

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EFFECTO DE BIOESTIMULANTES EN LA ALTURA DE PLANTA, EL NÚMERO DE VAINAS Y EL RENDIMIENTO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VAR. SUMAC PUKA

T E S I S

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JOSÉ ISMEÑO DÁVILA RAMOS

ASESOR:

Ing. M. Sc. HIPOLITO DE LA CRUZ ROJAS

CAJAMARCA – PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962
"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica

-----000-----

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los **dieciséis** día del mes de julio del año dos mil veintiuno, se reunieron en la Plataforma Virtual de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través del Google Meet, los miembros del Jurado, designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°111-2021-FCA-UNC, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: "**EFFECTO DE BIOESTIMULANTES, ALTURA DE PLANTA, NÚMERO DE VAINAS Y RENDIMIENTO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VAR. SUMAC**", ejecutado(a) por el Bachiller en Agronomía don JOSÉ ISMEÑO DÁVILA RAMOS para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las ONCE horas y SIETE minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la APROBACIÓN por UNANIMIDAD con el calificativo de **TRECE (13)**; por tanto, la Bachiller queda expedito para que inicie los trámites y se le otorgue el Título Profesional de **Ingeniero Agrónomo**.

A las DOCE horas y CINCUENTA minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Dr. Marcial Mendo Velásquez
PRESIDENTE

Dr. Segundo Escalante Zumaeta
SECRETARIO

Dr. Edin Alva Plasencia
VOCAL

Ing. M. Sc. Hipólito de la Cruz Rojas
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de la vida y por estar conmigo en cada día de mi vida, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que me han apoyado todo el tiempo de mis estudios.

A mis padres José Esmel y Corpus quienes fueron el pilar fundamental para lograr mi gran objetivo en la vida, para que así sea una persona profesional y de utilidad ante la sociedad.

A mi adorado hijo Matthew por su presencia en mi vida, siendo un impulso y mejora en mi desarrollo profesional.

Mis hermanos, Benel y Segundo, por estar conmigo y apoyarme siempre, los considero mucho.

AGRADECIMIENTO

A Dios primeramente quien da la vida, quien me da inspiración, y determina mi camino para seguir progresando, para cumplir con las metas trazadas y mejorar cada día en mi vida profesional, ante la sociedad.

A mis familiares, por haberme apoyado con la oportunidad de formarme y ser profesional en esta prestigiosa universidad y haberme apoyado durante toda mi carrera.

De manera muy considerada a mi asesor de tesis, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de todos mis estudios universitarios.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento y así formarme profesionalmente.

Agradezco este trabajo, a mi querida esposa por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales en la vida cotidiana.

ÍNDICE

| CONTENIDO | Página |
|---|--------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE | v |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| | |
| CAPITULO I..... | 1 |
| INTRODUCCION | 1 |
| 1. Objetivo..... | 2 |
| 1.1 Problema de investigación..... | 2 |
| 1.2 Enunciado del problema de Investigación..... | 3 |
| 1.3 Hipótesis..... | 3 |
| | |
| CAPITULO II..... | 4 |
| REVISION DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Antecedentes..... | 4 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 6 |
| 2.2.1. Función de los bioestimulantes | 9 |
| 2.2.2 Cómo se usan los bioestimulantes | 9 |
| 2.2.2. Bioestimulantes usados en el estudio..... | 10 |
| 2.3. Tecnología de cultivo de frijol..... | 11 |
| 2.4 Fisiología del Cultivo | 12 |
| 2.4.1 Fotosíntesis..... | 12 |
| 2.4.2 Respiración | 14 |
| 2.4.3 La Respiración Para El Crecimiento | 14 |
| 2.4.4 Agroecología del cultivo | 16 |
| 2.4.4.1 temperatura | 16 |
| 2.4.4.2 Agua..... | 17 |
| 2.4.4.3 Humedad Relativa | 18 |
| 2.4.4.4 Luz..... | 18 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4.4.5 Suelo..... | 18 |
| 2.4.4.6 Malezas | 19 |
| 2.4.4.7 Plagas | 20 |
| 2.4.4.8 Enfermedades..... | 20 |
| CAPITULO III..... | 21 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 21 |
| 3.2. Materiales, herramientas y equipo. | 21 |
| 3.3. Metodología..... | 22 |
| CAPITULO IV..... | 29 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 29 |
| 4.1. Peso de grano de frijol por parcela (rendimiento)..... | 29 |
| 4.2. Número de vainas por planta de frijol | 36 |
| 4.3. Altura de planta de frijol | 38 |
| 4.4. Peso de grano por planta | 43 |
| CAPITULO V..... | 48 |
| CONCLUSIONES | 48 |
| BIBLIOGRAFÍA | 49 |
| ANEXOS | 52 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Huyobamba, distrito Pedro Gálvez, provincia San Marcos, región Cajamarca, con la siembra de frijol var, Sumac puka, en un arreglo factorial 3 x 3, más un testigo en el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones; con el objetivo de determinar el efecto de tres bioestimulantes, en altura de planta, número de vainas y rendimiento; Se estudiaron los bioestimulantes: Ryz up, en las dosis de 0.05, 0.075 y 0.1 ppm / 200 litros de agua; aminofol en las dosis de 0.1, 0.15 y 0.2 ppm / 200 litros de agua y promalina, a razón de 0.03, 0.06 y 0.09 ppm / 200 litros de agua. Los resultados obtenidos indican que hay efecto de los bioestimulantes en el rendimiento, altura de planta y número de vainas. Se llegó a las siguientes conclusiones: **a)** Mediante el presente trabajo de investigación, se ha determinado que si hay efecto de los bioestimulantes (Ryz up, Aminofol, Promalina). Aminofol ($2422.2 \text{ kg ha}^{-1}$) produce 575 kg más que el testigo ($1847.2 \text{ kg ha}^{-1}$). Promalina (2347.9), produce 500.7 kg más que el testigo y ryz up (932.4 kg ha^{-1}), produce 914.8 kg menos que el testigo. **b)** De las dosis de aplicación de los bioestimulantes evaluadas, la mejor resultado ser la dosis baja: Ryz up 0.05 ppm / 200L de agua ($2066.7 \text{ kg ha}^{-1}$), Aminofol 0.1 ppm / 200L de agua ($1520.6 \text{ kg ha}^{-1}$) y Promalina 0.03 ppm/ 200L de agua ($1392.6 \text{ kg ha}^{-1}$). **c)** El bioestimulante ryz up aumenta la altura de planta del frijol de la variedad sumac puka, la misma que al recibir el producto logra, entre 9.8 y 20.5 cm más de altura que el testigo; que viene a ser 31.4 y 65.5 % más de altura. Pero este cambio morfológico debido a la aplicación del bioestimulante ryz up, ocasiona un menor rendimiento en grano. **d)** Los bioestimulantes ryz up, promalina y aminofol; no afectan el número de vainas por planta de frijol variedad sumac puka. **e)** respecto al costo beneficio de aplicar bioestimulantes los mejores resultados se obtuvo al aplicar aminofol 0.1ppm/200L de agua/ha; el costo beneficio fue de S/.3095.75 más que el testigo; como también al aplicar promalina 0.03ppm/200Lde agua/ha. El costo beneficio fue de S/ 2433.95 más que el testigo.

Palabras clave: Frijol, bloques, Rendimiento, Bioestimulantes, Dosis

ABSTRACT

The present research work was carried out in the town of Huyobamba, Pedro Gálvez district, San Marcos province, Cajamarca region, with the planting of var bean, Sumac puka, in a 3 x 3 factorial arrangement, plus a control in the experimental design of Complete Blocks at Random, with three repetitions; with the objective of determining the effect of three biostimulants, in plant height, number of pods and yield; The biostimulants were studied: Ryz up, in the doses of 0.05, 0.075 and 0.1 ppm / 200 liters of water; aminophol in the doses of 0.1, 0.15 and 0.2 ppm / 200 liters of water and promalin, at a rate of 0.03, 0.06 and 0.09 ppm / 200 liters of water. The results obtained indicate that there is an effect of biostimulants on performance, height of plant and number of pods. The following conclusions were reached: a) Through this research work, it has been determined that there is an effect of biostimulants (Ryz up, Aminophen, Promalin). Aminophen (2422.2 k ha⁻¹) produces 575 kg more than the control (1847.2 kg ha⁻¹). Promalina (2347.9), produces 500.7 kg more than the control and ryz up (932.4 kg ha⁻¹), produces 914.8 kg less than the control. b) Of the application doses of the biostimulants evaluated, the best was the low dose: Ryz up 0.05 ppm / 200L of water (2066.7 kg ha⁻¹), Aminophen 0.1 ppm / 200L of water (1520.6 kg ha⁻¹) and Promalin 0.03 ppm / 200L of water (1392.6 kg ha⁻¹). c) The biostimulant ryz up increases the plant height of the bean of the sumac puka variety, the same height that when receiving the product achieves, between 9.8 and 20.5 cm more in height than the control; which is 31.4 and 65.5% more in height. But this morphological change due to the application of the biostimulant ryz up, causes a lower grain yield. d) The biostimulants ryz up, promalin and aminophol; they do not affect the number of pods per plant of bean variety sumac puka. e) regarding the cost benefit of applying biostimulants, the best results were obtained when applying aminofol 0.1ppm / 200L of water / ha; the cost benefit was S / .3095.75 more than the control; as well as when applying promalin 0.03ppm / 200L of water / ha. The cost benefit was S / 2433.95 more than the control.

Keywords: Bean, blocks, Yield, Biostimulants, Dose

CAPITULO I

INTRODUCCION

El Perú como centro de origen del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), da una gran importancia a esta especie, porque además es la leguminosa que más se consume en el país (Costa, sierra y selva). Cumpliendo un rol muy importante en la alimentación humana, como fuente proteica en remplazo de los alimentos que tradicionalmente aportan proteínas, como la carne; sobre todo en la sierra y dentro de ella en el medio rural; donde se encuentran los pobladores que tienen menos posibilidades para acceder a la carne, queso y huevos; productos que tradicionalmente son los aportantes de proteínas.

Entre los países productores de frijol, destacan por orden de importancia: India con 18.49 %, Brasil con 16.55 %, China con 11.47 %, Estados Unidos con 6.84 %, y México en quinto lugar con un 6.80 % (FAO 2008). En el Perú, se cultiva anualmente cerca de 84 195 ha de frijol; distribuidas en los 23 Departamentos, en costa, sierra y selva del país (MINAGRI 2015).

Según Gamarra (2011), el rendimiento de frijol es variable, pero en promedio viene aumentando, habiendo pasado de 900 kg ha⁻¹, en 1998, a 1 500 kg ha⁻¹ en el 2010. En el caso específico de la región Cusco, el rendimiento paso de 1 500 a 2 5000 kg ha⁻¹, en el mismo periodo.

El aumento del rendimiento es lo que siempre se busca en la investigación aplicada de frijol con fines de generar tecnologías de producción de frijol en este caso. Lo que se puede lograr manejando ya sea el componente genético (variedad), o el componente ambiental (manejo), o la interacción. En este caso se eligió estudiar el efecto de bioestimulantes en tres características de la planta de frijol (altura de planta, número de vainas y rendimiento en grano del frijol arbustivo, variedad sumac puka).

Nos motivó realizar el presente trabajo la lectura de algunos autores como Martínez (2017) quien informa que la aplicación del bioestimulante quitomas produce incremento del número de vainas por planta y el número de granos por

vaina. Torres et al (2016) quienes hacen conocer que la aplicación de biostan, bioestimulante que se obtiene del humus de lombriz, produce un incremento de la materia seca de la planta de frijol en 20, 33 y 25 %, a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación, respectivamente.

Otro aspecto importante para elegir el trabajo fue el bajo costo y facilidad de aplicación de los biestmulantes al cultivo

Para el estudio se eligieron los bioestimulantes ryz up, promalina y aminofol. Ryz up lleva giberelinas; aminofol porta derivados de la cisteína y ácido fólico (aminofol) y promalina que lleva citoquininas y giberelinas (promalina).

Según el fabricante estos bioestimulantes están recomendados: ryz up, para el cultivo de alfalfa, café, entre otros cultivos, aminofol, para el cultivo de arveja y Promalina para el cultivo de hortalizas (Bayer sf).

1. Objetivo

Determinar el efecto de los bioestimulantes ryz up, aminofol y promalina, en la altura de planta, número de vainas por planta y el rendimiento de frijol variedad sumac puka.

1.1 Problema de investigación

El frijol, por tener alta demanda por parte del poblador peruano, tiene un mercado asegurado. 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 mercados. Para satisfacer tales exigencias los productores requieren de nuevas tecnologías que permitan mejorar el rendimiento de sus cultivos, es así como se recurre a los biestmulantes como complemento de la fertilización de los cultivos.

En diversos países, se vienen realizando trabajos de investigación sobre el uso de bioestimulantes en varios cultivos, pero en el cultivo de frijol, Cuba lleva la delantera, dado a que, en dicho país, se ha llegado a desarrollar bioestimulantes como el quitomas o quitomax. Morales (2016), en Cuba determino que este bioestimulante QuitoMax aumenta el

rendimiento de frijol. Del mismo modo Torres y Otros (2016), también en Cuba determinaron que el bioestimulante Biostan afecta la altura de planta y la biomasa de frijol, López (2014), determino que FitoMax, afecta la altura de planta, el número de vainas y la longitud de vaina del frijol.

En la presente investigación se evaluó el efecto de tres bioestimulantes y tres dosis de aplicación en altura de planta, número de vainas y rendimiento de frijol.

Se desconoce de trabajos de investigación en efectos de biestimulantes , numero de vainas, altura de planta y rendimiento en el cultivo de frijol var, Sumac Puka, en Cajamarca.

1.2 Enunciado del problema de Investigación

¿Cuál es el efecto de aplicar al follaje bioestimulantes (ryz up, aminofol y promalina) en la altura de planta, número de vainas y el rendimiento de frijol variedad sumac puka?

1.3 Hipótesis

Los bioestimulantes ryz up, promalina y aminofol, incrementan la altura de planta, el número de vainas por planta y el rendimiento de frijol variedad sumac puka.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Morales y otros (2016), realizaron en Cuba un trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación foliar del QuitoMax en el crecimiento y rendimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Las aplicaciones de QuitoMax se realizaron en dos momentos del ciclo del cultivo al control y a nueve tratamientos en dosis de 200, 400 y 600 mg ha⁻¹, tanto a los 20-25 días posteriores a la siembra como al inicio de la floración y en otros tres tratamientos en dosis de 100, 200 y 300 mg ha⁻¹ en los dos momentos antes señalados. Las evaluaciones se realizaron en la longitud y el diámetro de los tallos, número de hojas, número de vainas por planta, número de granos por vaina y masa fresca de 100 granos, también se estimó el rendimiento por unidad de superficie. El análisis de los resultados mostró una mejor respuesta de las plantas cuando recibieron dos aplicaciones de QuitoMax, destacándose el tratamiento en el que se realizaron dos aplicaciones de 200 mg ha⁻¹, el cual provocó un aumento del rendimiento superior a un 20 % en relación al control.

Martínez (2017) realizó en Cuba, un trabajo de investigación, para determinar si la aplicación de los bioestimulantes QuitoMax o Biobras-16 aplicados mediante aspersion a las semillas, a la dosis de (500 mg L⁻¹) y (0,05 mg L⁻¹), respectivamente; estimulan el rendimiento de plantas de dos cultivares de frijol biofertilizadas. Primero se hizo la inoculación con el biofertilizante Azofert (Az), y después la aspersion. Los resultados demostraron que la inoculación con Azofert sustituye el 70 % de la fertilización nitrogenada que se utiliza en el cultivo, sin afectar el rendimiento agrícola. Además, la aspersion con Biobras-16, a las semillas, antes de la inoculación con Azofert, estimuló el rendimiento de las plantas, superando significativamente al tratamiento control con el 100 % de la fertilización nitrogenada en ambos cultivares.

Torres y otros (2016) estudiaron el efecto de bioestimulantes en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en cuba; llego a las siguientes conclusiones: a) La altura de las plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano negro, cultivar Criollo, mostro diferencias significativas a favor del tratamiento con Biostan, con un incremento de 20,03 %, 30.0 % y 24,90 % a los a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación. b) El Biostan mostró efectos significativos sobre la masa seca total por planta y de los órganos: raíces, tallo y hojas, en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano negro, cultivar Criollo. Las tasas de incremento de masa seca por planta, con diferencias altamente significativas respecto al control, alcanzan valores de 20,0 %, 33,0 % y 25,0 %, respectivamente en las evaluaciones a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación.

Escobar (2015), en Pichincha – Ecuador, realizó un trabajo para estudiar la respuesta del Cultivo de Fréjol Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar complementaria de tres Bioestimulantes, desarrollados en Tumbaco, Pichincha. Llego a las siguientes conclusiones: a) El bioestimulante que tuvo mayor respuesta a la fertilización foliar complementaria en la producción del cultivo de fréjol Caraota en Tumbaco, fue el Biol enriquecido con micronutrientes para las siguientes variables: Altura de planta con 9.95 cm/planta, Número de vainas por planta con 40.10 vainas/planta, peso de 100 granos con 21.86 g/100 granos y Rendimiento con 10.89 t/ha.; mientras que, Newfol Plus fue el bioestimulante que mejor resultado obtuvo en: Tamaño de la vaina con 9.56 cm/vaina, Número de granos por vaina con 5.63 granos/vaina. b) La Dosis que alcanzó mayor respuesta fue la Dosis media para las siguientes variables: Número de vainas por planta con 43.50 vainas/planta, Peso de 100 granos 21.98 g/100 granos y Rendimiento con 11.89 t/ha; en tanto que, la Dosis alta resultó mayor para las variables de Tamaño de la vaina con 9.62 cm/vaina y Número de granos por vaina con 5.75 granos vaina. La mejor respuesta para Altura de planta con 9.75 cm/planta se obtuvo con la Dosis baja.

López (2014), en un trabajo de investigación aplicó el bioestimulante FitoMasE, a la dosis de 3 litros ha⁻¹ en tres etapas de desarrollo del cultivo: Aparición de las hojas primarias (etapa 1), inició de floración (etapa 2) y Formación del grano o llenado de las vainas (etapa 3). Llego a la conclusión que aplicando FitoMasE

a la dosis de 3 litros por ha en las etapas 1 y 2, se obtienen los mejores valores de altura de planta, número de vainas por planta y longitud de vainas superiores. El rendimiento obtenido fue de 2.15 t/ha.

Cuasapaz (2016), estudiando el efecto de bioestimulantes en el incremento del rendimiento, estimó que el incremento sería del siguiente orden: Lechuga: 25% de incremento (peso hojas/planta). Habas: 45% de incremento (peso semillas/planta). Incrementos similares en rendimiento de trigo, cebada, arroz. En papa el incremento sería en tamaño de tubérculo y resistencia a enfermedades. En estudios a mayor escala, los resultados muestran que los bioestimulantes no tienen mucho efecto cuando las condiciones de crecimiento son óptimas, pero sí cuando las plantas crecen en condiciones de estrés.

Meléndez (2011), desarrollo un trabajo de investigación en el municipio de Manzanillo, provincia de Granma, Cuba; para determinar el efecto de diferentes dosis de Fitomas-E sobre el comportamiento de variables del crecimiento vegetativo y rendimiento en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Los resultados obtenidos mostraron respuestas diferenciadas de las variables del crecimiento vegetativo evaluadas, en función de las diferentes concentraciones del Fitomas-E aplicado, destacándose el tratamiento tres (1.5 l ha⁻¹) como el más efectivo en, diámetro del tallo, longitud del fruto, número de hojas por planta, número de vaina, número de grano por fruto y rendimiento agrícola para el período objeto de estudio. El empleo de este bioestimulante reportó un elevado efecto económico en la producción de granos, al lograrse con su aplicación un mayor valor de la producción, mayor ganancia y un bajo costo por peso.

2.2. Bases teóricas.

2.1. Los bioestimulantes

Los bioestimulantes son productos capaces de incrementar el desarrollo, la producción y crecimiento de los cultivos; apuntan a entregar pequeñas dosis de compuestos activos para el metabolismo vegetal, de tal manera que las plantas

ahorren el gasto energético innecesario en momentos de estrés. Algunos tienen composición igual o similar a las fitohormonas o distinta con bioactividad reguladora, de efectividad consistente sin riesgo de toxicidad e inocuo, permitiendo una mejor relación del costo beneficio (Díaz, 2011).

Estas formulaciones contienen distintas hormonas en pequeñas cantidades (menos de 0,1 g.L⁻¹), junto con otros compuestos químicos incluyendo aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales, tienen concentraciones casi siempre bajas, los tipos de hormonas y la cantidad depende del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.) y su procesamiento. Estimulan el desarrollo de la planta en general sin incidir de forma directa en mayor amarre o crecimiento del fruto, catalogándose de esta manera como auxiliares del mantenimiento fisiológico de las plantas, siendo de importancia en condiciones limitantes del cultivo como mal clima, sequía, ataque de patógenos, etc. (Díaz, 2009).

En los últimos años, la biotecnología agrícola se ha llegado a convertir en un importante campo del conocimiento científico y de las tecnologías agrícolas; la disminución del uso de los productos químicos en la agricultura ha tomado particular interés debido a que estos, entre otros daños, ocasionan un efecto perjudicial sobre el medio ambiente. En Cuba, se han probado diferentes bioproductos que han revelado su efectividad como biofertilizantes, bioestimulantes y biocontroles, todos con una definición en sus mecanismos de acción. Dentro de estos puede mencionarse el Fitomas-E®, producto antiestrés con sustancias naturales propias del metabolismo vegetal, que estimula y vigoriza prácticamente cualquier cultivo, desde la germinación hasta la fructificación, disminuye los daños por salinidad, sequía, exceso de humedad y fitotoxicidad (Elein Tweey y otros 2013).

Las aplicaciones de quitosano o quitosana, que es la sustancia activa del bioestimulante quitomas, interviene en la estabilidad de la membrana celular y en la activación de las enzimas antioxidantes de plantas expuestas a condiciones de estrés hídrico. Se ha planteado que quitosana estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas y evita las pérdidas de agua por vía de

la transpiración. En tal sentido, se ha demostrado la presencia del cierre estomático en plantas asperjadas con quitosano, lo que sugirió que el efecto estimulante del crecimiento, luego del cierre estomático podría estar relacionado con un efecto antitranspirante en la planta (Morales Guevara 2016).

El mismo Morales Guevara (2016), señala que en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), se ha indicado que uno de los aspectos a través de los cuales el quitosano estaba influyendo en la reducción de la transpiración es que este producto incrementa los niveles de ácido abscísico (ABA) en las hojas tratadas, el cual activa el cierre parcial de los estomas

Las axinas actúan a nivel génico al activar o reprimir la expresión de los genes. El AIA se liga a un receptor de naturaleza proteica, formando un complejo receptor – hormona de carácter reversible, específico, con alta afinidad y saturable. Este complejo activa un promotor que controla la expresión de los genes que codifican la síntesis de las enzimas catalizadoras de los compuestos de la pared. El efecto inicial preciso de la hormona que subsecuentemente regula este arreglo diverso de eventos fisiológicos no es aún conocido. Durante la elongación celular inducida por la auxina, se piensa que actúa por medio de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones ATPasa en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas (Marassi, 2007).

Las citoquininas son hormonas vegetales naturales que estimulan la división celular en los tejidos no meristemáticos. Inhiben el desarrollo de raíces laterales. Rompen la latencia de las yemas auxiliares. Promueven la organogénesis en los callos celulares. Retrasan la senescencia o envejecimiento de los órganos vegetales. Promueven la expansión celular en cotiledones y hojas. Promueven el desarrollo de los cloroplastos. Son producidas en las zonas de crecimiento, como los meristemas en las puntas de las raíces. La zeatina es una hormona de esta clase que se encuentra en el maíz. La mayor concentración se encuentra en embriones y frutas jóvenes en desarrollo (González et al., 2009).

Las giberelinas provocan la división celular al acortar la interface del ciclo celular e inducir las células en fase G1 a sintetizar ADN. También promueven la elongación celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial del agua, lo que lleva al ingreso de agua en la célula y produce su expansión, inducen la deposición transversal de microtúbulos y participan en el transporte de calcio. También pueden actuar a nivel génico para provocar algunos de sus efectos fisiológicos (Marassi, 2007).

2.2.1. Función de los bioestimulantes

Su función general es incrementar significativamente determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas de las plantas, tales como el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, etc.), incentivando la fotosíntesis y a reducir los daños causados por stress (fitosanitarios, frío, calor, toxicidad, sequías, etc.), eliminando así las limitaciones del crecimiento y el rendimiento; de igual manera potenciando la defensa natural de las plantas antes y después del ataque de patógenos (Vademécum Agrícola, 2002).

Los bioestimulantes contienen aminoácidos libres, los cuales tienen un bajo peso molecular son transportados y absorbidos rápidamente por la planta, aprovechando la síntesis de proteínas, ahorrando gran cantidad de energía que se concentra en el incremento de la producción. Las proteínas están formadas por aminoácidos, por tanto, los aminoácidos de los bioestimulantes intervienen en la formación de los tejidos de soporte, membranas de las células para llevar a cabo numerosos y vitales procesos internos de las plantas como son crecimiento, fructificación, floración entre otros (Vademécum Agrícola, 2002).

2.2.2 Cómo se usan los bioestimulantes

Los bioestimulantes se aplican solos, directamente al follaje, pero también pueden ser aplicados al suelo por fertirrigación o en asperjados. Ciertos bioestimulantes pueden usarse en mezcla con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, pero antes es recomendable comprobar su compatibilidad

con el otro producto es decir cuidar que este no precipite caso contrario no es recomendable realizar la mezcla. Se recomienda usar los bioestimulantes en las etapas de crecimiento del vegetal para un mejor aprovechamiento de sus compuestos (Guerrero 2006).

2.2.2. Bioestimulantes usados en el estudio

2.2.2.1. Ryz up

Según el fabricante (crop science Bayer – Perú 2016), ryz up es un ácido giberélico de alta calidad, como tal estimula la multiplicación de las células, promueve un mejor cuajado de frutos y uniformiza las cosechas, retardando la maduración; alargamiento en los tallos, refuerza la dominancia apical, estimula el crecimiento de las hojas y de yemas laterales, mejora las condiciones del cultivo, induce la floración e interrumpe la latencia de tubérculos. El fabricante adhiere al envase del producto una etiqueta donde indica que el 4 % de ryz up es ácido giberélico y el 96 % son aditivos. El ryz up se utiliza en la mayoría de cultivos como: Alfalfa, café, naranjo, limonero, papa, tomate, vid, frijol, arveja, etc.

2.2.2.2. Promalina

Según el fabricante (crop science Bayer – Perú 2016), promalina es un regulador de crecimiento que estimula la división celular, promueve el inicio del botoneo, el desarrollo y el crecimiento radicular; mejorando la calidad de la producción e incrementa las cosechas en algodón, tomate, papa, paprika, ají y marigold. Según la etiqueta del producto, 1 litro de promalina está constituido por 18.9 gramos de citoquininas y 18.9 gramos de giberelinas. Las citoquininas en este producto, estimulan la división celular, revierten la dominancia apical, interviene en el crecimiento de las yemas y el desarrollo del fruto, demora en la senescencia de las hojas y estimula el crecimiento radicular. Las giberelinas en este producto, estimulan el alargamiento de las células y de los vástagos, estimula el crecimiento y la floración y también en el crecimiento del embrión de la plántula.

2.2.2.3. Aminofol

Según el fabricante (crop science Bayer – Perú 2016), el aminofol, está conformado por 5 % de AATC (derivado natural de la cisteína), y 0.1 % de ácido fólico. El AATC y el ácido fólico que conforman el aminofol actúan como sustancias estimulantes en los más importantes procesos bioquímicos y fisiológicos ligados a la producción. La cisteína, a través de una lenta degradación metabólica de AATC, aporta grupos tiolicos, que son una condición favorable para la prolongación de la funcionalidad de la célula vegetal. aminofol también afecta favorablemente el proceso fotosintético. Para el cultivo de arveja se recomienda aplicar aminofol en la dosis de 600 cm³ ha⁻¹. Realizándose la primera aplicación en botón floral, la segunda aplicación a inicio de fructificación. Recomendaciones: Frijol, 3 aplicaciones, 600 cm³/ha o 200 cm³ por ha. Primera aplicación 6/7 hojas, segunda en botón floral y tercera en la aparición de las vainas.

2.3. Tecnología de cultivo de frijol

2.3.1. Características de la variedad de frijol sumac puka, usada en el estudio

| | |
|----------------------------------|------------------------------|
| Hábito de crecimiento | : Arbustivo determinado |
| Altura de planta | : 50 - 70 c m |
| Días a la floración | : 55 - 60 |
| Color de flor | : Lila claro |
| Color de tallo | : Verde |
| Periodo vegetativo | : 120 días |
| Vainas por planta | : 20.6 |
| Granos por vaina | : 3 a 4 |
| Longitud de vaina | : 10 a 14.5 cm |
| Perfil predominante de la vaina: | Recto |
| Rendimiento Promedio | : 1.5 a 2.0 t/ha |
| Potencial | : 2 a 2.5 t/ha |
| Color de grano | : Rojo, tipo Dark Red kidney |
| Forma de grano | : Arriñonada alargada |
| Peso de 100 semillas | : 72 a 80 g |

Reacción a enfermedades

Virus del mosaico común: Resistente

Antracnosis : Resistente

Añublo del halo : Tolerante

Mancha anillada o Ascochyta: Tolerante

Fuente (INIA. 1995).

2.4 Fisiología del Cultivo

(CIAT, 1988). Define la fisiología vegetal, como se estudia los procesos básicos que controlan el crecimiento y el desarrollo de la planta, tiene aplicación en todas las ramas de investigación del frijol y es esencial para lograr óptimos rendimientos, se analizan dos procesos metabólicos básicos: la fotosíntesis y la respiración, cuyo balance determina el crecimiento de la planta y un desarrollo óptimo de sus órganos.

En términos generales, no hay muchas formas de medir o definir crecimiento. Se hace con base en el peso seco porque está más ligado al crecimiento, por esto el crecimiento ha sido definido como el aumento en peso de una planta. Sin embargo, el término abarca otros aspectos, porque este proceso es mucho más complicado, también incluye la división celular y la diferenciación de tejidos con variadas funciones en la planta.

El crecimiento se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

CRECIMIENTO = Fotosíntesis – (Respiración + Abscisión + Pérdidas por plagas en las plantas.

2.4.1 Fotosíntesis

En las plantas C₃, como el frijol, la fotosíntesis es el proceso mediante el cual la energía solar (energía lumínica) es convertida en energía química en las hojas verdes. Esta energía química, en forma de moléculas orgánicas, es usada por la planta en todos los procesos fisiológicos esenciales. Expresada en su forma más sencilla, la fotosíntesis se define por la siguiente reacción:



Donde $(\text{CH}_2\text{O})_n$ representa los carbohidratos (azúcares, almidones y celulosas, etc.).

El proceso de la fotosíntesis lo realiza la planta en estructuras altamente especializadas de las hojas llamadas cloroplastos. Las moléculas de clorofila allí presentes son excitadas por la luz y capturan energía lumínica, que pasa a los carbohidratos. Esta energía captada en forma de compuestos como ATP y NADPH, es utilizada por la planta para realizar sus funciones de toma de nutrimentos, para los procesos metabólicos, la síntesis y reparación de tejidos y otros. La tasa de fotosíntesis es un parámetro que mide la actividad fotosintética, y expresa la cantidad de bióxido de carbono que absorbe la planta por unidad de tiempo y de área foliar; la tasa máxima de fotosíntesis de la planta de frijol es del orden 2 gramos de CO_2 captado por hora y por metro cuadrado de hojas. En términos de carbohidratos, esto equivale a $1,4 \text{ g.hora}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ del cultivo, una cifra aparentemente pequeña. Además, si se considera una hectárea de cultivo, bajo condiciones ideales, teóricamente, la fotosíntesis podría producir, en un ciclo 40.000 Kg de materia seca. Sin embargo, los gastos energéticos involucrados en el mantenimiento y crecimiento de la planta se realizan a expensas de las ganancias producidas por la fotosíntesis, por lo tanto, la acumulación real de materia seca es mucho menor, en esto también influyen los factores del cultivo y los ambientes que afectan a la fotosíntesis. El primer producto de la fotosíntesis es un compuesto de tres carbonos. Con este mecanismo, la fijación de bióxido de carbono depende de una serie de reacciones que implican la pérdida de carbono y energía; este proceso se denomina fotorespiración. Las plantas C_4 , como el maíz, producen compuestos de cuatro carbonos, y usan mecanismos de fijación de bióxido de carbono que evitan la fotorespiración (**Figura 2**). Bajo condiciones de alta temperatura y baja disponibilidad de agua, la presencia de fotorespiración en las plantas de frijol las hace menos eficientes en términos fotosintéticos que las especies tropicales como el maíz, la caña de azúcar o el sorgo, de vía metabólica C_4 .

(CIAT, 1988).

2.4.2 Respiración

Es el proceso mediante el cual los organismos aeróbicos, descomponen las moléculas orgánicas en bióxido de carbono y agua, transforman y utilizan la energía capturada durante la fotosíntesis. A través de la respiración la planta obtiene la energía que requiere para la formación de tejidos, el transporte de nutrimentos, la reparación de tejidos dañados y para otros procesos vitales. Así los carbohidratos producidos por la fotosíntesis son utilizados como fuente de energía y como materia prima para la biosíntesis.

2.4.3 La Respiración Para El Crecimiento

La respiración para el crecimiento es requerida por los procesos metabólicos que demanda la síntesis de cualquier tejido. Por ejemplo, se ha estimado que para producir 1 g del aminoácido ornitina, se consume la energía contenida en 1 g de glucosa más 0.26 g de amoniaco y 0.16 g de oxígeno. La producción de compuestos de bajo contenido energético, como los carbohidratos (almidón, celulosa y polisacarosas) no requiere mucha respiración porque se origina directamente a partir de las glucosas. En cambio, la síntesis de compuestos de mayor contenido energético, como las proteínas, tiene requerimientos más altos debido al metabolismo del nitrógeno, al igual que las grasas y los aceites en las plantas.

Para la formación de los diferentes órganos de la planta de frijol, el requerimiento de los carbohidratos varía, dependiendo de la composición química de los tejidos. Por ejemplo, si la semilla de frijol contiene 70% de carbohidratos, 3% de aceites y grasas, 2% de lignina y 25% de proteína, su requerimiento energético total sería de 1.47 g de carbohidrato por grano de semilla producida. Conociendo la composición de los otros tejidos, también se pueden estimar sus requerimientos energéticos (**Figura 3**).

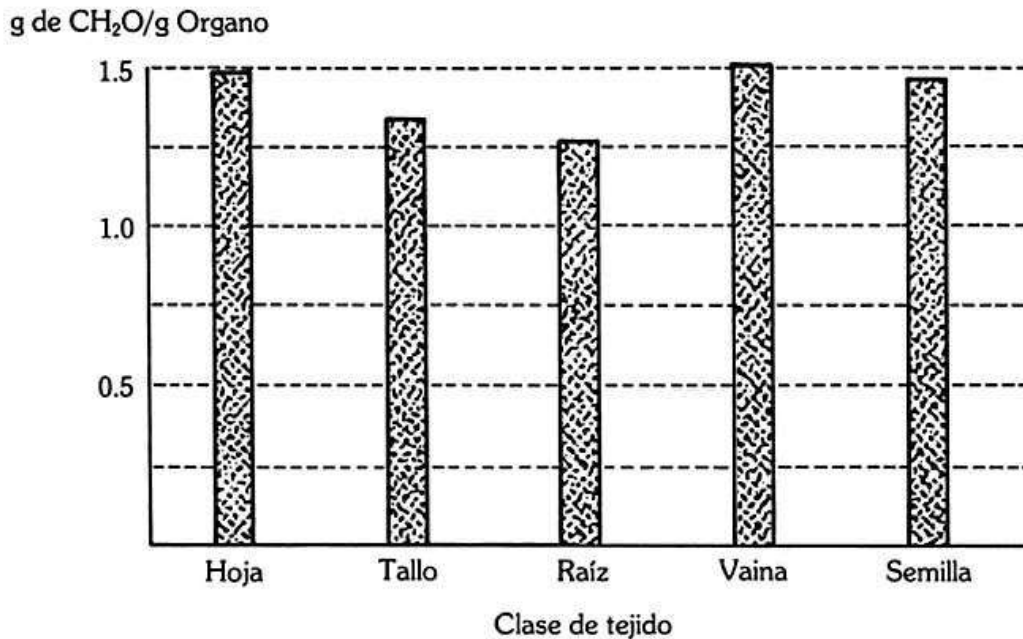


Figura 3: Requerimiento energético para la formación de varios órganos del frijol

Fuente: CIAT, 1988.

La respiración para el mantenimiento es requerida por la actividad metabólica de la planta necesaria para mantenerla viva la planta y en buenas condiciones. La planta la emplea para mantener la integridad de los tejidos y para renovar membranas, enzimas y otras estructuras o compuestos que sufren desgaste con el tiempo. (CIAT, 1988).

Es fácil ver la necesidad de considerar un componente de respiración para crecimiento cuando uno recuerda que para cualquier proceso de síntesis en base a carbohidratos. Hay una pérdida de energía normalmente asociada con la liberación de CO₂. La cantidad de respiración dependerá del compuesto que está siendo sintetizado por la planta. Los valores estimados por ecuaciones de biosíntesis para varias clases de compuestos son:

| Compuestos | Producción |
|----------------------|--|
| Celulosa y almidones | 0.86 g producido / g CH ₂ O |
| Aceites | 0.36 g producido / g CH ₂ O |
| Lignina | 0.46 g producido / g CH ₂ O |
| Proteína | 0.47 g producido / g CH ₂ O |

Para varios órganos del frijol, estos gastos pueden ser totalizados según su composición química.

| Órgano | Gastos |
|--------|-----------------------------|
| Hoja | 0.67 g / g CH ₂₀ |
| Tallo | 0.76 g / g CH ₂₀ |
| Raíz | 0.78 g / g CH ₂₀ |
| Vaina | 0.66 g / g CH ₂₀ |

Estos gastos no son afectados ni por el genotipo ni por el ambiente, aparte de la variación debido a cambios en la composición de los órganos (White, 1985).

2.4.4 Agroecología del cultivo

2.4.4.1 temperatura

La planta es capaz de soportar rangos extremos entre (5°C ó 40°C) pero por periodos relativamente cortos, si se tiene por periodos más prolongados sufrirán daños irreversibles como la disociación de proteínas enzimáticas y membranas celulares (WHITE, 1988). La planta de frijol en sus diferentes variedades, varia en su adaptación a la temperatura, se requiere para el proceso de germinación una temperatura mínima de 10 a 12 °C, para la floración de 15 a 18 °C, y de 18 a 20 °C para el llenado de vainas. Varias investigaciones en diferentes lugares del Perú han dado el resultado de que un máximo rendimiento se ha encontrado a los 21 a 29 °C en el periodo de noche y día. Los valores próximos a 35°C no se encontraron formación de vainas.

Tabla 1. Temperaturas críticas para el frijol en las distintas fases de desarrollo.

| TEMPERATURA | °C |
|--|---------|
| Temperatura óptima del suelo | 15 – 20 |
| Temperatura ambiente óptima de germinación | 20 – 30 |
| Temperatura mínima de germinación | 10 |
| Temperatura óptima durante el día | 21 - 28 |
| Temperatura óptima durante la noche | 16 - 18 |
| Temperatura máxima biológica | 35 – 37 |
| Temperatura mínima biológica | 10 -14 |
| Temperatura mínima letal | 0 – 2 |
| Temperatura óptima de polinización | 15 – 25 |

FUENTE: (WHITE, CITADO POR RÍOS Y QUIROS, 2002)

2.4.4.2 Agua

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, es un elemento estructural, actúa como medio de transporte y es regulador de la temperatura (White, citado por Ríos 2002). Las precipitaciones que se requiere para el cultivo varía de 350 a 400 mm durante el ciclo del cultivo y prospera en regiones con precipitaciones anual entre 600 y 2000mm.

La época más crítica para el cultivo son 15 días antes de la floración y 18-22 días antes de la madurez de las primeras vainas, los 15 días previos a la cosecha deberían ser secos. (Benacchio, 1982).

La humedad relativa óptima del aire durante la primera fase es del 60% al 65%, y posteriormente oscila entre el 65% y el 75%. Humedades relativas muy elevadas favorecen en el desarrollo de las enfermedades patológicas interfiriendo la fecundación de las plantas, es importante que se mantenga sin excesivas oscilaciones de humedad. El cultivo puede ser afectado por una atmósfera excesivamente seca o cálida. (Benacchio, 1982).

2.4.4.3 Humedad Relativa

La humedad cumple el rol más importante en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta, el frijol es una especie de días cortos, los días largos suelen causar demora en la floración y la madurez de la planta. Cada hora más de luz por día, la planta puede retardar a la madurez entre dos a seis días. Los factores que no son fáciles de modificar como la temperatura y la luminosidad, pero se pueden hacer mediante prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas para que el cultivo tenga condiciones favorables. (Ríos, 2002). La radiación proveniente del sol está constituida por ondas cuya longitud varía entre 290 a 3000 nanómetros, pero los pigmentos de clorofila solamente captan ondas de 380 a 740 nanómetros, lo que representa el 50% de la energía lumínica total, de la cual el 85% es absorbido por la planta.

2.4.4.4 Luz

La eficiencia fotosintética, se calcula entonces por la cantidad de carbohidratos con relación a la luz que cae sobre la tierra. Otro factor es la energía solar que la planta puede absorber, la que a su vez es una función del área foliar. Se acostumbra a expresar el área foliar de un cultivo con el término de índice de área foliar (IAF), el cual es la cantidad de área foliar por un área de terreno (m^2), con lo cual se puede decir que, si el IAF aumenta, hay un buen incremento en la radiación y un buen aprovechamiento por la planta. A su vez, hay que señalar el tamaño y la orientación espacial de las hojas, lo cual afecta a la intercepción de la radiación. (White, 1988).

2.4.4.5 Suelo

La profundidad del suelo requiere de un mínimo de 50 cm de suelo; aunque son mucho mejor los suelos profundos para la obtención de máximos rendimientos del cultivo. (Benacchio, 1982), se recomienda que los suelos óptimos son los de textura ligera como los suelos franco-arcillosos y franco-arenosos; en tanto que los suelos pesados, que se encharcan fácilmente, son un poco menos productivos. (Navarro, 1983). Puede prosperar en suelos delgados (FAO, 1994).

La absorción de agua se produce principalmente en los primeros 0.5 a 0.7m de profundidad (Doorenbos y Kassam, 1979).

Se considera un cultivo sensible a la salinidad y la reducción del rendimiento para distintos niveles de C.E es la siguiente: 0% a 1 mmhos/cm; 10% a 15 mmhos/cm; 25% a 2.3 mmhos/cm; 50% a 3.6 mmhos/cm y 100% a 6.5 mmhos/cm. (Doorenbos y Kassam,1979).

El frijol tolera un porcentaje máximo de saturación de sodio de 8 – 11% y una conductividad eléctrica hasta de 1 mmhos/cm; por encima de estos niveles, los rendimientos disminuyen significativamente (Schwartz y Gálvez, 1980).

Puede desarrollar en el rango de 5.3 y 7.5, con un óptimo de 5.5 a 6.7, no tolera suelos alcalinos (Benacchio, 1982). El pH óptimo va de 5.5 a 6.0 (Doorenbos y Kassam, 1979).

El rango optimo está entre 6.5 y 7.0 (Rodríguez y Maldonado, 1983)

2.4.4.6 Malezas

Se estima que en el cultivo de frijol las malezas, pueden ocasionar perdidas entre 15 a 97 por ciento en los rendimientos. Además de la reducción cuantitativa, las malezas llegan a afectar cualitativamente la producción al depreciar la calidad del frijol por contaminación con semillas de otras especies y por residuos que dejan las plantas. Las malezas compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz, CO₂, y pueden, en determinados casos, ejercer una inhibición química (alelopatía) sobre el desarrollo de los cultivos (Córdova y Casas,2003). El frijol se ve afectado por malezas tanto de hoja angosta como hoja ancha, dependiendo de las condiciones climáticas en el que se encuentra el cultivo. El periodo crítico de competencia con el cultivo ocurre en los primeros 30 a 45 días del ciclo productivo del frijol arbustivo, y de 65 a 70 días en frijol voluble de clima frio. Se puede decir que estas etapas de desarrollo son las R5 (prefloración) y R6 (Floración) (Ríos yQuirós, 2002).

2.4.4.7 Plagas

En el cultivo de frijol se pueden encontrar asociadas alrededor de 200 especies de insectos que en algún momento pueden actuar en detrimento de la producción. Según Guarín (citado por Ríos, 2002); sin embargo su sola presencia en el cultivo no le da connotación de plaga, concepto que involucra el aspecto económico. Es decir, se considera plaga en un cultivo aquel insecto que, además de estar presente, causa daño de importancia económica.

El manejo integrado de plagas es una estrategia que trata de mantener los niveles de incidencia de las plagas bajo, que no causen daño económico, utilizando preferentemente los factores naturales adversos a su desarrollo, incluidos los factores de mortalidad natural. Solo en la última instancia se recurre al uso de plaguicidas como medida de emergencia (Cisneros, 1992).

Entre las principales plagas tenemos:

- Cortadores: Agrotis, feltia, comedor de follaje, diabrotica, nebotica; chupadores: lorito (*Empoasca krameri*), mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) trips (*Trips palmani*) y (*Trips tabaci*).
- Barrenador de vainas (*Penotia aporema*)

2.4.4.8 Enfermedades

(CIAT, 1980) Las enfermedades representan el principal problema para la producción del frijol, debido a la prevalencia de condiciones ambientales favorables, el problema de las enfermedades se hace más grave debido a la siembra de variedades comunes susceptibles y al empleo de semilla producida por los mismos agricultores, que, en la mayoría de los casos no cumplen con los parámetros requeridos de calidad, algunas enfermedades son muy comunes y limitantes, tenemos:

- La antracnosis (*Colletotrychum lindemuthianum*)
- Mancha anillada (*Phoma exigua* var. *Diversispora*)
- Pudrición radicular (*Fusarium solani* Forma *phaseoli*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxisporum* forma *phaseoli*)
- virus del mosaico común del frijol.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del Experimento

El experimento se instaló en la localidad de Huayobamba, Distrito Pedro Gálvez Provincia de San Marcos, Región Cajamarca; Coordenadas UTM – WGS 84 zona: 17 Sur: N 9190013, E 812079, altitud 2260, a 60 km de Cajamarca en la carretera a Cajabamba.

3.2. Materiales, herramientas y equipo.

3.2.1. Material biológico

Semilla de frijol.

3.2.2. Material de campo

En el campo se usaron los siguientes materiales: Cal para hacer la delimitación de los bloques, estacas, rafia

3.2.3. Herramientas y equipo

En la realización del experimento se usaron: Zapapico, palana, regla graduada, mochila, aspersor de 2 litros de capacidad, balanza tipo reloj, probeta graduada, baldes. En gabinete se usó: Balanza con aproximación al gramo, calculadora, cámara fotográfica, computador.

3.2.4. Abonos

Fosfato diamónico, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, Cloruro de potasio (KCL)

Según el análisis de suelos y el requerimiento del cultivo, el laboratorio recomendó aplicar 40 – 100 – 40 de NPK. Realizando los cálculos pertinentes se determinó que a cada parcela de 12 m², se tuvo que aplicar 267 g, de Fosfato diamónico más 80 g de cloruro de potasio KCl.

3.2.5. Bioestimulantes

Ryz up, Aminofol, Promalina.

3.3. Metodología.

3.3.1. Factores en Estudio, Niveles y Tratamientos

Se estudiaron dos factores:

Factor B. Bioestimulante, en tres niveles

Ryz up

Aminofol

Promalina

Factor D. Dosis de aplicación (ml por 200 litros de agua), tres niveles.

Dosis mínima (DMI): Ryz up 0.05 ppm, Aminofol 0.1 ppm, Promalina 0.03 ppm

Dosis media (DME): Ryz up 0.075 ppm, Aminofol 0.15 ppm, Promalina 0.06 ppm

Dosis máxima (DMA): Ryz up 0.1 ppm, Aminofol 0.2 ppm, Promalina 0.09 ppm

Tratamientos

De la combinación de factores y niveles resultan los siguientes tratamientos:

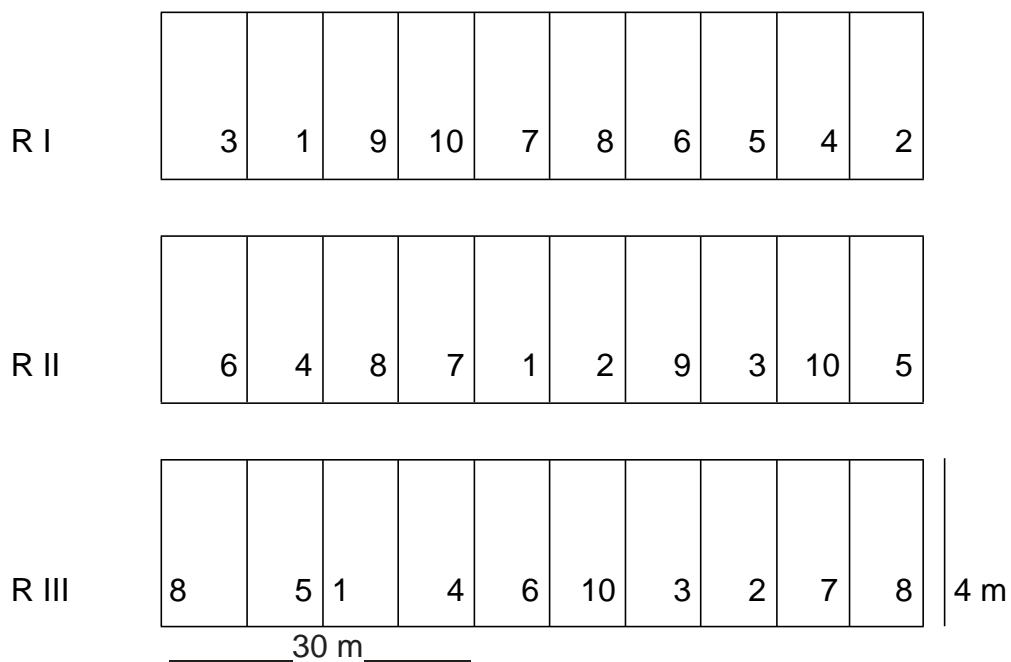
Tabla 2. Tratamientos en estudio

| Numero | Bioestimulante/dosis | ppm por 200 litros de agua) |
|--------|----------------------|-----------------------------|
| 1 | Ryz up DMI | 0.05 |
| 2 | Ryz up DME | 0.075 |
| 3 | Ryz up DMA | 0.1 |
| 4 | Aminofol DMI | 0.1 |
| 5 | Aminofol DME | 0.15 |
| 6 | Aminofol DMA | 0.20 |
| 7 | Promalina DMI | 0.030 |
| 8 | Promalina DME | 0.060 |
| 9 | Promalina DMA | 0.090 |
| T10 | Sin bioestimulante | 0 |

b) Diseño Experimental y Croquis de Campo

Se usó el Diseño Experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 3 x 3 más un testigo, obteniéndose de esta manera 10 tratamientos en total, los mismos que fueron distribuidos en un campo experimental

Croquis del experimento



Unidades Experimentales

Cada unidad experimental tuvo las siguientes dimensiones: 4 m de largo y 3.0 m de ancho con un área total de 12 m², donde se sembró 5 surcos de frijol de 0.60 m de ancho en toda la parcela.

En todo el experimento se consideró 3 bloques, de 30 m de largo por 4 m de ancho cada uno. Cada bloque tuvo un área de 120 m². Sumando el área de los tres bloques, se totalizaron 420 m², a esto sumándole las dos calles.

3.3.2. Desarrollo del experimento

- **Tiempo transcurrido del experimento**

El experimento fue sembrado el 15 de enero del 2019 y se cosechó el 16 de mayo del mismo año.

- **Delimitación de los bloques (repeticiones) y las unidades experimentales**

Contando con el terreno preparado, se tomaron estacas y rafia, para delimitar tres rectángulos, cada uno de 4 m de ancho por 30 m de largo. Estos bloques se trazaron en forma transversal a la pendiente, quedando los bloques paralelos. Se dejó una calle de 1 m de ancho entre bloques.

Luego, cada bloque se dividió en 10 parcelas de 3 m de ancho por 4 m de largo. Cada una constituyó una unidad experimental dentro del experimento.

- **Trazado de surcos.**

Esta labor se realizó con la ayuda de una cuerda, una wincha y un zapapico. Cada surco fue de 0.60 m de ancho y 4 m de largo. Se realizó el mismo día de la siembra.

- **Siembra.**

Se inició inmediatamente después de trazar los surcos, procediendo de la siguiente manera: Primeramente, se distribuyó el abono inorgánico (fosfato diamónico y cloruro de potasio) a chorro corrido en el fondo del surco, el mismo

que fue tapado inmediatamente con una capa ligera de tierra. Seguidamente se colocaron las semillas de frijol en golpes de dos semillas, a 0.30 m de distancia (quedaron 13 golpes por surco). Finalmente se tapó la semilla con una capa de tierra de aproximadamente 6 cm de espesor.

- **Fertilización**

Tomando la recomendación del laboratorio INIA Cajamarca recomienda aplicar N: 40kg/ha, P₂O₂:100kg/ha, K₂O: 40kg/ha, se hizo el cálculo de la cantidad de abono. Luego se mezcló y aplico al suelo. Fosfato diamonico (NH₄)₂HPO₄, Cloruro de potasio (KCL), utilizando la fórmula de los abonos se calculó la cantidad de 267 g, de fosfato diamonico, 80 g de cloruro de potasio; para cada tratamiento de 12 m².

- **Deshierbo**

En el mismo día de la siembra, se aplicó Sencor, como pre emergente, con lo cual se protegió de las arvenses al cultivo, durante el periodo crítico del frijol frente a las malezas.

- **Riegos**

No fue necesario regar. Fue suficiente la humedad de las lluvias

Datos meteorológicos según SENAMHI. San Marcos

| Meses | Temperatura °C | Precipitación (mm) |
|---------|-------------------|-----------------------|
| Enero | 18.5 | 43.9 |
| Febrero | 18.6 | 95.9 |
| Marzo | 18.4 | 160.3 |
| Abril | 18.0 | 120.0 |
| Mayo | 18.2 | 64.7 |

FUENTE: SENAMHI 2018 – 2019.

- **Aplicación de los bioestimulantes**

Usando agua potable se preparó la solución a ser aplicada, de acuerdo al tratamiento. La aplicación misma se realizó usando un aspersor de gota fina, pequeño, por la mañana, antes de las 9 am. Se hicieron tres aplicaciones: La primera a la aparición de las hojas simples, la segunda en el estado de botón floral, La tercera en el estado de formación del grano de frijol.

- **Cosecha**

La cosecha se hizo cuando la planta había llegado a la madurez de cosecha, que viene a ser cuando el grano ofrece resistencia al rayado con la uña y la vaina ya presenté un color verde amarillento.

3.3.3 Variables e indicadores

Tabla 3. Variables e indicadores

| Núm | Variables | Indicadores |
|-----|-----------------------------|---|
| 1 | Días a la germinación | Número de días transcurridos desde la siembra del cultivo. |
| 2 | Altura de planta | Centímetros de altura, medidos desde el ras del suelo al ápice de la planta |
| 3 | Días a la floración | Número de días transcurridos desde la siembra del cultivo |
| 4 | Plantas cosechadas | Número de plantas de frijol |
| 5 | Numero de vainas por planta | Promedio de vainas de 10 plantas |
| 6 | Peso de grano por planta | Promedio del peso de los granos de 10 plantas del cultivo |
| 7 | Rendimiento en grano seco | Kg de grano seco ha ⁻¹ |
| 8 | Peso de 100 semillas | Gramos obtenidos. |

3.3. Toma de datos:

- **Días a la emergencia de plantas**

Se realizó el trabajo de apuntar los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se observó la primera hoja extendida en el 50 % de plantas visibles en la superficie del terreno.

- **Altura de planta**

Esta variable se registró haciendo la medición de la longitud de 10 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental. Partiendo de la superficie del suelo hasta el ápice de la planta. Esta medición se hizo en el estado de floración del cultivo; se consideró como unidad de medida una wincha graduada en cm.

- **Días a la floración**

Se anotó los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando se observó en cada parcela, el 50 % de plantas con al menos una flor de dicho cultivo.

- **Plantas cosechadas**

Al momento que se realizó la cosecha se contaron las plantas que se encontraron en los surcos centrales de cada unidad experimental.

- **Numero de vainas por planta**

Se hizo registró del promedio de vainas por planta, tomando como base al número de vainas registradas en 10 plantas tomadas completamente al azar. Se contaron a las vainas llenas (las que tuvieron al menos un grano en su interior) y también las vainas vanas (aquellas que sobrepasan los 3 cm de longitud, pero que no tienen ningún grano).

- **Peso de grano por vaina**

Se tomó el registro del promedio del peso de grano de las 10 plantas tomadas al azar, para determinar el número de vainas por planta.

- **Rendimiento en grano seco**

Se tomó el registro del peso del grano obtenido en todas las plantas cosechadas de cada una de las unidades experimentales, el mismo que se elevó a kg ha^{-1} .

- **Peso de 100 semillas**

Finalizada la cosecha de las vainas de frijol, de todas las plantas de los surcos centrales de cada unidad experimental, se tomó al azar 100 granos, para pesarlos en gramos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los datos de las variables han sido sometidos a los análisis estadísticos, de acuerdo al diseño experimental de Bloques Completos al Azar. Se realizaron dos análisis de varianza. Uno incluyendo al testigo y el otro sin incluir al testigo.

El análisis de varianza que incluye al testigo se hace para poder determinar el efecto de los bioestimulantes. Con el supuesto que el factor o nivel que logra diferencias significativas, es porque hay un efecto real sobre la variable en estudio. En cambio, cuando no hay diferencias significativas, tampoco hay efecto del factor o nivel en la variable.

Debido a que con este mismo análisis no se puede realizar el análisis del factorial, se procede a realizar el segundo análisis sin incluir al testigo.

Gracias a que los dos factores en estudio (bioestimulantes y momento de aplicación), están en 3 niveles cada uno; el estudio resulto se pudo organizar en un factorial 3 x 3; resultando así 9 tratamientos. Situación que nos permitió aplicar el segundo análisis de varianza para estimar los efectos principales y las interacciones de los dos factores en estudio.

4.1. Peso de grano de frijol por parcela (rendimiento)

Es la característica de mayor importancia en el estudio, debido a que con ella se estima el rendimiento de frijol, necesario para facilitar el uso de los resultados obtenidos con la presente investigación.

a1. Primer análisis (9 tratamientos más el testigo).

Tabla 4. Análisis de varianza del peso de grano por parcela. Kg/ha (9 tratamientos más el testigo).

| Fuentes de variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado medio | F calculada | F tabular |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|-----------|
| Repeticiones | 2 | 3790.067 | 1895.033 | 0.14 NS | 3.55 |
| Tratamientos | 9 | 2263327.370 | 251480.819 | 18.60** | 2.46 |
| Error | 18 | 243407.933 | 13522.663 | | |
| Total | 29 | 2510525.370 | | | |

CV = 14.4 %

El coeficiente de variabilidad obtenido 14.4 %, es adecuado para este tipo de trabajos, conducidos en campo abierto; porque no refleja inconsistencia de la información; de modo que podemos continuar con el análisis de varianza.

Observando la tabla 4, encontramos que el valor de F calculado es superior al valor de F leído en la tabla respectiva; lo cual significa que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados. Situación que nos permite afirmar que los bioestimulantes o las dosis de aplicación; afecta al peso de grano por parcela, o sea al rendimiento. En este caso las citoquininas y giberelinas que contiene el bioestimulante promalina, afectan al peso de grano por parcela; al producir el alargamiento de las células. El AATC y el ácido fólico que contiene aminofol, actúan como sustancias estimulantes en los más importantes procesos bioquímicos y fisiológicos ligados a la producción. Se aplicó la prueba de Dunnett, para conocer que tratamientos específicos, causan efectos significativos en el rendimiento.

Tabla 5. Prueba de Dunnett aplicada al peso de grano(kg/ha) por parcela (rendimiento), (9 tratamientos más testigo)

| Tratamientos | rendimiento de grano por parcela (Promedio) | Dunnett al 5 % | Rendimiento Kg ha ⁻¹ |
|----------------|---|----------------|---------------------------------|
| Aminofol 0.1 | 1162.7 | D | 2422.2 |
| Promalina 0.03 | 1127.0 | D | 2347.9 |
| Aminofol 0.15 | 949.0 | S | 1977.1 |
| Aminofol 0.2 | 939.7 | S | 1957.6 |
| Testigo | 886.7 | S | 1847.2 |
| Promalina 0.06 | 871.0 | S | 1814.6 |
| Promalina 0.09 | 779.0 | S | 1623.0 |
| Ryz up 0.05 | 686.3 | D | 1429.9 |
| Ryz up 0.075 | 369.7 | D | 770.2 |
| Ryz up 0.1 | 286.7 | D | 597.2 |

D = Tratamiento que es significativamente diferente al testigo

S = Tratamiento que es estadísticamente semejante al testigo

La tercera columna de la tabla 5, nos muestra dos tipos de letra: La letra S usada para indicar a los tratamientos que según Dunnett, son estadísticamente semejantes con el testigo y la letra D par indicar los tratamientos que son estadísticamente diferentes que el testigo.

Los resultados presentados en este análisis nos indican que aminofol a la dosis de 0.1 ppm por 200 litros de agua y promalina 0.03 ppm por 200 litros de agua; afectan al frijol, haciendo que este produzca un mayor peso de grano por parcela (rendimiento).

En cambio, el bioestimulante ryz up aplicado en las dosis de 0.05, 0.075 y 0.1 ppm de producto por 200 litros de agua afecta al frijol, haciendo que este obtenga un menor peso de grano por parcela o sea un menor rendimiento; lo cual se debe probablemente a la reducción de asimilados para el llenado de granos, por haberlos destinado al alargamiento celular y el crecimiento de hojas. Efecto que es declarado por el fabricante de ryz up; quien explica que ryz up contiene básicamente ácido giberelico, que estimula la multiplicación de las

células, promueve un mejor cuajado de frutos y uniformiza las cosechas, retardando la maduración.

Seguidamente se realizó el procedimiento de estimar los efectos de los bioestimulantes por las diferencias entre los tratamientos y el testigo (tabla 9).

Tabla 6. Estimación del efecto de los mejores tratamientos con bioestimulantes, en el rendimiento de frijol.

| Tratamiento | Rendimiento kg ha ⁻¹ | Efecto kg ha ⁻¹ | Efecto en relación al testigo (%) |
|----------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Aminofol 0.1 | 2422.2 | 575.0 | 31.1 |
| Promalina 0.03 | 2347.9 | 500.7 | 27.1 |
| Testigo 0 | 1847.2 | 0.0 | 0.0 |
| Ryz up 0.05 | 932.4 | - 914.8 | - 49.5 |

En la tabla 6 observamos que el efecto de los bioestimulantes Aminofol y Promalina, varía entre 500 y 575 kg ha⁻¹ mas que el testigo, que representan un aumento del rendimiento, del 27.1 al 31.1 % en relación al tratamiento sin bioestimulantes. Resultados que concuerdan con Morales y Otros (2016) quienes determinaron que el bioestimulante QuitoMas aumenta el rendimiento en 20 % en relación al testigo. Nuestros resultados también concuerdan con Meléndez (2011), quien manifiesta que se mejoró el rendimiento con el bioestimulante; que en ese caso fue FitoMasE, que es un derivado de la industria azucarera cubana.

Podemos concluir afirmando que Aminofol aplicado a la dosis de 0.1 ppm/200 litros de agua, aumenta el rendimiento en 31.1 %. Promalina a la dosis de 0.03 ppm por 200 litros de agua, aumenta el rendimiento en 27.1 %.

Los tres tratamientos que corresponden a las aplicaciones de ryz up, también se diferencian con el testigo, pero en este caso por rendimientos significativamente menores que el testigo. En el campo se observó que las parcelas correspondientes a estos tratamientos, mostraron plantas más altas y más laxas, que las plantas del testigo y los otros tratamientos. Cambios que probablemente

se deben a la acción de las giberelinas de ryz up, sustancias que probablemente usaron más los asimilados para lograr la elongación celular; en perjuicio del rendimiento.

De acuerdo a lo comentado y la estimación hecha en la Tabla 6, podemos concluir afirmando que el bioestimulante Ryz up disminuye el rendimiento de frijol en 914.8 kg ha⁻¹, que viene a ser el 49.5 % menos que el testigo.

A2. Segundo análisis del peso de grano por parcela (rendimiento)

Consiste en realizar el análisis de varianza de la factorial, cuyos resultados se dan en la tabla 7.

Tabla 7. Análisis de varianza del rendimiento de grano por parcela, aplicado a los 9 tratamientos, excluyendo al testigo(kg/ha)

| Fuentes de variación | Grados de Libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F cal | F culada | F tabular |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|---------|----------|-----------|
| Repeticiones | 2 | 6249.556 | 3124.778 | 0.21NS | | 3.63 |
| Tratamientos | 8 | 2241511.330 | 280188.917 | 19.19** | | 2.59 |
| Bioestimulantes | 2 | 1684037.560 | 842018.778 | 57.66** | | 3.63 |
| Dosis de aplicación | 2 | 531497.556 | 265748.778 | 18.20** | | 3.63 |
| Bioest x Dosis | 4 | 25976.222 | 6494.056 | 0.44NS | | 3.01 |
| Error | 16 | 233643.778 | 14602.736 | | | |
| Total | 26 | 2481404.670 | | | | |

CV = 15.2 %

El coeficiente de variación estimado en 15.2 %, es adecuado para este tipo de trabajos, por tanto, podemos seguir con el análisis de varianza sin restricciones.

La prueba de F, aplicada en el análisis de varianza del peso de grano de los 9 tratamientos sin el testigo (tabla 7), nos indica que hay diferencias altamente significativas para tratamientos, por tanto, es conveniente aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey (tabla 8), para identificar los mejores tratamientos.

Según la prueba de Tukey (tabla 8), los mejores tratamientos son aminofol aplicado a la dosis de 0.1 ppm por 200 litros de agua y Promalina a la dosis de 0.03 ppm por 200 litros de agua; han recibido la letra A, que se usa para indicar a los mejores tratamientos. No indicamos a los otros tratamientos que recibieron la letra A, porque también recibieron la letra B.

Lo mismo se determinó en el primer análisis. Por lo que estos resultados vienen a ser una ratificación del efecto significativo en el rendimiento de frijol, de los bioestimulantes Aminofol y Promalina en dicho estudio.

Tabla 8. Resultados de la aplicación de la prueba de Tukey al rendimiento de grano por parcela.

| Tratamientos | Rendimiento/Parcela (g) | Tukey | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|----------------|-------------------------|-------|------------------------------------|
| Aminofol 0.1 | 1162.7 | A | 2422.2 |
| Promalina 0.03 | 1127.0 | A | 2347.9 |
| Aminofol 0.15 | 949.0 | AB | 1977.1 |
| Aminofol 0.2 | 939.7 | AB | 1957.6 |
| Promalina 0.06 | 871.0 | AB | 1814.6 |
| Promalina 0.09 | 779.0 | B | 1622.9 |
| Ryz up 0.05 | 686.0 | BC | 1429.9 |
| Ryz up 0.075 | 369.7 | C | 770.1 |
| Ryz up 0.1 | 286.7 | C | 597.2 |

Nota: Tratamientos con la misma letra son semejantes. Tratamientos con letra diferente son diferentes.

En la misma tabla 8 se observa que los tratamientos que consisten en la aplicación del bioestimulante Ryz up, ocupan los tres últimos lugares en el orden de mérito; por ostentar los pesos de grano por parcela más bajos entre todos los tratamientos en estudio. Situación que los ha llevado a recibir la letra C, que señala a los peores tratamientos. Son estos los peores tratamientos porque generaron un rendimiento menor que el testigo. Situación que se sospecha se

origina en la competencia por asimilados del rendimiento con la altura de planta, como ya se comentó.

La interacción de bioestimulantes con dosis de aplicación, no ocasiona diferencias significativas, lo cual nos indica que los factores son independientes, pudiendo entonces ser manejados el uno sin considerar al otro.

Regresando a la tabla 8, encontramos que hay diferencias altamente significativas para los efectos principales de los factores (bioestimulantes y dosis de aplicación). Por tanto, debemos aplicar una prueba de comparación de medias, que nos permita identificar el mejor bioestimulante y la mejor dosis de aplicación (tablas 5 y 6).

Tabla 9. Prueba de Tukey aplicada a los promedios de rendimiento de grano por parcela, correspondientes a los bioestimulantes(kg/ha).

| Bioestimulante | Peso/parcela | Tukey α = 0.05 % | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|----------------|--------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Aminofol | 1017.1 | A | 2119.0 |
| Promalina | 925.7 | A | 1928.5 |
| Ryz up | 447.5 | B | 932.3 |

Nota: Tratamientos con la misma letra son semejantes. Tratamientos con letra diferente son diferentes.

Según la prueba de Tukey (tabla 9), destacan los bioestimulantes Aminofol y Promalina, que estadísticamente son semejantes entre sí, por eso llevan la misma letra A; pero son superiores a Ryz up que lleva la letra B, Lo cual significa que el rendimiento que se obtiene con el bioestimulante Ryz up es significativamente inferior al obtenido con Aminofol y Promalina. Por tanto, este bioestimulante no sería indicado para usarlo en la producción de frijol, si las condiciones son semejantes a las del presente estudio.

Tabla 10. Prueba de Tukey aplicada a los promedios de peso de grano por parcela (rendimiento), correspondientes a las dosis de aplicación de los bioestimulantes.

| Dosis de aplicación | Rendimiento/ parcela | Tukey $\alpha = 0.05 \%$ | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|---------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Dosis baja | 2066.7 | A | 2066.7 |
| Dosis media | 1520.6 | B | 1520.6 |
| Dosis alta | 1392.6 | B | 1392.6 |

Según la prueba de Tukey (tabla 10), la mejor dosis de aplicación de los bioestimulantes Aminofol y Promalina, es la dosis baja (lleva la letra A), porque ocupa el primer lugar en rendimiento (tabla 10). En cambio, las dosis media y alta, han sido desplazadas al segundo lugar, por eso llevan la letra B; no sería conveniente usarlas.

Podríamos concluir que de los tres bioestimulantes estudiados, los mejores son Aminofol y Promalina y la mejor dosis, es la dosis mínima (Aminofol 0.1 ppm por 200 litros de agua y Promalina 0.03 ppm por 200 litros de agua).

4.2. Número de vainas por planta de frijol

Debido a que los conteos son variables cuantitativas discontinuas, para no tener inconvenientes de carácter teórico en la estadística; fue necesario transformar los datos mediante el método de la raíz cuadrada, para realizar el análisis de varianza.

b1) Primer análisis (13 tratamientos más el testigo).

Los resultados obtenidos se dan en la tabla 7.

Tabla 11. Análisis de varianza del número de vainas por planta de frijol (9 tratamientos más el testigo).

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F calculada | F tabular |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|-----------|
| Repeticiones | 2 | 0.153 | 0.076 | 1.42NS | 3.55 |
| Tratamientos | 9 | 0.359 | 0.040 | 0.74NS | 2.46 |
| Error | 18 | 0.967 | 0.054 | | |
| Total | 29 | 1.479 | | | |

CV=7%

El coeficiente de variabilidad tiene un valor adecuado para este tipo de trabajos; por tanto, podemos continuar con el análisis de los resultados.

En la tabla 11 se aprecia que no hay diferencias significativas para tratamientos ni para repeticiones en el cultivo estudiado. Los valores de F calculada son bastante bajos, lo cual significa que los bioestimulantes no afectan el número de vainas por planta de frijol. Resultados que discrepan con López (2014), quien encontró diferencias significativas en el número de vainas por planta como consecuencia de aplicar el bioestimulante FitoMasE. Discrepancia que se encuentra también con Meléndez (2011), quien determinó que la aplicación de QuitoMasE fue la más efectiva para causar variación en el número de vainas por planta.

b2. Análisis del número de vainas por planta (factorial),

Los resultados se dan en la tabla 12.

Tabla 12. Análisis de varianza del número de vainas por planta de frijol (factorial)

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F calculada | F tabular |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|-----------|
| Repeticiones | 2 | 0.160 | 0.080 | 1.84NS | 3.63 |
| Tratamientos | 8 | 0.326 | 0.041 | 0.94NS | 2.59 |
| Bioestimulantes | 2 | 0.082 | 0.041 | 0.94NS | 3.63 |
| Dosis de aplicación | 2 | 0.074 | 0.037 | 0.86NS | 3.63 |
| Bioestimulantes x Dosis de aplicación | 4 | 0.170 | 0.042 | 0.98NS | 3.01 |
| Error | 16 | 0.693 | 0.043 | | |
| Total | 26 | 1.179 | | | |

CV = 6.0%

Lo que nos muestra la tabla 12, viene a ser una ratificación de lo encontrado en la tabla 10. Por tanto, podemos concluir afirmando que los bioestimulantes evaluados no afectan al número de vainas por planta.

4.3. Altura de planta de frijol

a) Análisis de varianza de altura de planta (9 tratamientos más el testigo).

Tabla 13. Análisis de varianza de altura de planta (9 tratamientos más el testigo).

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F calculada | F tabular |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|-----------|
| Repeticiones | 2 | 25.324 | 12.662 | 0.880NS | 3.55 |
| Tratamientos | 9 | 1452.302 | 161.367 | 11.219 ** | 2.46 |
| Error | 18 | 258.912 | 14.384 | | |
| Total | 29 | 1736.538 | | | |

CV = 14%

En la tabla 13 observamos que hay diferencias altamente significativas para tratamientos, lo cual nos indica que la altura de planta de frijol es afectada por los

bioestimulantes y/o su dosis de aplicación. Por tanto, es necesario aplicar la

prueba de Dunnett para detectar los tratamientos que se diferencian del testigo (tabla 14).

Tabla 14. Prueba de Dunnett para altura de planta

| Tratamientos | Promedio | Dunnett |
|----------------|----------|---------|
| Ryz up 0.1 | 51.8 | D |
| Ryz up 0.075 | 46.7 | D |
| Ryz up 0.05 | 41.1 | D |
| Promalina 0.09 | 38.4 | D |
| Promalina 0.03 | 34.5 | S |
| Promalina 0.06 | 33.4 | S |
| Aminofol 0.2 | 32.2 | S |
| Aminofol 0.15 | 31.8 | S |
| Testigo | 31.3 | S |
| Aminofol 0.1 | 29.9 | S |

D = Tratamiento que es significativamente diferente del testigo

S = Tratamiento que es estadísticamente semejante al testigo

En la tabla 14 podemos observar que 5 tratamientos llevan la letra S, lo cual significa que esos 5 tratamientos han logrado una altura de planta semejante al testigo.

Pero hay otros 4 tratamientos que llevan la letra D, lo cual significa que según la prueba de Dunnett, dichos tratamientos obtienen una altura de planta estadísticamente diferente que el testigo. De estos 4 tratamientos, 3 son los que recibieron el bioestimulante ryz up y solo uno corresponde a promalina.

Con estos 4 tratamientos se hace la estimación cuantificada del efecto de tales bioestimulantes sobre la altura de planta de frijol (tabla 15).

Tabla 15. Estimación del efecto del bioestimulante ryz up en la altura de planta de frijol.

| Tratamiento | Altura de planta | Efecto | Porcentaje |
|----------------|------------------|--------|------------|
| Ryz up 0.1 | 51.8 | 20.5 | 65.5 |
| Ryz up 0.075 | 46.7 | 15.4 | 49.2 |
| Ryz up 0.05 | 41.1 | 9.8 | 31.4 |
| Promalina 0.09 | 38.4 | 7.1 | 18.4 |
| Testigo | 31.3 | | |

La tabla 15, nos muestra que el efecto del bioestimulante ryz up en la altura de planta de frijol, es aumentando el valor de dicha variable. El aumento va de 9.8 a 20.5 cm más que el testigo; lo cual significa un aumento de la altura de planta del 31.4 al 65.5 %. Debemos expresar también que dicho aumento va en relación directa con la dosis de aplicación.

Pero si regresamos a la tabla 5, encontramos que estos mismos tratamientos que aumentan la altura de planta; ocasionan una disminución del rendimiento en relación al testigo. Situación que nos muestra que el bioestimulante ryz up, aplicado al follaje del frijol, aumenta la altura de planta, pero disminuye el rendimiento. El aumento de altura de planta encontrado concuerda con Torres y Otros (2016), quienes encontraron que el bioestimulante (Biostan), aumento la altura de planta de frijol. También con López (2014), quien encontró que la aplicación de QuitoMasE mejoro la altura de planta de frijol.

El otro tratamiento que aumenta la altura de planta es aquel en el cual se aplicó Promalina a una concentración de 0.09 ppm/200 litros de agua. Dicho aumento de altura que se estima en 7.1 cm que equivale al 18.4 %.

Estos resultados concuerdan con Torres y Otros (2016), quienes encontraron que el bioestimulante Biostan incremento la altura de planta en 20.6 %, 30.0 % y 24.9 %. También concuerdan con López (2014), quien encontró que el bioestimulante QuitoMasE, genero las plantas de mejor altura.

b) Análisis de la altura de planta según el factorial (solo los 9 tratamientos)

Tabla 16. Análisis de varianza de altura de planta según el factorial usado.

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F calculada | F tabular |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|-----------|
| Repeticiones | 2 | 20.294 | 10.147 | 0.68NS | 3.63 |
| Tratamientos | 8 | 1339.162 | 167.395 | 11.17** | 2.59 |
| Bioestimulantes | 2 | 1118.505 | 559.253 | 37.33** | 3.63 |
| Dosis de aplicación | 2 | 143.529 | 71.764 | 4.79* | 3.63 |
| Bioest x Dosis de | 4 | 77.127 | 19.282 | 1.29NS | 3.01 |
| Error | 16 | 239.705 | 14.981 | | |
| Total | 26 | 1599.160 | | | |

CV.=10.3%

El coeficiente de variabilidad estimado en 10.3, nos permite continuar con el análisis si restricciones.

Los resultados del análisis de varianza según el factorial usado en el presente estudio (tabla 16), muestran que hay diferencias altamente significativas en los efectos principales de los factores en estudio (bioestimulantes y dosis de aplicación).

No hay diferencias significativas para la interacción. Lo cual significa que los efectos de un factor no dependen del otro factor. Por tanto, se considera que son factores independientes en este estudio.

Entonces debemos aplicar la prueba de tukey, con la finalidad de analizar el efecto de los niveles de cada uno de los dos factores en estudio (tablas 17 y 18).

Tabla 17. Prueba de Tukey aplicada a las medias de altura de planta por bioestimulante

| Bioestimulante | Altura de planta | Tukey |
|----------------|------------------|-------|
| Ryz up | 46.5 | A |
| Promalina | 35.4 | B |
| Aminofol | 31.3 | B |
| Testigo | 31.3 | |

Nota: Tratamientos con la misma letra son semejantes. Tratamientos con letra

diferente son diferentes

En la tabla 17, se aprecia que el bioestimulante ryz up es el que consigue aumentar la altura de la planta de frijol, diferenciándose significativamente con los otros bioestimulantes y el testigo. Condición que lo lleva a recibir la letra A.

Los otros dos bioestimulantes (promalina y aminofol), obtienen plantas con alturas semejantes que el testigo. Pero si recordamos estos bioestimulantes produjeron rendimientos mayores que el testigo. Entonces podemos afirmar que, aun cuando se persiga mayor altura de planta de frijol no se puede recomendar el uso de ryz up, porque disminuye el rendimiento.

Tabla 18. Prueba de Tukey de altura de planta por dosis de aplicación

| Dosis de aplicación | Altura de planta | Tukey |
|---------------------|------------------|-------|
| Dosis alta | 40.8 | A |
| Dosis media | 37.3 | AB |
| Dosis baja | 35.2 | B |
| Testigo | 31.3 | |

Nota: Tratamientos con la misma letra son semejantes. Tratamientos con letra diferente son diferentes

En la tabla 18, se observa que la altura de planta varía en relación directa a la dosis de aplicación; es decir a menor dosis, menor altura de planta y a mayor dosis mayor altura de planta. Pero nuevamente si regresamos a la tabla 9, encontramos que el rendimiento, varía en relación inversa con la dosis de aplicación. Entonces tendríamos que decir: Usar dosis altas si buscamos desarrollo vegetativo y dosis bajas si buscamos grano.

Podemos concluir afirmando que con ryz up, se consigue aumentar la altura de planta entre 9.8 y 20.5 cm más que el testigo; lo cual significa un aumento de la altura de planta aumente entre el 31.4 y el 65.5 %. En cuanto a las dosis de aplicación, la altura de planta varía en relación directa a la magnitud de la dosis de aplicación.

4.4. Peso de grano por planta

a) Primer análisis (9 tratamientos más testigo)

Tabla 19. Análisis de varianza del rendimiento de grano por planta. Kg/ha (9 tratamientos más el testigo)

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F calculada | F tabular |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|-----------|
| Repeticiones | 2 | 18.379 | 9.189 | 0.49NS | 3.55 |
| Tratamientos | 9 | 1700.041 | 188.893 | 10.06** | 2.46 |
| Error | 18 | 337.995 | 18.777 | | |
| Total | 29 | 2056.415 | | | |

En la tabla 19, se puede observar que existe significación estadística únicamente para tratamientos; lo cual significa que realmente hay efecto de los tratamientos en el peso de grano por planta.

Inicialmente tenemos interés en conocer el comportamiento de los tratamientos respecto al peso de grano por planta en relación al testigo, para lo cual se aplicó la prueba de Dunnett, obteniendo los resultados que se dan en la tabla 19.

Tabla 20. Prueba de Dunnett aplicada al rendimiento de grano por planta de frijol (kg/ha)

| Tratamientos | Rendimiento de grano por planta | |
|----------------|---------------------------------|---------|
| | planta | Dunnett |
| Aminofol 0.1 | 33.2 | S |
| Aminofol 0.2 | 32.0 | S |
| Promalina 0.03 | 31.3 | S |
| Aminofol 0.15 | 30.7 | S |
| Promalina 0.06 | 27.1 | S |
| Testigo | 26.5 | S |
| Promalina 0.06 | 25.6 | S |
| Ryz up 0.05 | 22.8 | S |
| Ryz up 0.1 | 11.5 | D |
| Ryz up 0.075 | 11.4 | D |

D = Tratamiento que es significativamente diferente que el testigo

S = Tratamiento que es estadísticamente semejante al testigo

En la tabla 20, se aprecia que la prueba de Dunnett, ha detectado solo dos tratamientos que se diferencian con el testigo, son los que llevan la letra D. Estos tratamientos corresponden al bioestimulante ryz up y se diferencian por ser los que obtienen los valores más bajos de peso de grano por planta. Lo cual nos lleva a suponer que el menor rendimiento de frijol ya detectado, debido a la aplicación de ryz up, se origina en el menor peso de grano por planta, que se genera a consecuencia de ganar altura de planta.

La altura de planta lograda con los otros 7 tratamientos es semejante a la altura conseguida por el testigo, puesto que según la prueba de Dunnett, han recibido la letra S.

b) El análisis de varianza del factorial

Tabla 21. Análisis de varianza del rendimiento de grano por planta de frijol.
Kg/ha (factorial)

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F calculada | F tabular |
|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|-----------|
| Repeticiones | 2 | 13.432 | 6.716 | 0.45NS | 3.63 |
| Tratamientos | 8 | 1694.523 | 211.815 | 14.21** | 2.59 |
| Bioestimulantes | 2 | 1373.423 | 686.711 | 46.07** | 3.63 |
| Dosis de aplicación | 2 | 220.436 | 110.218 | 7.39** | 3.63 |
| Bioest x Dosis de A | 4 | 100.664 | 25.166 | 1.69NS | 3.01 |
| Error | 16 | 238.481 | 14.905 | | |
| Total | 26 | 1946.436 | | | |

CV = 15.4 %

En la tabla 21, encontramos que hay diferencias significativas para tratamientos y los efectos principales de los factores en estudio. Por tanto, es necesario aplicar la prueba de Tukey para conocer el comportamiento de los factores por separado.

Tabla 22. Prueba de Tukey aplicada al peso de grano por planta para todos los tratamientos.

| Tratamientos | Rendimiento de grano por planta | Tukey |
|----------------|---------------------------------|-------|
| Aminofol 0.1 | 33.2 | A |
| Aminofol 0.2 | 32.0 | A |
| Promalina 0.03 | 31.3 | A |
| Aminofol 0.15 | 30.7 | A |
| Promalina 0.06 | 27.1 | A |
| Promalina 0.09 | 25.6 | A |
| Ryz up 0.05 | 22.8 | A |
| Ryz up 0.1 | 11.5 | B |
| Ryz up 0.075 | 11.4 | B |

Nota: Tratamientos con la misma letra son semejantes. Tratamientos con letra diferente son diferentes

La tabla 22, nos muestra los resultados de aplicar la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos del factorial. Donde se observa que los resultados son los mismos que los obtenidos con la prueba de Dunnett. Por tanto, corresponden los mismos comentarios.

Tabla 23. Aplicación de la prueba de Tukey comparando los efectos principales de los bioestimulantes.

| Bioestimulantes | Promedio | Tukey |
|-----------------|----------|-------|
| Aminofol | 32.0 | A |
| Promalina | 28.0 | A |
| Ryz up | 15.2 | B |

Nota: Tratamientos con la misma letra son semejantes. Tratamientos con letra diferente son diferentes

En la tabla 23 destacan los bioestimulantes aminofol y promalina por haber logrado los mayores pesos de grano por planta.

En cambio, el bioestimulante ryz up, queda totalmente rezagado, con el menor peso de grano por planta; situación que nos lleva a sostener que este bioestimulantes no sería indicado para ser usado en la producción de frijol, en las condiciones en las que se realizó el presente estudio.

Tabla 24. Aplicación de la prueba de Tukey comparando los efectos de las dosis de aplicación de los bioestimulantes

| Dosis de aplicación | Promedio | Tukey |
|---------------------|----------|-------|
| Dosis Baja | 29.1 | A |
| Dosis Media | 23.1 | B |
| Dosis Alta | 23.0 | B |

Nota: Tratamientos con la misma letra son semejantes. Tratamientos con letra diferente son diferentes

En la tabla 20, destaca la mejor dosis de aplicación baja, por haber permitido obtener el mayor peso de grano por planta; mientras que las dosis de aplicación media y alta no serían indicadas para ser usadas en la producción de frijol, porque reducen el peso de grano por planta y en tal sentido no es recomendable.

4.5. Resultados costo beneficio

Los resultados costo beneficio del presente trabajo se muestra en el capítulo de anexos

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. Se ha determinado que si hay efecto de los bioestimulantes (Ryz up, Aminofol, Promalina).
2. Al aplicar Aminofol 0.1ppm/200L de agua; lo cual hace producir (2422.2 kg ha⁻¹) de frijol, en este caso aumenta la producción 575 kg más que el testigo (1847.2 kg ha⁻¹).
Al aplicar **Promalina** 0.03ppm/200L de agua, hace producir (2347.9 kg ha⁻¹), de frijol; por lo tanto, aumenta la producción 500.7 kg más que el testigo.
Al aplicar **ryz up** 0.1pp/200l de agua hace producir (932.4 kg ha⁻¹) de frijol, en lo cual disminuye la producción 914.8 kg ha⁻¹ menos que el testigo.
3. De las dosis de aplicación de los bioestimulantes evaluadas, la mejor resultado ser la dosis mínima: Ryz up 0.05 ppm / 200L de agua (1429 kg ha⁻¹) de frijol; Aminofol 0.1 ppm / 200L de agua (2422.2 kg ha⁻¹) de frijol y Promalina 0.03 ppm/ 200L de agua (2347.9 kg ha⁻¹) kilogramos de frijol.
4. El bioestimulante ryz up aumenta la altura de planta del frijol de la variedad sumac puka, la misma que al recibir el producto logra, entre 9.8 y 20.5 cm más de altura que el testigo; que viene a ser 31.4 y 65.5 % más de altura. Pero este cambio morfológico debido a la aplicación del bioestimulante ryz up, ocasiona un menor rendimiento en grano.
5. Los bioestimulantes ryz up, promalina y aminofol; no afectan el número de vainas por planta de frijol variedad sumac puka.
6. Respecto al costo beneficio al aplicar los bioestimulantes tanto Aminofol, Promalina y Ryz up; el bioestimulante que dio mayor beneficio fue Aminofol 01ppm/200L de agua, lo cual aumenta la rentabilidad en S/ 3095.75, lo que viene a ser un 42.2% más con relación al testigo.
Por tal motivo se concluye que al aplicar aminofol en dosis mínima al cultivo de fijo Var. Sumac Puka nos produce mejor rentabilidad frente al testigo y demás bioestimulantes.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Agraria Trujillo. 2013. Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Boletín informativo “La voz agraria”. Trujillo. Perú.

BAYER. sf. Ficha técnica de Aminofol (en línea). Consulta hecha el 10 de octubre del 2019. Disponible en www.cropscience.bayer.c/ryz _ Documentacion/Docs/PDF/Ficha RTecnica.

BAYER. sf. Ficha técnica de Promalina (en línea). Consulta hecha el 10 de octubre del 2019. Disponible en www.cropscience.bayer.c/ryz _ Documentacion/Docs/PDF/Ficha RTecnica.

BAYER. sf. Ficha técnica de Ryz up (en línea). Consulta hecha el 10 de octubre del 2019. Disponible en www.cropscience.bayer.c/ryz _ Documentacion/Docs/PDF/Ficha RTecnica.

BENACCHIO, S.S. (1982). Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP- Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), (1979): White, JW; Gómez, C.; Valencia, C. Conceptos básicos de la fisiología del frijol. Cali Colombia, 37 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT (1988). Conceptos básicos de la fisiología del frijol: Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: J. W. White. Producción: Clemencia Gómez de Enciso y Carlos Valencia G. Cali, Colombia. CIAT 56p. (Serie: 04SB-07.01).

CISNEROS, N. F., (1992). El manejo integrado de plagas. Guía de estudio CIP N ° 7. Centro Internacional de la Papa, CIP. 38 pp.

CÓRDOBA, O. y CASAS, H. (2003). Principales arvenses asociadas al cultivo de frijol en la Región Andina. Boletín Técnico N.º 20. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Estación Experimental El Nus, San Roque, Antioquia, Colombia. 40 pp.

Díaz, D. (2009). Biorreguladores Vs bioestimulantes, una gran diferencia. Investigación y Desarrollo. México: Ediciones Agroenzimas. Disponible en URL: <http://www.tomate.org.mx/DemoChiles/Lecturas/Documentos/CHILE1.pdf> [Consulta 18 de Mayo del 2015]

_____. (2011). Biorreguladores y Bioestimulantes. Su manejo en la Agricultura. In Congreso Internacional de Nutrición y Fisiología Aplicada. Mexico. Ediciones Agroenzimas.

DOORENBOS, J. Y KASSAM, A.H. (1979). Yield response to water. FAO irrigation and Drainage, paper no. 33.193 p.

Elein Tweey, A. y Otros. 2013. Respuesta del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. verlili.) a la aplicación de diferentes bioproductos. Ministerio de Educación Superior. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana. Cuba. Cultivos Tropicales, 2013, vol. 34, no. 3, p. 5-10

Escobar O., WS. 2015. Respuesta del Cultivo de Fréjol Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) a la Aplicación Foliar Complementaria de tres Bioestimulantes. Tumbaco, Pichincha. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Escuela de Ingeniería Agronómica. Quito – Ecuador pp 114

Gamarra, M. 2011. Desarrollo y Liberación de Nuevas Variedades de Frijol: INIA 425 Martín Cusco e INIA 426 Perla Cusco. Estación Experimental Agraria, Andenes. Cusco Perú.

García R. 1978. Periodo crítico de competencia de malas hierbas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). La Habana. Cuba.

González, A., Raisman, J y Aguirre, M. 2009. Hormonas de las plantas. Generalidades de las citoquininas. Disponible en URL: <http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/auxinas.htm> [Consulta 18 de Mayo del 2015]

Granados, S. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Primera Edición. , noviembre de 2010. Promoción del Desarrollo Sostenible. Lima. Perú.

Hernández J., C. 2009. Manual de recomendaciones técnicas. Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). San José. Costa Rica.

López P, Y. 2014. Efecto de la aplicación del Bioestimulante fitomas en tres etapas de desarrollo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Universidad de Málaga. Red Académica Iberoamericana Local Global. Málaga. España. 10 pag. Marassi, M. (2007). Hormonas Vegetales. Universidad del Nordeste. Disponible en URL: <http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm#Auxins> [Consulta 18 de Mayo del 2015]

Meléndez G, E. Chang L, R. y Salgado B, Y. 2011. Influencia de diferentes dosis de Fitomas-E en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). 2011. Revista Granma Ciencia. Vol. 15, No. 2. 2011. Estación Meteorológica de Manzanillo. Carretera de Guasimal. La Playita. Manzanillo. Granma. Cuba.

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI Perú). 2015. Anuario Producción Agrícola 2014. Lima. Perú.

Miranda, O. y Belmar C. 1977. Déficit hídrico y frecuencia de riego en frejol (*Phaseolus vulgaris* L.). Agricultura Técnica (Chile) 37:111-117.

Morales G, D. Dell'Amico R, J. Jerez M, E Díaz H. y Martín M., R.. 2016. Efecto del QuitoMax en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Ministerio de Educación Superior. Cuba Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cultivos Tropicales, 2016, vol. 37, no. 1, pp. 142-147.

RÍOS, M., J. y QUIRÓS D., J. (2002). El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico. FENALCE. Bogotá 193 pp.

ANEXOS

Tabla 25. Peso de grano por parcela de frijol

| Tratamiento | Repeti cion I | Repeti cion II | Repeti cion II | Promedio | Rendi miento |
|--------------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------|-----------------|
| Ryz up 0.05 ppm/200 L | 551 | 823 | 685 | 686.3 | 1429.9 |
| Ryz up 0.075 ppm/200 L | 332 | 367 | 410 | 369.7 | 770.2 |
| Ryz up 0.1ppm/200 L | 223 | 341 | 296 | 286.7 | 597.2 |
| Aminofol 0.1 ppm/200 L | 1418 | 1018 | 1052 | 1162.7 | 2422.2 |
| Aminofol 0.15 ppm/200 L | 1005 | 977 | 865 | 949.0 | 1977.1 |
| Aminofol 0.2 ppm/200 L | 942 | 961 | 916 | 939.7 | 1957.7 |
| Promalina 0.03 ppm/200 L | 1041 | 1104 | 1236 | 1127.0 | 2348.0 |
| Promalina 0.06 ppm/200 L | 992 | 683 | 938 | 871.0 | 1814.6 |
| Promalina 0.09 ppm/200 L | 798 | 708 | 831 | 779.0 | 1623.0 |
| Testigo | 817 | 918 | 925 | 886.7 | 1847.2 |

Tabla 26. Numero de vainas por planta de frijol

| Tratamiento | Repeti cion I | Repeti cion II | Repeti cion II | Promedio | |
|--------------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------|--------|
| Ryz up 0.05 ppm/200 L | 551 | 823 | 685 | 686.3 | 1429.9 |
| Ryz up 0.075 ppm/200 L | 332 | 367 | 410 | 369.7 | 770.2 |
| Ryz up 0.1ppm/200 L | 223 | 341 | 296 | 286.7 | 597.2 |
| Aminofol 0.1 ppm/200 L | 1418 | 1018 | 1052 | 1162.7 | 2422.2 |
| Aminofol 0.15 ppm/200 L | 1005 | 977 | 865 | 949.0 | 1977.1 |
| Aminofol 0.2 ppm/200 L | 942 | 961 | 916 | 939.7 | 1957.7 |
| Promalina 0.03 ppm/200 L | 1041 | 1104 | 1236 | 1127.0 | 2348.0 |
| Promalina 0.06 ppm/200 L | 992 | 683 | 938 | 871.0 | 1814.6 |
| Promalina 0.09 ppm/200 L | 798 | 708 | 831 | 779.0 | 1623.0 |
| Testigo | 817 | 918 | 925 | 886.7 | 1847.2 |

Tabla 27. Peso de grano por planta

| Tratamiento | Repeti cion I | Repeti cion II | Repeti cion II | Promedio | |
|--------------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------|--------|
| Ryz up 0.05 ppm/200 L | 551 | 823 | 685 | 686.3 | 1429.9 |
| Ryz up 0.075 ppm/200 L | 332 | 367 | 410 | 369.7 | 770.2 |
| Ryz up 0.1ppm/200 L | 223 | 341 | 296 | 286.7 | 597.2 |
| Aminofol 0.1 ppm/200 L | 1418 | 1018 | 1052 | 1162.7 | 2422.2 |
| Aminofol 0.15 ppm/200 L | 1005 | 977 | 865 | 949.0 | 1977.1 |
| Aminofol 0.2 ppm/200 L | 942 | 961 | 916 | 939.7 | 1957.7 |
| Promalina 0.03 ppm/200 L | 1041 | 1104 | 1236 | 1127.0 | 2348.0 |
| Promalina 0.06 ppm/200 L | 992 | 683 | 938 | 871.0 | 1814.6 |
| Promalina 0.09 ppm/200 L | 798 | 708 | 831 | 779.0 | 1623.0 |
| Testigo | 817 | 918 | 925 | 886.7 | 1847.2 |

Tabla 28. Altura de planta de frijol

| Tratamiento | Repeti cion I | Repeti cion II | Repeti cion II | Promedio | |
|--------------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------|--------|
| Ryz up 0.05 ppm/200 L | 551 | 823 | 685 | 686.3 | 1429.9 |
| Ryz up 0.075 ppm/200 L | 332 | 367 | 410 | 369.7 | 770.2 |
| Ryz up 0.1ppm/200 L | 223 | 341 | 296 | 286.7 | 597.2 |
| Aminofol 0.1 ppm/200 L | 1418 | 1018 | 1052 | 1162.7 | 2422.2 |
| Aminofol 0.15 ppm/200 L | 1005 | 977 | 865 | 949.0 | 1977.1 |
| Aminofol 0.2 ppm/200 L | 942 | 961 | 916 | 939.7 | 1957.7 |
| Promalina 0.03 ppm/200 L | 1041 | 1104 | 1236 | 1127.0 | 2348.0 |
| Promalina 0.06 ppm/200 L | 992 | 683 | 938 | 871.0 | 1814.6 |
| Promalina 0.09 ppm/200 L | 798 | 708 | 831 | 779.0 | 1623.0 |
| Testigo | 817 | 918 | 925 | 886.7 | 1847.2 |

Tabla 29. Información general y costos de producción de una hectárea de frijol

| INFORMACION REFERENCIAL | | | |
|-------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Cultivo | Frijol | Nivel Tecnológico (B – M – A) | Alto |
| Periodo del cultivo | Transitorio | Nivel de fertilización(N-P-K) | 40 -100 -40 |
| Variedad | Sumac Puka | Tipo de suelo | Franco – arenoso |
| Periodo vegetativo | 120 días | Tipo de Riego | Gravedad, mecanizado |
| Tipo de siembra | Directa | Densidad (N° Plantas /Ha) | 250,000 |
| Región | Cajamarca | Distanciamiento | 0.30 x 0.30 |
| Provincia | San Marcos | Situación Tenecial Terreno | Alquilado |
| Distrito | Pedro Gálvez | Rendimiento (Kg/ha) | 1847 – 2422.2 |
| Centro poblado | Huayobamba | Precio en Chacra S/ Kilo | 6.00 |
| Taza de interés anual | 36% | Elaboración | Bach : José I. Dávila Ramos |

| II | ACTIVIDADES | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | COSTO UNITARIO S/. | COSTO TOTAL. S/. |
|-----|------------------------|------------------|----------|--------------------|------------------|
| A). | COSTOS DIRECTOS | | | | 6,851.25 |

1. PREPARACION DEL TERRENO

| | | | | |
|---------------------|----------|-----|--------|---------------|
| - Limpieza de campo | Jornal | 4 | 35.00 | 140.00 |
| | Hora/máq | 2 | 120.00 | 240.00 |
| - Aradura | Jornal | 3 | 35.00 | 105.00 |
| - Riego machaco | Hora/máq | 1.5 | 100.00 | 150.00 |
| - Gradeo | Hora/máq | 1 | 100.00 | 100.00 |
| - Surcadura | Jornal | 2 | 35.00 | 70.00 |
| - Bordeadura | | | | 805.00 |

2. LABORES CULTURALES.

| | | | | |
|-------------------------|--------|----|--------|----------------|
| - Siembra | Jornal | 10 | 35.00 | 350.00 |
| - Aplicación de abono | Jornal | 4 | 35.00 | 140.00 |
| | Jornal | 4 | 35.00 | 140.00 |
| - Desahije | Jornal | 9 | 35.00 | 315.00 |
| - Deshierbos (3) | Jornal | 9 | 35.00 | 315.00 |
| - Riegos (3) | Jornal | 4 | 35.00 | 140.00 |
| - Control de plagas (2) | jornal | 8 | 350.00 | 280.00 |
| - Cosecha manual | | | | 1680.00 |

3. INSUMOS

| | | | | |
|----------------------|----------------|--------|--------|----------------|
| - Fosfato diamonico | Bolsas (50 kg) | 4.5 | 84.00 | 378.00 |
| - Cloruro de potasio | Bolsas (50 kg) | 1.32 | 68.00 | 88.70 |
| - Semilla | Kg. | 90.00 | 10.00 | 900.00 |
| - Benlate | Litro | 1 | 30.00 | 30.00 |
| - Agua | M ³ | 4843.0 | 0.0032 | 15.40 |
| | | | | 1412.10 |

3. OTROS GASTOS

| | | | | |
|----------------------------|----------------|--------|-------|-----------------|
| - Análisis de suelo | Muestra | 1 | 40.00 | 40.00 |
| - Bolsas de papel | Bolsas | 50 | 0.50 | 25.00 |
| - Alquiler de terreno (Ha) | M ² | 10,000 | 0.2 | 2000.00 |
| | | | | 2065.00 |
| TOTAL | | | | 5,960.40 |

4. GASTOS INDIRECTOS

| | | |
|---|-----------------------|---------------|
| - Imprevistos | 2% de costos directos | 118.00 |
| - Asistencia técnica | 1% de costos directos | 59.45 |
| - Intereses bancarios por el préstamo total | 12% en 4 meses (4) | 713.40 |
| | | 890.85 |

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| RESUMEN | SOLES |
| 1.- GASTOS DIRECTOS | 5,960.40 |
| 2.- GASTOS INDIRECTOS | 890.85 |
| TOTAL COSTOS DE PRODUCCION | 6,851.25 |

Tabla 30. Análisis económico de una hectárea de frijol

| ANALISIS ECONOMICO | | | | | |
|------------------------------------|----------------|--|--|--|--|
| - Precio de venta s/. Kg en chacra | 6.00 | | | | |
| - Producción estimada (kg/ha) | 1847.2 | | | | |
| - Valor bruto de la producción | 11,083.20 | | | | |
| - Costo total de la producción | 6851.25 | | | | |
| - Utilidad neta de la producción | 4231.95 | | | | |

ANALISIS DE RENTABILIDAD DEL CULTIVO (COSTO BENEFICIO)

Análisis de la rentabilidad

1 valoración de la cosecha

- Rendimiento probable por Hectárea (Kg/Ha) 1847.2
- Precio chacra promedio ventas (s/. x kg.) **6.00**
- Valor Bruto de la Producción VBP 11,083.2

2 Análisis de Rentabilidad

- | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------|
| - Gasto Directo | GD= | 5,960.40 |
| - Gasto Indirecto | GI= | 890.85 |
| - Gasto Total de la Producción | GTP= | 6851.25 |
| - Valor Bruto de la Producción | VBP= | 11,083.20 |
| - Utilidad Bruta de la Producción | UB= VBP/GD | 5123.2 |
| - Precio chacra venta unitario (Kg.) | | 6.00 |
| - Costo de producción unitario (Kg.) | | 3.70 |
| - Margen de utilidad Unitario (Kg.) | | 2.30 |
| - Utilidad Neta de la Producción | UN = (VBP/CTP.) | 4231.95 |
| - Índice de Rentabilidad (%) | IR= (VBP-GTP.) * 100 / GTP | |
| 38.1 % | | |

Tabla 31. Análisis costo beneficio de una hectárea de frijol. para cada tratamiento.

| TRATAMIENTO | COSTO DE PRODUCCION(s/) | INGRESO TOTAL(s/) | COSTO - BENEFICIO |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| TESTIGO(sin biestimulante) | 6,851.25 | 11,038.2 | 4,232.2 |
| Aminofol. 0.1ppm/200L agua | 7,205.25 | 14,533.2 | 7,327.95 |
| Aminofol. 0.15ppm/200L agua | 7,277.25 | 11,862.6 | 4,585.35 |
| Aminofol. 0.2ppm/200L agua | 7,341.25 | 11,745.6 | 4,404.35 |
| Promalina 0.03ppm/200L agua | 7,421.25 | 14,087.4 | 6,666.15 |
| Promalina 0.06ppm/200L agua | 7,781.25 | 10,887.6 | 3,106.35 |
| Promalina 0.09ppm/200L agua | 8,141.25 | 9,738.0 | 1,596.75 |
| Ryz up 0.05ppm/200L agua | 7,911.25 | 8579.4 | 668.15 |
| Ryz up 0.075ppm/200L agua | 8333.25 | 4,621.2 | -3,712.05 |
| Ryz up 0.1ppm/200L agua | 8,761.25 | 3,583.2 | -5,177.8 |



Decreto de Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
 "Año del Dogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : **JOSE DAVILA RAMOS**

PROCEDENCIA: San Marcos

Fecha: **03/08/2018**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | H.O % | Al mg/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|------------|---------|--------|-----------|----------------|
| Huayobamba | SU0403-EEBI-18 | 4.77 | 340.0 | 7.2 | 4.20 | --- | 57 | 18 | 25 | F Ar A |

INTERPRETACIÓN

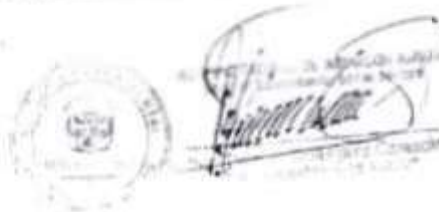
Fosforo (P) : BAJO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **LIGERAMENTE ALCALINO**
 Materia orgánica (M.O) : ALTA
 Clase textural : FRANCO ARCILLO ARENOSO

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: **FRÍJOL**

| NUTRIENTES | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|
| | kg/ha | kg/ha | kg/ha | ton/ha | kg/ha | kg/ha | kg/ha | ton/ha | kg/ha | kg/ha | kg/ha | ton/ha |
| Cantidad | 40 | 100 | 40 | - | | | | | | | | |

Recomendaciones y Observaciones Especiales: **APLICAR 2.00 TON/HA DE ESTIERCOL BIEN DESCOMPUESTO.**



T. 051 076 344386
 www.inia.gob.pe

Trabajando para todos los peruanos

FOLIO:



Figura 1. Trazado de surcos



Figura 7. Siembra del cultivo de frijol.



Figura 8. Plantas del cultivo de frijol en floración



Figura 9. Plantas del cultivo de frijol en llenado de vaina



Figura 10. Evaluación de los tres bioestimulantes.



Figura11. Efecto de ryz up en la morfología de la planta de frijol.



Figura 12. Evualacion de altura en campo del cultivo de frijol

|



Figura 13. Evualacion el numero de vainas en campo del cultivo de frijol



Figura 14. Evaluación durante la cosecha del cultivo de frijol



Figura15. Muestreo en laboratorio.



Figura 16. Evaluación de las vainas.



Figura 17. Cosecha de los surcos centrales



Figura 18. Vista panorámica de las parcelas, las amarillentas corresponden a ryz up



Figura 19. Las plantas de la izquierda corresponden a ryz up y las de la derecha a promalina