueno
Topografía	Ligeramente ondulado
Materia Orgánica (%)	3,31
PH	7,6

3.2. Materiales

3.2.1. Genético

En el estudio se utilizó el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.).

3.2.2. Equipos

Balanza de precisión, cámara fotográfica, calculadora, computadora, bomba de mochila.

3.2.3. Herramientas e insumos

Cinta métrica, tarjetas de identificación, fundas plásticas, azadones, piola, pala, lápiz, cuaderno, material bibliográfico, carpeta, regla, marcadores y libro de campo. Semillas, bioestimulantes, fertilizantes, pesticidas.

3.3. Diseño de la investigación

3.3.1. Factores ensayados

- Dos bioestimulantes: NOVAPLEX y BAYFOLAN ESPECIAL.

- Tres dosis de aplicación: La recomendada, 50 % menos de la recomendada y 50 % por encima de la recomendada, en ambos bioestimulantes.

3.3.2. Tratamientos estudiados

Cuadro 4. Presentación de los 6 tratamientos, con la combinación de los factores.

TRATAMIENTOS	BIOESTIMULANTES	DOSIS (l/ha)
T1	NOVAPLEX	0,5
T2	NOVAPLEX	1,0
T3	NOVAPLEX	1,5
T4	BAYFOLAN ESPECIAL	0.5
T5	BAYFOLAN ESPECIAL	1.0
T6	BAYFOLAN ESPECIAL	1.5

3.3.3. Diseño experimental

Se manejó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de 2 x 3, 6 tratamientos en 3 bloques.

3.3.4. Método estadístico

Se ejecutó el método de análisis de varianza (ANOVA), para comprobar si existen diferencias estadísticas entre los factores o entre sus interacciones. El análisis se realizó con la ayuda del programa informático Infostat (Di Rienzo et al. 2016). Los grados de libertad por cada fuente de variación se expresan en el cuadro 5.

3.3.5. Análisis funcional

Ante la presencia de diferencias significativas en el análisis de varianza, se cometió la comparación de medias, a través de la prueba de

rangos múltiples, Tukey al 5% de probabilidades, con el apoyo de la herramienta, programa informático Infostat (Di Rienzo et al. 2016).

Cuadro 5. Fuentes de variación y grados de libertad para el análisis de varianza.

Fuentes de variación	G.L.
Tratamientos	5
Bioestimulantes	1
Dosis	2
Interacción B x D	2
Bloques	2
Error experimental	10
Total	17

3.3.6. Delineamiento experimental

Cuadro 6. Especificaciones del área del experimento.

INDICADORES	UM	VALORES
Número de tratamientos	u	6
Número de bloques	u	3
Espaciamiento entre bloques	m	1
Área útil por parcela	m ²	7,5
Área de parcelas	m ²	12,5
Longitud de hileras	m	5
Distancia entre sitio	m	0,2
Distancia entre hilera	m	0,5
Número de plantas/hileras	u	40
Densidad poblacional	plantas/ha	200 000
Área útil del ensayo	m ²	135
Área de ensayo	m ²	323

3.4. Manejo del experimento

3.4.1. Análisis de suelo

El 22 de enero del 2016, se tomaron sub muestras en forma de zig-zag, desde 10 hasta 20 cm de profundidad, para luego mezclarlas y lograr una muestra compuesta de un kilogramo de suelo, el mismo día se envió al laboratorio de NEMALAB S.A. Los resultados fueron devueltos el 4 de febrero del 2016 (Figura 1A a la Figura 4A).

3.4.2. Preparación del suelo

El 20 de abril del 2016 se ejecutó el desbroce de la maleza, a continuación se efectuó una arada a profundidad de 25 centímetros con la ayuda de un tractor equipado con arado de discos. También se realizó una rastra en forma cruzada, con una rastra de disco tirada por un tractor, con el objetivo de disgregar el suelo y crear las condiciones apropiadas para la siembra.

3.4.3. Surcado

El surcado se hizo de forma manual con azadones el 30 de abril del propio año, se levantaron a 0,50 metros de distancia.

3.4.4. Trazado de las parcelas

Se realizó inmediatamente concluido el surcado, trazando las parcelas según el diseño experimental planificado.

3.4.5. Desinfección de la semilla

Anterior a la siembra, la semilla fue tratada con Vitavax® 300 (Carboxin+Thiram), en dosis de 2 g diluidos en ½ litro de agua, para cada kg de semilla, con el objetivo de impedir el ataque de plagas y enfermedades.

3.4.6. Siembra

La siembra se realizó en forma manual depositando dos semillas por sitio o golpe, con un distanciamiento de 0,20 m en línea y una separación entre líneas de 0,50 m. La actividad se terminó el 5 de mayo del 2016.

3.4.7. Raleo

Se realizó a los 12 días posteriores a la siembra, a discreción, para dejar las plantas necesarias que aporten la densidad poblacional planificada.

3.4.8. Riego

Los riegos se realizaron por el método superficial. El primero se aplicó el día antes de la siembra y posteriormente se realizaron 5 riegos más.

3.4.9. Control de malezas

Para el control de malezas en pre-emergencia se aplicó 200 cc de Gramoxone y 200 cc de Gramilaq; posteriormente este control se realizó de forma manual con azadones.

3.4.10. Control fitosanitario

A los 10 días posteriores a la siembra, se realizó una aplicación de Fungitex para prevenir la aparición de Antracnosis, Oidium y Mancha de la hoja. Se aplicó Rivral a 0,2 kg/ha + Confidol a 0,4 l/ha para controlar el minador *Liriomyza trifolii* que apareció a los 35 días después de la siembra.

3.4.11. Fertilización

No fue necesaria ninguna aplicación de fósforo (P) y potasio (K), ya que los análisis realizados al suelo presentaron niveles elevados de esos elementos. Se realizó una aplicación de urea de 50 kg/ha a los 12 días de

la siembra y se repitió la dosis a los 16 días de la primera aplicación, ya que los niveles de NH₄ se muestran bajos en los resultados del análisis de suelo.

3.4.12. Biofertilizantes

Las aplicaciones se realizaron con bomba de mano de forma foliar. El Bayfolan se aplicó cada 10 días, con las diferentes dosis estudiadas diluidas en 200 litros de agua. El Novaplex se aplicó con una frecuencia de 20 días a las planteadas en el ensayo.

3.4.13. Cosecha

Esta actividad se realizó cuando el 90 % de las plantas estaban secas, pero antes de que las vainas comenzaran a gotear, se efectuó de forma manual. Se cosecharon por parcelas individuales para garantizar los diferentes datos.

3.5. Variables a evaluar

3.5.1. Días a la floración

Fueron contados los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% de las plantas florecieron.

3.5.2. Altura de la planta

Se midieron en centímetros con una cinta métrica, desde el cuello de la base (nivel del suelo) hasta el ápice del eje central. Estas mediciones se hicieron en el momento de la cosecha.

3.5.3. Días a la cosecha

Fueron contados los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta el día de la cosecha.

3.5.4. Vainas por planta

Se extrajeron las vainas de 10 plantas al azar de cada tratamiento y se contaron por método directo.

3.5.5. Granos por vaina

Se contaron el número de granos por vainas de las 10 plantas seleccionadas por tratamientos, el valor total de granos de cada planta, se dividió por el total de vainas de cada planta.

3.5.6. Granos por planta

Se contó por método directo, la cantidad de granos que poseía cada planta de las escogidas anteriormente.

3.5.7. Peso de 100 semillas

Se pesaron en una balanza digital de precisión, 10 muestras de 100 semillas sanas por cada tratamiento. La unidad de medida expresada es en gramos.

3.5.8. Rendimiento en kg/ha

El peso de cada tratamiento expresado en gramos, se ajustó al 13 % de humedad que es la deseada, se multiplicó por 10 y se dividió por el área útil de la parcela quedando en kg/ha mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{Pm (100 - hi) * 10}{(100 - hd) (Ap)}$$

Donde:

R: rendimiento (kg/ha).

Pm: peso de la muestra (g).

Hi: humedad inicial al momento del peso (%).

Hd: humedad deseada (13%)

Ap: área de la parcela (m².)

3.5.9. Análisis económico

Se realizó con el rendimiento del grano ajustado al 10 %, y el valor de su beneficio bruto, se calculó con base en el precio del grano por kilogramo, establecido en el mercado.

Para calcular los costos variables se consideraron los precios de la semilla y de los bioestimulantes.

La metodología para el análisis económico que se utilizó es la de los presupuestos parciales, descrita por el Programa de Economía del CIMMYT (1988).

IV. RESULTADOS

4.1.1. Días a la floración

En cuanto a la variable días a la floración, se muestran los valores promedios que van desde 33 días en el tratamiento 5, hasta 37,67 en el tratamiento 1 (Figura 1 y Cuadro 1A).

Examinando los resultados del análisis de varianza, realizado a esta variable, se observa que no existen diferencias significativas en las interacciones de los bioestimulantes y las dosis. No existen diferencias estadísticas entre las dosis, pero si entre los bioestimulantes con un nivel de confianza de 97.95 %. La media general fue de 35,62 días, con un coeficiente de variación de 4,09% (Cuadro 2A).

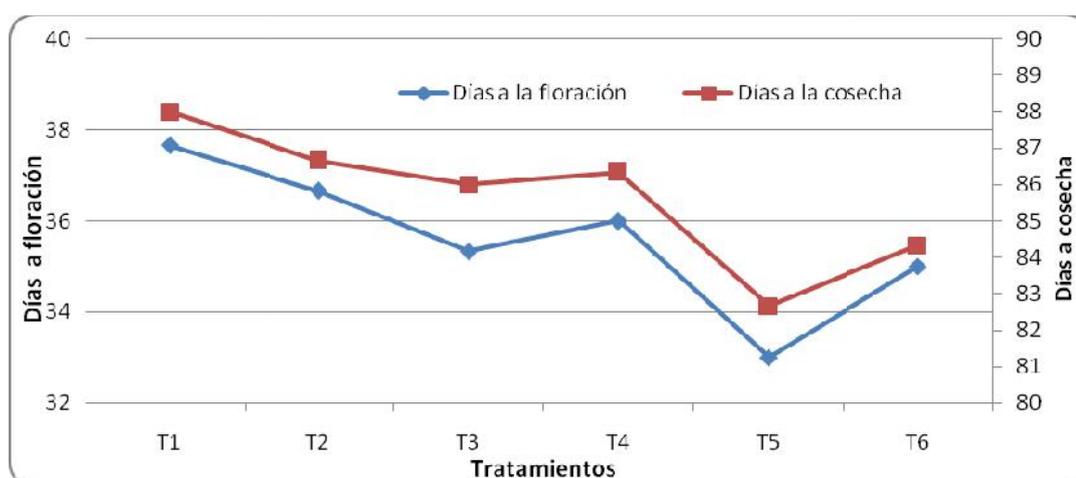


Figura 1. Comportamiento de los promedios de las variables días a la floración y días a la cosecha, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

En la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, realizada a la variable días a la floración, se observa que el bioestimulante Bayfolan Especial con 34,67 días es superior estadísticamente al Novaplex, que muestra 36,56,

demorándose este último como promedio, 2 días más en florecer (Cuadro 7).

Cuadro 7. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable días a la floración, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

BIOESTIMULANTES EVALUADOS	MEDIAS
Novaplex	36,56 A
Bayfolan	34,67 B
PROMEDIO	35,62

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

4.1.2. Altura de la planta

Los valores promedios de la variable altura de la planta, expresados en centímetros, variaron desde 39,83 en el tratamiento 1 hasta 48,30 en el tratamiento 6 (Figura 2, Cuadro 3A).

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, realizado a la variable altura de la planta, se muestran que no existen diferencias significativas en las interacciones de los bioestimulantes y las dosis de aplicación. Sin embargo si existen diferencias altamente significativas entre las dosis y los bioestimulantes por separados, con un nivel de confianza de 99,94 % y 99,98 %, respectivamente. El coeficiente de variación se muestra con 3,42 % y con un promedio general de 44,04 cm (Cuadro 4A).

Según la comparación de medias realizada a través de la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de probabilidades, se observa que el bioestimulante Bayfolan Especial con 46,10 cm se encuentra en el rango A

y presenta diferencias estadísticas del Novaplex, que se encuentra en el rango B con 41,98 cm (Cuadro 8).

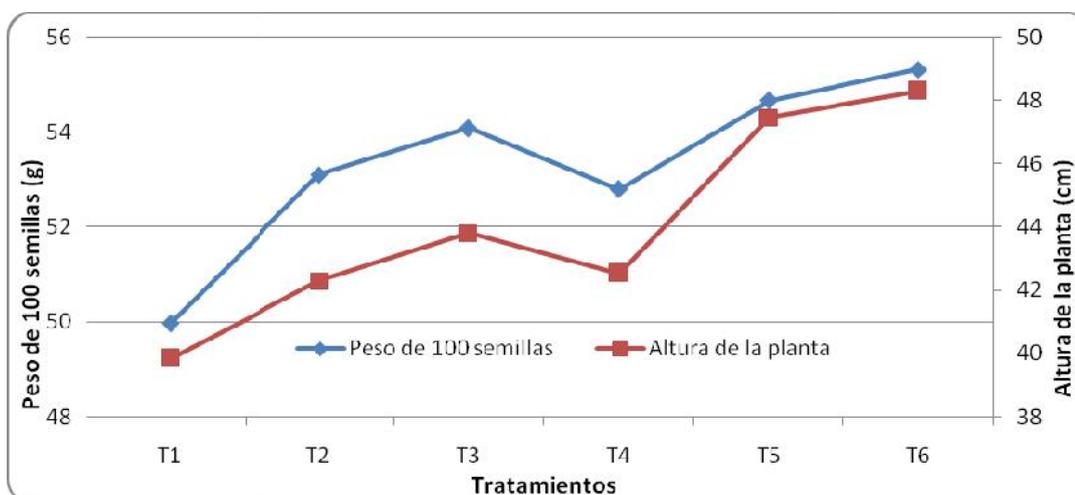


Figura 2. Comportamiento de los promedios de las variables altura de la planta y peso de 100 semillas, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

Cuadro 8. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable altura de la planta, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

BIOESTIMULANTES EVALUADOS	MEDIAS
Bayfolan	46,10 A
Novaplex	41,98 B
PROMEDIO	44,04

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

En la misma prueba realizada de Tukey al 5% de probabilidades, se muestra que la dosis de 1,5 y de 1,0 l/ha de los bioestimulantes, no

presentan diferencias significativas entre ellos y ambos son superiores estadísticamente a la dosis de 0,5 l/ha (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable altura de la planta, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

DOSIS DE LOS BIOESTIMULANTES	MEDIAS
1,5	46,05 A
1,0	44,88 A
0,5	41,18 B
PROMEDIO	44,04

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

4.1.3. Días a la cosecha

Al observar los valores de la variable días a la cosecha, se presenta al tratamiento 5 con 82,67 días como el valor más bajo y el tratamiento 1 con 88,00 como el valor más elevado (Figura 1 y Cuadro 5A).

Según el análisis de varianza a la variable días a la cosecha se observa que en las interacciones de los bioestimulantes y las dosis de aplicación no existen diferencias significativas. Sin embargo si existen diferencias estadísticas entra las dosis con un nivel de confianza de 96,75 %. Por otra parte se observan diferencias altamente significativas entre los bioestimulantes a 99,47 %. La media general fue de 85,67 días con un coeficiente de variación de 1,7 % (Cuadro 6A).

Al realizar la comparación al indicador agronómico días a la cosecha, se observa que el bioestimulante Bayfolan Especial con valor promedio de 84,44 días, provocó las cosechas más precoces (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable días a la cosecha, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

BIOESTIMULANTES EVALUADOS	MEDIAS
Novaplex	86,89 A
Bayfolan	84,44 B
PROMEDIO	85,67

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

Cuadro 11. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable días a la cosecha, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

DOSIS DE LOS BIOESTIMULANTES	MEDIAS
0,5	87,17 A
1,5	85,17 AB
1,0	84,67 B
PROMEDIO	85,67

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

En la misma comparación de medias, se constata que la dosis de 1,0 y 1,5 l/ha mostraron los valores promedios más precoces, no presentando

diferencias estadísticas entre ellos. La dosis de 1,0 l/ha provocó cosechas más tempranas que la dosis de 0,5 l/ha (Cuadro 11).

4.1.4. Vainas por planta

Al analizar la gráfica de la Figura 2 y el Cuadro 4A, se muestra al tratamiento 3 con el valor más elevado con 10,12 vainas y el valor más bajo en el tratamiento 4 con 7,84.

De acuerdo a la prueba estadística aplicada al indicador vainas por plantas se observa que las interacciones entre los bioestimulantes y las dosis de aplicación no presentan diferencias estadísticas. Las dosis presentan diferencias significativas con un 98,33% de confianza y entre los bioestimulantes no presentan diferencias estadísticas. El promedio general fue de 9,12 vainas por plantas con un coeficiente de variación de 9,09% (Cuadro 8A).

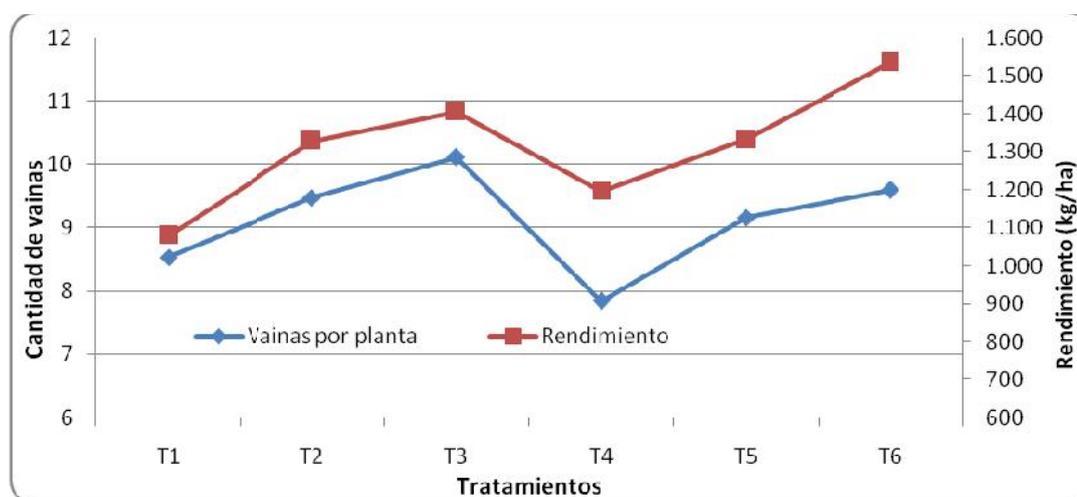


Figura 3. Comportamiento de los promedios de las variables vainas por planta y rendimiento agrícola, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

Según los resultados de la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidades, se muestran las dosis de 1,5 y 1,0 l/ha con valores

promedios de 9,86 y 9,32 vainas por planta compartiendo el mismo rango, no presentando diferencias significativas entre ellas. La dosis de 1,5 l/ha es superior estadísticamente a los valores alcanzados por la aplicación de la dosis de 0,5 l/ha (Cuadro 12).

Cuadro 12. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable vainas por planta, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

DOSIS DE LOS BIOESTIMULANTES	MEDIAS
1,5	9,86 A
1,0	9,32 AB
0,5	8,19 B
PROMEDIO	9,12

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

4.1.5. Granos por vaina

En los conteos de granos realizados a las vainas, se observa el promedio de 3,80 en el tratamiento 1 como el más bajo y el promedio de 4,70 granos en el tratamiento 6, como el valor más elevado (Figura 2 y el Cuadro 5A).

El análisis de varianza aplicado a esta variable, denota que no existen diferencias significativas en las interacciones de los bioestimulantes con las dosis, ni tampoco existen diferencias entre los propios bioestimulantes. Sin embargo, entre las dosis se presentan diferencias significativas con un nivel de confianza de 97,35%. Se muestra un coeficiente de variación de 7,9% y una media general de 4,25 granos por vainas (Cuadro 10A).

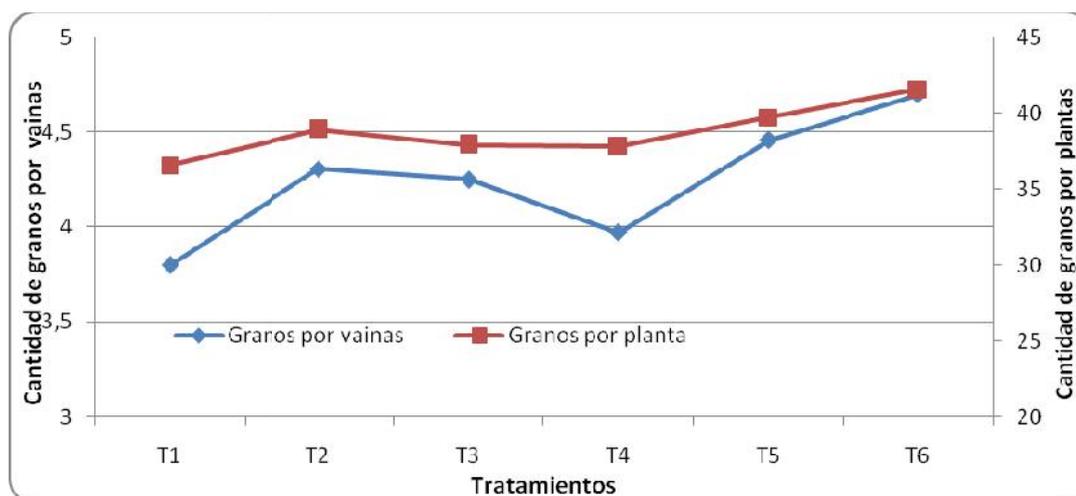


Figura 4. Comportamiento de los promedios de la variable granos por vainas y granos por planta, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

Cuadro 13. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable granos por vainas, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

DOSIS DE LOS BIOESTIMULANTES	MEDIAS
1,5	4,47 A
1,0	4,38 AB
0,5	3,89 B
PROMEDIO	4,25

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

Al aplicarle la comparación de medias a la variable granos por vainas, con la prueba de Tukey al 5%, se observa que los valores promedios de las dosis de 1,0 y 1,5 l/ha, no presentan diferencias estadísticas entre ellos.

Mientras que la dosis de 1,5 l/ha con 4,47 granos por vainas, presenta diferencias significativas con respecto a los 3,89 obtenidos con la dosis de 0,5 l/ha (Cuadro 13).

4.1.6. Granos por planta

Al observar el comportamiento de los valores medios del indicador productivo, granos por plantas, se observa como el valor más elevado el de 41,58 granos pertenecientes al tratamiento 6 y con el promedio más bajo se presenta el tratamiento 1 con 36,56 (Figura 4 y Cuadro 6A).

De acuerdo a los resultados mostrados por el análisis de varianza efectuado a esta variable, no se observan diferencias significativas en las interacciones entre los bioestimulantes y las dosis. El promedio general es de 38,74 granos y el coeficiente de variación de 6,35 %.

4.1.7. Peso de 100 semillas

Al procesar los datos obtenidos en la investigación, el peso de 100 semillas, obtuvo valores más bajos con el tratamiento 1 con 49,97 gramos y como el valor más alto el tratamiento 6 con 55,32 gramos (Figura 2 y Cuadro 7A).

De acuerdo al análisis de varianza realizado a la variable peso de 100 semillas, no se presentan diferencias significativas en las interacciones entre los bioestimulantes y las dosis de aplicación. Sin embargo se muestran diferencias estadísticas entre los bioestimulantes con un nivel de confianza de 97,78 %. También se muestran diferencias altamente significativas entre las dosis con un nivel de confianza de 99, 24%. El coeficiente de variación es de 2,76% y la media general alcanzada es de 53,33 gramos (Cuadro 14A).

De acuerdo a la comparación de las medias efectuadas con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, se observa que el bioestimulante

Bayfolan con valores promedios de 54, 26 gramos tiene resultados superiores estadísticamente a los alcanzados por Novaplex con 52,39 gramos (Cuadro 14).

Cuadro 14. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable peso de 100 semillas, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

BIOESTIMULANTES EVALUADOS	MEDIAS
Bayfolan	54,26 A
Novaplex	52,39 B
PROMEDIO	53,33

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

Cuadro 15. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable peso de 100 semillas, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

DOSIS DE LOS BIOESTIMULANTES	MEDIAS
1,5	54,70 A
1,0	53,89 A
0,5	51,38 B
PROMEDIO	53,33

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

En la propia prueba de Tukey al 5% de probabilidades, se muestran a las dosis de 1,0 y 1,5 l/ha e el rango A, sin diferencias significativas entre

ellas, presentando ambos valores promedios superiores estadísticamente a los mostrados por las dosis de aplicación de 0,5 l/ha (Cuadro 15).

4.1.8. Rendimiento en kg/ha

Después de realizar los cálculos para la obtención de los rendimientos, se observa el valor promedio de 1080 kg/ha como el más bajo y 1535 kg/ha como el más elevado (Figura 3 y Cuadro 8A).

En cuanto al análisis de varianza ejecutada al indicador productivo rendimiento agrícola, no se aprecian diferencias significativas en las interacciones de los bioestimulantes y las dosis de aplicación, tampoco son observadas en los bioestimulantes. Se muestran diferencias altamente significativas entre las dosis con un nivel de confianza de 99,45 %. La media general es de 1313 kg / ha con un coeficiente de variación de 10,29% (Cuadro 16A).

Cuadro 16. Resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades, realizada a la variable rendimiento, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

DOSIS DE LOS BIOESTIMULANTES	MEDIAS
1,5	1470,5 A
1,0	1330,5 AB
0,5	1138,0 B
PROMEDIO	1313,00

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Tukey 0,05).

Analizando los resultados obtenidos en la comparación de las medias del rendimiento agrícola, en la prueba de Tukey al 5% de probabilidades se

observan a las dosis de 1,0 y 1,5 l/ha con valores estadísticamente iguales. La dosis de 1,5 l/ha, es superior estadísticamente a la dosis de 0,5 l/ha (Cuadro 16).

4.1.9. Análisis económico

Los cálculos del análisis económico se efectuaron en base a una hectárea.

El presupuesto parcial se muestra en el Cuadro 17. Se observa que el total de costos que varía más elevado pertenece al tratamiento 6 con 36 USD/ha y el de menor valor con 11,5 corresponde al tratamiento 1. En el beneficio bruto el valor más elevado es de 1925 USD/ha perteneciente al tratamiento 6 y el valor más bajo es de 1534 USD/ha. En cuanto a los beneficios netos el tratamiento 6 muestra el valor más elevado con 1889 USD/ha y el valor inferior se observa en el tratamiento 1 con 1343.

De acuerdo al análisis de dominancia ninguno de los tratamientos fueron dominados, por lo que todos pasan a ejecutársele el análisis marginal (Cuadro 18).

Acorde al análisis marginal, la mayor tasa se observa al cambiarse del tratamiento 1 al 4, con un valor de 28 993%, es decir por cada dólar invertido se recupera el dólar y adicionalmente retornaría 289, 93 dólares (Cuadro 19).

Cuadro 17. Presupuesto parcial obtenido en el ensayo del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

Rubros	U/M	TRATAMIENTOS					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimientos medios	(kg/ha)	1080	1328	1406	1196	1333	1535
Rendimientos ajustados (5 %)	(kg/ha)	1026	1261	1335	1136	1266	1458
Beneficios brutos de campo	(USD/ha)	1354,3	1665,3	1763,1	1499,8	1671,6	1924,9
Costo del bioestimulante	(USD/ha)	11,5	23,0	34,5	12,0	24,0	36,0
Totales de costos que varían	(USD/ha)	11,5	23,0	34,5	12,0	24,0	36,0
Beneficios netos	(USD/ha)	1343	1642	1729	1488	1648	1889

El precio de venta al productor utilizado para el cálculo del beneficio bruto fue de 1,32 USD/kg, este fue tomado del Boletín de precios de enero del 2016, que emite el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

Cuadro 18. Análisis de dominancia obtenido en el ensayo en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

Tratamientos	Total de costos que varían (USD/ha)	Beneficios netos (USD/ha)
T1	11,5	1343
T4	12,0	1488
T2	23,0	1642
T5	24,0	1648
T3	34,5	1729
T6	36,0	1889

Cuadro 19. Análisis marginal obtenido en el ensayo en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con dos bioestimulantes en tres dosis de aplicación. Cantón El Guabo, provincia El Oro, Universidad de Guayaquil, 2016.

Tratamientos	Costos que varían (USD/ha)	Costos que varían marginales (USD/ha)	Beneficios netos (USD/ha)	Beneficios netos marginales (USD/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
T1	11,5		1343		
T4	12	0,5	1488	145	28993
T2	23	11	1642	155	1405
T5	24	1	1648	5	527
T3	34,5	10,5	1729	81	772
T6	36	1,5	1889	160	10684

V. DISCUSIÓN

En cuanto a la variable días a la floración, se muestran los valores promedios obtenidos que variaron desde los 33 hasta 37,67 días. En las parcelas donde se aplicó el bioestimulante Bayfolan Especial, se observa valores de 34,67 días a la floración y es superior estadísticamente a los 36,56 días que muestra el cultivo donde se aplicó el Novaplex, demorándose este último como promedio, 2 días más en florecer. Estos resultados no coinciden con Carrera y Canacuán (2011), que en estudio realizado en fréjol con varios bioestimulantes, obtuvo los menores días a la floración, donde se aplicó el bioestimulante Novaplex.

En las variables granos por vaina y vainas por planta, se observa que los valores promedios obtenidos se encuentran en el rango de 3,80 a 4,70 granos y de 7,84 a 10,12 vainas por plantas. Los valores más elevados en ambos indicadores, se presenta cuando los bioestimulantes se aplicaron a las dosis de 1,0 y 1,5 l/ha. Mientras que la dosis de 1,5 l/ha reportó valores de 4,47 granos por vainas y fue superior estadísticamente a los 3,89 granos, obtenidos con la dosis de 0,5 l/ha. Carrera y Canacuán (2011), obtuvieron los mejores resultados en el número de granos por vainas y número de vainas por plantas con dosis de aplicación de 1 l/ha, en experimento realizado en fréjol.

En cuanto a la altura de las plantas, el bioestimulante que obtuvo mejor resultado fue el Bayfolan Especial, con valores promedios de 46,10 centímetros. En la misma variable, también se mostraron los mejores resultados, con las aplicaciones a 1,5 y 1,0 l/ha con alturas de 46,05 y 44,88 cm respectivamente. Coque (2000), en estudios realizados en siete variedades de fréjol, donde se le aplicó cuatro tipos de bioestimulantes, obtuvo incrementos en el tamaño de la planta con dosis de aplicación de 1 l/ha. También Carrera y Canacuán (2011), en experimento realizado con dos variedades de fréjol y aplicaciones de cuatro bioestimulantes, mostraron alturas de plantas, con diferencias mayores a los 10 cm con el bioestimulante Bayfolan Especial.

De acuerdo a los resultados en el indicador agronómico, días a la cosecha, se observa que el bioestimulante Bayfolan, con registro de 84,44 días, resultó en las cosechas más tempranas, reduciéndose el ciclo del cultivo en más de dos días, con respecto a los obtenidos con el Novaplex. Carrera y Canacúan (2011), redujeron en 7 días el momento de la cosecha, con aplicaciones de Bayfolan y Novaplex.

De acuerdo al análisis económico, el tratamiento 4 (bioestimulante Bayfolan a dosis de aplicación de 0,5 l/ha) resultó ser el más rentable, al presentar la mayor tasa de retorno marginal.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- ✓ Los indicadores agronómicos días a la floración, altura de la planta, peso de 100 semillas y días a la cosecha, muestran sus mejores resultados con el bioestimulante Bayfolan Especial.
- ✓ Las dosis de 1,0 y 1,5 l/ha se muestran como las más efectivas en las variables altura de la planta, días a la cosecha, vainas por plantas, peso de 100 semillas, granos por vainas y el rendimiento agrícola.
- ✓ En cuanto a las interacciones de los bioestimulantes con las dosis de aplicación, no influyeron en ningunas de las variables estudiadas.
- ✓ El tratamiento más rentable fue el 4 (Bayfolan Especial con dosis de 0,5 l/ha), que presentó la mayor tasa de retorno marginal.

Recomendaciones:

- ✓ Continuar los estudios, con otros bioestimulantes a diferentes dosis, para determinar la más eficiente.
- ✓ Realizar trabajos similares con otras variedades de fréjol.

VII. RESUMEN

El experimento se efectuó en el verano del 2016, en la finca Dacrian, parroquia La Iberia, cantón El Guabo, provincia El Oro, con el fin de analizar el efecto de dos bioestimulantes, con tres dosis de cada uno, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) para aumentar los rendimientos del cultivo, en el cantón el Guabo, provincia El Oro. Para ello se trazaron los siguientes objetivos: a) evaluar el efecto de los bioestimulantes estudiados sobre el crecimiento y los rendimientos del cultivo, b) determinar la dosis más apropiada de los bioestimulantes estudiados y c) identificar que tratamiento es el más económicamente rentable.

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de 2 x 3, con 6 tratamientos en 3 bloques, ejecutando el método de análisis de varianza (ANOVA), para comprobar la existencia o no de diferencias estadísticas entre los factores y sus interacciones. Ante la presencia de diferencias significativas se realizó la prueba de rangos múltiples, mediante Tukey al 5% de probabilidades.

Con la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: Los indicadores agronómicos días a la floración, altura de la planta, peso de 100 semillas y días a la cosecha, muestran sus mejores resultados con el bioestimulante Bayfolan Especial. Las dosis de 1,0 y 1,5 l/ha se muestran como las más efectivas en las variables altura de la planta, días a la cosecha, vainas por plantas, peso de 100 semillas, granos por vainas y el rendimiento agrícola. En cuanto a las interacciones de los bioestimulantes con las dosis de aplicación, no influyeron en ningunas de las variables estudiadas. El tratamiento más rentable fue el 4 (Bayfolan Especial con 0,5 l/ha), que presentó la mayor tasa de retorno marginal.

VIII. SUMMARY

The experiment was conducted in the summer of 2016, in the farm Dacrian, Iberia parish, El Guabo canton, province of El Oro, in order to analyze the effect of two bioestimulantes, with three doses of each, in the cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to increase crop yields in the Guabo canton, province of El Oro. This drew the following objectives: a.) to evaluate the effect of bioestimulantes studied on growth and crop yields, b) determine the most appropriate dose of the studied bioestimulantes c) identify which treatment is the most economically profitable.

A completely randomized block design (DBCA) was used, factorial arrangement of 2 x 3, with 6 treatments in 3 blocks, executing the method of analysis of variance (ANOVA) to check whether or not statistical differences between the factors and their interactions. In the presence of significant difference multiple range test was performed by Tukey at 5% probability.

With research was reached the following conclusions: Agronomic indicators days to flowering, plant height, 100 seed weight and days to harvest, show the best results with the Bayfolan Especial bioestimulante. Doses of 1.0 and 1.5 l/ha are shown as the most effective in the variables plant height, days to harvest, pods per plant, weight of 100 seeds, grains per pod and agricultural yields. Regarding bioestimulantes interactions with the application doses, had no effect on any of the variables studied. The most cost-effective treatment was 4 (Bayfolan Especial with 0.5 l/ha), which had the highest marginal rate of return.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Amoros, M. 1984. Horticultura, Guía Práctica. Primera Edición. Alsina L. Editorial Milagro S.A. pp. 189 - 298.

Andino, V. 2011. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo ESPOCH.

Angulo R, FR. 2009. Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar nacional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Ecuador. Tesis Ingeniero Agrónomo. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/319/1/13T0621ANGULO%20FERMIN.pdf>

Araujo, J. 2008. Botánica sistemática. Facultad de Recursos Naturales ESPOCH.

Arias, JH; Jaramillo, M; Rengifo, T. 2007. Manual: Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Frijol Voluble. Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA, Centro de Investigación "La Selva". © FAO 2007, ISBN 978-92-5-305827-3.

Bayer. 2003. Ficha Técnica de Bayfolan Especial. Disponible en: http://www.agrytec.com/agricola/images/stories/secciones/sanidad_vegetal/auspiciante/bayfolan.pdf.

BCE. 2015. Reporte de coyuntura sector agropecuario. Diseño, Diagramación y Procesamiento: Banco Central del Ecuador. No 88-1. pp. 25-28.

Bietti, S. y Orlando, J. 2003. Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos, disponible en <http://www.triavet.com.ar./insumos.htm>.

Bitocchi, E; Nanni. 2011. Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.).

Carrera DE; Canacuán AZ. 2011. Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de fréjol arbustivo, cargabello y calima rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en Coatacachi-Imbabura. Universidad Técnica del Norte Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/782/2/03%20AGP%20118%20DOCUMENTO%20TESIS.pdf>

Champ M. 2002. Grain legumes and health. A workshop in 2001. Grain Legum. 35:13-14.

CIAT. 2012. Centro Internacional de Agricultura Tropical - Adaptabilidad del fréjol arbustivo. p. 243.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1988. La interpretación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Centro de Economía del CIMMYT. México D. F. pp. 30-85.

EcuRed. 2016. Frijol. Consultado el 1 de marzo del 2016, disponible en línea en: <http://www.ecured.cu/Frijol>.

Escoto, ND. 2004. El cultivo de frijol, manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores, Tegucigalpa M. D. C., Honduras C. A., Secretaría de Agricultura y Ganadería Dirección de Ciencia Y Tecnología Agropecuaria. 2004.

FOSAC. 2007. Importancia de los ácidos húmicos. Fertilizantes orgánicos S.A.C. Disponible en: <http://fosacperu.blogspot.com/2007/07/importancia-de-los-cidos-humicos-delmo.html>

FUMEX. 2012. Bioestimulantes. Disponible en: <http://www.fumex.cl/ecobioestimulantes.html>

- Gallardo R, NG. 1998.** Efecto de la aplicación de bioestimulantes en floración de palto (*Persea americana* M) cv. Has sobre la cuaja y retención de frutos. Universidad Católica de Valparaíso Chile. Disponible en: <http://www.fichier-pdf.fr/2012/05/23/biostavocatier/biost-avocatier.pdf>
- García RG. 2005.** Efectos de un multiextracto de algas y cianobacterias sobre la producción y calidad de tomate ecológico e integrado. Horticom. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/59/039/59039.html>
- Guamán, RC; Andrade, V. 2003.** Variedades mejoradas de fréjol arbustivo para el litoral Ecuatoriano: INIAP-473 Boliche (INIAP). Programa de Leguminosas. Boletín divulgativo N° 316. Guayaquil, EC. p 51.
- INEC. 2012.** Lanzamiento de los Resultados del Último Censo Agropecuario. Banco de Información Estadística del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INIAP. 2003.** Variedades mejoradas de fréjol arbustivo para el litoral ecuatoriano. INIAP – 473 Boliche; INIAP – 474 Doralisa. Estación experimental Boliche. Programa de leguminosas. Boletín divulgativo No. 297. Diciembre. Guayas Ecuador. 2 p.
- Jarquera Y; Yuri JA. 2006.** Bioestimulantes. Pomáceas. Boletín técnico. Volumen 6. No. 6. ISSN 0717-6910
- Kirk, O. 1982.** Plant Growth Substances, Polytechnic Institute of New York. Lybrary of Congress Cataloging. USA. Vol 98.
- Lardizabal, R; Arias, S; Segura, R. 2013.** Manual de producción de frijol, USAID-ACCESO, Honduras, 2013.

Lima, C. 2000. Conjunto tecnológico para la producción de berenjena. FUTURECO.

Linnaei, C. 1753. Species plantarum, Tomo I, Laurentii Salvii, 560 p. Disponible en: <http://www.botanicus.org/page/358012>.

MAGAP. 2012. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. Censo agrícola.

Martínez G, MA; Osuna C, ES; Padilla R, JS; Acosta G, JA; Loredó O, C. 2008. Tecnología para la producción del frijol en el Norte Centro de México. Libro Técnico No. 4. Campo Experimental San Luis CIRNE-INIFAP.:206.

Medjdoub, R. 2012. Las algas marinas y la agricultura. Terralia. Disponible en: <http://www.terralia.com/articulo.php?recordID=5806>

Michitte, P. 2007. Nutrición vegetal: Aminoácidos. Laboratorios ECONATUR. Disponible en: <http://www.econatur.net/media/File/aminoacidos.pdf>

Murillo, Á; Mazón, N. 2012. Estándares de calidad en campo y laboratorio. Lista de Variedades liberadas y vigentes. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, EC.

Núñez, ER. 1981. Principios de fertilización agrícola con abonos orgánicos. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. AGT Editor S.A. México, D. F. 117 p.

Paredes, LO; F. Guevara L; Bello P, LA. 2006. Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas, Fondo de Cultura Económica, 205 p.

Peralta, E; Mazón, N. 2010. Mejore su salud, nutrición y alimentación consuma fréjol. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos.

Plegable No. 221 Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, EC.2010.

Peralta, E; Murillo, A; Falconí, E; Mazón, N. 2007. Manual de campo para el reconocimiento y control de las enfermedades más importantes que afectan el cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Ecuador. Publicación miscelánea No. 136 Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, EC.2007.

Quiminet. 2011. Aproveche las ventajas de utilizar ácido fúlvico en la agricultura. Quiminet. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/aproveche-las-ventajas-de-utilizar-acidofulvico-en-la-agricultura-2644286.htm>

Ríos, MJ; Quirós DJ. 2002. El Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico. FENALCE. Bogotá. 193 p.

Rodríguez, E; Lorenzo, E; De García, R; González, G; González, F. 1997. Manual Técnico para el Manejo Integrado del Cultivo de Frijol Común o Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Sistema de Mínima Labranza.; Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

Ruiz C, JA; Medina G, G; González A, IJ; Ortiz T, C; Flores L, HE; Martínez P, R; Byerly M, KF. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico No.3. SAGAR-INIFAP-CIR del Pacífico Centro. Mexico.1999:324.

Russo, R; Berlyn, G. 1990. The Use of Organic Biostimulants to Help Low Input Sustainable Agriculture. Journal of Sustainable Agriculture. Vol. 1(2):19-42, disponible en: <http://www.stoller.com.ar/descargas/soja.pdf>

Saborio, F. 2002. Bioestimulantes en fertilización foliar. Fertilización foliar. Principios y aplicaciones. Costa Rica. pp. 111-127.

- Sanabria, H. 2011.** Beneficio de aminoácidos ante situaciones de estrés del cultivo. Hortalizas. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/articulo/26092/beneficios-de-aminoacidos-antesituaciones-de-estres-del-cultivo>
- Sevilla, R; Holle, M. 2004.** Recursos Genéticos vegetales. Lima, PE. Torre Azul SAC. p.irr
- SICA 2002.** III Censo Agropecuario Ecuador. Resultados nacionales y Provinciales. Volumen 1. Quito, Ecuador. 255. p.
- Socorro, M; Martín, W. 1998.** Granos. Instituto Politécnico Nacional. México. 318 p.
- SUMMER ZONE. 2008.** Guía de productos ecológicos, Ecuador, disponible en: <http://www.organicosecuador.com/>
- USDA. 2011.** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio nacional de estadísticas agrícolas. Granos y piensos.
- Valladares, CA. 2010.** Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (Curla). Departamento de Producción Vegetal. La Ceiba. p. 4.
- VOYSEST VO. 1983.** Variedades de frijol en América Latina y su origen. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 57 p.
- VOYSEST VO. 2000.** Mejoramiento genético del fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.), Centro Americano de Agricultura Tropical, Colombia, 195 p.