

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Aplicación foliar de bioestimulantes en el cultivo de frijol común
(*Phaseolus vulgaris* L. Var. cápsula) y su efecto en el desarrollo
vegetativo y reproductivo, en condiciones edafoclimáticas de
Cayhuayna, 2018

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

TESISTA:

Bach. Priscila Pasco Gonzales

ASESOR:

Ing. Edwin Vidal Jaimes

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres: **Dora y Víctor**, de quienes aprendí el ejemplo de superación que hoy me permiten ser una persona de bien.

A mis hermanos, en especial a **Vanessa**, por su apoyo incondicional, desde el inicio hasta el final de esta travesía, por enseñarme a valorar que lo más importante en este mundo es la familia, y que, mientras estemos unidos, podemos vencer cualquier obstáculo.

A mí siempre recordada “**bobo Nena**”, como solía llamarte mi querida abuelita, por tus sabios consejos e inmenso amor. Sé que desde el cielo estarás orgullosa y celebrando por mí.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a **Dios**, por brindarme salud, y permitirme estar hoy logrando una meta más en mi carrera profesional. Por ser mi fortaleza en mis tiempos de angustia y por qué a pesar de todo, nunca me abandonas.

A mis padres, por su apoyo incondicional a pesar de todas las adversidades, y por darme la oportunidad de estudiar la carrera que elegí desde pequeña, este es el fruto de sus esfuerzos.

A **Wilson Suri**, por el entusiasmo contagioso y el apoyo recibido para concretizar un anhelo personal pendiente.

A mis amigas, **Ruddy y Cintya**, por acogerme en su hogar y hacerme sentir parte de su familia cuando tenía muy lejos a la mía.

Un agradecimiento especial a mi asesor, Ing. **Edwin Vidal Jaimes**, por la orientación y ayuda brindada para la realización de esta investigación, por su apoyo incondicional y sobre todo, su amistad que me permitieron aprender mucho más durante el proceso.

A cada uno de los docentes, de la Carrera Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, por todos sus conocimientos brindados que fueron fundamentales para mi formación profesional.

A todos mis compañeros que de una u otra manera colaboraron en la realización de esta investigación, en particular al “**club de los osos**”.

RESUMEN

En la investigación realizada, el objetivo general fue, determinar el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes en el desarrollo vegetativo y reproductivo, del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. Var. cápsula), en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna, para ello, se realizaron evaluaciones en la dimensión desarrollo vegetativo, con los indicadores altura de planta, cobertura foliar y desarrollo radicular (peso fresco y longitud de la raíz principal); también se evaluó la dimensión desarrollo reproductivo a través de los indicadores número de flores por planta, número de vainas por planta, índice de cuajado, longitud de vainas, número de granos por vaina, longitud de granos, peso de 100 granos y peso del área neta experimental. Se empleó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro repeticiones, en el que se distribuyó los tratamientos que fueron: (T1) Agrostemin 0.15 %; (T2) Ergostim XL 0.025 %; (T3) Rumba 0.25 %, T (4) Giber Plus 0.0625 %, (T5) Strong Power 1.0 % y (T6) Testigo sin bioestimulante. El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el análisis de varianza y la contrastación de los tratamientos, mediante la prueba de significación de Duncan al 95 % y 99 % de confiabilidad. El tratamiento con Giber Plus (T4) mostró alta significación en el desarrollo vegetativo y reproductivo para los indicadores altura de planta, 50.52 cm; tamaño de raíz principal, 38.60 cm; peso de raíces, 8.98 gr; número de flores por planta, 20 unidades; número de vainas por planta, 12.93; tamaño de grano, 16.64 mm y peso de 100 granos, 64.090 gr. El tratamiento con Strong Power (T5) destacó en longitud de vaina, 14.73 cm: número de granos por vaina, 5.30 y peso de grano del área neta experimental (5.24 m²), 1.76 kg.

Palabras clave: Bioestimulantes, desarrollo vegetativo, desarrollo reproductivo.

ABSTRACT

In the research carried out, the general aim was to determine the effect of the foliar application of biostimulants on the vegetative and reproductive development of the common bean crop under edaphoclimatic conditions of Cayhuayna. Therefore, it was performed evaluations in the vegetative development dimension with the indicators height of plant, root development, foliar coverage (fresh weight and length of the main root); also, it was performed an evaluation in the dimension of the reproductive development through the indicators number of flowers per plant, number of pods per plant, index of coagulation, length of pods, number of grains per pod, length of grains, weight of 100 grains and weight of the experimental net area. It was used the randomized complete blocks design (RCBD), with four repetitions, in which the treatments were distributed: (T1) Agrostemin 0.15 %; (T2) Ergostim XL 0.025 %; (T3) Rumba 0.25 %, T (4) Giber Plus 0.0625 %, (T5) Strong Power 1.0 % and (T6) without bioestimulant. The statistical analysis of the results was carried out through of the analysis of variance and the testing of the treatments, through of the Duncan significance test at 95 % and 99 % reliability. The treatment with Giber Plus (T4) showed high significance in the vegetative and reproductive development for the plant height indicators, 50.52 cm; main root size, 38.60 cm; weight of roots, 8.98 gr; number of flowers per plant, 20 units; number of pods per plant, 12.93; grain size, 16.64 mm and weight of 100 grains, 64.090 gr. The treatment with Strong Power (T5) to stood out in pod length, 14.73 cm: number of grains per pod, 5.30 and grain weight of the experimental net area (5.24 m²), 1.76 kg.

Keywords: Biostimulants, vegetative development, reproductive development.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| ÍNDICE DE CUADROS | 8 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 10 |
| I. INTRODUCCIÓN | 11 |
| II. MARCO TEÓRICO | 14 |
| 2.1 Fundamentación teórica | 14 |
| 2.1.1 Cultivo del frijol | 14 |
| 2.1.2 Bioestimulantes | 28 |
| 2.1.3 Clasificación de bioestimulantes | 34 |
| 2.1.4 Bioestimulantes utilizados en la investigación | 37 |
| 2.2 Antecedentes | 42 |
| 2.3 Operacionalización de variables | 47 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 48 |
| 3.1 Tipo y nivel de investigación | 48 |
| 3.2 Lugar de ejecución | 48 |
| 3.2.1 Condiciones agroecológicas | 49 |
| 3.3 Población, muestra y unidad de análisis | 50 |
| 3.4 Tratamiento en estudio y aleatorización | 50 |
| 3.5 Prueba de hipótesis | 51 |
| 3.5.1 Diseño de investigación | 51 |
| 3.5.2 Datos a registrados | 56 |
| 3.5.3 Técnicas e instrumentos de investigación | 58 |
| 3.6 Materiales y equipos | 59 |
| 3.7 Conducción de la investigación | 60 |
| 3.7.1 Preparación del terreno | 60 |
| 3.7.2 Cosecha | 61 |
| IV. RESULTADOS | 63 |
| 4.1 Desarrollo vegetativo al estado de máxima floración | 63 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 4.1.1 | Cobertura foliar | 63 |
| 4.1.2 | Altura de planta | 65 |
| 4.1.3 | Crecimiento radicular | 66 |
| 4.2 | Desarrollo reproductivo | 70 |
| 4.2.1 | Número de flores por planta | 70 |
| 4.2.2 | Número de vainas por planta | 71 |
| 4.2.3 | Índice de cuajado | 73 |
| 4.2.4 | Longitud de vainas | 74 |
| 4.2.5 | Número de granos por vaina | 76 |
| 4.2.6 | Tamaño de grano | 78 |
| 4.2.7 | Peso de 100 granos | 79 |
| 4.2.8 | Peso de granos del área neta experimental | 81 |
| 4.2.9 | Rendimientos por hectárea | 83 |
| V. | DISCUSIÓN | 84 |
| 5.1 | Desarrollo vegetativo | 84 |
| 5.2 | Desarrollo reproductivo | 85 |
| VI. | CONCLUSIONES | 90 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 91 |
| VIII. | LITERATURA CONSULTADA | 92 |
| | ANEXOS | 97 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Cuadro 1. | Valor nutricional del frijol común | 16 |
| Cuadro 2. | Etapas fenológicas del desarrollo del frijol | 19 |
| Cuadro 3. | Producción nacional histórica del frijol | 27 |
| Cuadro 4. | Rendimiento del frijol por regiones | 28 |
| Cuadro 5. | Variables e indicadores | 47 |
| Cuadro 6. | Análisis físicos químicos del suelo | 49 |
| Cuadro 7. | Factor y tratamiento en estudio | 50 |
| Cuadro 8. | Aleatorización de tratamientos | 51 |
| Cuadro 9. | Esquema de análisis de varianza | 52 |
| Cuadro 10. | Análisis de varianza para cobertura foliar | 63 |
| Cuadro 11. | Prueba de significación estadística de Duncan para cobertura foliar | 64 |
| Cuadro 12. | Análisis de varianza para altura de planta | 65 |
| Cuadro 13. | Prueba de significación estadística de Duncan para altura de planta | 65 |
| Cuadro 14. | Análisis de varianza para longitud de raíz | 66 |
| Cuadro 15. | Prueba de significación estadística de Duncan para longitud de raíz | 67 |
| Cuadro 16. | Análisis de varianza para peso de raíz | 68 |
| Cuadro 17. | Prueba de significación estadística de Duncan para peso de raíz | 69 |
| Cuadro 18. | Análisis de varianza para número de flores por planta | 70 |
| Cuadro 19. | Prueba de significación estadística de Duncan para número de flores por planta | 70 |
| Cuadro 20. | Análisis de varianza para número de vainas por planta | 71 |
| Cuadro 21. | Prueba de significación estadística de Duncan para número de vainas por planta | 72 |

| | | |
|-----------------------------|--|----|
| Cuadro 22. | Análisis de varianza para índice de cuajado de frutos | 73 |
| Cuadro 23. | Prueba de significación estadística de Duncan para Índice de cuajado de frutos | 73 |
| Cuadro 24. | Análisis de varianza para longitud de vainas | 74 |
| Cuadro 25. | Prueba de significación estadística de Duncan para longitud de vainas | 75 |
| Cuadro 26. | Análisis de varianza para número de granos por vainas | 76 |
| Cuadro 27. | Prueba de significación estadística de Duncan para número de granos por vainas | 77 |
| Cuadro 28. | Análisis de varianza para tamaño de grano | 78 |
| Cuadro 29. | Prueba de significación estadística de Duncan para tamaño de grano | 78 |
| Cuadro 30. | Análisis de varianza para peso de 100 granos | 79 |
| Cuadro 31. | Prueba de significación estadística de Duncan para peso de 100 granos | 80 |
| Cuadro 32. | Análisis de varianza para peso del área neta experimental | 81 |
| Cuadro 33. | Prueba de significación estadística de Duncan para peso del área neta experimental expresado en kilos | 82 |
| Cuadro 34. | Estimado de rendimiento por hectárea en kilogramos en base al peso del área neta experimental | 83 |
| Cuadros del 35 al 46 | Datos promedios por tratamiento y repetición de los indicadores evaluados | 98 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura1. Croquis del campo experimental | 54 |
| Figura2. Croquis de la unidad experimental | 55 |
| Figura3. Representación gráfica del promedio de cobertura foliar | 64 |
| Figura4. Representación gráfica del promedio de altura de planta | 66 |
| Figura5. Representación gráfica del promedio de la longitud de raíz | 68 |
| Figura6. Representación gráfica del peso promedio de la raíz | 69 |
| Figura7. Representación gráfica del promedio del número de flores por planta | 71 |
| Figura8. Representación gráfica del promedio del número de vainas por planta | 72 |
| Figura9. Representación gráfica del promedio del índice de cuajado de fruto | 74 |
| Figura10. Representación gráfica del promedio de longitud de vainas | 76 |
| Figura11. Representación gráfica del promedio número de granos por vaina | 77 |
| Figura12. Representación gráfica del promedio de tamaño de grano | 79 |
| Figura13. Representación gráfica del promedio peso de 100 granos | 81 |
| Figura14. Representación gráfica del peso promedio de granos del área neta experimental | 82 |
| Figura15. Representación gráfica del rendimiento en granos por hectárea | 83 |
| Figuras del 16 al 37 Panel fotográfico de la conducción del trabajo de campo | 101 |

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) es la leguminosa de grano más importante en el mundo, nativa de América representa el 87 % de las leguminosas consumidas a nivel global, su importancia resalta en el Perú y Latinoamérica donde tiene la más alta producción y consumo gracias a que reúne buenas cualidades agronómicas (precocidad, buen potencial de rendimiento, buena adaptación para valles interandinos cálidos , mejorador de suelos y como producto básico en la dieta alimenticia por su alto valor nutricional 22-28 % proteínas, 59-60% de carbohidratos, vitaminas y elementos minerales esenciales (Camarena et al, 2009).

El frijol es una de las especies más cultivadas en el Perú debido a que en la mayoría de variedades comerciales, su periodo vegetativo es relativamente corto. En la actualidad representa el 33% de la producción, siendo las regiones de Cajamarca, Huánuco y Arequipa las mayores productoras a nivel nacional (Minagri, 2017).

Una serie de limitaciones derivadas del escaso uso de tecnologías adecuadas, trae como resultado que no se explote al máximo el potencial genético de rendimiento del frijol. Actualmente en el mercado nacional se comercializan varios tipos de bioestimulantes, estos productos permiten estimular los diversos órganos vegetativos y reproductores que intervienen en el proceso productivo de la planta, potenciándolo y haciendo más eficiente sus rendimientos.

Sin embargo, por falta de conocimiento técnico del manejo adecuado y aplicación del producto en la etapa fenológica oportuna, resulta en que los agricultores realicen aplicaciones en dosis inadecuadas en cualquier etapa del desarrollo del cultivo, no obteniendo los resultados esperados, es así que solo

incrementan el costo de producción, siendo ello perjudicial para su economía, debido a que no obtienen los rendimientos esperados.

La importancia de la investigación planteada radica en el sentido de que se pretende establecer opciones encaminadas al incremento del rendimiento de esta especie que, por su calidad nutritiva debe propiciarse un mayor consumo en base a una mayor producción mediante la aplicación de bioestimulantes en diferentes etapas de desarrollo vegetativo y reproductivo; y así contribuir con el bienestar del agricultor, aumentando su ingreso económico, en consecuencia, mejorando su calidad de vida.

En base a los resultados que obtenidos se generará la tecnología adecuada que garantice la opción anteriormente planteada, y se obtendrá información para posteriores investigaciones en este cultivo, cumpliendo así con uno de los fines de la investigación científica.

Por la problemática expuesta; la investigación se ha planteado pretendiendo lograr los siguientes objetivos:

General

Determinar el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes en el desarrollo vegetativo y reproductivo, del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. Var. cápsula), en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna.

Específicos

- a) Evaluar el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes en el desarrollo vegetativo del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. Var. cápsula).

- b)** Evaluar el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes en el desarrollo reproductivo del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.var. Cápsula).
- c)** Relacionar el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes entre el desarrollo vegetativo con el reproductivo, en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. Var. cápsula).

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 Cultivo del Frijol

a) Origen y distribución

Valladolid (1993), lo describe como una planta anual herbácea que es cultivada desde los trópicos hasta las zonas más templadas. Es la especie más importante del género *Phaseolus*, originario de América central y del sur, las formas silvestres que dieron origen a las cultivadas conocidas hoy en día se encuentran ampliamente distribuidas desde México hasta el noroeste de Argentina.

Debouck (1991), detalla que esta especie ha sido cultivada desde hace 8 000 años y que su origen basados en argumentos botánicos, ecológicos, arqueológicos, morfológicos y actualmente bioquímicos, presenta tres centros de diversificación primaria: centro mesoamericano (eje volcánico en México), centro norandino (cordillera oriental en Colombia) y centro sur andino (valles interandinos en el Perú).

Según Camarena et al. (2009), sostienen que en el Perú se han encontrado restos con una antigüedad de 2 000 años A.C. en Huaca Prieta y frijoles completamente domesticados en el valle de Nazca con 2 500 años A.C. La diseminación a otras partes del mundo fue después de la conquista de América.

Ulloa et al (2011), indican que el frijol es considerado como uno de los cultivos más antiguos. Algunos de los hallazgos arqueológicos en México y Sudamérica indican que se conocía desde hace 5 000 años antes de Cristo, y se encuentra distribuido en los cinco continentes.

b) Taxonomía

Valladares (2010), reporta que la clasificación taxonómica del frijol común es la siguiente:

Reino: Plantae

Subreino: Embriobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Leguminosa

Género: Phaseolus

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

Nombre común: Frijol

c) Importancia y valor nutricional del frijol

Ulloa et al (2011), sostienen que el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa cultivada más importante del mundo y fuente vital de nutrición. Asimismo, La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2012) reporta que la mitad de la producción mundial de frijol común se produce en los países de bajos ingresos, con déficit de alimentos. La otra mitad se produce en EE. UU, Asimismo, menciona que el valor del cultivo de frijol supera al de todas las leguminosas cultivadas como el garbanzo, lentejas y arvejas, dando así una idea de su futuro potencial económico, que para el año 2050 se prevé el aumento en un 30 % los rendimientos a nivel mundial, para lograr satisfacer la demanda de la población que para entonces habrá crecido inmensamente.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017), señala que el frijol es una fuente importante de carbohidratos, pues representa entre el 50 al 60 % de su peso seco. También es muy valorada por su alto contenido nutritivo por ser ricas en proteínas, principio nutritivo fundamental para el ser humano.

Indica también que, al conjunto de las diversas especies de leguminosas, en el Perú, también se conoce como menestras, aun cuando también por el tipo de fruto que presentan se le denomina legumbre, pero cualquiera fuese su denominación, tienen tal poder nutritivo que pueden ayudar a combatir el hambre y la desnutrición a un bajo costo.

d) Valor Nutritivo

Pérez citado por Solórzano (2014), destaca que las propiedades nutritivas que posee el frijol, se debe fundamentalmente a su alto contenido en proteínas y en menor medida en carbohidratos. Las leguminosas producen metabolitos primarios y secundarios y otros fitoquímicos tales como: nutracéuticos, farmacéuticos. Del mismo modo, FAO (2012), ha determinado que el frijol no solo suministra proteínas y carbohidratos, sino también cantidades importantes de vitaminas y minerales.

Según AREX (Asociación Regional de Exportadores de Lambayeque, 2009), la composición química porcentual del frijol es la siguiente:

Cuadro 1. Valor nutricional del frijol común

| Composición por 100 gr | Valores |
|-------------------------------|----------------|
| Energía (Kcal) | 339.00 |
| Agua (g) | 11.72 |
| Proteína (g) | 21.90 |
| Grasa (g) | 2.10 |
| Carbohidratos (g) | 60.20 |
| Fibra (g) | 2.90 |
| Ceniza (g) | 4.20 |
| Calcio (mg) | 138.00 |
| Fósforo (mg) | 351.00 |
| Hierro (mg) | 6.60 |
| Tiamina | 0.16 |
| Rivoflamina | 0.01 |
| Niacina | 1.50 |
| Ácido ascórbico reducido | 6.30 |

Fuente: AREX

e) Características Morfológicas

Camarena et al (2009), describen al frijol variedad cápsula como una planta de hábito de crecimiento arbustivo determinado (Tipo I), con una altura promedio de 50 cm. La floración se presenta a los 35 días después de la siembra y la madurez de cosecha a los 100 días después de la siembra, las flores son blancas, las vainas ligeramente curvas, se distribuyen uniformemente en la planta y presentan 5 semillas en promedio, asimismo, el tamaño del grano es grande, con un peso de 100 semillas de 55 gr; su forma es ovoide y de color blanco o semiblanco.

CIAT (1981), indica que el frijol es una planta herbácea anual, con sistema radicular fasciculada, fibrosa, con presencia de raíz principal bien diferenciada, presencia de cofia y nódulos, tallo herbáceo erecto, semipostrado o postrado, cilíndrico o angular, de 1 a 2 m de altura; formado por una sucesión de nudos y entrenudos, las hojas primarias, son simples, opuestas, unifoliadas. Las hojas verdaderas compuestas, trifoliadas, alternas; peciolo de 4 a 9 cm de largo y raquis acanalado, con inflorescencias axilares o terminales con racimos de 1 a 3 flores, pedúnculo de 0,5 cm de largo, el fruto es una legumbre, de vainas glabras o con pelos muy pequeños.

El CIAT citado por Camarena et al. (2009), describe las siguientes características morfológicas del cultivo: “el tallo principal de la planta del frijol, puede ser identificado como el eje principal sobre el cual están insertados las hojas principales y los diversos complejos axilares, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos”. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas y los botones florales. La flor, es papilionácea, de simetría bilateral y con las siguientes características: pedicelo glabro o subglabro, en su base una pequeña bráctea no persistente, unilateral, es decir, la bráctea es pedicular. El cáliz es gamosépalo,

campanulado, con cinco dientes triangulares dispuestos como labios en dos grupos. La corola es pentámera, papilionácea y con tres pétalos no soldados.

La vaina es lineal, más o menos comprimida, típica legumbre, cuya placenta se abre (dehiscente) en la madurez. El largo del fruto es una vaina con dos valvas, de las cuales provienen del ovario comprimido. Dos suturas aparecen en la unión de las dos valvas, una es la sutura dorsal, llamada placentar; la otra, se denomina sutura ventral. Los óvulos que son las futuras semillas, alternan en la sutura placentar; en consecuencia, las semillas también alternan en las dos valvas. Estas dos suturas son muy importantes en la dehiscencia.

f) Hábitos de crecimiento del cultivo de frijol

CIAT (1986), señala que el hábito de crecimiento es la presentación de la planta en el espacio como consecuencia de su crecimiento, menciona también que el comportamiento agronómico está íntimamente relacionado con el hábito de crecimiento de los cultivares.

Camarena et al (2009) detallan los siguientes hábitos de crecimiento que presenta el frijol:

Tipo I. Determinado erecto o arbustivo. El tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada y entonces el crecimiento se detiene, alcanzando una altura entre 30 y 50 cm.

Tipo II. Indeterminado erecto o arbustivo. Plantas con tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque terminan en una guía corta (pocas ramas cortas) sin guías y terminan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III. Indeterminado postrado, semitrepadora. Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada, existen dos subdivisiones: tipo IIIa, son plantas totalmente postradas, mientras que el tipo IIIb, tiene el tallo y las ramas con aptitud trepadora, aunque no muy desarrollados.

Tipo IV. Indeterminado fuertemente trepadores. Plantas típicas trepadoras, tallo con 20 a 30 nudos, alcanzando una altura mayor a los 2 metros. Etapa de floración larga y madurez de vainas asincrónica. También existen dos subdivisiones, IVa cuando las vainas se distribuyen uniformemente a lo largo de la planta y IVb, si las vainas se concentran en la parte superior de las plantas.

g) Etapas de desarrollo del cultivo de frijol

Según CIAT (1986), menciona que las etapas de desarrollo del cultivo del frijol son diez, cinco de desarrollo vegetativo que se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar, y termina cuando aparecen los primeros botones florales. En esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción. El desarrollo reproductivo, también presentan 5 etapas que se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha. a continuación, se detallan las fases, etapas y códigos de identificación de cada una de ellas.

Cuadro 2. Etapas fenológicas del desarrollo del frijol

| Fase | Etapas | Código |
|--------------|-------------------------|--------|
| Vegetativa | Germinación | V0 |
| | Emergencia | V1 |
| | Hojas primarias | V2 |
| | Primera hoja trifoliada | V3 |
| | Tercera hoja trifoliada | V4 |
| Reproductiva | Prefloración | R5 |
| | Floración | R6 |
| | Formación de vainas | R7 |
| | Llenado de vainas | R8 |
| | Maduración | R9 |

Fuente: CIAT.

Elaboración propia

h) Condiciones climáticas del cultivo

1. Temperatura

Espinoza (2009), reporta que el frijol por ser una planta anual herbácea que se desarrolla desde el trópico hasta la zona templada, tiene un rango amplio de adaptación a las temperaturas según las variedades.

Valladolid (1993), informa que la temperatura óptima para el desarrollo del cultivo del frijol cápsula está entre 18 a 21°C, aunque se puede extender hasta los 26°C en climas cálidos.

Chiappe (1981), menciona que la temperatura mínima que puede soportar el cultivo para el desarrollo normal está relacionado a las diferentes etapas del periodo vegetativo, así se tiene para la germinación, de 8 a 12 °C para la floración, de 15 a 18°C y para la maduración y desarrollo de vainas de 18 a 20 °C.

2. Humedad del suelo

Espinoza (1990), indica que el frijol no tolera exceso, ni deficiencia de humedad, los excesos producen encharcamiento del terreno y, por ende, producen el marchitamiento de las plantas. Menciona también que es una planta sensible al anegamiento, cuyas raíces experimentan estrés por falta de oxígeno que se traduce en una disminución de la tasa fotosintética.

Camarena et al (2009), mencionan que las plantas de frijol necesitan extraer considerables cantidades de agua del suelo para su funcionamiento normal, por lo que la sequía o escasez de agua tiene un efecto marcado en las plantas. La sequía acelera la maduración de las plantas.

Espinoza (2009), manifiesta que la humedad del suelo debe distribuirse muy bien durante las diferentes fases del periodo vegetativo, sobre todo durante la floración y fructificación; es decir en el desarrollo final del cultivo del frijol ya que, a mayor frecuencia de riego, mayor es el número de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 gramos, y el rendimiento, Asimismo,

Chiappe (1981), menciona que la humedad del suelo debe ser distribuida uniformemente durante las diferentes fases del periodo vegetativo principalmente en la floración y fructificación, La situación ideal para el crecimiento de la planta y la fijación de nitrógeno es de 70% de la capacidad de campo del suelo.

3. Luminosidad

White (1999), informa que la luz es un factor importante en la fotosíntesis, morfología y fenología de la plantación. También juega un papel importante en la regulación del desarrollo de la planta, principalmente por medio de efectos de fotoperiodo, siendo el frijol una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demoras en la floración y madurez. Sostiene también que, existe variabilidad genética para sensibilidad a fotoperiodo, en general se puede decir que cada hora más de luz en el día puede retardar la maduración de 2 a 6 días.

López citado por Trujillo (1992) resume que, en el caso de las leguminosas, la mayor parte de la luz es captada por las hojas periféricas, el 40 a 50 % de las hojas superiores interceptan el 90 % de la luz. El rendimiento de la planta es consecuencia de su capacidad fotosintética, lo cual tiene una alta correlación el área foliar.

Camarena et al (2009), resaltan que el frijol es una planta de fotoperiodo de días cortos, por que tienden a acelerar el desarrollo reproductivo, necesitan para su normal desarrollo alrededor de 12 h de luz al día para poder completar su ciclo de vida en 100 a 130 días.

i) Suelo

Espinoza (2009), manifiesta que el cultivo de frijol opta por suelos de textura franca, limosa o franco limoso, aireados y con buen drenaje, aunque tolera bien suelos francos arcillosos, en cuanto a las condiciones físicas del

suelo no es exigente, no obstante, produce bien en terrenos sueltos, profundos y aireados.

López citado por Trujillo (1992), indica que el pH óptimo para que el cultivo tenga un buen desarrollo, debe estar entre 5.5 – 7.0. El frijol es altamente sensible a la salinidad del suelo y del agua, no tolera condiciones de alcalinidad es por ello que se debe evitar sembrar en suelos con un pH mayor a 8.

Pinchinat citado por Nina (2016), menciona que el cultivo de frijol requiere de suelos bien regados, drenados y fértiles, de textura franco arenoso, franco limoso y franco arcilloso.

Problemas fitosanitarios

1. Plagas

Espinoza (2009), indica que el cultivo del frijol es atacado por muchos insectos y ácaros, los daños que pueden sufrir son desde la siembra hasta después de la cosecha. La magnitud del daño depende de las condiciones ambientales, época de siembra, cultivares utilizados, y sobre, toda la geografía donde se desarrolla el cultivo.

CIAT (1986), señala que las plagas más importantes que afectan al cultivo de frijol son: Gusanos cortadores (*Agrotis ypsilon*, *Feltia experta*, *Spodoptera frugiperda*), Gusano picador o barrenador del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*), barrenador de vainas (*Cydia favibora* *Epinotia aporema*), barrenador de brotes (*Crosidosema aporema*).

Camarena et al (2009) mencionan que los gusanos de tierra causan daño en estado larval, cortando las plantas tiernas a la altura del cuello de la raíz del cultivo, y que para su control se debe realizar una buena preparación del terreno, evitar sembrar en terrenos anteriormente sembrados con cultivos altamente infestados, eliminación temprana de malezas y control químico con productos específicos para cada tipo de plaga.

2. Enfermedades

Espinoza (2009), señala que las enfermedades que atacan al cultivo de frijol son de origen principalmente, bacterial, viral, fungoso y por nematodos; muchos patógenos infectan a la planta debido a la poca distancia de siembra, continuidad del cultivo y a las diversas condiciones ambientales favorables.

Camarena et al (2009), reportan que las enfermedades más importantes que se presentan en el cultivo de frijol cápsula son las siguientes: antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), los signos y síntomas del patógeno aparecen inicialmente en el envés de las hojas y las lesiones son de un color que varía desde rojo hasta negro, se localizan a lo largo de las venas y venillas de las hojas. Prevalece en las zonas alto andinas superiores a 1 000 m y su desarrollo es favorecido por temperaturas bajas (14-18 °C), las medidas de control incluyen rotación de cosechas, uso de semilla desinfectada. La roya (*Uromices appendiculatus*), presenta síntomas principalmente en las hojas, también puede presentar en vainas, tallos y ramas, los signos son manchas amarillas que se tornan rojo-anaranjado, se controla mediante la eliminación de rastrojos, rotación de cultivos. Chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani*), en las plantas se observan lesiones hundidas a nivel del cuello de la planta de color marrón, en forma de chancros (estrangulamientos) las condiciones favorables para el hongo son humedad y frío.

j) Función de los macronutrientes

✓ Nitrógeno

Buckman y Brady (1965), indican que el nitrógeno es el elemento que tiende a dar mayores y más rápidos resultados, ya que favorecen enormemente el crecimiento y desarrollo de planta, aumenta el porcentaje de proteína en los granos dándole mayor tamaño y también el color verde a las hojas. El nitrógeno

es el elemento que regula la absorción del fósforo, potasio y otros elementos menores.

Chiappe (1981), manifiesta que el nitrógeno es uno de los elementos claves en la producción agrícola mundial, cada año entre 150 y 200 millones de toneladas de N son requeridos por las plantas. Generalmente solo el 40 – 50 % de los fertilizantes nitrogenados es utilizado por el cultivo. Asimismo; indica que las leguminosas de grano se pueden considerar plantas poco exigentes en nitrógeno, no requieren grandes cantidades por la capacidad que tienen de convivir en simbiosis con bacterias nitrificantes.

✓ **Fósforo**

Buckman y Brady (1965), señalan que el fósforo es otro de los elementos importantes y decisivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas, además es ampliamente conocida la necesidad del fósforo para retener el nitrógeno. Su intervención es vital en la fisiología de la planta, ya que favorece la división celular, crecimiento y formación de la misma, interviene en la floración, fructificación y formación de semillas, influye en la maduración de las cosechas, desarrollo de las raíces, robustece y da mayor resistencia contra las enfermedades.

Camarena et al (2002), al referirse sobre la aplicación del fósforo indica en términos generales que el cultivo del frijol responde favorablemente, debiendo existir este elemento en cantidades disponibles de 40 kg/ha o más para una buena cosecha.

✓ **Potasio**

Buckman y Brady (1965), sostienen que el potasio es el tercer elemento en importancia en la fisiología de las plantas, es el que le da cierta rigidez y fuerza en el crecimiento. Además de darle mayor resistencia a ciertas enfermedades, favorece el sistema radicular y contrarresta los efectos nocivos del nitrógeno, este elemento es esencial para la síntesis de almidones e

hidrólisis de azúcares, intervienen en el desarrollo de la clorofila y es importante en el desarrollo y formación de los granos.

k) Manejo agronómico del cultivo de frijol

✓ Preparación de terreno

López citado por Pari (2012), indica que se debe realizar un barbecho de 25 a 30 centímetros de profundidad, poco después de finalizar la cosecha anterior. La nivelación es una práctica necesaria para evitar encharcamiento y favorecer el crecimiento uniforme de las plántulas.

Valladolid (1993), señala que para la siembra de frijol en monocultivo se requiere preparar el suelo con pase de arado a una profundidad de 20 a 30 cm, de tal manera que esta actividad permita incorporar residuos de la cosecha anterior y eliminar malezas que pudieran estar presentes en esos momentos.

✓ Siembra

Valladolid (1993), recomienda que previo a la siembra se debe tratar la semilla con desinfectante, especialmente si proviene de lotes que han sido afectados por enfermedades transmitidas por semilla como antracnosis, bacteriosis o mancha angular. Si no se conoce la calidad de la semilla, o ésta ha estado almacenada por mucho tiempo, hacer una prueba de germinación 2 a 3 semanas previa a la siembra.

López citado Solórzano (2014), indica que la forma de siembra depende de la topografía y/o relieve del predio, en terrenos planos puede sembrarse en forma mecanizada, mientras que en terrenos con pendiente la siembra se realiza de forma manual o con tracción animal.

Camarena et al (2009), manifiestan que el distanciamiento de siembra entre surcos es de 50 cm y entre golpes 40 cm. Colocando dos o tres semillas por golpe.

✓ Fertilización

Camarena et al (2009), recomiendan la fertilización en frijol empleando la fórmula 60- 60- 100 por hectárea, la cual se puede obtener a través de 130 kilogramos de úrea, 130 de superfosfato de calcio y triple y 100 kilogramos de cloruro de potasio.

López citado por Solórzano (2014), indica que una fertilización adecuada al cultivo del frijol, proporciona los nutrientes necesarios para una buena producción y su desarrollo. Se recomienda realizar un análisis de suelo, previo a la utilización de cualquier fertilizante, para así poder determinar el tipo y cantidad de fertilizante que requiere el cultivo. También señala que, para zonas de valles y laderas, la fórmula recomendada en términos generales es de 18 - 46 - 0, aplicado al momento de la siembra. Es común también realizar de 1 a 2 aplicaciones foliares con elementos mayores (N-P-K), acompañados de menores como calcio, magnesio, azufre y Boro.

j) Producción

FAO (2012), reporta que la región productora de frijol más importante del mundo es América Latina, contribuyendo aproximadamente con el 35 % de la producción. Brasil y México son los mayores productores, con un 80 % del total regional. mientras que los países del grupo andino aportan al total de la producción sólo un 5 %.

MINAGRI (2017), señala que en la producción de frijol grano seco, las regiones que registran un mayor ritmo de crecimiento fueron Huancavelica (15.2 %), Huánuco (6.7 %), Junín (5.4 %) y Piura (4.9 %), debido principalmente al incremento de áreas cosechadas. Es importante destacar que, en el 2015, este cultivo ocupó el octavo lugar dentro del ranking de cultivos transitorios, según su superficie cosechada. No obstante, el valor de producción de esta legumbre, a precios del 2007, alcanzó la suma de S/ 179 millones, que representó cerca del 1.0 % del valor bruto de la producción Agrícola.

La principal región productora en el 2015 fue Cajamarca, con 14.5 % del total de la producción nacional. Luego se ubicaron Piura (8,9 %), Loreto (7.8 %), Huánuco (7.5 %), Amazonas (6.8 %) Apurímac (6.1 %) y Huancavelica (6.0 %). La mayor productividad se logró en las regiones de Moquegua y Lima, donde se obtuvo más de 2,4 t/ha. No obstante, en las regiones de mayor producción los rendimientos oscilaron entre 0,7 t/ha en Cajamarca y 1,5 t/ha en Apurímac, de allí que el promedio nacional solo llegó a 1,2 t/ha.

Cuadro 3. Producción nacional histórica de frijol grano seco en el período enero - junio (2000-2018) en miles de toneladas

| AÑOS | TONELADAS |
|-------------|------------------|
| 2000 | 29.534 |
| 2001 | 23.177 |
| 2002 | 26.602 |
| 2003 | 29.014 |
| 2004 | 25.496 |
| 2005 | 29.823 |
| 2006 | 36.390 |
| 2007 | 35.531 |
| 2008 | 38.249 |
| 2009 | 45.838 |
| 2010 | 40.177 |
| 2011 | 36.286 |
| 2012 | 41.762 |
| 2013 | 44.932 |
| 2014 | 42.326 |
| 2015 | 43.224 |
| 2016 | 39.787 |
| 2017 | 35.279 |
| 2018 | 38.135 |

Fuente MINAGRI Elaboración propia

Cuadro N°4 Rendimiento de frijol por regiones, período enero-junio 2017-2018 en Kilogramos / Ha

| Región | Años | Frijol grano seco |
|--------------------|--------|-------------------|
| Nacional | 2017p/ | 1,198 |
| | 2018p/ | 1,189 |
| Arequipa | 2017 | 3,322 |
| | 2018 | 3,377 |
| Lima Metropolitana | 2017 | 3,023 |
| | 2018 | 2,911 |
| Huancavelica | 2018 | 2,911 |
| | 2017 | 1,861 |
| Apurímac | 2017 | 1,808 |
| | 2018 | 1,994 |
| Cusco | 2017 | 1,696 |
| | 2018 | 1,694 |
| La Libertad | 2017 | 1,439 |
| | 2018 | 1,413 |
| Lambayeque | 2017 | 1,241 |
| | 2018 | 772 |
| Huánuco | 2017 | 1,214 |
| | 2018 | 1,285 |
| Piura | 2017 | 876 |
| | 2018 | 842 |
| Amazonas | 2017 | 676 |
| | 2018 | 708 |

Fuente MINAGRI

Elaboración propia

2.1.2 Bioestimulantes

García (2017), al referirse a las propiedades de los bioestimulantes sostiene: "que es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia". Por extensión, también se considera como un bioestimulante vegetal a los productos comerciales que contienen mezclas".

Nitsch citado por Nina (2016), manifiesta que los bioestimulantes son mezclas de dos o más reguladores vegetales con otras sustancias que pueden ser (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, algas etc.) dando poder a estos compuestos químicos para actuar interviniendo en la división celular, diferenciación y elongación de las células o modificar procesos fisiológicos de las plantas. Los bioestimulantes pueden incluir fitohormonas, tales como: auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido absólico, entre otros.

Lúcar (1994), define que los bioestimulantes son aminoácidos y compuestos orgánicos obtenidos por hidrólisis enzimática, que tienen la propiedad de intensificar la actividad de las enzimas, quienes influyen en la regulación del equilibrio bioquímico, aumentando de esta manera los procesos metabólicos y activando la síntesis natural de hormonas, por lo tanto, siendo útiles para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Lira (1994), reporta que cuando se aplica foliarmente los aminoácidos contenidos en los bioestimulantes éstos ingresan por la cutícula, llegan a los haces conductores y se distribuyen por toda la planta, principalmente en las zonas meristemáticas, formando así parte de la batería enzimática metabólica intracelular. Menciona también que, permite la formación y el bloqueo del ARN mensajero, como parte de la regulación enzimática de la actividad génica, ya que las enzimas son proteínas formadas por aminoácidos, que por efectos alostéricos (regulación de una enzima por unión con otra molécula), producen inhibición y activación del producto final, en este caso por los L aminoácidos, quienes pasan al citoplasma a favor de una Glutamil-transferasa.

Reguladores de crecimiento

Vejarano citado por Trujillo (1992), describe que son compuestos orgánicos u hormonas que actúan directamente sobre el desarrollo del vegetal, bien sea acelerando o retardándolo.

Red Agrícola, (2017) define a los reguladores de crecimiento como compuestos sintéticos, que replican la acción de las hormonas vegetales, debido que para extraer los compuestos originales resulta muy complicado porque se encuentran en muy bajas concentraciones en las plantas.

a) Auxinas

Lira (1994), señala que es un término genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la elongación o alargamiento de las células meristemáticas (brotes), se asemejan al IAA (ácido indolil-3-acético) por los efectos fisiológicos que provocan en las células vegetales. Por lo general, esos compuestos son ácidos de núcleo cíclico insaturados o derivados de éstos.

Alegría (2016) establece que, el efecto fisiológico principal que originan las auxinas en las plantas es el de la elongación celular. Esta respuesta hormonal se inicia muy rápido, alrededor de 10 minutos de aumentar la concentración de auxinas y se traduce en un aumento de 5 a 10 veces en la tasa de crecimiento. La ampliación de la célula se debe a dos procesos que están relacionados entre sí; la absorción osmótica de agua, conducida por un gradiente de potencial hídrico a través de la membrana plasmática y por la extensión de la pared celular existente, impulsado por la turgencia generada por estrés dentro de la pared.

Villalobos citado por Pari (2012) señala que los efectos fisiológicos producidos por las auxinas se resumen de la siguiente manera:

- Estimula el enraizamiento en esquejes de tallo y el desarrollo de raíces.
- Estimula la elongación celular, y la división celular en el cambium.
- Estimula la diferenciación del floema y del xilema.

- Estimulan el crecimiento de los tallos y los coleóptilos.
- Regulan el fototropismo, el gravitropismo y el tigmotropismo.
- Provocan la elongación celular mediante el incremento de la extensibilidad de la pared celular.
- Inhibe el desarrollo de las yemas laterales (dominancia apical).
- Retrasa la senescencia de las hojas.
- Inducen el desarrollo floral, semillas y frutos
- Puede inhibir o promover la abscisión de hojas y frutos.
- Retrasa la maduración de los frutos.

Lira (1994), informa que el transporte de las auxinas se realiza en dos principales vías de: las de corta y larga distancia. El movimiento de las auxinas en las vías de corta distancia es de célula a célula, ocurre en el parénquima y los tejidos vivos no vasculares de la corteza. Y en las vías de larga distancia se realiza en los tejidos vasculares, desde el meristemo apical de la planta hasta el ápice de la raíz, a este movimiento se le conoce como basípeto.

Salisbury et al (1994), refieren que las auxinas pueden ser transportadas por el floema de forma apolar. El AIA se sintetiza principalmente en el ápice de las yemas, y se transporta polarmente hacia la raíz a través de las células parenquimáticas asociadas al tejido vascular. Una vez llegada al tejido receptor, el transporte de las auxinas es a través de las células de forma polar, activa y unidireccional con el consiguiente consumo energético.

b) Citoquininas

Salisbury et al (1994), explican que son sustancias que favorecen el crecimiento de las plantas al promover la división celular, se sintetizan en particular en las puntas de las raíces y se transfieren hacia el follaje; tienen un efecto sinérgico en este sentido con las auxinas. Por esta razón, una forma de evaluar un efecto de la citoquinina es mediante el estudio del incremento en peso seco.

Lira (1994), manifiesta que en cuanto al transporte de citoquininas, estas se sintetizan en los meristemas apicales, y el movimiento desde las raíces hacia el tallo es mediante el xilema, junto con el agua y los minerales incorporados.

Alegría (2016), afirma que el efecto principal de las citoquininas en las plantas es la regulación de la división celular. Indican que las células eucariotas realizan el ciclo celular con el principal propósito de replicar la información contenida en el ADN de la célula y segregarlo en los núcleos de las dos nuevas células hijas; el ADN se replica en la fase S del ciclo celular mientras que la célula se divide en la fase M, existiendo además dos etapas de intervalo de crecimiento (etapas gap) donde se controla la terminación exacta y completa de la fase anterior.

Nitsch citado por Nina (2016), menciona que los principales efectos producidos por las citoquininas varían dependiendo del tipo y de la especie vegetal, así pueden:

- Estimular la división celular durante la fecundación.
- Inducir la división celular.
- Inducir la formación de órganos (morfogénesis) en cultivo de tejidos.
- Promover el desarrollo de cloroplastos por inducción de síntesis de sus componentes de forma sinérgica con la luz
- Activar el desarrollo de las yemas laterales, y la expansión foliar debido al alargamiento celular.
- Mejorar la floración.
- Estimular la movilización de nutrientes y la pérdida de agua por transpiración.
- Retardar la senescencia en las hojas porque promueven la movilización de nutrientes y la síntesis de la clorofila.

Por otro lado, Salisbury et al (1994), establecen que las citoquininas promueven la expansión celular de hojas y cotiledones, y regulan el crecimiento de tallos y raíces, esto se demostró aplicando citoquininas a plantas que crecieron bajo la luz y otras que estuvieron en la oscuridad, observándose en ambos casos que hubo crecimiento, además se demostró la influencia de las citoquininas en el desarrollo de los cloroplastos.

c) Giberelinas

Weaver (1976), define a las giberelinas como compuestos que tienen un esqueleto de gibane, estimulan la división o la prolongación celular, o ambas cosas, se producen en la zona apical (frutos y semillas) asimismo; determina que los efectos fisiológicos en las plantas son los siguientes:

- Inducen el alargamiento de entrenudos en tallos al estimular la división y la elongación celular.
- Inducen la brotación de yemas.
- Favorecen el crecimiento de los tejidos para formar el fruto.
- Regulan la transición entre la fase juvenil y adulta.
- Interrumpen el periodo de latencia de las semillas (inducción de la germinación).
- Inducción de la floración y determinación sexual de la flor.
- Promueven la producción de frutos.
- Incremento en el tamaño de muchos frutos jóvenes.
- Sustitución de las necesidades de frío o de día largo requeridas por muchas especies para la floración.

Lira (1994), expresa que las giberelinas son sintetizadas en los tejidos apicales y pueden ser transportadas al resto de la planta a través del floema, los intermediarios de la biosíntesis también se transportan por el floema desde las zonas apicales. Se han encontrado giberelinas en los exudados de la raíz,

lo que sugiere que las giberelinas también pueden ser sintetizadas en las raíces y ser transportadas hasta el ápice a través del xilema.

Alegría (2016), sustenta que el transporte de las giberelinas es floemático, es decir; la síntesis se lleva a cabo en ciertos tejidos (órganos reproductores, ápices de tallos, flores, raíces, entrenudos, semillas inmaduras, frutos) y se transportan a otros lugares de las plantas. Las formas de transporte son normalmente intermedias o inactivas, que se terminan de sintetizar o de activarse en el tejido receptor.

2.1.3 Clasificación de los Bioestimulantes

García (2017), señala que los bioestimulantes se enmarcan en una categoría de productos tan novedosos que su reglamentación a nivel mundial aún no está completamente cerrada. Sin embargo, existe cierto consenso entre científicos, reguladores, productores y agricultores en la definición de las categorías principales de productos bioestimulantes, el autor mencionado clasifica los bioestimulantes de la siguiente manera:

a) Ácidos húmicos y fúlvicos

Las sustancias húmicas son constituyentes naturales de la materia orgánica de los suelos, resultantes de la descomposición de las plantas, animales y microorganismos, pero también de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que utilizan estos compuestos como sustrato. Las sustancias húmicas son una colección de compuestos heterogéneos, originalmente categorizadas de acuerdo a su peso molecular y solubilidad en huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.

b) Aminoácidos y mezclas de péptidos.

Se obtienen a partir de la hidrólisis química o enzimática de proteínas procedentes de productos agroindustriales tanto vegetales (residuos de cultivos), como animales (colágenos, tejidos epiteliales, etc.). Estos compuestos pueden ser sustancias puras como mezclas (lo más habitual).

c) Extractos de algas y de plantas

El uso de algas como fuente de materia orgánica y como fertilizante es muy antiguo en la agricultura, pero el efecto bioestimulante ha sido detectado muy recientemente. Esto ha disparado el uso comercial de extractos de algas o compuestos purificados como polisacáridos de laminarina, alginato y carragenanos. Otros compuestos que contribuyen al efecto promotor del crecimiento incluyen micro y macronutrientes, esteroides y hormonas.

d) Quitosanos y otros biopolímeros

El quitosano es la forma desacetilada del biopolímero de quitina, producido natural o industrialmente. Los polímeros/oligómeros de tamaño variado se usan habitualmente en alimentación, cosmética, medicina y recientemente en agricultura. El efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado de la capacidad de este compuesto policatiónico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo DNA y constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular.

e) Compuestos inorgánicos

Se suelen llamar “elementos beneficiosos” a aquellos elementos químicos que promueven el crecimiento de las plantas y que pueden llegar a ser esenciales para algunas especies, pero no para todas. Entre estos elementos se suelen considerar el aluminio, cobalto, sodio, selenio y silicio; y están presentes tanto en el suelo como en plantas, como diferentes sales inorgánicas y como formas insolubles. Sus efectos beneficiosos pueden ser el reforzamiento de las paredes celulares por los depósitos de silicio, o por la expresión en determinadas condiciones ambientales.

f) Hongos beneficiosos

Los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Plantas y hongos han

coevolucionado desde el origen de las plantas terrestres. Los hongos micorrícicos son un heterogéneo grupo que establecen simbiosis con el 90 % de las plantas. Hay un creciente interés por el uso de los hongos micorrícicos para promocionar la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección frente al estrés de las plantas.

g) Bacterias beneficiosas.

Las bacterias interactúan con las plantas de todas las formas posibles: en los hongos, esta interacción puede ir desde el parasitismo hasta el mutualismo. Los nichos de las bacterias se extienden desde el suelo hasta el interior de las células vegetales, con localizaciones intermedias, como la rizósfera. Estas asociaciones pueden ser permanentes o temporales. Su influencia en la planta es de todo tipo, desde los ciclos biogeoquímicos, hasta la aportación de nutrientes, incremento de la eficiencia en el uso de los nutrientes, inducción de la resistencia a enfermedades, mejora de la tolerancia al estrés abiótico y biótico e incluso modulación de la morfogénesis de la planta.

h) Beneficios de los bioestimulantes

Castillo citado por Pari (2012), señala que los bioestimulantes por mucho tiempo han sido asociados con la agricultura orgánica o ecológica. En la actualidad, gracias a los diversos estudios e investigación, juegan un papel muy importante en la agricultura convencional como complemento a la nutrición de los cultivos y a su protección. De tal manera que ayudan a abordar algunos de los desafíos más importantes a los que se enfrenta la agricultura mundial en los años próximos, un claro ejemplo es la alimentación de una población en crecimiento que requiere de aumentos en los rendimientos de los cultivos, los cuales pueden ser fomentados por bioestimulantes.

Fresoli citado por Solórzano (2014) indica que los bioestimulantes son una variedad de productos, cuya característica es que contienen principios activos, que actúan sobre la fisiología de las plantas, favoreciendo el crecimiento y su desarrollo durante todo el ciclo de vida del cultivo, desde la germinación hasta la madurez de las plantas, mediante las siguientes acciones:

- Mejorando la eficiencia del metabolismo de las plantas y aumentando su producción en la calidad del fruto.
- Mejorando la resistencia de diversas enfermedades.
- Implementando la tolerancia de las plantas a los esfuerzos abióticos y la capacidad de recuperarse de ellos.
- Facilitando la asimilación, el paso y el uso de los nutrientes, aumentando la calidad de la producción agrícola, (contenido de azúcares, color, tamaño del fruto).
- Regulando y mejorando el contenido de agua en las plantas.
- Aumentando algunas propiedades físicoquímicas del suelo y favoreciendo el desarrollo de los microorganismos del suelo.

Castillo citado por Pari (2012), reporta que los bioestimulantes aumentan la tolerancia de las plantas frente a efectos adversos de estrés abiótico, ayudando a proteger y mejorando la salud del suelo, fomentan el desarrollo de microorganismos benéficos del suelo. Un suelo saludable retiene el agua de manera más eficaz y resiste mejor la erosión. Por otra parte, los bioestimulantes agrícolas pueden mejorar parámetros de calidad de frutas y verduras. Una mayor calidad significa mayores beneficios para los agricultores y alimentos más sanos y nutritivos para los consumidores.

2.1.4 Bioestimulantes utilizados en la investigación.

a) **Agrostemin –GL.** De acuerdo con la ficha técnica elaborada por la empresa productora Química Suiza Industrial del Perú (2017), “es un producto de la línea fisionutricional, perteneciente al

grupo de los bioestimulantes de acción correctora del manejo protohormonal de todas las etapas fenológicas, antiestrés y biosanitarias.

Características. -

- Es un extracto natural de algas frescas *Ascophyllum nodosum* que no contiene ningún aditivo artificial (100 % natural).
- Es un almacén naturalmente balanceado de más de 60 componentes entre ellos macro y micronutrientes (biológicamente quelatizados por carbohidratos), aminoácidos y promotores biológicos fitohormonales de auxinas, giberelinas y citoquininas.
- Contiene protohormonas naturales encapsuladas en proteínas específicas (protohormonas glycosilicadas) que promueven, dentro de la planta, la liberación natural de auxinas, giberelinas y citoquininas en forma balanceada, permitiendo una eficiente autorregulación en la disponibilidad de hormonas y corrigiendo cualquier deficiencia que afecta los diferentes procesos fisiológicos de diferenciación.

Características de la hormona glycosilicada

- Su uso es autorregulado fisiológicamente por la misma planta (biodisponible).
- Penetra cualquier membrana o tejido de la planta (bioasimilable 100 %).
- Su movimiento dentro de la planta es ascendente (acropétala) y descendente (basipétala) a través de los haces vasculares (xilema y floema) o través del apoplasto y/o simplasto.

- Contiene agente quelatizantes naturales: ácido algínico, manitol, laminarina, que favorecen el aprovechamiento de los nutrientes en la planta
- Mejora la penetración y sistemicidad de los plaguicidas que se aplican de forma conjunta mejorando su efectividad.

La composición porcentual es la siguiente:

| | |
|---------------------------|-------------|
| Ceniza..... | 11-14% |
| Nitrógeno Total..... | 0.25-0.5% |
| Fósforo..... | 0.25-0.75% |
| Potasio Soluble (KO)..... | 3.5-4.0% |
| Magnesio (Mg)..... | 0.12-0.19% |
| Calcio (Ca)..... | 0.03-0.05% |
| Boro (B)..... | 325-350 ppm |
| Hierro (Fe)..... | 413-475 ppm |
| Manganeso (Mn)..... | 377-379 ppm |
| Cobre (Cu)..... | 33-40 ppm |
| Zinc (Zn)..... | 513-525 ppm |
| Cobalto (Co)..... | 0.75 ppm |
| Molibdeno (Mo)..... | 25 ppm |
| Níquel (Ni)..... | 0.75 ppm |
| Materia seca..... | 24% |
| Materia orgánica..... | 11-14% |

Aminoácidos (g/100 g de proteína)

| | |
|-----------------------|--------|
| Ácido Aspártico..... | 5.44 |
| Ácido glutámico | 7.69 |
| Alanina..... | 3.81 |
| Arginina..... | 0.22 |
| Cistina..... | Trazas |
| Fenilalanina..... | 2.82 |
| Glicina..... | 3.16 |
| Histidina..... | 0.42 |
| Isoleucina..... | 1.94 |
| Leucina..... | 4.84 |
| Lisina..... | 1.33 |
| Metionina..... | 1.39 |
| Prolina..... | 4.42 |
| Serina..... | 0.14 |
| Tirosina..... | 1.80 |

| | |
|---------------|------|
| Treonina..... | 1.27 |
| Valina..... | 3.46 |

b) Ergostim XL (AATC+ATC)

De acuerdo con la ficha técnica elaborada por la empresa productora Química Suiza Industrial del Perú (2017), “es un producto de la línea fisionutricional, perteneciente al grupo de los bioestimulantes agrícolas, estimula los procesos normales y vitales de las plantas contribuyendo a su mejor desarrollo, a soportar en mejor forma los periodos adversos y tendiendo a incrementar la expresión de sus potenciales de producción, es una novedosa formulación de sustancias esenciales que mejoran el metabolismo vegetal, está formulado a base de dos derivados del aminoácido L-cisteína”. La composición porcentual es la siguiente:

| | |
|--|-------|
| Ácido N+ Acetilthiazodilin-4-Carboxilice (AATC)..... | 2.5 % |
| Ácido 4 thiazolidin carboxílico (ATC)..... | 2.5 % |
| Adyuvante e inertes hasta c.s.p | 100 % |

c) Rumba

De acuerdo con la ficha técnica elaborada por la empresa productora Silvestre Protección Vegetal (2014), “es un producto orgánico perteneciente al grupo de los reguladores de crecimiento y/o bioestimulante, de origen natural proveniente de un cultivo microbiano de algas marinas y contiene precursores de citoquininas, auxinas, y giberelinas, además de enzimas y aminoácidos”. La composición porcentual es la siguiente:

| | |
|--|--------|
| Extracto de cultivos microbianos..... | 1.1 % |
| Mezcla de enzimas y aminoácidos..... | 1,0 % |
| Estimulante del crecimiento (con actividad citoquinínica)..... | 0.1 % |
| Inertes..... | 98.9 % |

Ventajas y Beneficios

- Mejora el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Promueve una buena germinación en las semillas.

- Rompe la dominancia apical y el crecimiento de brotes laterales.
- Mejora la conformación de la planta.
- Mayor crecimiento radicular.
- Mayor cuajado.
- Mayor tamaño de frutos, tubérculos, vainas, etc.
- Eficiente traslocación de los nutrientes de las hojas a los frutos.
- Incrementa los rendimientos y calidad del producto cosechado.
- Mejora la calidad de las flores en plantas ornamentales.

d) Giber Plus 4L

De acuerdo con la ficha técnica elaborada por la empresa productora Silvestre Protección Vegetal (2014), “es un producto perteneciente al grupo de los reguladores de crecimiento, cuyo ingrediente activo es el ácido Giberélico, caracterizado por sus efectos morfológicos y fisiológicos”.

Es traslocado en el interior de la planta, y generalmente solo afecta a las partes aéreas. Su efecto más claro consiste en acelerar el crecimiento vegetativo de los brotes, produciendo plantas más grandes. Este efecto se debe principalmente a la elongación de las células, pero en algunos casos, la multiplicación celular se ve incrementada, actúa también reforzando la dominancia apical, estimulando la floración, aumentando la fructificación.

La composición porcentual es la siguiente:

| | |
|-----------------------|--------|
| Ácido giberélico..... | 40 g/L |
| Aditivos c.s.p..... | 1 L |

e) Strong Power 8-32-5

De acuerdo con la ficha técnica elaborada por la empresa productora Corporación Bioquímica Internacional (2018), “es un nutriente orgánico-mineral balanceado, con alto contenido de fósforo totalmente asimilado y 100

bioactivado orgánicamente, su formulación especial permite que los componentes de Nitrogeno, Fósforo y Potasio, sean tomados por las plantas en forma inmediata y translocados a través de sus hojas y tallos gracias a la molécula LKP. Incorpora en su formulación aminoácidos (4%), por su alto contenido de fósforo disponible en su formulación promueve la formación de raíces, abundante floración y fructificación”. La composición porcentual es la siguiente:

| | |
|---|------------------|
| Nitrógeno total..... | 8.00% |
| Fósforo total..... | 32.00% |
| ión fosfato..... | 24.50 % |
| ión fosfito..... | 7.50% |
| Potasio..... | 5.00% |
| Extractos húmicos totales..... | 8.00% |
| Molécula LPK (aminoácidos, algas marinas, ac.fúlvicos)... | 18.00% |
| Hierro (Fe)..... | 0.10% |
| Zinc (Zn)..... | 0.05% |
| Densidad..... | 1.33 - 1.38 g/ml |
| pH | 2.0 - 3.5 |

2.2 Antecedentes

Solórzano (2014), con la finalidad de determinar el efecto de los momentos de aplicación del bioestimulante Enzipron en el rendimiento del frijol canario, realizó la investigación titulada “Efecto del Bioestimulante enzipron, en el rendimiento del frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones edafoclimáticas del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola de Cayhuayna”, en el que evaluó días a la emergencia, días a la floración, altura de planta, diámetro de tallo, número de vainas por planta, longitud de vaina, número de granos por vainas, peso de 100 granos y peso total del área neta experimental. Los momentos de aplicación fueron a la semilla, aparición de las hojas primarias, al estado V2, a la prefloración, estado R5 y en el llenado de vainas al estado R8. En el tratamiento aplicado a la semilla no encontró ninguna diferencia estadística para los indicadores evaluados;

cuando aplico al estado V2 y R5 si hubo diferencias, en longitud de vainas, número de granos por vainas, altura de planta, diámetro de tallo, número de vainas por plantas, y peso de granos por área neta; en el estado R8 solo encontré diferencias en número de granos por vaina y número de vainas por planta, y alta significación en diámetro de tallo y peso de grano por área neta experimental para el tratamiento 5 ml/ kg de semilla (T1) con 3 351 kg; 5 ml/ kg de semilla + 50 ml/20 L, en hojas primarias (V2) (T2) con 3 631 kg y finalmente el T4 con 3 307 kg, el número de vainas por planta el T3 alcanzó (1.4), T2 con (16.03), T1, (15.9), T4 (15.6) y en último lugar el testigo T0 (11.9). Lo que significa que el uso del bioestimulante sí influyó en las variables evaluadas, para tal efecto recomienda aplicar el bioestimulante con dosis de 5 ml/20 litros de agua, en las etapas fenológicas de hojas primarias V2 y llenado de vainas R8.

Trujillo (1992), en su tesis realizó el estudio de la influencia de tres reguladores de crecimiento en dos momentos de aplicación en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Variedad rojo Curahuasi, utilizando los productos (Ergostim, Cycocel y Pro Gibb) la primera aplicación se realizó a los 30 días de la germinación y las dos siguientes a los 30 y 45 días respectivamente. Alcanzando así los siguientes resultados: altura de plantas con Pro Gibb 106.60 cm a los 45 días, cantidad de frutos cuajados con Cycocel (15.862 unidades) seguido de Pro Gibb con (14.600 unidades), número de granos por vaina con Pro Gibb (4.062), peso de granos por planta (35.975 gr) con Cycocel, peso de 100 granos el testigo con (61.886 gr).

Pari (2012), realizó la investigación “Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad canario 2000 en el valle de Moquegua”, en el que evaluó altura de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, días a la madurez y rendimiento, los momentos de aplicación fueron al inicio de la floración, la segunda después de los 15 días de la primera y la tercera se realizó a los 10 días después de la segunda aplicación. Los

productos utilizados fueron: Kelpac, Pix, Biozyme, Aminofol, Stigern, los resultados de días a la madurez indican que los tratamientos con Kelpac (T1) y Aminofol (T4) fueron significativos con 124,25 días, seguido de los tratamientos T5: Stigern y T3: Biozyme con 129,25 y 128,75 días y el testigo con de 132.75, en cuanto a rendimiento (t/ha) señala que los tratamientos Stigern (T5), Pix (T2) y Biozyme (T3) alcanzaron los mayores promedios con (1.82) (1.77) y 1.54 t/ha respectivamente. Aminofol (T4) y el testigo obtuvieron la menor producción con (1.16) y (0.88) t/ha, para los indicadores: altura de planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas no hubo significación estadística.

Lara (2016), realizó el estudio del efecto del uso de bioestimulantes y dosis en el rendimiento de Pallar baby (*Phaseolus lunatus* L.) en Lambayeque, en los que evaluó días de floración, altura de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 1000 granos, utilizando los productos Ferti – trihormonal, incentive, Phyllum max f, los momentos de aplicación fueron a los 20 días después de la siembra y 2 aplicaciones más con un intervalo de 25 días. La mayor altura se obtuvo con Incentive y la dosis de 350cc/200L agua alcanzando los 109.11 cm de la misma manera para el rendimiento, con la dosis de 500cc/200L agua; registrándose 2 526 kg/ha. A diferencia de los tratamientos con Pyllum Max F y Ferti-trihormonal con la dosis de 500 cc/200L agua, llegaron a rendir 2 180 kg/ha y 2 253.33 kg/ha respectivamente. Mientras que el testigo solo rindió 1 473.3 kg/ha. Para el peso de 1000 granos, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. Asimismo, el testigo llegó a pesar 404.6gr; lo que indica que son iguales. Para el número de vainas por planta, el tratamiento que mejor destacó fue el bioestimulante Incentive con la dosis de 500 cc/200L agua; logrando registrarse un promedio de 33.06 vainas por planta. Los demás tratamientos Pyllum Max F y Ferti-trihormonal con la dosis de 500 cc/ 200 L agua, solo llegó a rendir un promedio de 27.33 vainas por planta y 28.23 vainas por planta

respectivamente. Mientras que el testigo se llegó a registrar un promedio de 23.03 vainas por planta.

Lara (2009) en su investigación realizó la evaluación de varios bioestimulantes foliares en la producción del cultivo de soya (*Glycine max* L), en la zona de Babahoyo provincia de los Ríos - Guayaquil - Ecuador. En los que evaluó días a la floración, número de vainas por planta, peso de 100 semillas y peso en parcela útil, los tratamientos y dosis utilizados fueron: Agrostemin 400 gr (T1), Aminofol 0.4 lt (T2), Basfoliar algae 5 lt (T3), Big Hor 0.4 lt (T4), Biodynamic 0.4 lt (T5), Bio energía 1.5 lt (T6), Biozyme TF 0.4 lt (T7), Eco-Hum- Ca B 1 lt (T8), Enzyprom 1 lt (T9), Kelpac 1,5 lt (10), Newfol Plus 500 gr (T11) y testigo T (12). Observó que ninguno de los bioestimulantes foliares utilizados tuvieron influencia en el número de días a la floración, ya que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Para la variable número de granos por planta; se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos obteniendo el mejor resultado el Eco- Hum- Ca B (T8) con 42.33 vainas por planta. Para peso de 100 semillas encontró diferencias estadísticas significativas siendo así; Eco-Hum –Ca B (T8) y Enzyprom (T9), alcanzaron 22 gramos seguidos por Bio-energía y Basfoliar algae con el promedio de 21.67 gramos, confirmando que los bioestimulantes si tienen influencia positiva.

Escobar (2015) estudió la “Respuesta del cultivo de fréjol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar complementaria de tres bioestimulantes. Tumbaco, Pichincha - Ecuador, en los que evaluó germinación de plantas, altura de planta, número de vainas por planta, tamaño de vaina, número de granos por vaina, peso de 100 granos, los productos utilizados fueron: Organic Mix y Newfol Plus, el bioestimulante que tuvo mayor respuesta a la fertilización foliar complementaria en la producción del cultivo de fréjol Caraota 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.

Carrera y Canacuán (2011) realizaron un estudio “Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de frejol arbustivo, Cargabello y Calima rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cotacachi-Imbabura”- Ecuador, obteniendo los siguientes resultados: para la evaluación en los días a la floración se encontraron diferencias significativas al 1 % siendo el mejor tratamiento, (T1) (Variedad Cargabello y bioestimulante Maestro), con una media de 60.67 días, para el número de vainas por planta, observaron que existían diferencias significativas, resultando el mejor con Novaplex con 47.8 vainas por planta. En el número de granos por vaina los mejores resultados fueron para los tratamientos T4 (Variedad Cargabello y Byfolan Especial) y T2 (Variedad Cargabello y Novaplex) con (4.32) y (4.25), respectivamente. Para la altura de plantas quién que obtuvo mejor resultado fue Byfolan especial, con de 81.2 cm, del mismo modo Byfolan Especial y Novaplex influyeron en el proceso de crecimiento de la planta reduciendo el tiempo de cosecha a 98.0 y 98.8 días. En el rendimiento grano verde, hubo diferencia significativa tanto variedades como bioestimulantes resaltando tratamiento el T4 (Variedad Cargabello y Bioestimulante Byfolan Especial) con 8.85.

Hipótesis

En el presente trabajo de investigación se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis general

La aplicación foliar de bioestimulantes tendrá efecto favorable en el desarrollo vegetativo y reproductivo, del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. Var. cápsula), en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna.

Hipótesis específicas

- a) La aplicación foliar de alguno de los bioestimulantes tendrá efecto significativo en el desarrollo vegetativo, del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. Var. cápsula)
- b) La aplicación foliar de por lo menos un bioestimulante tendrá algún efecto favorable en el desarrollo reproductivo, del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. Var. cápsula)
- c) La aplicación foliar de bioestimulantes probablemente manifieste una relación positiva entre el desarrollo vegetativo con el reproductivo, en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. Var. cápsula).

2.3 Operacionalización de variable

Cuadro 5. Variables e indicadores

| Variables | | Indicador |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Independiente | Bioestimulantes | Agrostemin GL (1.5 ‰) |
| | | Ergostim XL(0.25 ‰) |
| | | Rumba (2.5 ‰) |
| | | Giber Plus 4L (0.625 ‰) |
| | | Strong Power 8-32-5 (1.0 ‰) |
| | | Testigo |
| Dependiente | Desarrollo vegetativo | Desarrollo radicular |
| | | Cobertura |
| | | Altura de planta |
| | Desarrollo reproductivo | Número de flores por planta |
| | | Número de vainas por planta |
| | | Índice de cuajado de frutos |
| | | Número de granos por vaina |
| | | Longitud de vaina |
| | | Longitud de granos |
| | | Peso de 100 granos |
| Peso de granos por área neta experimental | | |
| Interviniente | Condiciones edafoclimáticas | Clima |
| | | Suelo |

Fuente: elaboración propia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque se basó en los principios de la ciencia fisiológica para evaluar: “el efecto de los bioestimulantes en el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de frijol variedad cápsula considerando las condiciones edafoclimáticas del lugar.

El nivel es experimental, porque se manipuló la variable independiente bioestimulantes: (Agrostemin-GL, Ergostim XL, Rumba, Giber Plus 4L, Strong Power) y se midió el efecto en las variables dependientes, desarrollo vegetativo y reproductivo, la cual fue comparada con un testigo.

3.2 Lugar de ejecución

El presente proyecto de tesis se llevó a cabo en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola, ubicado en el margen izquierdo del río Huallaga, Cayhuayna, Huánuco.

a. Ubicación política:

Región : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Pillcomarca
Lugar : Cayhuayna

b. Posición geográfica:

Latitud Sur : 09°58´ 12”
Longitud Oeste : 76°15´ 08”
Altitud : 1 947 msnm

3.2.1 Condiciones agroecológicas

Según el Mapa Ecológico actualizado por ONER (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, 2009) el área donde se realizó la investigación corresponde a una zona de vida monte espinoso – Pre montano Tropical (me PT); con una temperatura media anual entre 18.8 y 24.5 °C; evapotranspiración entre 2 a 4 mm; precipitación anual de 250 a 500 mm; humedad relativa fluctúa de 60 a 70 %. El clima es templado cálido.

a) Clima

El lugar donde se realizó el experimento tiene un clima templado y seco con una temperatura promedio de 19°C.

b) Suelo

Para determinar las características físicas y químicas del suelo donde se realizó la investigación, se extrajeron 5 muestras del suelo del terreno utilizado en forma de zig zag a 30 centímetros de la capa arable, se mezclaron y se pesó un kilogramo para someterse a un análisis en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Tingo María.

Cuadro 6. Análisis físico químico del suelo

| ANÁLISIS MECÁNICO | | | TEXTURA | pH | M.O | N | P | K | CIC |
|------------------------------|---------|------|------------------------------|------|------|---------------|--------------|---------|------|
| ARENA | ARCILLA | LIMO | | 1.1 | % | % | ppm | ppm | |
| % | % | % | | | | | | | |
| 53 | 28 | 19 | Franco Arcillo Arenoso | 7.31 | 1.86 | 0.08 | 7.58 | 143.44 | 8.82 |
| CAMBIABLES Cmol(+)/kg | | | | | | % | % | % | |
| Ca | Mg | K | Na | Al | H | Bas. Camb. | Ac. Camb. | Sat. AL | |
| 5.84 | 2.21 | 0.40 | 0.38 | ... | ... | 100 | 0.00 | 0.00 | |

De acuerdo a los resultados del análisis, se trata de un suelo ligeramente alcalino, de textura franco arcillo arenoso, con contenido bajo de materia orgánica y de nitrógeno; medio de fósforo y potasio.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

Población

Es homogénea y estuvo constituida por 6 480 plantas del cultivo del frijol variedad cápsula.

Muestra

Constituida por 270 plantas de frijol variedad cápsula por cada unidad experimental de las cuales se tomaron 10 plantas al azar para las evaluaciones vegetativas y reproductivas.

Tipo de muestreo

Probabilístico, en forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las plantas de frijol variedad cápsula del área neta experimental tuvieron la misma probabilidad de formar parte de las evaluaciones.

3.4. Tratamientos en estudio y aleatorización

En el presente trabajo de investigación se estudió el factor bioestimulantes, que estuvo constituido por 5 tratamientos más el testigo. Los tratamientos y aleatorización de los mismos se especifican en los cuadros 7 y 8.

Cuadro 7. Factor y tratamientos de estudio

| FACTOR | TRATAMIENTOS | DOSIS | CLAVES |
|-----------------|------------------------------|---------|--------|
| Bioestimulantes | Agrostemin GL | 1.5 ‰ | T1 |
| | Ergostim XL | 0.25 ‰ | T2 |
| | Rumba | 2.5 ‰ | T3 |
| | Giber Plus 4 L | 0.625 ‰ | T4 |
| | Strong Power 8-32-5 | 1.0 ‰ | T5 |
| | Testigo (sin bioestimulante) | ----- | T6 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8. Aleatorización de tratamientos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | |
|------------------------------|--------------|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV |
| Agrostemin GL | 101 | 203 | 302 | 406 |
| Ergostim XL | 104 | 201 | 306 | 405 |
| Rumba | 102 | 205 | 304 | 401 |
| Giber Plus 4 I | 106 | 204 | 305 | 403 |
| Strong Power 8-32-5 | 103 | 206 | 301 | 402 |
| Testigo (sin bioestimulante) | 105 | 202 | 303 | 404 |

Fuente: Elaboración propia

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Diseño de la investigación

Para la disposición de los 6 tratamientos se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA); con 4 repeticiones, 6 tratamientos conformando un total de 24 unidades experimentales.

El análisis se ajustó al siguiente modelo matemático lineal.

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

| | | |
|----------|---|-------------------------------------|
| Y_{ij} | = | Respuesta de la variable |
| U | = | Media general |
| T_i | = | efecto del i – ésimo tratamiento |
| B_j | = | Efecto de la j – ésima repetición |
| E_{ij} | = | Error aleatorio |

La prueba de hipótesis se realizó mediante el análisis de varianza con la prueba de F, al nivel de significación de 1 % y 5 % de las fuentes de variabilidad de bloques y tratamientos. Para la prueba de comparación de

medias se utilizó la Prueba de rangos múltiples de significación de Duncan al nivel de 1 % y 5 %.

Cuadro 9. Esquema de Análisis de Variancia

| Fuente de Variación (F.V.) | Grados de Libertad (gl) |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Bloques (r – 1) | 3 |
| Tratamientos (t – 1) | 5 |
| Error experimental (r – 1) (t – 1) | 15 |
| TOTAL (r t – 1) | 23 |

Características del campo experimental

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| Largo | 40.40 m |
| Ancho | 18.00 m |
| Área total (40.5 x 19.5) | 727.20 m ² |
| Área neta experimental | 129.60 m ² |
| Área total de calles | 338.40 m ² |
| Número de bloques | 4 |
| Población total | 6 480 plantas |

Características de los Bloques

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Largo | 40.40 m |
| Ancho | 3.00 m |
| Área total | 121.20 m ² |
| Número de unidades por bloque | 6 |

Características de las unidades experimentales

| | |
|--|----------------------|
| Largo | 5.40 m |
| Ancho | 3.00 m |
| Área total | 16.20 m ² |
| Área neta experimental | 5.40 m ² |
| Número de surcos por parcela | 5.0 |
| Distanciamiento entre surcos | 0.60 m |
| Distanciamiento entre golpes | 0.30 m |
| Número de semillas por golpe | 4 |
| Número de golpes por surco | 18 |
| Número de plantas / unidad experimental | 270 |
| Número de plantas del área neta experimental | 90 |

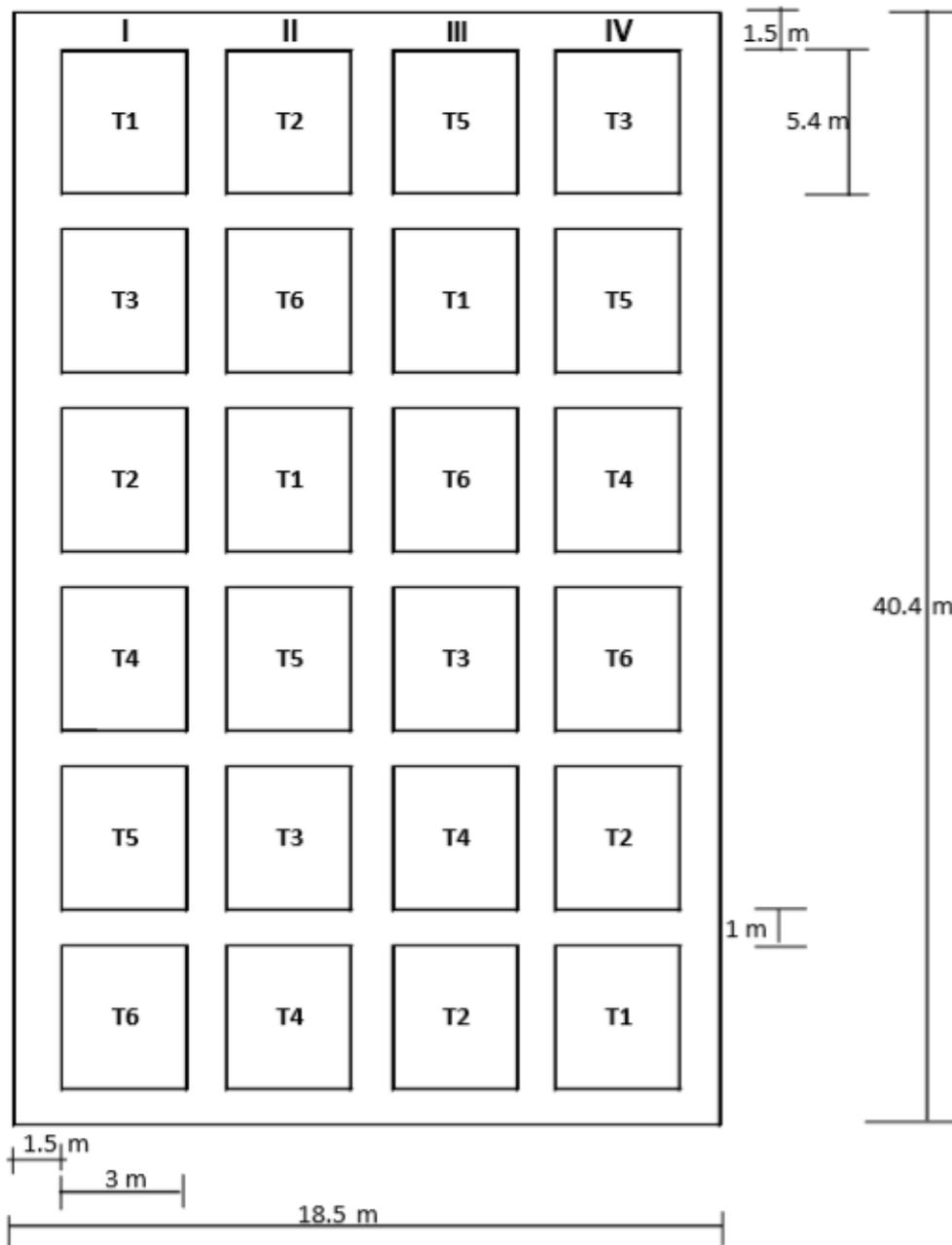


Figura 1. Croquis del campo experimental

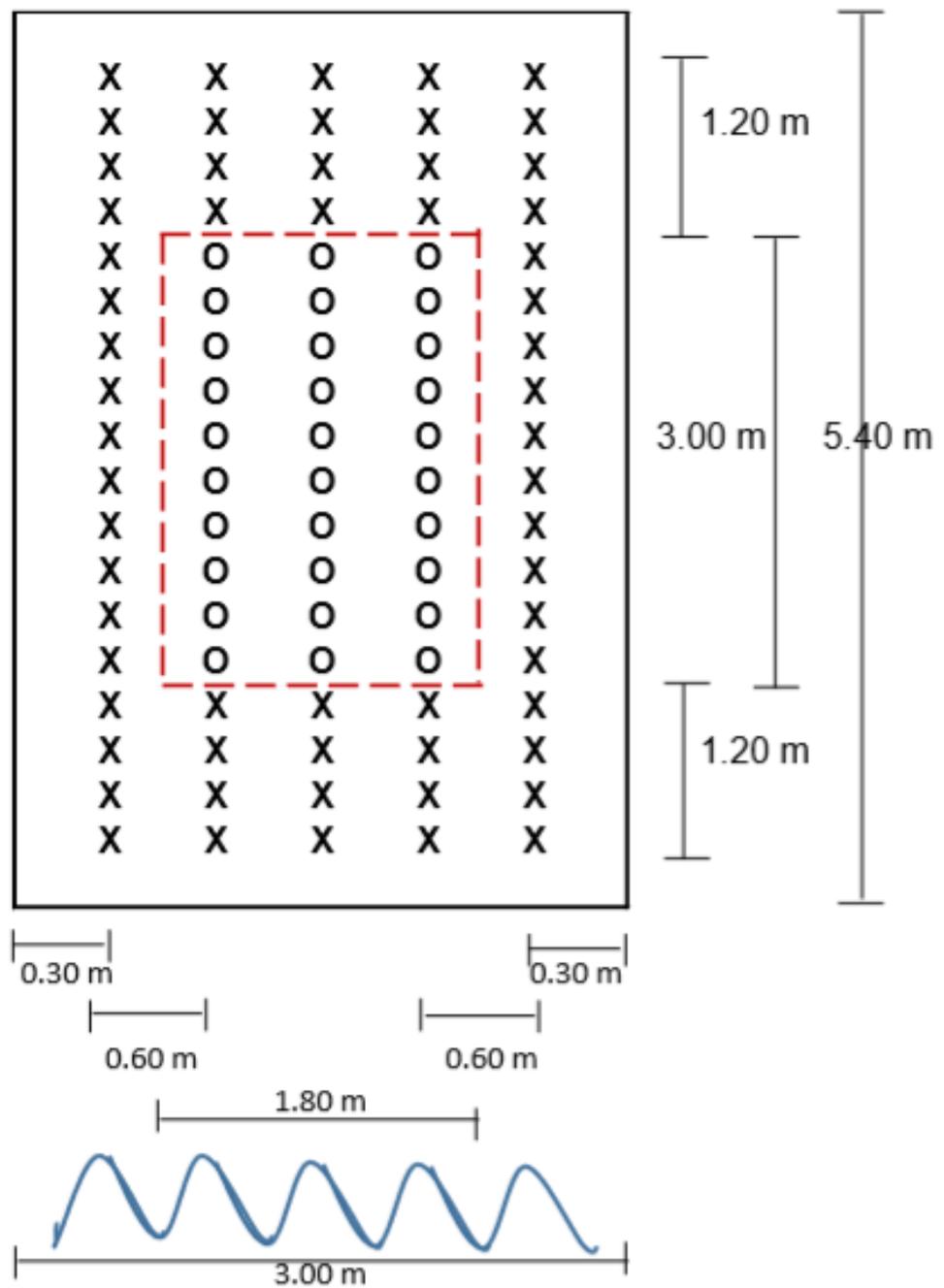


Figura 2. Croquis de la unidad experimental.

3.5.2. Datos registrados

- **Desarrollo radicular**

Se evaluaron cinco plantas por unidad experimental en la etapa fenológica de máxima floración, se midió con una cinta métrica la raíz principal, desde el cuello hasta el ápice; luego se realizó la determinación de la masa radicular con ayuda de una balanza de analítica. Los resultados se expresaron en centímetros para la longitud y en gramos para la masa radicular.

- **Cobertura de la planta**

Se evaluó en la etapa fenológica de máxima floración, midiendo con la ayuda de una cinta métrica el largo y ancho que ocupa el follaje en 10 golpes tomados al azar del área neta experimental, obteniendo el promedio en metros cuadrados.

- **Altura de planta**

Esta evaluación se efectuó en la etapa fenológica de máxima floración, midiendo con ayuda de una cinta métrica desde el cuello de planta hasta el ápice vegetativo del tallo principal, para lo cual se tomaron 10 plantas al azar del área neta experimental, obteniendo el promedio en centímetros.

a) Desarrollo Reproductivo

- **Número de Flores por planta**

Se realizó la evaluación desde el inicio de la floración hasta el final de la misma, mediante observación directa por conteo diario, se tomaron 10 plantas al azar del área neta experimental, obteniendo el promedio del número total de flores por planta.

- **Número de vainas por planta**

Se realizó en la etapa fenológica reproductiva de maduración (momento de la cosecha), mediante observación directa por conteo en 10

plantas del área neta experimental elegidas al azar, expresando el resultado en base al promedio obtenido.

- **Índice de cuajado de frutos.**

Esta evaluación corresponde a la etapa fenológica reproductiva. Se obtuvo por relación entre el número de flores por planta y el número de vainas por planta. Se realizó luego de la cosecha al obtener el número de vainas por planta en 10 plantas del área neta experimental en las que se evaluó el número de flores, expresando el resultado en base al promedio obtenido.

- **Longitud de la vaina**

Se llevó a cabo esta evaluación en la etapa fenológica reproductiva de maduración, que consistió en medir desde la base de la vaina hasta el ápice de la misma, utilizando para ello una cinta métrica. Se eligieron 10 vainas al azar de las plantas evaluadas anteriormente, se sumaron para obtener los promedios que fueron expresados en centímetros.

- **Número de granos por vaina**

La evaluación se realizó en las vainas medidas anteriormente, mediante observación directa por conteo, del número de granos presentes en cada una de las vainas, obteniendo el promedio correspondiente.

- **Longitud de granos**

La evaluación se realizó de los granos contados anteriormente, a quienes se midieron con la ayuda de un vernier digital desde el extremo basal hasta el apical, expresando los resultados promedios en milímetros.

- **Peso de 100 granos**

Se efectuó la evaluación de 100 granos tomados al azar del área neta experimental, con la ayuda de una balanza analítica, las que fueron promediados y expresados en gramos.

- **Peso de granos de área neta experimental**

De todas plantas cosechadas luego de trillar se tomaron todos los granos realizando el pesado correspondiente en una balanza analítica. Este valor servirá para la conversión en rendimiento por hectárea.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

a) Técnicas de recolección de información

- **Análisis de contenido**

Se realizó el estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos bibliográficos y hemerográficas leídos que sirvieron para elaborar el marco teórico de la investigación.

- **Fichaje**

Permitió obtener la información bibliográfica para la elaboración del marco teórico de las diferentes referencias consultadas.

Técnicas de campo

- **Observación**

Permitió obtener información sobre las observaciones a realizada directamente en campo del cultivo de frijol.

b) Instrumentos de recolección de la información

Fichas

Se utilizaron para registrar la información producto del análisis de los documentos en estudio. Las que fueron de: Registro o localización (fichas bibliográficas y hemerográficas) y de documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción y resumen).

Formato de recolección de datos

Libreta de campo

Se registraron los datos de la variable independiente y dependiente, así mismo de las labores agronómicas culturales y otros datos adicionales que fueron necesarios

3.6. Materiales equipos e insumos.

Material biológico:

Semillas de frijol variedad cápsula.

Material no biológico:

- Wincha
- Azadón, pico, entre otros implementos para el desarrollo de las labores agronómicas.
- Cinta métrica (50m)
- Bolsas
- Vernier digital.
- Papel bond A4
- Tableros de evaluación
- Lápiz,
- Formatos de recolección de datos

Equipos

- Cámara fotográfica
- Tractor agrícola
- Mochila pulverizadora
- Pulverizadora manual 3 litros
- Balanza de precisión y analítica
- Equipos de cómputo

- Memoria USB
- Calculadora

Insumos

- Bioestimulantes: Agrostemin, Ergostim, Giber Plus, Strong Power, Rumba)
- Fertilizantes: (urea, súper fosfato triple, sulfato de potasio).
- Fungicida (Vitavax)
- Insecticidas: (Precisión, Famoss)

3.7 Conducción de la investigación

3.7.1 Preparación de terreno

Esta actividad se realizó una semana antes de la siembra; con la ayuda de maquinaria agrícola para realizar (la roturación, nivelación y surcado).

a) Roturación del suelo

Esta labor se ejecutó cuando el terreno estaba en una buena capacidad de campo, dando una pasada de arado de disco a una profundidad de 30 cm aproximadamente.

b) Mullido y nivelación

Esta tarea se efectuó con dos pasadas de rastra de forma cruzada, para que de esta manera el terreno estuviera bien desterronado y nivelado.

c) Surcado

Se ejecutó de forma mecánica a distanciamientos de 60 cm.

d) Demarcación del campo experimental

Se llevó a cabo con la ayuda de una wincha de 50 cm y cordel, se utilizaron estacas para colocarlos en los puntos determinados, seguidamente se procedió a esparcir la cal para delimitar y marcar los bloques, unidades experimentales y caminos.

e) Siembra

Previo a la siembra se efectuó la desinfección de las semillas con el ingrediente activo Carboxin, utilizando la dosis de 2 ‰ gramos por kilogramo de semilla, la siembra se realizó de forma directa con la ayuda de un pico, colocando 4 semillas, con distanciamiento entre surcos de 0.60 m y de 0.30 m entre golpes.

f) Riego

El primer riego se realizó inmediatamente después de haber concluido la siembra, los siguientes se realizaron en promedio cada 8 días hasta el llenado de grano dándole la debida atención en los estados críticos de desarrollo vegetativo.

g) Deshierbo

Se hizo en forma manual, con el objetivo de favorecer el desarrollo normal de las plantas y evitar la competencia con las malezas en cuanto a luz agua y nutrientes. Se aprovechó para realizar la labor cultural del desahíje, llegando a sacar las plantas más débiles y dejar tres plantas por golpe.

h) Fertilización

La nutrición se realizó según los resultados obtenidos del análisis del suelo, aplicando la fórmula 80–100–100, para lo cual se utilizaron las fuentes: urea (3.60 kg), superfosfato triple (9.00 kg), y sulfato de potasio (8.20 kg), para la primera aplicación y para la segunda solo urea (3.60 kg).

i) Aporque

Esta actividad se ejecutó a los 45 días de la siembra, cuando la planta alcanzó 0.40 m de altura, con la finalidad de darle un mayor soporte así evitar el tumbado y el contacto de las vainas con la humedad del riego.

j) Aplicación de Bioestimulantes

La primera aplicación se realizó a la formación del primer par de hojas verdaderas, la segunda al inicio de la formación de yemas florales y la tercera aplicación a los 10 días de la segunda, al momento del estado fenológico de formación de vainas.

Para las aplicaciones se utilizaron un aspersor manual para cada uno de los tratamientos de acuerdo a las dosis mencionadas en el cuadro 7; con la finalidad de no alterar los productos con otras sustancias.

Para el cálculo de la dosificación de los bioestimulantes previa a cada aplicación se realizó la correspondiente prueba en blanco, en base a lo cual se determinó la dosis, considerando la concentración recomendada por la casa agroquímica.

k) Control fitosanitario

El control fitosanitario se llevó a cabo de manera oportuna, se tuvo el ataque de barrenador de vainas, brotes y tallos (*Laspeyrecia leguminis*) que se controló con una alphacipermetrina a una concentración del 1 ‰, conjuntamente con un fipronil a la misma concentración.

3.7.2 Cosecha

La cosecha se ejecutó manualmente aproximadamente a los 95 días después de la siembra, cuando el cultivo alcanzó su madurez comercial.

IV RESULTADOS

En este capítulo se presentan los valores cuantitativos de las evaluaciones realizadas a los diversos indicadores que comprenden las dimensiones de la variable dependiente que son: desarrollo vegetativo y reproductivo. Asimismo, se incluye el análisis de variancia en el que se realizó la Prueba de F y la Prueba de Significación Estadística de Duncan. En ambos casos, el nivel de significación se realiza al 0.05 y 0.01 de probabilidad. En la interpretación de significación, se considera que los tratamientos unidos por la misma letra, no presentan diferencia estadística significativa al nivel indicado.

En la interpretación y análisis de los valores obtenidos, se debe tener en consideración que las iniciales NS se considera cuando no existe significación estadística para la fuente de variabilidad indicada, mientras que cuando se consigna un asterisco (*), se debe interpretar que existe significación a nivel del 0.05 de probabilidad de error, y dos asteriscos (**) cuando es significativo a nivel del 0.01 de probabilidad de error.

4.1 Desarrollo vegetativo al estado de máxima floración

El desarrollo vegetativo se evaluó a través de dos indicadores: la cobertura foliar y el crecimiento radicular expresado en la longitud de raíces y el peso de las mismas.

4.1.1 Cobertura foliar

CUADRO 10. Análisis de varianza para cobertura foliar

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|-------|-------|----------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 0.001 | 0.000 | 0.316 NS | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 0.046 | 0.009 | 6.395 ** | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 0.022 | 0.001 | | | |
| Total | 23 | 0.069 | | | | |

C.V = 9.4 %

4.1.2 Altura de planta

CUADRO 12. Análisis de varianza para altura de planta

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|---------|--------|----------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 38.723 | 12.908 | 3.154 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 363.045 | 72.609 | 17.741 ^{**} | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 61.392 | 4.093 | | | |
| Total | 23 | 463.160 | | | | |

C.V = 4.79 %

Efectuado el análisis de variancia, se determinó que no existe significación entre repeticiones, pero es altamente significativo para tratamientos, obteniendo un coeficiente de variabilidad de 4.79 %, lo que demuestra que los datos obtenidos muestran alta precisión.

CUADRO 13. Prueba de significación estadística de Duncan para altura de planta

| O.M | Tratamientos | Promedio centímetros | Significación | |
|-----|--------------------------|----------------------|---------------|------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 50.25 | a | a |
| 2 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 42.60 | b | b |
| 3 | Ergostim 0.025 % (T2) | 41.95 | b c | b |
| 4 | Strong Power 1.0 % (T5) | 41.03 | b c | b c |
| 5 | Rumba 0.25 % (T3) | 39.78 | c d | b c |
| 6 | Testigo (T6) | 37.90 | d | c |

 $\bar{Y} = 42.25$ cmSx = ± 0.8259 cm

Realizada la Prueba de Significación de Duncan, se determinó que a nivel del 95 % de confiabilidad, existen cuatro grupos no significativos entre sí. En ambos niveles, el tratamiento con Giber Plus (T4) que obtuvo la mayor altura con 50.25 cm, presenta diferencia significativa con todos los demás tratamientos. Luego, los tratamientos con Agrostemin (T1), Ergostim (T2) y Strong Power (T5), presentan diferencia significativa con los tratamientos

Rumba (T3) y Testigo (T6) que se encuentra en último lugar con tan solo 37.9 cm de altura de planta, tal como se aprecia en la figura que se presenta a continuación.

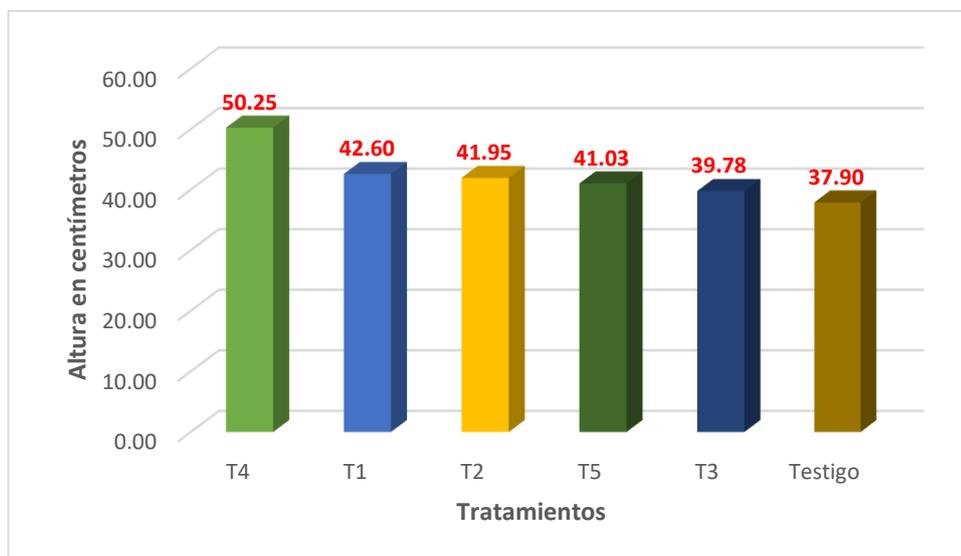


Fig. 4 Representación gráfica del promedio de altura de planta

4.1.3 Crecimiento radicular

El crecimiento radicular se evaluó mediante el examen de dos indicadores que fueron longitud de la raíz principal y peso fresco de raíces, cuyos resultados se presentan a continuación:

a) Longitud de raíz

CUADRO 14. Análisis de varianza para longitud de raíz

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|---------|--------|---------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 0.636 | 0.212 | 0.028 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 119.912 | 23.982 | 3.135 [*] | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 114.734 | 7.649 | | | |
| Total | 23 | 235.282 | | | | |

C.V = 8.11 %

Al efectuar el análisis de variancia, se determinó que no existe significación entre repeticiones, pero es significativo para tratamientos. El coeficiente de variabilidad para esta variable es de 8.11 %, lo que demuestra una buena precisión de los datos obtenidos.

CUADRO 15. Prueba de significación estadística de Duncan para longitud de raíz

| O.M | Tratamientos | Promedio cm | Significación | |
|-----|--------------------------|----------------|---------------|------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 38.60 | a | a |
| 2 | Rumba 0.25 % (T3) | 34.17 | b | a b |
| 3 | Testigo (T6) | 33.65 | b | a b |
| 4 | Ergostim 0.025 % (T2) | 33.59 | b | a b |
| 5 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 33.42 | b | b |
| 6 | Strong Power 1.0 % (T5) | 31.14 | b | b |

$\bar{Y} = 34.10 \text{ cm}$ $S_x = \pm 1.1291 \text{ cm}$

Efectuada la Prueba de Significación de Duncan, se determinó dos grupos de tratamientos que no son significativos entre sí, tanto a nivel del 95 % como del 99%. de confiabilidad. A nivel del 95 %, el tratamiento con Giber Plus (T4) que presentó el mayor desarrollo radicular con 38.60 cm, presenta diferencia significativa con todos los demás tratamientos. A nivel del 99 %, el grupo conformado por los tratamientos Giber Plus (T4), Rumba (T3), Testigo (T6) y Ergostim (T2), son significativamente superiores a los tratamientos con Agrostemin (T1) y Strong Power (T5). Gráficamente, estas diferencias se aprecian en la siguiente figura.

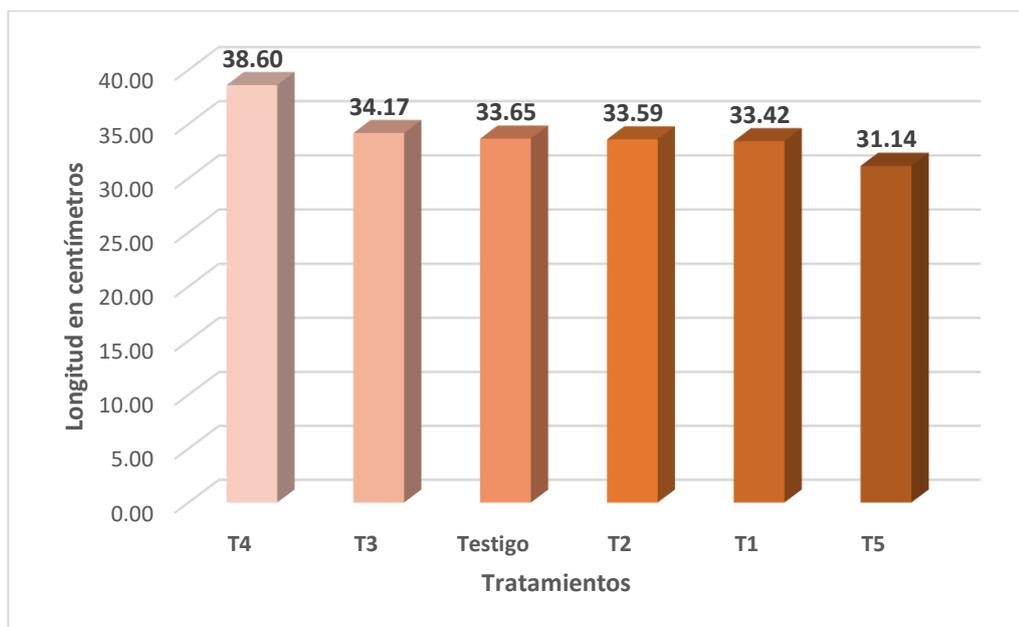


Fig. 5 Representación gráfica del promedio de longitud de la raíz

b) Peso de raíz

CUADRO 16. Análisis de varianza para peso de raíz por planta

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|---------|--------|---------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 2.312 | 0.771 | 0.430 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 84.617 | 16.923 | 9.453 ^{**} | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 26.854 | 1.790 | | | |
| Total | 23 | 113.784 | | | | |

C.V = 20.49 %

Al realizar el análisis de varianza y prueba de Fischer, se determinó que no existe significación entre repeticiones, pero es altamente significativo para tratamientos, obteniendo un coeficiente de variabilidad de 20.49 %

CUADRO 17. Prueba de significación estadística de Duncan para peso de raíz

| O.M | Tratamientos | Promedio gramos | Significación | |
|-----|--------------------------|-----------------|---------------|------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 8.98 | a | a |
| 2 | Rumba 0.25 % (T3) | 7.79 | a b | a |
| 3 | Ergostim 0.025 % (T2) | 7.34 | a b | a |
| 4 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 6.92 | b | a b |
| 5 | Strong Power 1.0 % (T5) | 4.65 | c | b c |
| 6 | Testigo (T6) | 3.50 | c | c |

$$\bar{Y} = 6.53 \text{ gramos}$$

$$S_x = \pm 0.6452 \text{ gramos}$$

Al realizar la Prueba de Significación de Duncan, se determinó en ambos niveles de significación, tres grupos de tratamientos no significativos entre sí. Al 95 % de confiabilidad, el tratamiento con Giber Plus (T4) que presentó el mayor peso radicular con 8.98 g. presenta diferencia significativa con los tratamientos Agrostemin (T1), Strong Power (T5) y Testigo (T6) que ocupó el último lugar con 3.50 g. de peso radicular. A nivel del 99 %, el grupo conformado por los tratamientos Giber Plus (T4), Rumba (T3) y Ergostim (T2), son superiores a los tratamientos con Strong Power (T5) y Testigo (T6) que tuvieron los menores pesos.

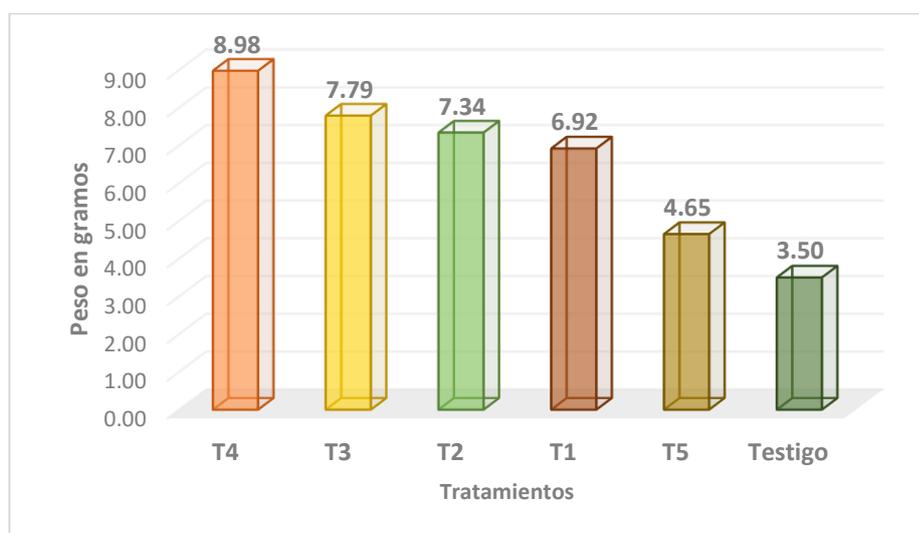


Fig. 6 Representación gráfica del peso promedio de raíz por planta

4.2 Desarrollo reproductivo

El desarrollo reproductivo se evaluó a través de nueve indicadores que se presentan a continuación.

4.2.1 Número de flores por planta

CUADRO 18. Análisis de varianza para número de flores por planta

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|---------|--------|---------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 18.458 | 6.153 | 1.313 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 140.875 | 28.175 | 6.012 ^{**} | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 70.292 | 4.686 | | | |
| Total | 23 | 229.625 | | | | |

C.V = 13.85 %

Realizado el análisis de variancia se determinó que no existe significación entre repeticiones, pero es altamente significativo entre tratamientos. La variable presentó un coeficiente de variabilidad de 13.85 %

CUADRO 19. Prueba de significación estadística de Duncan para número de flores por planta

| O.M | Tratamientos | Promedio Unidades | Significación | |
|-----|--------------------------|-------------------|---------------|-------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 20.00 | a | a |
| 2 | Ergostim 0.025 % (T2) | 17.00 | b | a b c |
| 3 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 16.00 | b c | b c |
| 4 | Strong Power 1.0 % (T5) | 14.50 | b c d | b c |
| 5 | Rumba 0.25 % (T3) | 13.50 | c d | b c |
| 6 | Testigo (T6) | 12.75 | d | c |

$\bar{Y} = 15.63$ flores

$S_x = \pm 0.8838$ flores

Con la Prueba de Significación de Duncan se determinó que a nivel del 95 % de significación, el tratamiento con Giber Plus (T4) que presentó la

mayor cantidad de flores muestra diferencia significativa con todos los demás tratamientos. A nivel del 99 %. Los tratamientos con Giber Plus (T4) y Ergostim (T2), son superiores a todos los demás tratamientos, ocupando el último lugar el Testigo (T6) con un promedio de 12.75 flores.

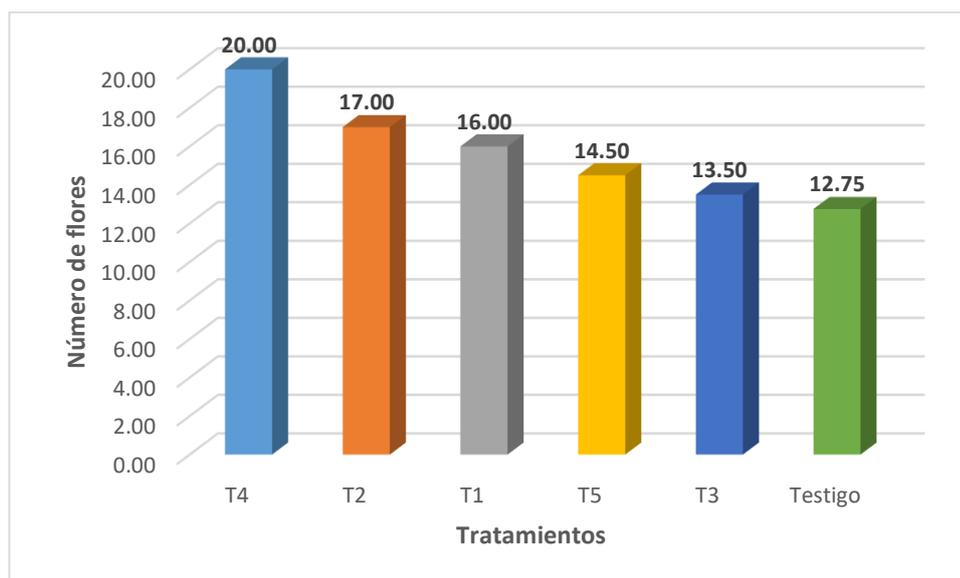


Fig. 7 Representación gráfica del promedio del número de flores por planta

4.2.2 Número de vainas por planta

CUADRO 20. Análisis de varianza para número de vainas por planta

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|--------|-------|----------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 4.363 | 1.454 | 3.168 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 39.703 | 7.941 | 17.296 ^{**} | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 6.887 | 0.459 | | | |
| Total | 23 | 50.953 | | | | |

C.V = 6.34 %

Realizado el análisis de variancia se determinó que no existe significación entre repeticiones, pero es altamente significativo entre tratamientos. La variable tuvo un coeficiente de variabilidad de 6.34 %

CUADRO 21. Prueba de significación estadística de Duncan para número de vainas por planta

| O.M | Tratamientos | Promedio unidades | Significación | |
|-----|--------------------------|-------------------|---------------|------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 12.93 | a | a |
| 2 | Ergostim 0.025 % (T2) | 11.75 | b | b |
| 3 | Rumba 0.25 % (T3) | 10.43 | c | c |
| 4 | Strong Power 1.0 % (T5) | 10.15 | c d | c d |
| 5 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 9.78 | d e | c d |
| 6 | Testigo (T6) | 9.08 | e | d |

$$\bar{Y} = 10.69 \text{ vainas}$$

$$S_x = \pm 0.2766 \text{ vainas}$$

En la Prueba de Significación de Duncan, se establecieron diversos grupos de tratamientos no significativos, destacando los tratamientos con Giber Plus (T4) y Ergostim (T2) que obtuvieron las mayores cantidades de vaina por planta, con 12.93 y 11.75 vainas respectivamente; en comparación al grupo de tratamientos conformado por Agrostemin (T1) que presentó 9.78 vainas y el Testigo (T6) con 9.08 vainas; mientras que los tratamientos con Rumba (T3) y Strong Power (T5) se encuentran en posición intermedia con 10.43 y 10.15 vainas por planta, respectivamente.

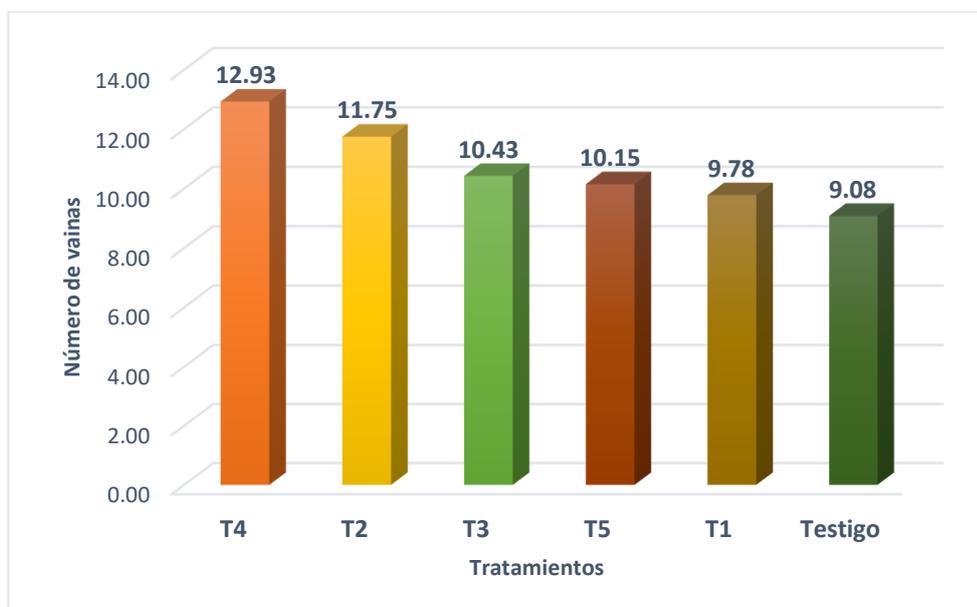


Fig. 8 Representación gráfica del promedio del número de vainas por planta

4.2.3 Índice de cuajado

CUADRO 22. Análisis de varianza para índice de cuajado de frutos

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|-------|-------|---------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 0.004 | 0.001 | 0.201 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 0.060 | 0.012 | 1.707 ^{NS} | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 0.105 | 0.007 | | | |
| Total | 23 | 0.170 | | | | |

C.V = 12.00 %

Efectuado el análisis de varianza se determinó que no existe significación entre repeticiones, así como tampoco entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 12.00 %

CUADRO 23. Prueba de significación estadística de Duncan para índice de cuajado de frutos

| O.M | Tratamientos | Promedio índice | Significación | |
|-----|--------------------------|-----------------|---------------|------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Rumba 0.25 % (T3) | 0.7795 | a | b |
| 2 | Testigo (T6) | 0.7210 | a b | b |
| 3 | Strong Power 1.0 % (T5) | 0.7064 | a b | b |
| 4 | Ergostim 0.025 % (T2) | 0.6938 | a b | b |
| 5 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 0.6504 | a b | b |
| 6 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 0.6238 | b | b |

$\bar{Y} = 0.6975$

$S_x = \pm 0.0342$

En la Prueba de Significación de Duncan se determinó que solamente a nivel del 95% de confiabilidad existe diferencia significativa entre el tratamiento con Rumba (T3) que obtuvo un índice de 0.7795, frente al tratamiento con Agrostemin (T1) que ubicó en el último lugar al obtener solo 0.6238 de índice de cuajado. Es de resaltar el comportamiento que presentó el tratamiento Testigo (T6) que se ubica en segundo lugar con un índice de

0.7210, que matemáticamente es superior a los otros cuatro tratamientos realizados con Strong Power (T5), Ergostim (T2), Giber Plus (T4) y Agrostemin (T1).



Fig. 9 Representación gráfica del índice de cuajado de frutos

4.2.4 Longitud de vainas

CUADRO 24. Análisis de varianza para longitud de vainas

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|-------|-------|---------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 1.003 | 0.334 | 2.782 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 0.980 | 0.196 | 1.632 ^{NS} | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 1.802 | 0.120 | | | |
| Total | 23 | 3.785 | | | | |

C.V = 2.38 %

Al realizar el análisis de variancia se determinó que no existe significación entre repeticiones ni entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad de 2.38 %, demuestra un comportamiento uniforme de esta

variable al presentar una alta precisión de valores de los datos de esta variable.

CUADRO 25. Prueba de significación estadística de Duncan para longitud de vainas

| O.M | Tratamientos | Promedio cm | Significación | |
|-----|--------------------------|----------------|---------------|------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Strong Power 1.0 % (T5) | 14.73 | a | a |
| 2 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 14.69 | a | a |
| 3 | Rumba 0.25 % (T3) | 14.67 | a | a |
| 4 | Ergostim 0.025 % (T2) | 14.63 | a | a |
| 5 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 14.30 | a | a |
| 6 | Testigo (T6) | 14.22 | b | a |

$\bar{Y} = 14.54 \text{ cm}$ $S_x = \pm 0.1415 \text{ cm}$

Al realizar la Prueba de Significación de Duncan se determinó que únicamente a nivel del 95% de confiabilidad existe diferencia significativa entre el promedio del tratamiento Testigo (T6) que se ubica en el último lugar con un promedio de longitud de vaina de 14.22 cm con todos los demás tratamientos que presentaron longitudes mayores, de entre los cuales el tratamiento con Strong Power (T5) ocupó el primer lugar con una longitud de 14.73 cm, pero entre el grupo de cinco tratamientos siguientes no son significativos y la diferencia de longitud es de 4.3 mm. A nivel del 99 % de confiabilidad, no se presenta significación entre ningún tratamiento, ya que todos ellos son estadísticamente no significativos.



Fig. 10 Representación gráfica del promedio de longitud de vainas

4.2.5 Número de granos por vaina

CUADRO 26. Análisis de varianza para número de granos por vaina

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|-------|-------|---------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 0.241 | 0.080 | 2.337 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 0.632 | 0.126 | 3.673 [*] | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 0.516 | 0.034 | | | |
| Total | 23 | 1.390 | | | | |

C.V = 3.66 %

Efectuado el análisis de varianza se determinó que no existe significación entre repeticiones, pero es significativo entre tratamientos. Para esta variable se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 3.66 %

4.2.6 Tamaño de grano

CUADRO 28. Análisis de varianza para tamaño de grano

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|-------|-------|---------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 0.965 | 0.322 | 3.185 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 1.850 | 0.370 | 3.664 * | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 1.514 | 0.101 | | | |
| Total | 23 | 4.329 | | | | |

C.V = 1.96 %

Efectuado el análisis de varianza se determinó que no existe significación entre repeticiones, pero es significativo entre tratamientos. Se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 1.96 % lo que demuestra que esta característica presenta valores poca variabilidad entre los diversos tratamientos.

CUADRO 29. Prueba de significación estadística de Duncan para tamaño de grano

| O.M | Tratamientos | Promedio milímetros | Significación | |
|-----|--------------------------|---------------------|---------------|-------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 16.65 | a | a |
| 2 | Rumba 0.25 % (T3) | 16.46 | a b | a b |
| 3 | Strong Power 1.0 % (T5) | 16.21 | b c | a b c |
| 4 | Testigo (T6) | 16.13 | b c | a b c |
| 5 | Ergostim 0.025 % (T2) | 15.96 | c | b c |
| 6 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 15.84 | c | c |

$\bar{Y} = 16.21 \text{ mm}$

$S_x = \pm 0.1297 \text{ mm}$

La Prueba de Significación de Duncan determinó que a nivel del 95 % de confiabilidad existen tres grupos de tratamientos no significativos. En ambos niveles de significación se presenta diferencia entre los tratamientos

Giber Plus (T4) con 16.55 mm y Rumba (T3) con 16.46 mm, con los tratamientos Ergostim (T2) con 15.96 mm y Agrostemin (T1) que ocupó el último lugar con 15.84 mm.

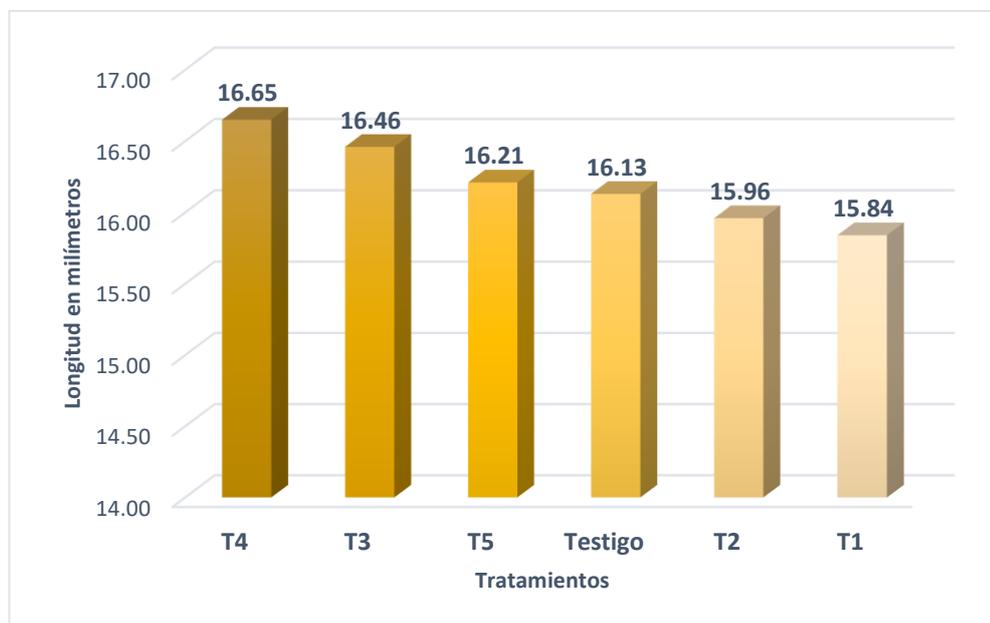


Fig. 12 Representación gráfica del promedio de tamaño de grano

4.2.7 Peso de 100 granos

CUADRO 30. Análisis de varianza para peso de 100 granos

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|--------|--------|---------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 1.752 | 0.584 | 0.412 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 69.407 | 13.881 | 9.799 ^{**} | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 21.248 | 1.417 | | | |
| Total | 23 | 92.407 | | | | |

C.V = 1.94 %

Efectuado el análisis de variancia se determinó que no existe significación entre repeticiones, pero es significativo entre tratamientos. Se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 1.94 %

CUADRO 31. Prueba de significación estadística de Duncan para peso de 100 granos

| O.M | Tratamientos | Promedio gramos | Significación | |
|-----|--------------------------|--------------------|---------------|------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 64.090 | a | a |
| 2 | Rumba 0.25 % (T3) | 63.363 | a | a |
| 3 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 60.865 | b | b |
| 4 | Strong Power 1.0 % (T5) | 60.856 | b | b |
| 5 | Testigo (T6) | 60.045 | b | b |
| 6 | Ergostim 0.025 % (T2) | 59.437 | b | B |

$\bar{Y} = 61.445$ gramos

$S_x = \pm 0.4859$ gramos

La Prueba de Significación de Duncan determinó que a los niveles del 95 % y 99 % de confiabilidad existen dos grupos de tratamientos no significativos idénticos en ambos casos. La significación en ambos casos se presenta entre los tratamientos que ocuparon los dos primeros lugares que son, respectivamente, Giber Plus (T4) con 64.090 g y Rumba (T3) con 63.363 g, frente a los otros cuatro tratamientos que siguen en orden de mérito que son Agrostemin (T1), Strong Power (T5), Testigo (T6) y Ergostim (T2) que se ubica en último lugar con 59.437 g. Dentro de los grupos mencionados, no existe significación estadística para el peso de 100 granos.

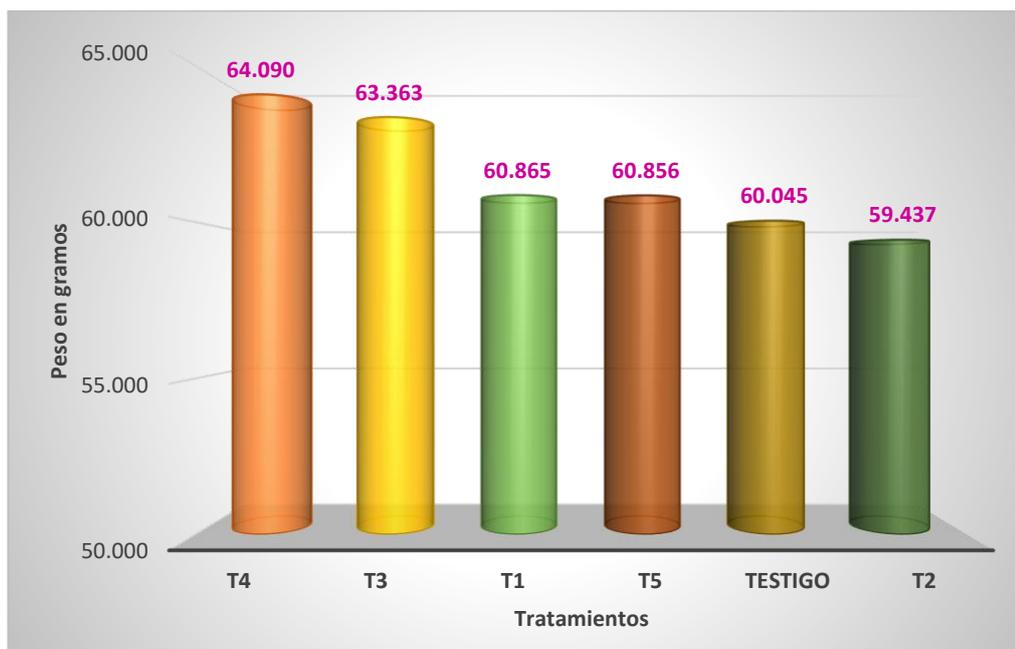


Fig. 13 Representación gráfica del promedio de peso de 100 granos

4.2.8 Peso de granos del área neta experimental

CUADRO 32. Análisis de varianza para peso del área neta experimental

| F.V | G.L | S.C | CM | F.C | F.T | |
|--------------|-----|-------|-------|---------------------|-------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Repetición | 3 | 0.050 | 0.017 | 1.448 ^{NS} | 3.287 | 5.42 |
| Tratamientos | 5 | 0.431 | 0.086 | 7.550 ^{**} | 2.901 | 4.56 |
| Error | 15 | 0.171 | 0.011 | | | |
| Total | 23 | 0.652 | | | | |

C.V = 6.81 %

En el análisis de varianza se determinó que no existe significación entre repeticiones, pero es altamente significativo entre tratamientos. Se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 6.81 %

CUADRO 33. Prueba de significación estadística de Duncan para peso del área neta experimental, expresado en kilos

| O.M | Tratamientos | Promedio kg | Significación | |
|-----|--------------------------|-------------|---------------|------|
| | | | 0.05 | 0.01 |
| 1 | Strong Power 1.0 % (T5) | 1.761 | a | a |
| 2 | Giber Plus 0.0625 % (T4) | 1.663 | a b | a b |
| 3 | Testigo (T6) | 1.633 | a b | a b |
| 4 | Rumba 0.25 % (T3) | 1.548 | b c | b c |
| 5 | Agrostemin 0.15 % (T1) | 1.425 | c d | c |
| 6 | Ergostim 0.025 % (T2) | 1.377 | d | c |

$$\bar{Y} = 2.508 \text{ kg}$$

$$S_x = \pm 0.0698$$

Al efectuar la Prueba de Significación de Duncan se determinó que a nivel del 99 % de confiabilidad existe diferencia significativa entre el tratamiento con Strong Power (T5) que se ubica en primer lugar con un rendimiento de 1.761 kilos con los tratamientos Rumba (T3) con 1.548 kg, Agrostemin (T1) con 1.425 kg y Ergostim (T2) con 1.377 kg que se ubica en último lugar. Las relaciones entre los demás tratamientos presentan diversa relación de significación tal como se observa en el cuadro 24 que antecede.

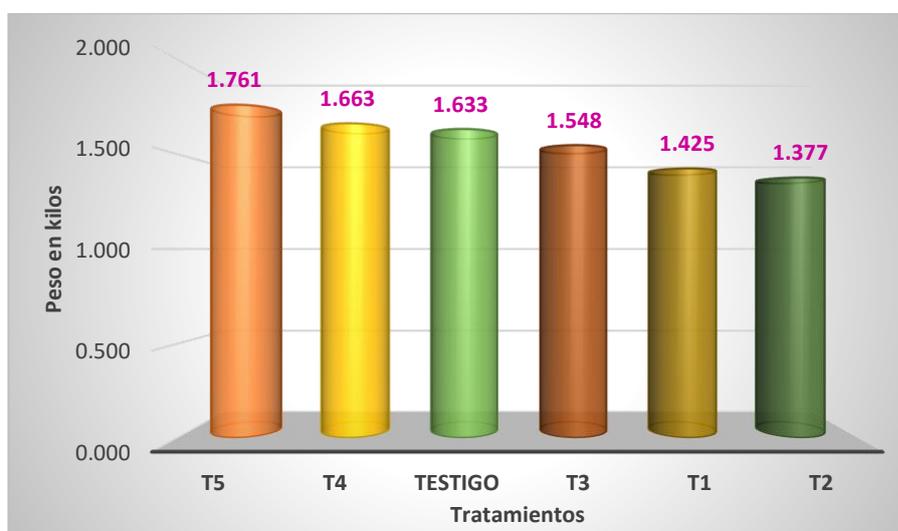


Fig. 14 Representación gráfica del peso promedio de granos por área neta experimental

4.2.9 Rendimiento por hectárea

El cálculo de rendimiento por hectárea se realizó en base a la evaluación del rendimiento por área neta experimental conformada por 30 golpes con 90 plantas, distribuidos en tres surcos centrales. Por esta razón, las representaciones gráficas que se presentan en las figuras 12 y 13 son idénticas.

CUADRO 34. Estimado de rendimiento por hectárea en kg en base al peso del área neta experimental

| O.M | Tratamientos | Rendimiento promedio kg | |
|-----|-----------------------|-------------------------|-----------|
| | | ANE 5.4 m ² | Hectárea |
| 1° | T5 Strong Power 1.0% | 1.761 | 3 260.417 |
| 2° | T4 Giber Plus 0.0625% | 1.664 | 3 081.019 |
| 3° | T6 Testigo | 1.633 | 3 024.306 |
| 4° | T3 Rumba 0.25% | 1.548 | 2 866.898 |
| 5° | T1 Agrostemin 0.15% | 1.425 | 2 638.889 |
| 6° | T2 Ergostim 0.025% | 1.378 | 2 550.926 |

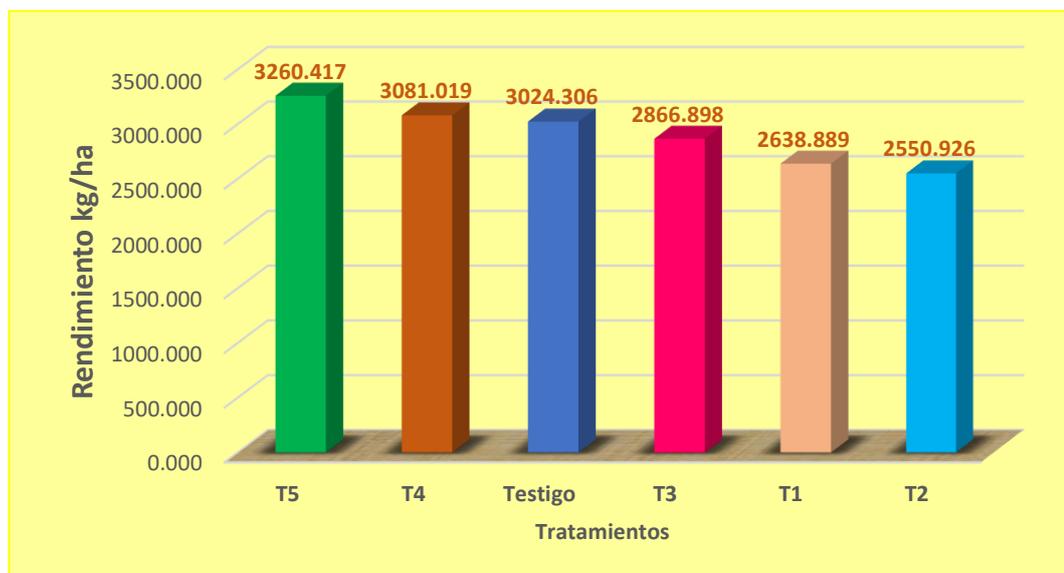


Fig. 15 Representación gráfica del rendimiento en granos por hectárea

V. DISCUSIÓN

5.1 Desarrollo vegetativo

En la presente investigación se han considerado tres indicadores para evaluar el desarrollo vegetativo, que comprenden tanto la parte foliar como radicular; por ello, se realizaron evaluaciones de altura de planta, cobertura foliar y crecimiento radicular.

En altura de planta, se determinó que el tratamiento Giber Plus al 0.0625 % (T4) alcanzó la mayor altura, obteniendo un promedio de 50.25 centímetros; debido a eso muestra diferencia significativa al 0.01 % de probabilidad, con todos los demás tratamientos; mientras que el testigo ocupó el último lugar con tan solo 37.90 cm conformando un grupo no significativo conjuntamente con el tratamiento con Rumba al 0,25 % (T3) que alcanzó 39.78 cm y Strong Power al 1.0 % (T5) que presentó una altura de 41.03 cm. Este comportamiento se debe a que el Giber Plus es una giberelina cuya función es estimular la elongación celular Weaver (1976), hecho que es confirmado por los trabajos realizados por Carrera y Canacuán (2011) que al aplicar giberelina al cultivo de frijol obtuvo un mayor crecimiento que el de los demás tratamientos, registrando una altura de plantas de 70.57 cm. Similar comportamiento es reportado por Trujillo (1992) en el cultivo de frijol común, en el que obtuvo una altura de 106 cm.

Otro de los indicadores considerados para el desarrollo vegetativo fue el desarrollo foliar a través de la evaluación de la cobertura foliar. En esta variable destacaron el testigo (T6) que presentó 0.456 m² y el Ergostim (T2) con 0.445 m². Respecto a esta variable, no se tienen antecedentes de evaluaciones en trabajos realizados; pero es de suponer que el testigo alcanzó mayor desarrollo foliar en razón de que

los otros tratamientos tuvieron influencia en un mayor crecimiento longitudinal y no en un desarrollo de cobertura, hecho que es coincidente con lo reportado por Villalobos citado por Pari (2012) quien señala que uno de los efectos fisiológicos producidos por las auxinas es la inhibición de la emisión de yemas laterales, como consecuencia de la dominancia apical, hecho corroborado por Trujillo (1992), quien también utilizó Ergostim y determinó que con dicho producto, el crecimiento longitudinal fue menor que con los otros productos.

En cuanto al crecimiento radicular, se determinó que el tratamiento con Giber Plus al 0.0625 % (T4), alcanzó el mayor desarrollo, obteniendo un promedio de 38.60 centímetros; por ello, muestra diferencia significativa al 0.05 % de probabilidad, con todos los demás tratamientos; mientras que a nivel del 0.01 % este mismo tratamiento solo presenta diferencia significativa con Agrostemin 0.15 % (T1) y Strong Power 1.0 % (T5) que alcanzaron longitudes de 33.42 cm y 31.14 cm, respectivamente. Este comportamiento se debe a la diferencia en los principios activos de los productos utilizados. El Giber Plus es una giberelina que promueve y estimula la elongación radicular, tal como sostiene Weaver (1976); mientras que el Agrostemin es promotor de auxina cuya actividad fundamental se manifiesta en la elongación de tallos, Lira (1994); en cambio el Strong Power por ser un compuesto fundamentalmente a base de fósforo y aminoácidos, su acción se evidenciaría en la formación de proteínas contenidas en el grano.

5.2 Desarrollo reproductivo

Para la evaluación del desarrollo reproductivo se consideraron 8 indicadores las que son: número de flores por planta, número de vainas por planta, índice de cuajado de frutos, longitud de la vaina, número de granos por vaina, longitud de granos, peso de 100 granos y peso de granos de área neta experimental.

En número de flores por planta se determinó que el tratamiento Giber Plus al 0.0625 % (T4) alcanzó un mayor número obteniendo un promedio de 20 flores; debido a eso muestra diferencia estadística significativa al 0.05 % de probabilidad, con todos los demás tratamientos; mientras que el testigo ocupó el último lugar con tan solo 12.75 flores conformando un grupo no significativo conjuntamente con el tratamiento con Ergostim al 0.025 % (T2) que alcanzó 17 flores. Este comportamiento se debe a que el Giber Plus es una giberelina cuya función es inducir a la floración como lo menciona Weaver, (1976) hecho que es confirmado por los trabajos realizados por Pari (2012), que al aplicar giberelina al cultivo de frijol obtuvo un mayor crecimiento que el de los demás tratamientos, registrando un número de flores de 21, similar comportamiento es reportado por Solórzano en el cultivo de frijol variedad canario, en el que obtuvo 22 flores por planta.

Del mismo modo para el número de vainas por planta se estableció que los tratamientos que destacaron fueron Giber Plus al 0.0625 % (T4) con 12.93 y Ergostim al 0.025 % (T2) con 11.75 vainas por planta respectivamente, en comparación con Agrostemin al 0.15 % (T1) con 9.78 vainas por planta y el testigo (T6) con 9.08 vainas por planta quienes obtuvieron los más bajos promedios, conformando así diversos grupos no significativos entre tratamientos. Este resultado se debe a que las giberelinas estimulan el crecimiento de los tejidos adyacentes para la formación de los frutos tal como lo especifica weaver (1976), asimismo, Ergostim al presentar dentro de su composición aminoácidos, estos estimulan los procesos dentro del metabolismo de la planta, así como indica Química Suiza del Perú (2017), eso corrobora la investigación realizada por Trujillo (1992), quien al aplicar Ergostim obtuvo 13.866 vainas por planta.

Para el Índice de cuajado de frutos se determinó que el tratamiento con Rumba al 0.25 % alcanzó el promedio más alto con

0.7795 frutos cuajados en comparación con Agrostemin 0.15 % (T1) quien se ubicó en el último lugar con un índice de 0,6238 frutos cuajados, conformando un grupo significativo al 0.05 %, cabe resaltar que el testigo (T6) se ubicó en segundo con un índice de 0.7210, este comportamiento se debe a que en su composición química Rumba contiene promotores de auxinas, giberelinas y citoquininas, como lo detalla Silvestre Producción Vegetal (2017) , confirmando así lo que describe Nitsch citado por Nina (2016) indicando que las citoquininas estimulan la división celular durante la fecundación y el crecimiento del fruto , Por otro lado las auxinas y giberelinas son responsables del crecimiento de los tejidos adyacentes para formar fruto (Weaver,1976).

Según los resultados obtenidos el tratamiento con Strong Power 1.0 % (T5) alcanzó el primer lugar con 14.73 cm de longitud de vainas, existiendo diferencia significativa al 0.05 % de todos los tratamientos con el testigo (T6) que ocupó el último lugar con 14.22 cm de longitud de vainas, se debe resaltar que la diferencia de longitud entre los otros cinco tratamientos es de 4.3 mm siendo así un grupo no significativo. Este comportamiento se debe a que en su composición Strong Power contiene altos niveles de fósforo y aminoácidos como lo detalla (Corporación Química Vegetal, 2018) quienes a su vez intervienen en la división celular crecimiento y formación, (Buckman y Brady, 1965). Corroborando así la investigación realizada por Solórzano (2012), quien al aplicar el bioestimulante Enziprom a una dosis de 5 ml/kg/semilla 20 L obtuvo una longitud de 12.5 cm.

Para el número de granos por vaina el tratamiento con el bioestimulante Strong Power al 1.0 % (T5) destacó con 5.30 granos por vaina, siendo el segundo Agrostemin al 0.15 % (T1) con 5.20, seguido de Giber plus 0.625 % (T4) con 5.10 y Rumba (T3) con 5.08 granos por vaina respectivamente conformando un grupo no significativo al 0.05 %, esto se debe a que los productos presentan en su composición

promotores de auxinas, citoquininas y giberelinas que estimulan el incremento de la actividad enzimática, y el metabolismo vegetal tal como lo sostiene Lúcar (1994), se debe resaltar también que todos los tratamientos con aplicación de bioestimulantes sobresalieron frente al testigo (T6) que solo alcanzó 8.80 granos por vainas, confirmando de esta manera lo que se expone.

En el indicador tamaño de grano el tratamiento Giber Plus al 0.0625 % (T4), alcanzó el primer lugar con 16.65 mm, seguido de Rumba al 0.25 % (T3) con 16,46 mm quienes presentan diferencia significativa con los tratamientos con Ergostim 0.025 % (T2) que alcanzó 15.96 mm y con el tratamiento con Agrostemin 0.15 % (T1) que obtuvo 15.841 mm de tamaño de grano. El resultado obtenido es consecuencia del mayor crecimiento de frutos producido por acción de las giberelinas, tal como sostiene Weaver, (1976) al referirse entre otros aspectos a la acción de estos compuestos que estimulan la división o la elongación celular, o ambas cosas. En el caso del tratamiento con Rumba 0.25 % (T3), el efecto mostrado se debe a la a que en su composición contiene precursores de auxinas, citoquininas y giberelinas que, al actuar de manera integrada, también favorecen una mayor acumulación de materia seca por la translocación de nutrientes de la hoja a los frutos, tal como sostiene Silvestre Protección Vegetal (2014).

En la evaluación de peso de 100 granos lo que se pretende demostrar es la eficiencia en la acumulación de materia seca, que se da en el tejido parenquimático de las células reservantes que pueden ser grandes o pequeñas. Los productos utilizados se caracterizan por favorecer la elongación celular, así como lo reporta Silvestre Protección Vegetal (2014), como es el caso del tratamiento con Giber plus al 0.0625 % (T4) que alcanzó 60,090 gr, en comparación del tratamiento con rumba 0.25 % (T3) quien obtuvo 63.363 gr, ocupando así el primer y segundo lugar respectivamente. Al comparar con los demás tratamientos

se observa que existen dos grupos no significativos idénticos tanto al 0.05 % como al 0.01 %, frente a los otros cuatro tratamientos que siguen en orden de mérito son el tratamiento Agrostemin 0,15 % (T1) con 60.865 gr, Strong Power al 1.0 % (T5) con 60.856 gr, Testigo (T6) con 60.045 gr y finalmente Ergostim al 0.025 % con 59.437 gr para peso de 100 granos. En el caso del tratamiento con Ergostim 0.25 % (T2) que ocupó el último lugar, se explica por el hecho de que en su composición contiene dos derivados de aminoácidos que tienen como función principalmente el aspecto estructural, García (2015).

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y el análisis realizado en la discusión, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se determinó que la aplicación foliar de bioestimulantes tienen efecto en el mayor desarrollo vegetativo que se produjo con la aplicación de Giber Plus al 0.0625 % tuvo influencia en la mayor altura de planta (50.52 cm), tamaño de la raíz principal (38.60 cm) y mayor peso del sistema radicular (8.98 gr) mientras que para cobertura foliar quien destaco el testigo (T6) obteniendo 0.456 cm².
2. En el desarrollo reproductivo quien tuvo un mayor efecto fue el tratamiento con el bioestimulante Giber plus al 0.0625 % para las siguientes variables: número de flores por planta (20 unidades), número de vainas por planta (12.93 unidades), tamaño de grano (16.64 mm), y peso de 100 granos (64.090 gr).
3. El tratamiento que tuvo mayor efecto en las variables de longitud de vainas con un promedio de (14.73 cm), número de granos por vaina con (5.30 unidades) y finalmente peso del área neta experimental con (1.76 kg) fue con la aplicación del bioestimulante Strong Power al 1.0 %.
4. El índice del cuajado de frutos tuvo mayor efecto con la aplicación del bioestimulante Rumba al 0.25 % alcanzando (0.7795).
5. Se ha determinado que existe relación directamente entre el mayor crecimiento radicular mostrado por el bioestimulante Giber plus con los indicadores de rendimiento.

VII. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones a las que se llegó en la presente investigación, a los interesados en el uso de bioestimulantes agrícolas en el cultivo de frijol se recomienda:

1. Utilizar el bioestimulante Strong Power al 1.0 % si lo que se pretende es obtener mejores resultados en cuanto a longitud de vaina y número de granos por vaina.
2. Utilizar el bioestimulante Giber Plus al 0.0625 % para obtener resultados positivos en cuanto al número de flores por planta.
3. Aplicar el bioestimulante Rumba al 0.25 % para obtener mejores resultados en el índice de cuajado de frutos.
4. Aplicar los productos Strong Power al 1.0 % y Giber Plus al 0.0625 %, en el cultivo de frijol al haber obtenido rendimientos 3 2060.4417 y 3081.019 en la variedad Cápsula.
5. Realizar investigaciones con los mismos productos en diferentes dosis.
6. Realizar nuevas investigaciones con Giber plus 4 L, combinando los factores: momentos de aplicación con dosis, en el mismo cultivo y en otras especies hortícolas de fruto.
7. Realizar investigaciones con los mismos productos en diferentes etapas fenológicas y en diversas especies.
8. Para obtener un mayor rendimiento en grano seco, incrementar la nutrición fosfatada para todos los tratamientos.
9. Replicar la investigación en diferentes estaciones.

VIII. LITERATURA CONSULTADA

- Alegría, W. 2016. Texto básico para profesional de Ingeniería Forestal, en el área de fisiología vegetal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, UNAP. Recopilado. Iquitos- Perú 2016. 224 p.
- AREX (Asociación regional de exportadores de Lambayeque) 2009. Frijol canario. Perfil comercial. Lima-Perú. 56 p.
- Buckman y Brady, H. 1965. Naturaleza y propiedades de los suelos. Edit. UTEMA. Barcelona-España. 100 p.
- Camarena, F.; Chiappe, L; Huaranga, A. y Mostacero, E. 2002. Ficha Técnica de Frijol Común. Programa de Investigación en Leguminosas. UNALM. Lima- Perú.12pp.
- Camarena F, Huaranga A, y E, Mostacero. 2009. Innovación tecnológica para el incremento de la producción del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Lima. ed. Agrum. 230 p.
- Carrera D; y Canacuán, A. 2011. Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de fréjol arbustivo, Cargabello y Calima rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cotacachi-Imbabura. Tesis para optar el título de Ingeniero Agropecuario. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.
- Chiappe, V. 1981. Requerimientos Ambientales del Frijol, Copias mimeografiadas de la UNALM. Lima-Perú. 50 p.
- CIAT. (Centro de Investigación Agraria Tecnológica) 1981. Morfología de la Planta de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Guía de Estudio. 50p.

- CIAT. 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cali, Colombia.
- Corporación Bioquímica Internacional. 2018. (En línea). Perú. Consultado el 15 de Setiembre del 2018. Disponible en: <https://www.cbiperu.com/prod/strong-power.htm>
- Debouck, D.1991. Origen, domesticación y evolución de frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L). Investigación para la mejora de cultivos de *Phaseolus vulgaris*. OXON (UK). CAB Internacional. p 7-53.
- Escobar, O. 2015. Respuesta del frejol Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar complementaria de tres bioestimulantes en Tumbaco, Pichinga- Ecuador. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central de Ecuador.
- Espinoza, E. 1990. Manejo del cultivo de Frijol. Lima- Perú. 50 p.
- Espinoza. A. 2009. Manejo del cultivo del frijol. Lima-Perú. 100 p.
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2012. (En línea). Consultado el 4 de septiembre de 2018. Disponible en: http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#DOWNLOAD
- García, S. (2017). Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Obtenido de Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. (En línea). Consultado el 8 de Setiembre del 2018. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricionvegetal/bioestimulantesagricolas-definicion-y-principales-categorias>.
- Lara, S. 2009. Evaluación de varios estimulantes foliares en la producción del cultivo de soya (*Glycine max* L.) en la zona de Babahoyo, Provincia de los ríos. Tesis para optar el título de Ingeniero Agropecuario, Facultad de

Ingeniería en mecánica y ciencias de la producción. Escuela superior Politécnica del Litoral. Ecuador.

Lara, Y. 2016. Efecto del uso de bioestimulantes y dosis en el rendimiento de Pallar Baby (*Phaseolus lunatus* L.) en Lambayeque. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería. Universidad César Vallejo. Chiclayo.

Lira, R. 1994. Fisiología vegetal. México. Editorial Trillas.

Lúcar, V., 1994. El Biol: Fuente estimulante en desarrollo agrícola – Programa Especial de Energías. UMSS- GTS. Cochabamba. Bolivia.

MINAGRI. (Ministerio de Agricultura y Riego). 2017. Boletín Agrícola, Pecuaria y Avícola. (en línea). Consultado el 25 de setiembre del 2018. http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletin_electronicos/VBP/2015/VBP-diciembre-2015.pdf

Nina, B. 2016. Efecto de 4 bioestimulantes en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annum* L). cultivar candente, en el centro experimental agrícola III. Los Pichones –Tacna. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo.

ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 2009. Mapa Ecológico del Perú. Esc. 1:1 000 000. Color. Consultado el 20 de Noviembre del 2018.

Pari, R. 2012. Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Canario 2000 en el valle de Moquegua. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. Tacna.

Química Suiza Industrial del Perú. 2017. (En línea). Perú. Consultado el 15 de Setiembre del 2018. Disponible en:

http://www.qsindustrial.biz/media_qsi/uploads/fichas.tecnicas/agrostemina.pdf

Salisbury, FB y Ross, C.W., 1994. Fisiología vegetal. México - Editorial Iberoamérica S.A.

Silvestre Protección Vegetal. 2014. (En línea). Perú. Consultado el 15 de Setiembre del 2018. Disponible en : http://www.silvestre.com.pe/site/images/Fichas_Tecnicas/FT_RUMBA_08.pdf

Red Agrícola. 2017. Reguladores de crecimiento y bioestimulantes. (En línea). Consultado el 15 de enero del 2019. Disponible en: <http://www.redagricola.com/cl/reguladores-de-crecimiento-y-bioestimulantes/>

Solórzano, C. 2014. Efecto del bioestimulantes Enziprom, en el rendimiento de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones edafoclimáticas del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola de Cayhuayna. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco.

Trujillo, E. 1992. Influencia de tres reguladores de crecimiento en dos momentos de aplicación en el cultivo del frijol común. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco. 112 p.

Ulloa, A; et al. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Universidad Autónoma de Nayart. ISSN.

Valladares. 2010. Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. (En Línea). Consultado 2 de setiembre del 2018. Disponible en: curlacavunah.files.wordpress.com/.../unidad-ii-taxonómia-botánica-y

- Valladolid, A. 1993. El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. INIA. Proyecto TTA (Transferencia de Tecnología Agropecuaria). Colección INIA. Lima-Perú.
- Weaver, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México Editorial Trillas. 620 p. (En línea) consultado 18 de julio del 2018. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/44337794_Reguladores_del_crecimiento_de_las_plantas_en_la_agricultura_Robert_J_Weaver
- White, J. 1999. Conceptos básicos de la fisiología del frijol, investigación y producción. Cali-Colombia. 20 Edición, 50 p.

ANEXOS

CUADRO 35. Valores promedios de la evaluación de cobertura foliar expresado en m²

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 0.440 | 0.416 | 0.399 | 0.343 | 0.295 | 0.467 | 2.360 | 0.390 |
| II | 0.406 | 0.417 | 0.364 | 0.408 | 0.399 | 0.471 | 2.466 | 0.410 |
| III | 0.405 | 0.453 | 0.380 | 0.422 | 0.284 | 0.428 | 2.373 | 0.400 |
| IV | 0.365 | 0.494 | 0.322 | 0.379 | 0.335 | 0.460 | 2.353 | 0.390 |
| Σ | 1.615 | 1.780 | 1.466 | 1.553 | 1.314 | 1.825 | 9.552 | 1.590 |
| \bar{Y} | 0.404 | 0.445 | 0.366 | 0.388 | 0.328 | 0.456 | 2.388 | 0.398 |

CUADRO 36. Promedio de altura de planta expresado en centímetros

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 39.50 | 41.80 | 35.80 | 47.70 | 42.20 | 36.30 | 243.30 | 40.55 |
| II | 42.40 | 43.50 | 41.80 | 53.20 | 39.60 | 38.00 | 258.50 | 43.08 |
| III | 40.70 | 40.30 | 39.70 | 48.30 | 42.10 | 38.30 | 249.40 | 41.57 |
| IV | 47.80 | 42.20 | 41.80 | 51.80 | 40.20 | 39.00 | 262.80 | 43.80 |
| Σ | 170.40 | 167.80 | 159.10 | 201.00 | 164.10 | 151.60 | 1014.00 | 169.00 |
| \bar{Y} | 42.60 | 41.95 | 39.78 | 50.25 | 41.03 | 37.90 | 253.50 | 42.25 |

CUADRO 37. Promedio de longitud de raíz, expresado en centímetros

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 34.80 | 36.30 | 33.50 | 35.38 | 33.52 | 30.16 | 203.66 | 33.94 |
| II | 31.68 | 36.74 | 32.46 | 40.20 | 31.02 | 32.86 | 204.96 | 34.16 |
| III | 32.32 | 29.92 | 34.48 | 39.76 | 30.70 | 38.80 | 205.98 | 34.33 |
| IV | 34.86 | 31.40 | 36.25 | 39.06 | 29.30 | 32.78 | 203.65 | 33.94 |
| Σ | 133.66 | 134.36 | 136.69 | 154.40 | 124.54 | 134.60 | 818.25 | 136.38 |
| \bar{Y} | 33.42 | 33.59 | 34.17 | 38.60 | 31.14 | 33.65 | 204.56 | 34.10 |

CUADRO 38. Promedio de peso de raíz, expresado en gramos

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 6.40 | 6.36 | 6.64 | 8.50 | 5.73 | 4.02 | 37.65 | 6.28 |
| II | 7.64 | 7.35 | 10.99 | 8.16 | 4.77 | 3.38 | 42.29 | 7.05 |
| III | 8.53 | 7.61 | 6.86 | 8.37 | 3.99 | 3.52 | 38.88 | 6.48 |
| IV | 5.12 | 8.03 | 6.66 | 10.89 | 4.09 | 3.06 | 37.85 | 6.31 |
| Σ | 27.69 | 29.35 | 31.15 | 35.92 | 18.58 | 13.98 | 156.67 | 26.11 |
| \bar{Y} | 6.92 | 7.34 | 7.79 | 8.98 | 4.65 | 3.50 | 39.17 | 6.53 |

CUADRO 39. Promedio de número de flores por planta

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 17.00 | 19.00 | 13.00 | 20.00 | 14.00 | 13.00 | 96.00 | 16.00 |
| II | 13.00 | 14.00 | 11.00 | 19.00 | 16.00 | 12.00 | 85.00 | 14.17 |
| III | 14.00 | 19.00 | 14.00 | 18.00 | 15.00 | 15.00 | 95.00 | 15.83 |
| IV | 20.00 | 16.00 | 16.00 | 23.00 | 13.00 | 11.00 | 99.00 | 16.50 |
| Σ | 64.00 | 68.00 | 54.00 | 80.00 | 58.00 | 51.00 | 375.00 | 62.50 |
| \bar{Y} | 16.00 | 17.00 | 13.50 | 20.00 | 14.50 | 12.75 | 93.75 | 15.63 |

CUADRO 40. Promedio de número de vainas por planta

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 9.60 | 12.60 | 10.20 | 12.80 | 10.40 | 9.50 | 65.10 | 10.85 |
| II | 8.80 | 10.00 | 9.50 | 12.50 | 10.20 | 8.90 | 59.90 | 9.98 |
| III | 10.20 | 12.90 | 10.60 | 12.90 | 9.10 | 8.90 | 64.60 | 10.77 |
| IV | 10.50 | 11.50 | 11.40 | 13.50 | 10.90 | 9.00 | 66.80 | 11.13 |
| Σ | 39.10 | 47.00 | 41.70 | 51.70 | 40.60 | 36.30 | 256.40 | 42.73 |
| \bar{Y} | 9.78 | 11.75 | 10.43 | 12.93 | 10.15 | 9.08 | 64.10 | 10.69 |

CUADRO 41. Promedio de índice de cuajado de frutos

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 0.5647 | 0.6632 | 0.7846 | 0.6400 | 0.7429 | 0.7308 | 4.1261 | 0.6900 |
| II | 0.6769 | 0.7143 | 0.8636 | 0.6579 | 0.6375 | 0.7417 | 4.2919 | 0.7200 |
| III | 0.7286 | 0.6789 | 0.7571 | 0.7167 | 0.6067 | 0.5933 | 4.0813 | 0.6800 |
| IV | 0.5250 | 0.7188 | 0.7125 | 0.5870 | 0.8385 | 0.8182 | 4.1998 | 0.7000 |
| Σ | 2.4952 | 2.7751 | 3.1179 | 2.6015 | 2.8255 | 2.8839 | 16.6992 | 2.7800 |
| \bar{Y} | 0.6238 | 0.6938 | 0.7795 | 0.6504 | 0.7064 | 0.7210 | 4.1748 | 0.6975 |

CUADRO 42. Promedio de longitud de vaina expresado en centímetros

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 14.89 | 14.95 | 14.53 | 14.79 | 14.66 | 14.10 | 87.92 | 14.65 |
| II | 14.57 | 14.55 | 14.75 | 14.72 | 14.54 | 14.33 | 87.46 | 14.58 |
| III | 14.60 | 14.13 | 14.46 | 14.14 | 14.77 | 14.17 | 86.27 | 14.38 |
| IV | 14.70 | 14.88 | 14.93 | 14.55 | 14.96 | 14.27 | 88.29 | 14.72 |
| Σ | 58.76 | 58.51 | 58.67 | 58.20 | 58.93 | 56.87 | 349.94 | 58.32 |
| \bar{Y} | 14.69 | 14.63 | 14.67 | 14.55 | 14.73 | 14.22 | 87.49 | 14.58 |

CUADRO 43. Promedio de número de granos por vaina

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 5.30 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 5.00 | 4.60 | 29.60 | 4.93 |
| II | 5.30 | 5.20 | 5.10 | 5.00 | 5.40 | 5.00 | 31.00 | 5.17 |
| III | 4.90 | 4.80 | 4.90 | 5.10 | 5.50 | 4.90 | 30.10 | 5.02 |
| IV | 5.30 | 4.90 | 5.40 | 5.40 | 5.30 | 4.70 | 31.00 | 5.17 |
| Σ | 20.80 | 19.80 | 20.30 | 20.40 | 21.20 | 19.20 | 121.70 | 20.28 |
| \bar{Y} | 5.20 | 4.95 | 5.08 | 5.10 | 5.30 | 4.80 | 30.43 | 5.07 |

CUADRO 44. Promedio de tamaño de grano expresado en milímetros

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 16.00 | 16.41 | 16.89 | 17.42 | 16.00 | 16.54 | 99.25 | 16.54 |
| II | 15.53 | 15.66 | 16.36 | 16.54 | 15.98 | 16.14 | 96.21 | 16.03 |
| III | 15.83 | 15.84 | 16.62 | 16.23 | 16.05 | 15.86 | 96.42 | 16.07 |
| IV | 16.00 | 15.93 | 15.96 | 16.42 | 16.79 | 16.00 | 97.11 | 16.18 |
| Σ | 63.36 | 63.83 | 65.83 | 66.61 | 64.82 | 64.53 | 388.98 | 64.83 |
| \bar{Y} | 15.84 | 15.96 | 16.46 | 16.65 | 16.21 | 16.13 | 97.25 | 16.21 |

CUADRO 45. Promedio de peso de 100 granos expresado en gramos

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 61.425 | 59.239 | 63.273 | 64.225 | 60.539 | 61.651 | 370.352 | 61.730 |
| II | 59.831 | 60.936 | 64.521 | 63.995 | 61.201 | 58.139 | 368.623 | 61.440 |
| III | 59.885 | 57.777 | 63.658 | 63.063 | 61.695 | 59.978 | 366.056 | 61.010 |
| IV | 62.317 | 59.797 | 62.000 | 65.078 | 59.989 | 60.411 | 369.592 | 61.600 |
| Σ | 243.458 | 237.749 | 253.452 | 256.361 | 243.424 | 240.179 | 1474.623 | 245.770 |
| \bar{Y} | 60.865 | 59.437 | 63.363 | 64.090 | 60.856 | 60.045 | 368.656 | 61.445 |

CUADRO 46. Peso en kilos de granos del área neta experimental (5.4 m²)

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | | | | | | Σ | \bar{Y} |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| I | 1.448 | 1.325 | 1.588 | 1.759 | 1.691 | 1.635 | 9.446 | 1.570 |
| II | 1.396 | 1.386 | 1.539 | 1.287 | 1.761 | 1.598 | 8.968 | 1.490 |
| III | 1.405 | 1.399 | 1.511 | 1.741 | 1.764 | 1.681 | 9.500 | 1.580 |
| IV | 1.449 | 1.399 | 1.555 | 1.868 | 1.826 | 1.617 | 9.714 | 1.620 |
| Σ | 5.699 | 5.509 | 6.193 | 6.654 | 7.042 | 6.531 | 37.627 | 6.270 |
| \bar{Y} | 1.425 | 1.377 | 1.548 | 1.663 | 1.761 | 1.633 | 9.407 | 1.565 |

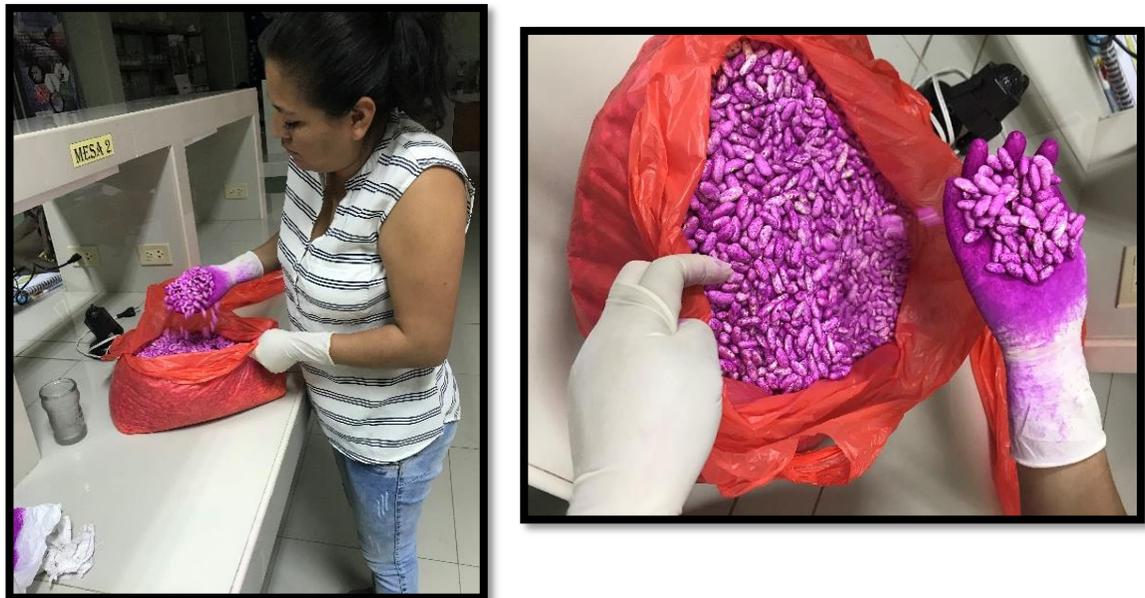
Panel Fotográfico**Fig.16** Semillas de frijol variedad Canario**Fig. 17** Desinfección de la semilla con el producto Vitavax.



Fig.18 Nivelación y surcado



Fig. 19 Demarcación y trazado del área



Fig. 20 Siembra



Fig. 21 Fertilización



Fig. 22 Preparación de dosis de bioestimulantes



Fig. 23 Aplicación de bioestimulantes



Fig.24 Control Fitosanitario



Fig. 25 Floración con Giber Plus (T4)



Fig. 26 Formación de vainas

Evaluaciones realizadas



Fig. 27 Altura de planta



Fig. 28 Cobertura foliar



Fig. 29 Longitud de la raíz



Fig. 30 Peso de la raíz



Fig. 31 Longitud de vainas



Fig. 32 Tamaño del grano



Fig. 33 Número de granos por vainas

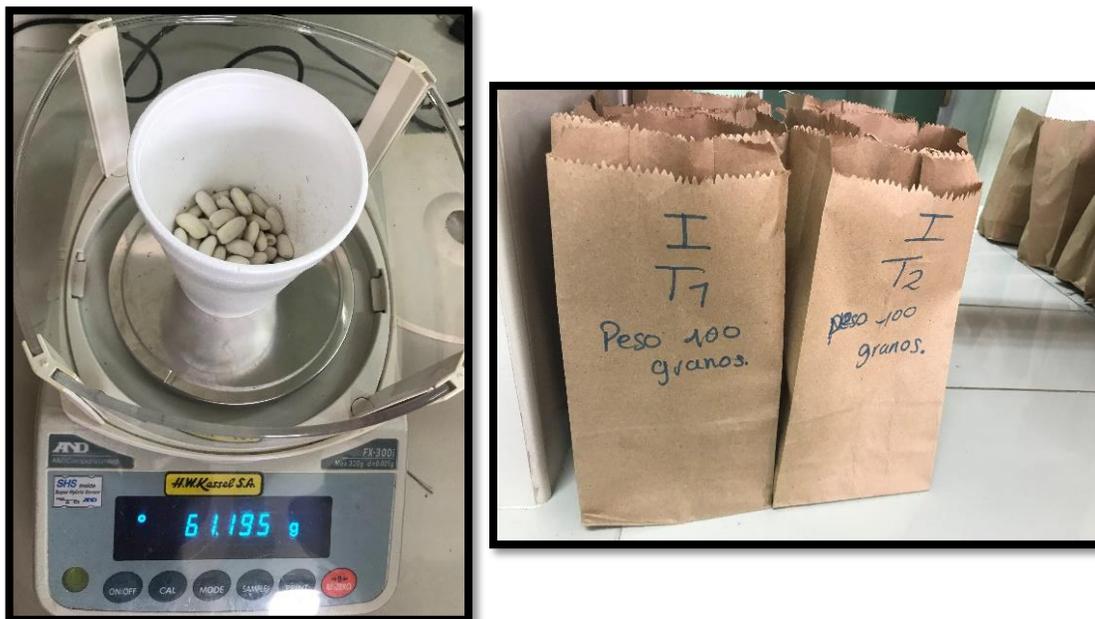


Fig. 34 Peso de 100 granos



Fig. 35 Trillado y evaluación del peso de área neta experimental



Fig. 36 Campo del área experimental en diferentes etapas fenológicas



Fig. 37 Supervisión del jurado



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - CARRETERA CENTRAL KM 1.21 - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelos@unaselva.edu.pe



ANÁLISIS DE SUELOS

| SOLICITANTE: | | PRISCILA PASCO GONZALES | | | | | | | | | | PROCEDENCIA | | | | HUANUCO | | | | | | |
|--------------|-----------|-------------------------|---|-------------------|---------|------|------|------|------|------|--------|-------------|-------------------------|------|------|---------|------|----|----|--------|------|------|
| N° | Cod. Lab. | DATOS | | ANÁLISIS MECÁNICO | | | pH | M.O. | N | P | K | CIC | CAMBIABLES Cmol(+) / kg | | | | C/Ce | % | % | % | % | |
| | | CULTIVO | LUGAR | Arena | Arcilla | Limo | | | | | | | Ca | Mg | K | Na | | | | | | Al |
| 1 | 54130 | FREJOL CAPSULA | CENTRO DE INVESTIGACION FRUTICOLA OLERICOLA - CAYHUAYNA | 53 | 29 | 19 | 7.31 | 1.86 | 0.08 | 7.58 | 143.44 | 8.82 | 5.84 | 2.21 | 0.40 | 0.38 | -- | -- | -- | 100.00 | 0.00 | 0.00 |

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

FECHA : 04 de octubre 2018

RECIBO N° 001-0558635



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA

[Signature]
Ing. Luis M. Manzanilla Minerva
JEFE



