

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“EFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN EL RENDIMIENTO DE
FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. CANARIO EN IRRIGACIÓN SAN
FELIPE, HUAURA”**

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

JUAN CALDAS ALVA

HUACHO - PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“EFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN EL RENDIMIENTO DE
FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. CANARIO EN IRRIGACIÓN SAN
FELIPE, HUAURA”**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza

Presidente

Dra. Maria Del Rosario Utia Pinedo

Secretario

Ing. Marco Tulio Sánchez Calle

Vocal

Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas

Asesor



HUACHO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

*A Dios, por darme la oportunidad de seguir mis sueños
y ser la luz en el camino de la vida.
A mis padres y hermanos, que en todo momento
me animaron a seguir adelante.*

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por contribuir en mi formación profesional y prepararme para la vida.
- A los docentes, que con cariño y entrega y paciencia volcaron en mí sus conocimientos.
- A mi asesor, el Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas, por su apoyo y acompañamiento durante la realización de esta investigación.
- Al Jurado Calificador, por su contribución en la mejora de esta investigación.
- A mis amigos, con quienes compartimos momentos de alegrías y tristezas.
- A todas las personas que me apoyaron en la culminación de este trabajo.

INDICE

INTRODUCCIÓN	01
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	02
1.1 Descripción de la realidad problemática	02
1.2 Formulación del problema	02
1.2.1. Problema general.....	02
1.2.2. Problemas específicos	02
1.3 Objetivos de la investigación	02
1.3.1. Objetivo general	02
1.3.2. Objetivos específicos	03
1.4 Justificación de la investigación	03
1.5 Delimitación del estudio	03
1.6 Viabilidad del estudio	03
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	04
2.1 Antecedentes de la investigación	04
2.2 Bases teóricas	05
2.3 Definiciones conceptuales.....	10
2.4 Formulación de la hipótesis	11
2.4.1. Hipótesis general.....	11
2.4.2. Hipótesis específicas	11
CAPITULO III. METODOLOGÍA	12
3.1 Diseño Metodológico	12
3.1.1 Ubicación	12
3.1.2 Materiales e insumos.....	12
3.1.3 Diseño experimental.....	12
3.1.4 Tratamientos.....	12
3.1.5 Características del área experimental.....	13
3.1.6 Croquis del experimento	14
3.1.7 Variable evaluadas	15
3.1.8 Conducción del experimento.....	16
3.2 Población y muestra	17
3.2.1. Población.....	17
3.2.2. Muestra.....	17
3.3 Técnica de recolección de datos.....	17
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	17
CAPITULO IV. RESULTADOS	18
4.1 Altura de la planta (cm).....	21

4.2	Número de vainas por planta	19
4.3	Longitud de vaina.....	20
4.4	Número de granos por planta	21
4.5	Número de granos por vaina	22
4.6	Peso de 100 granos.....	23
4.7	Rendimiento	24
4.8	Índice de cosecha	25
CAPITULO V. DISCUSIÓN.....		26
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		27
6.1	Conclusiones	27
6.2	Recomendaciones.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		28
ANEXOS		31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Tratamientos</i>	13
Tabla 2 <i>Análisis de varianza para altura de planta (cm) en Efecto del ácido giberélico (AG3) en el cultivo de frijol canario</i>	18
Tabla 3 <i>Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para la altura de planta (cm) del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados</i>	18
Tabla 4 <i>Análisis de varianza para número de vainas por planta en Efecto del ácido giberélico (AG3) en el cultivo de frijol canario</i>	19
Tabla 5 <i>Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para número de vainas por planta del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados</i>	19
Tabla 6 <i>Análisis de varianza para longitud de vaina en Efecto del ácido giberélico (AG3) en el cultivo de frijol canario</i>	20
Tabla 7 <i>Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para longitud de vaina del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados</i>	20
Tabla 8 <i>Análisis de varianza para número de granos por planta en Efecto del ácido giberélico (AG3) en el cultivo de frijol canario</i>	21
Tabla 9 <i>Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para número de granos por planta del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados</i>	21
Tabla 10 <i>Análisis de varianza para número de granos por vaina en Efecto del ácido giberélico (AG3) en el cultivo de frijol canario</i>	22
Tabla 11 <i>Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para número de granos por vaina del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados</i>	22
Tabla 12 <i>Análisis de varianza para Peso de 100 granos por vaina en Efecto del ácido giberélico (AG3) en el cultivo de frijol canario</i>	23
Tabla 13 <i>Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para Peso de 100 granos por vaina del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados</i>	23
Tabla 14 <i>Análisis de varianza para rendimiento en Efecto del ácido giberélico (AG3) en el cultivo de frijol canario</i>	24
Tabla 15 <i>Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para rendimiento del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados</i>	24
Tabla 17 <i>Análisis de varianza para Índice de cosecha en Efecto del ácido giberélico (AG3) en el cultivo de frijol canario</i>	25

Tabla 18 <i>Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para Índice de cosecha del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados.....</i>	25
Tabla 19 <i>Datos de campo-Altura de planta, número de vainas por planta y longitud de vaina</i>	32
Tabla 20 <i>Datos de campo-Número de granos por planta, granos por vaina y peso de 100 granos</i>	33
Tabla 21 <i>Datos de campo-Rendimiento e Índice de cosecha</i>	34

RESUMEN

Objetivos: Evaluar el efecto de la aplicación del ácido giberélico en el cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura. **Metodología:** Se utilizó el diseño en bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro bloques. Los tratamientos estuvieron constituidos por cinco dosis del ácido giberélico (AG₃): 0, 50, 100, 200 y 300 mg L⁻¹. Se evaluaron las siguientes características: altura de planta, número de vainas por planta, longitud de vainas, número de granos por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, rendimiento e índice de cosecha. Para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significación. **Resultados:** Para longitud de vaina, número de granos por vaina y peso de 100 granos no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En tanto que, para número de vainas por planta, número de granos por planta, rendimiento e índice de cosecha, los mayores valores les correspondieron a las aplicaciones 50, 100 y 200 mg L⁻¹ de AG₃. **Conclusiones:** Se concluye que la dosis máxima a aplicar de ácido giberélico es 200 mg L⁻¹.

Palabras clave: rendimiento, índice de cosecha, granos por vaina

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the effect of the application of gibberellic acid in the cultivation of canarian beans under the conditions of the San Felipe-Huaura Irrigation. **Methodology:** A randomized complete block design with five treatments and four blocks was used. The treatments consisted of five doses of gibberellic acid (AG₃): 0, 50, 100, 200 and 300 mg L⁻¹. The following characteristics were evaluated: plant height, number of pods per plant, pod length, number of grains per plant, number of grains per pod, weight of 100 grains, yield and harvest index. For the comparison of treatment means, the Tukey test was used at 5% significance. **Results:** For pod length, number of grains per pod and weight of 100 grains, there were no significant differences between the treatments. While, for number of pods per plant, number of grains per plant, yield and harvest index, the highest values corresponded to the 50, 100 and 200 mg L⁻¹ applications of AG₃. **Conclusions:** It is concluded that the maximum dose to apply of gibberellic acid is 200 mg L⁻¹.

Keywords: yield, harvest index, grains per pod

INTRODUCCIÓN

El frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo de importancia económica en el Perú, que se caracteriza por su alto contenido de proteínas (20 a 23%) y es muy requerida en la alimentación del poblador peruano, siendo consumida tanto en grano seco como en grano verde. Así, según reporte del Mercado mayorista de Lima, para el año 2020 se comercializó 3379 t en grano verde (Minagri, 2021).

Para el año 2019, en el Perú se cosecharon los frijoles en un área de 72 215 ha con una media de rendimiento de 1 190 kg ha⁻¹ (FAO, 2020). Su producción está a cargo de más de 140 mil familias de las tres regiones naturales del Perú (Minagri, 2019). Entre las variedades más comercializadas destacan los frijoles de granos blanco, canario, panamito entre otros (San Román et al., 2019).

El aumento de la población ha provocado mayor demanda de este producto y consecuentemente con ello, se ha tenido que recurrir a las importaciones. Así, para el año 2020 se ha importado 6,54 mil toneladas por un valor de 10,77 millones de dólares americanos (SUNAT, 2021), situación que agrava la seguridad alimentaria.

De ser una fuente barata de proteínas para la población de escasos recursos económicos (Espinoza, 2009), el elevado costo de su producción ha encarecido su precio, convirtiéndolo hoy en día en producto de lujo, por lo que se hace necesario evaluar diferentes alternativas que permitan incrementar los rendimientos, y para ello es posible recurrir a al uso reguladores vegetales, elección y aplicación adecuada de las fuentes fertilizantes, mejoras de riegos, control de plagas agrícolas, entre otros.

El ácido giberélico, es una fitohormona del crecimiento que estimula el desarrollo de las plantas y su rendimiento (Jordán 2006). Diferentes estudios demuestran que las giberelinas pueden influir en el crecimiento de las plantas y ayudar a la formación temprana de flores y vainas (Vásquez 2013). Estos resultados ayudarán a los pequeños agricultores a una mejor adopción de tecnología.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) es una leguminosa de grano, que se siembra en todo el mundo, en América Latina se tiene la más alta producción y consumo. Esta leguminosa representa una fuente barata de proteínas (20– 23%) y presenta un alto contenido de carbohidratos (59–60%), nutriente importante para la población de escasos recursos económicos; además, este es un excelente mejorador del suelo (Espinoza 2008).

A pesar de las ventajas que pueda ofrecer este cultivo, en el valle de Huaura su área de siembra es reducida. Entre las principales desventajas que se pueden observar es su bajo rendimiento y el alto costo de inversión, debido al incremento de precios de los diferentes insumos utilizados en su proceso productivo. Este escenario actualmente no es favorable por lo que se hace necesario seguir desarrollando investigaciones que permitan contribuir con el incremento del rendimiento.

En ese sentido, la aplicación del ácido giberélico es una alternativa para mejorar los rendimientos y así favorecer a los agricultores que se dedican a esta actividad.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Qué efectos producirá la aplicación del ácido giberélico en el cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura?

1.2.2 Problemas específicos

¿Qué efectos producirá la aplicación del ácido giberélico en los componentes de rendimiento del cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura?

¿Qué efectos producirá la aplicación del ácido giberélico en el rendimiento del cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación del ácido giberélico en el cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la aplicación del ácido giberélico en los componentes de rendimiento del cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura.

Evaluar el efecto de la aplicación del ácido giberélico en el rendimiento del cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura.

1.4 Justificación de la Investigación

La aplicación exógena de giberelinas como bioestimulantes es una opción económica que puede ayudar a aumentar los rendimientos en base a la mejora del balance hormonal de la planta en etapas productivas y así favorecer a los productores.

1.5 Delimitación del estudio

La presente investigación se desarrolló en la localidad de San Felipe en el distrito de Vegueta en la provincia de Huaura en el departamento de Lima, durante los meses de mayo a octubre del 2019.

1.6 Viabilidad del estudio

El estudio fue viable desde el punto de vista técnico, económico y legal.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Pavlista et al. (2013), para evaluar el efecto del ácido giberélico en dos cultivares de frijol implementaron el experimento por tres años consecutivos y aplicaron en el estado V2 (hoja unifoliada), 12 a 16 días después de la siembra, las siguientes dosis según el cultivar: al cultivar 'Poncho' se le aplicó 0, 0,5, 2 y 8 ppm en los años 2005 y 2006; y de 0, 2 y 4 ppm en 2007. En tanto que para el cultivar 'Matterhorn' se aplicó con 0, 31,25, 125 y 500 ppm GA₃ en 2005 y 2006, y con 0, 62,5 y 125 ppm en 2007. Concluyeron que el ácido giberélico mejora la arquitectura de planta la que favorece la cosecha mecanizada e incrementan los rendimientos, siendo las dosis más adecuadas la de 2 ppm para el cultivar Poncho y 125 ppm para el cultivar Matterhorn.

Pedó et al. (2018) evaluando el efecto de distintas concentraciones de ácido giberélico (0, 50, 100 y 200 mg L⁻¹) en el cultivo de frijol, y aplicando en la etapa V2 (Aparición de hojas primarias), observaron que el índice de cosecha y el número de semillas por planta se reducían conforme se incrementaba la concentración del ácido giberélico; refieren, además, que la mejor dosis a aplicar es la de 50 mg L⁻¹.

Gonzales et al. (2007) evaluando el efecto de las concentraciones de 0, 5, 25 y 125 mg L⁻¹ de AG₃ en el cultivo de Brócoli, evidenciaron que las concentraciones de 5 y 25 mg L⁻¹ fueron las más apropiadas por incrementar la altura de planta y la producción de materia seca.

Ortiz y García (2002), aplicando niveles de 0, 20, 30, 40, 50 y 60 mg L⁻¹ de AG₃ en la etapa de la emergencia de panículas en el cultivo de arroz, observaron que la aplicación de 50 mg L⁻¹ favoreció el mayor rendimiento.

Vásquez (2013), comparando diferentes concentraciones de ácido giberélico (0, 2000 y 4000 mg L⁻¹), aplicadas en pre y post floración en el cultivo frijol, encontró que las dos dosis de AG₃ produjeron mayor crecimiento de las plantas y cuaje de frutos, en comparación al testigo. Asimismo, influyeron en el incremento del rendimiento.

Pichardo et al. (2018) aplicando ácido giberélico en concentraciones de 0, 10, 30,50 y 500 mg L⁻¹ en el cultivo de chile jalapeño cuando las plantas alcanzaron la etapa de cuatro hojas

verdaderas; y la segunda, en la etapa de floración, observaron que la dosis de 10 mg L⁻¹ de AG₃ fue la que mostró la mejor respuesta en amarre de frutos aumentando el peso firmeza y calidad, y consecuentemente el rendimiento.

Serna et al. (2017) evaluando el efecto de las concentraciones de 0, 50, 100 y 150 mg L⁻¹ en el rendimiento del cultivo de tomate, con aplicaciones realizadas en pre-floración, hallaron una relación inversamente proporcional con el rendimiento y la calidad del producto, de los dos híbridos evaluados.

Chávez (2018) evaluando el efecto de tres dosis de AG₃ (10, 15 y 20 mg L⁻¹) en la producción de frijol, encontró que para rendimiento no hubo diferencias significativas entre ellas, pero si fueron superiores significativamente al testigo en un promedio de 40 %.

2.2 Bases teóricas

Origen del frijol

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tiene como centro de origen y domesticación a América, y se encuentra distribuido desde México hasta la Argentina (Valladolid, 1993; Hernández et al., 2013).

Taxonomía

El frijol común pertenece a la familia de las Fabáceas. El *Phaseolus vulgaris* se ubica en la siguiente clasificación taxonómica (Espinoza, 2009):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *P. vulgaris* L.

Morfología

Raíz: El frijol es una planta herbácea anual con raíces fasciculadas, fibrosas o pivotantes y cuyo mayor volumen se desarrolla en los primeros 20 cm. de profundidad del suelo; estas características pueden afectarse por las condiciones del suelo (Debouck e Hidalgo, 1985).

Tallo: Se caracteriza por ser el eje central de la planta, formado por una sucesión de nudos y entrenudos; así también, es herbáceo con sección cilíndrica o levemente angular; puede ser erecto, semiprostrado o prostrado, según el hábito de crecimiento de la variedad y alcanzar alturas hasta de 1-2 m (Debouck e Hidalgo, 1985).

Hojas: Presenta dos tipos de hojas: simples y compuestas. La primera, constituido por los cotiledones, que proveen de sustancias de reserva a la planta durante la germinación y emergencia, y elaboran los primeros carbohidratos a través de la fotosíntesis en sus cloroplastos y su periodo de vida es corto. El segundo par, primeras hojas verdaderas, se desarrollan a partir del segundo nudo; son simples, opuestas y cortadas. A partir del tercer nudo se desarrollan las hojas compuestas, las cuales son alternas, de tres folíolos un peciolo y un raquis. Presentan variación en cuanto tamaño, color y pilosidad, y esta variación dependerá de la variedad y las condiciones ambientales en las que se desenvuelve (Ventura et al., 2018).

Flores: La flor contiene los órganos sexuales de la planta: estambres (masculino) y los pistilos (femenino). En los estambres se produce el polen que cuando cae en los pistilos producen la fecundación y dan origen a la formación de la semilla o el grano. El cáliz es un tubo acampanado hacia el ápice que se divide en cinco lóbulos, dos de los cuales se encuentra parcialmente unidos; la corola rosa-purpura a casi blanca, presenta cinco pétalos desiguales, siendo el más extremo el más ancho y vistoso, conocido también como estandarte. La flor de frijol no se abre mientras esta no haya sido polinizada, por lo que se clasifica como una planta propiamente autógama (Ventura et al., 2018).

Fenología

En el desarrollo de la planta de frijol se observan dos fases sucesivas que son: vegetativa y reproductiva. La fase vegetativa se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar, y termina cuando se inicia la formación de los primeros botones florales. En esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa

que la planta necesita para iniciar su reproducción. La fase reproductiva termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha (Fernández et al., 1985).

Etapa V0 (Germinación): La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación.

Etapa V1 (Emergencia): Esta etapa se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo, y se considera cuando el 50% de la población, presenta los cotiledones al nivel del suelo.

Etapa V2 (Hojas primarias): Se considera cuando las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas.

Etapa V3 (Primera hoja trifoliada): La etapa se inicia cuando la primera hoja trifoliada del 50% de las plantas está completamente desplegadas.

Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada): La etapa se inicia cuando la tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas está completamente desplegadas. En esta etapa, se puede observar en la axila de cada hoja una triada de yemas que pueden originar estructuras vegetativas y/o reproductivas; generalmente, las yemas de los nudos que están por debajo de la tercera hoja trifoliada se desarrollan como ramas. Cuando las yemas apicales de las plantas de hábito de crecimiento determinado se desarrollan en botones florales y en las yemas axilares de las plantas de hábito de crecimiento indeterminado se desarrolla el primer racimo, se considera que la fase vegetativa ha concluido (Yanac, 2018).

Etapa R5(Prefloración): La etapa R5, se inicia cuando en el 50% de las plantas aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos según sea el hábito de crecimiento.

Etapa R6 (Floración): Cuando está abierta la primera flor en el 50% de las plantas del cultivo, se ha iniciado la etapa R6.

Etapa R7 (Formación de las vainas): Al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina.

Etapa R8 (Llenado de vainas): Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas.

Etapa R9 (Maduración): Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado).

Fisiología del frijol

El frijol es una especie que corresponde al grupo de plantas C3, que se caracterizan por ser ineficientes en la conversión del CO₂ en compuestos orgánicos, debido al proceso fotorrespiratorio que presenta (Taiz y Zeiger, 2018).

Según White (1985) el frijol, como toda planta, presenta el siguiente modelo de distribución de carbohidratos y minerales:

- a) Las diferentes partes de la planta compiten por los recursos que casi siempre son limitantes.
- b) Los diferentes órganos tienden a competir por estos recursos según ciertas prioridades. Los tejidos reproductivos (flores y vainas) tienen prioridad máxima; les siguen las hojas y raíces, y finalmente, los tallos. El proceso de fijación de nitrógeno que se da en determinadas circunstancias, requiere bastante energía y tiene la misma prioridad que las raíces.
- c) Las prioridades también dependen de los pesos relativos de los tejidos. Si un cultivo tiene un desarrollo foliar demasiado abundante, éste puede provocar una demanda suficientemente alta como para inhibir el crecimiento reproductivo.
- d) Bajo condiciones de demanda muy alta, puede ocurrir remoción de nutrientes de un órgano hacia otro. Un ejemplo común es la remoción de carbohidratos de tallos hacia las vainas.

Para medir la eficiencia productiva del frijol se utilizan una serie de variables tales como los componentes del rendimiento, constituidos por el peso de las semillas, semillas por vaina, vainas por nudo y nudos/m²; y también el índice de cosecha, que es la relación entre el rendimiento total y el peso seco total de la planta. Se considera que, en el frijol, el índice varía entre 0,5 a 0,6; y si muestra valores menores, indicaría mala adaptabilidad (White, 1985).

Condiciones edafoclimáticas

Suelo: El cultivo de frijol requiere de suelos fértiles y ricos en materia orgánica; prefiere suelos franco arcilloso y franco arenoso, porque estos ofrecen mayor aireación y drenaje, factores importantes en el buen desarrollo radicular y la formación de nódulos. Este cultivo no tolera suelos compactos, con poca aireación. Con respecto al pH (acidez o alcalinidad), se desarrolla sin problemas en el rango entre 6,5 y 7,5. El frijol tolera pH hasta de 5,5, aunque por debajo de ese límite presenta generalmente síntomas de toxicidad de aluminio y/o manganeso (Ventura et al., 2018).

Agua: El cultivo de frijol, en promedio tiene un consumo de 228 mm. En la fase vegetativa tiene una demanda aproximada de 85,7 mm, siendo las etapas V3 y V4 la de mayor requerimiento (63,3 mm) mientras que durante la fase reproductiva el consumo aproximado es de 143,2 mm, siendo las etapas R5 y R8 las de mayor demanda de este recurso (92,6 mm). Esto demuestra que el suministro de agua en las etapas de prefloración, floración y formación y llenado de vainas es clave para garantizar una buena producción de grano (Ventura et al., 2018).

Temperatura: La planta es capaz de soportar temperaturas extremas (5°C ó 40°C) pero por periodos relativamente cortos; y si estas fueran prolongadas, los daños que sufrirán serán irreversibles. Para el proceso de germinación se requiere de una temperatura mínima de 10 a 12 °C; para la floración, de 15 a 18 °C; y para el llenado, de 18 a 20 °C (Yanac, 2018).

Las giberelinas

Las giberelinas, también conocidas como ácidos giberélicos, comprenden un grupo de hormonas vegetales que actúan sobre el alargamiento y división celular y puede ser producida por diversos microorganismos (*Pseudomonas* spp, *Bacillus* spp, *Lactobacillus* spp, *Penicillium* spp, *Trichoderma* spp, entre otros) cuando ocurren ciertas interacciones simbióticas o parasitarias (bacterias y hongos) y también, por plantas de manera endógena en los tejidos jóvenes. Además, están involucradas en el desarrollo de tejidos cuyo crecimiento es constante, como ocurre con la elongación de raíces, hojas jóvenes, floración, entre otros procesos vegetales (Alcántara et al., 2019).

El ácido giberélico (GA3), por su parte, juega un rol importante en el alargamiento de los entrenudos ya que permite estimular la elongación celular en respuesta a las condiciones de luz y oscuridad. Adicionalmente, influye en los procesos de inicios de la floración, la que es

sumamente vital para la fertilidad de las plantas masculinas y femeninas. Cuando la planta presenta baja cantidad de giberelinas, hay aumento de esterilidad y bajo desarrollo de los aparatos reproductores vegetales. Así también, es necesario destacar que esta sustancia tiene la capacidad de promover la germinación de las semillas y estimular el crecimiento embrionario, luego del rompimiento de la dormancia en las semillas, por lo que es sumamente importante en el desarrollo temprano de los embriones vegetales (Alcántara et al., 2019).

Entendiendo que las giberelinas promueven el crecimiento inicial de los brotes, la aplicación exógena de ácido giberélico en las plantas de frijol puede influir en el crecimiento de las plantas y, en consecuencia, en la inserción de la primera vaina que facilita la recolección mecanizada, lo que conduce a la obtención de semillas de calidad fisiológica superior e incremento del rendimiento (Pedó et al., 2018).

2.3 Definiciones Conceptuales

Rendimiento Agrícola: Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea.

Crecimiento vegetal: Incremento permanente en volumen, peso seco, o ambos.

Vaina: La vaina es la porción basal de la hoja en gramíneas, la que se localiza abajo del limbo. Otra acepción también se designa al fruto de las leguminosas que se caracteriza por su alargada, más o menos globosa y sin divisiones carpelares; por ejemplo, vainas de frijol, alfalfa, cacahuate, garbanzo, etc.

Hormona: Derivación del griego que significa excitar o mover, y que se refiere a un compuesto químico-orgánico como una auxina, que se produce en una parte del individuo (planta o animal), que induce reacciones fisiológicas o anatómicas en otras partes del organismo.

2.4 Formulación de la hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

La aplicación de ácido giberélico influye en el cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura.

2.4.2 Hipótesis Específicas

La aplicación de ácido giberélico influye en los componentes de rendimiento del cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura.

La aplicación de ácido giberélico influye en el rendimiento del cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura.

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en los meses mayo a octubre del 2019 en la localidad de San Felipe, distrito de Vegueta, provincia de Huaura en el departamento de Lima.

3.1.2 Materiales e insumos

Se utilizaron los siguientes materiales e insumos:

a) Materiales:

- Rafia
- Estacas de madera
- Wincha
- Lampa
- Bomba de fumigar
- Balanza con aproximación de 0,1 g
- Estufa para secado

b) Insumos

- Semilla de frijol canario variedad 2000 INIA
- Fertilizantes (Urea, Fosfato di amonico y Sulfato de potássio)
- Ryz up 4% (AG₃)
- Pesticidas (Clorpirifos, cypermetrina, abamectina y acidificantes)

3.1.3 Diseño experimental

Se empleó el Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados con 5 tratamientos y 4 bloques para reducir el efecto de variabilidad de campo, siendo un total de 20 unidades experimentales. Para la comparación de las medias se empleó la Prueba estadística de Tukey al 5% de significación.

3.1.4 Tratamientos

Los tratamientos se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1

Tratamientos.

Tratamiento	Dosis de AG ₃ (mg L ⁻¹)
T0	0
T1	50
T2	100
T3	200
T4	300

3.1.5 Características del área experimental

Características de la unidad experimental

Ancho	: 3,20 m
Largo	: 4,00 m
Numero de surcos	: 04
Distancia entre surcos	: 0,80 m
Distancia entre golpes	: 0,35 m
Semillas por golpe	: 3
Área	: 12,80 m ²

- Características del Bloque

Largo	: 16,00 m
Ancho	: 4,00 m
Área del bloque	: 64,00 m ²
Numero de bloques	: 4
Área neta del experimento	: 256,00 m ²

3.1.6 Croquis del experimento

I	T0	T4	T3	T2	T1
II	T2	T1	T4	T3	T0
III	T2	T4	T0	T1	T3
IV	T1	T3	T4	T0	T2

Leyenda: Dosis de AG_3

T0: 0 mg L^{-1}

T1: 50 mg L^{-1}

T2: 100 mg L^{-1}

T3: 200 mg L^{-1}

T4: 300 mg L^{-1}

3.1.7 Variables evaluadas

Se evaluaron las siguientes variables por cada unidad experimental:

Altura de la planta:

Se eligieron 10 plantas al azar de los dos surcos centrales. La altura de la planta se midió desde la base del tallo hasta el ápice, utilizándose para ello una wincha de 5 m. El resultado se expresó en centímetros (cm).

Número de vainas por planta

En las plantas seleccionadas anteriormente, se contabilizaron el número de vainas de totales. El total fue dividido entre las 10, para expresarlo como número de vainas por planta.

Longitud de vainas

De cada planta evaluada anteriormente, se eligió la vaina representativa. En ella se midió su longitud, luego estos fueron promediados. El resultado se expresó en cm.

Número de granos por planta

En las vainas procedentes de las 10 plantas, anteriormente seleccionadas, se retiraron los granos, y estas fueron contabilizadas. Posteriormente se promedió y el resultado se expresó como número de granos por planta.

Número de granos por vaina

Para determinar esta variable se procedió a dividir el número de granos por planta entre el número de vainas por planta. El resultado se expresó en unidades.

Peso de 100 granos:

Para la obtención de un valor representativo se procedió a pesar el total de las semillas, y por una regla de tres simple se obtuvo el peso de 100 granos. El resultado se expresó en gramos (g).

Rendimiento

Para determinar el rendimiento, se procedió a cosechar las plantas de los dos surcos centrales, eliminando los bordes. Los granos se llevaron a la estufa para determinar el contenido de humedad, y posteriormente se ajustó al 13%, que es el porcentaje de humedad con la cual se comercializa dicho grano. El resultado se expresó en kg ha^{-1} .

Índice de cosecha (IC)

Para la determinación de esta variable se procedió a secar la planta en una estufa a 70 °C por 72 horas. De igual forma se hizo con los granos. Posteriormente se aplicó la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{\text{Peso de los granos}}{\text{Peso total de la planta}}$$

3.1.8 Conducción del experimento

Preparación del terreno

La preparación de terreno consistió en un riego de machaco, aradura, arrastre, gradeo y surcado. Los surcos estuvieron distanciados a 0,80 m

Siembra

La siembra se ejecutó en la primera semana de mayo del 2019. Para ello la semilla se desinfectó con vitavax a razón de 4 g por cada kg de semilla, con la finalidad de evitar el ataque de los hongos del suelo. Las semillas fueron colocadas a cada 0,35 m y en número de cinco, para posteriormente eliminar las excedentes y dejar solo tres. El desahije se realizó a los 10 días después de la emergencia.

Fertilización

A los 30 días después de la siembra se procedió a aplicar nitrógeno a razón de 80 kg por cada hectárea. Inmediatamente se hizo el aporque.

Riegos

Se hicieron en total 10 riegos.

Control de Hierbas

Para el control de hierbas se aplicó inmediatamente después de la siembra el herbicida Afalón 50SC a razón de 0,5 litro por cilindro de 200 litros. Posteriormente, se hizo deshierbos manuales. Las malezas predominantes fueron *Nicandra physaloides*, *Bidens pilosa*, entre otros.

Control de plagas

Las principales plagas que se observaron fueron *Liriomyza huidobrensis*, *Empoasca kraemeri* y *Epinotia aporema*. Para su control se hicieron aplicaciones oportunas de insecticidas a base de cyromazina y permetrina.

Cosecha

La cosecha se realizó en el mes de octubre del 2019.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población general del experimento estuvo constituida por 2 740 plantas, siendo 548 plantas en total para cada tratamiento en los 4 bloques.

3.2.2 Muestra

La muestra para la población de 2,740 plantas es de 338 plantas (con 95% de nivel de confianza, error de 5% y heterogeneidad de 50%) con lo cual corresponde evaluar 17 plantas por unidad experimental.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Para el recojo de la información se utilizó un cuaderno de apuntes, debidamente estructurado según la variable evaluada.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

La información obtenida de las caracterizaciones se ordenó en una matriz usando Microsoft Excel. Las observaciones de las características morfométricas se analizarán en una prueba ANOVA y prueba de Tukey con 5% de significancia empleando el programa estadístico InfoStat.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Altura de la planta (cm)

De acuerdo al análisis de varianza para la característica altura de planta, en la Tabla 2 se observa que no se ha presentado diferencias significativas tanto entre los diferentes tratamientos evaluados como entre los distintos bloques. El promedio general para dicha característica fue de 38,81 cm con un coeficiente de variación de 9,47%, considerado como aceptable (Pimentel, 2009).

Tabla 2
Análisis de varianza para altura de planta (cm) en Efecto del ácido giberélico (AG₃) en el cultivo de frijol canario.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Tratamiento	82,31	4	20,58	1,52 ns	0,2568
Bloque	85,34	3	28,45	2,11 ns	0,1527
Error	161,99	12	13,5		
Total	329,64	19			

ns: diferencias no significativas

CV: 9,47%

Promedio: 38,81 cm

En la Tabla 3, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, no se ha observado diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, los valores de altura de planta oscilaron entre 35,34 y 41,50 cm correspondiendo dichos valores al testigo y al tratamiento con la dosis de 300 mg L⁻¹ de AG₃, respectivamente.

Tabla 3
Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para la altura de planta (cm) del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados.

Tratamiento (Dosis de AG ₃ (mg L ⁻¹))	Altura de planta (cm)
300	41,50 a
100	39,64 a
50	39,33 a
200	38,24 a
0	35,34 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.2 Número de vainas por planta

Según el análisis de varianza para número de vainas por planta, en la Tabla 4 se aprecia que se ha presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos evaluados más no entre los distintos bloques. El promedio general para dicha característica fue de 9,67 vainas por planta con un coeficiente de variación de 14,58%, considerado como medio para experimentos agrícolas (Pimentel, 2009).

Tabla 4
Análisis de varianza para número de vainas por planta en Efecto del ácido giberélico (AG₃) en el cultivo de frijol canario.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Tratamiento	49,31	4	12,33	6,20 **	0,006
Bloque	1,91	3	0,64	0,32 ns	0,8105
Error	23,85	12	1,99		
Total	75,07	19			

ns: diferencias no significativas

** diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 14,58%

Promedio: 9,67

Al comparar los resultados obtenidos para número de vainas por planta, en la Tabla 5, según la prueba de Tukey al 5%, se observa que la aplicación de 200 mg L⁻¹ de AG₃ produjo mayor número de vainas y fue superior significativamente al tratamiento testigo y a la aplicación de 300 mg L⁻¹ de AG₃. Las aplicaciones de 50, 100 y 200 mg L⁻¹ de AG₃ produjeron resultados similares, no existiendo entre ellas diferencias significativas.

Tabla 5
Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para número de vainas por planta del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados.

Tratamiento Dosis de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Número de vainas por planta
200	11,67 a
100	10,84 ab
50	10,17 ab
0	7,84 b
300	7,83 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.3 Longitud de vaina (cm)

Según el análisis de varianza para longitud de vaina, en la Tabla 6 se aprecia que no se ha presentado diferencias significativas tanto entre los diferentes tratamientos evaluados como entre los distintos bloques. El promedio general para dicha característica fue de 12,49 cm con un coeficiente de variación de 3,87%, considerado como bajo para experimentos agrícolas (Pimentel, 2009).

Tabla 6
Análisis de varianza para longitud de vaina en Efecto del ácido giberélico (AG₃) en el cultivo de frijol canario.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Tratamiento	1,16	4	0,29	1,24	0,3466
Bloque	1,61	3	0,54	2,30	0,1294
Error	2,81	12	0,23		
Total	5,57	19			

ns: diferencias no significativas

CV: 3,87%

Promedio: 12,49 cm

En la Tabla 7, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, no se ha observado diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, las longitudes de vaina oscilaron entre 12,18 y 12,91 correspondiendo dichos valores al testigo y al tratamiento con la dosis de 300 mg L⁻¹ de AG₃, respectivamente.

Tabla 7
Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para longitud de vainas del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados.

Tratamiento Dosis de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Longitud de vainas (cm)
300	12,91 a
200	12,53 a
100	12,45 a
50	12,40 a
0	12,18 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.4 Número de granos por planta

Según el análisis de varianza para número de granos por planta, en la Tabla 8 se observa que se ha presentado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos evaluados mas no entre los distintos bloques. El promedio general para dicha característica fue de 22,45 granos por planta con un coeficiente de variación de 14,35%, considerado como medio para experimentos agrícolas (Pimentel, 2009).

Tabla 8

Análisis de varianza para número de granos por planta en Efecto del ácido giberélico (AG₃) en el cultivo de frijol canario.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Tratamiento	556,36	4	139,09	13,4 **	0,0002
Bloque	63,71	3	21,24	2,05 ns	0,1611
Error	124,55	12	10,38		
Total	744,62	19			

ns: diferencias no significativas

** diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 14,35%

Promedio: 22,45

Al comparar los resultados obtenidos para número de granos por planta, en la Tabla 9, según la prueba de Tukey al 5%, se observa que las aplicaciones de 200 y 50 mg L⁻¹ de AG₃ produjeron mayor número de vainas y fueron superiores significativamente al tratamiento testigo y a la aplicación de 300 mg L⁻¹ de AG₃. Las aplicaciones de 50, 100 y 200 mg L⁻¹ de AG₃ produjeron resultados similares, no existiendo entre ellas diferencias significativas.

Tabla 9

Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para número de granos por planta del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados.

Tratamiento Dosis de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Granos por planta
200	28,42 a
50	26,17 a
100	24,92 ab
0	18,58 bc
300	14,17 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.5 Número de granos por vaina

Según el análisis de varianza para número de granos por vaina, en la Tabla 10 se observa que no se ha presentado diferencias significativas tanto entre los diferentes tratamientos evaluados como entre los distintos bloques. El promedio general para dicha característica fue de 2,32 granos por vaina con un coeficiente de variación de 15,45%, considerado como medio para experimentos agrícolas (Pimentel, 2009).

Tabla 10

Análisis de varianza para número de granos por vaina en Efecto del ácido giberélico (AG₃) en el cultivo de frijol canario.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Tratamiento	1,37	4	0,34	2,68 ns	0,0831
Bloque	0,36	3	0,12	0,93 ns	0,4555
Error	1,53	12	0,13		
Total	3,26	19			

ns: diferencias no significativas

CV: 15,45%

Promedio: 2,32

Al comparar los resultados obtenidos para número de granos por vaina, en la Tabla 11, según la prueba de Tukey al 5%, se observa que el ácido giberélico, aplicado en sus diferentes dosis produjo respuesta similar al testigo.

Tabla 11

Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para número de granos por vaina del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados.

Tratamiento Dosis de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Granos por vaina
50	2,58 a
200	2,44 a
0	2,40 a
100	2,34 a
300	1,82 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.6 Peso de 100 granos

Para peso de 100 granos, según el análisis de varianza, Tabla 12 se observa que no se ha presentado diferencias significativas tanto entre los diferentes tratamientos evaluados como entre los distintos bloques. El promedio general para dicha característica fue de 63,04 g con un coeficiente de variación de 5,19%, considerado como bajo para experimentos agrícolas (Pimentel, 2009).

Tabla 12

Análisis de varianza para peso de 100 granos en Efecto del ácido giberélico (AG₃) en el cultivo de frijol canario.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Tratamiento	125,79	4	31,45	2,93 ns	0,0663
Bloque	2,75	3	0,92	0,09 ns	0,9667
Error	128,7	12	10,73		
Total	257,24	19			

ns: diferencias no significativas

CV: 5,19%

Promedio: 63,04 g

Al comparar los resultados obtenidos para peso de 100 granos, en la Tabla 13, según la prueba de Tukey al 5%, se observa que el ácido giberélico, aplicado en sus diferentes dosis produjo respuesta similar al testigo.

Tabla 13

Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para número de granos por vaina del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados.

Tratamiento Dosis de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Peso de 100 granos (g)
50	65,75 a
300	64,71 a
200	63,33 a
100	63,00 a
0	58,43 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.7 Rendimiento

Según el análisis de varianza, Tabla 14, para rendimiento se ha observado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos evaluado, más no entre los distintos bloques. El promedio general para dicha característica fue de 1215,29 kg ha⁻¹ con un coeficiente de variación de 14,48%, considerado como medio para experimentos agrícolas (Pimentel, 2009).

Tabla 14

Análisis de varianza para Rendimiento (kg ha⁻¹) en Efecto del ácido giberélico (AG₃) en el cultivo de frijol canario.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Tratamiento	1823459,72	4	455864,93	14,72 **	0,0001
Bloque	212459,02	3	70819,67	2,29 ns	0,1307
Error	371601,63	12	30966,8		
Total	2407520,37	19			

ns: diferencias no significativas

** diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 14,48%

Promedio: 1215,29 kg ha⁻¹

Al comparar los resultados obtenidos para rendimiento, en la Tabla 15, según la prueba de Tukey al 5%, se observa que las aplicaciones de 200, 50 y 100 mg L⁻¹ de AG₃ produjeron mayor rendimiento y fueron superiores significativamente al tratamiento testigo y a la aplicación de 300 mg L⁻¹ de AG₃. Las aplicaciones de 50, 100 y 200 mg L⁻¹ de AG₃ produjeron resultados similares, no existiendo entre ellas diferencias significativas.

Tabla 15

Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para Rendimiento (kg ha⁻¹) del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados

Tratamiento Dosis de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
200	1540,43 a
50	1479,57 a
100	1339,21 a
0	931,07 b
300	786,14 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

4.8 Índice de cosecha

Según el análisis de varianza, Tabla 16, para índice de cosecha se ha observado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos evaluados, más no entre los distintos bloques. El promedio general para dicha característica fue de 0,33 con un coeficiente de variación de 14,10%, considerado como medio para experimentos agrícolas (Pimentel, 2009).

Tabla 16

Análisis de varianza para Índice de cosecha en Efecto del ácido giberélico (AG₃) en el cultivo de frijol canario.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Tratamiento	0,18	4	0,04 **	18,44	<0,0001
Bloque	0,0025	3	0,00083 ns	0,35	0,7924
Error	0,03	12	0,00240		
Total	0,21	19			

ns: diferencias no significativas

** diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 14,10%

Promedio: 0,33

Al comparar los resultados obtenidos para índice de cosecha, en la Tabla 17, según la prueba de Tukey al 5%, se observa que las aplicaciones de 200, 50, 0 y 100 mg L⁻¹ de AG₃ produjeron similares valores de índice de cosecha y fueron superiores significativamente al tratamiento que recibió la aplicación de 300 mg L⁻¹ de AG₃.

Tabla 17

Prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% para Rendimiento (kg ha⁻¹) del cultivo de frijol canario entre los tratamientos estudiados

Tratamiento Dosis de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Índice de cosecha
200	0,44 a
50	0,39 a
0	0,38 a
100	0,35 a
300	0,17 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Para la altura de planta, a pesar de no presentarse diferencias significativas entre los tratamientos es posible observar una tendencia creciente al aumentar la dosis del AG₃. Tendencia similar fue observado por Chavéz (2018) cuando incrementó las dosis de AG₃ de 10 a 20 mg L⁻¹ al variar la altura de planta de 59,4 a 68,7 cm.

En las características número de vainas por planta, número de granos por planta, rendimiento e índice de cosecha, existe claramente una tendencia creciente alcanzando los máximos valores con la aplicación de AG₃ en la dosis de 200 mg L⁻¹; valores por encima de ese límite afectan a este conjunto de características mencionadas. Como lo indican Taiz y Zeiger (2018), la concentración del producto y la sensibilidad del tejido son preponderantes en la obtención de la respuesta de desempeño del vegetal. Entonces, estos resultados obtenidos son explicables porque la aplicación de AG₃ promueve en la planta una mayor absorción de nutrientes (Pedó et al., 2018) y su redistribución va a estar en función de la competencia interna entre los diferentes órganos de las plantas (White, 1985). Es así que con la aplicación de AG₃ con la dosis de 300 mg L⁻¹, se ha promovido una mayor formación de materia seca alojada en la parte vegetativa en detrimento de la formación de más vainas y consecuentemente menor cantidad de granos por planta. A pesar de que el número de vainas por planta pueda ser una característica propia del cultivar, esta puede estar influenciada por las características medioambientales, tal como lo refiere Lamz et al. (2017). En lo que se refiere al índice de cosecha, según Camarena et al. (2009), valores entre 0,5 y 0,6 son los adecuados, y que valores menores indican una pobre formación de vainas o granos, tal como se ha presentado en la presente investigación.

En las características longitud de vaina, número de granos por vaina y peso de 100 granos no se han observado diferencias significativas entre los diversos tratamientos. Resultados similares han sido reportados por Almeida et al. (2014), Bernardes et al. (2010) y Lana et al. (2009).

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo a las hipótesis planteadas, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- a) La aplicación del ácido giberélico (AG₃) influyó en el cultivo de frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura.
- b) La aplicación del ácido giberélico (AG₃) influyó en algunos de los componentes de rendimiento del cultivo de frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura. Así, hubo un incremento en el número de vainas por planta, número de granos por planta, e índice de cosecha, siendo la dosis de 200 mg L⁻¹ la más adecuada. En las variables longitud de vaina, número de granos por vaina y peso de 100 granos no se pudo notar la influencia de este compuesto.
- c) La aplicación de ácido giberélico influyó en el rendimiento del cultivo del frijol canario en condiciones de la Irrigación San Felipe-Huaura. Conforme se aumentó la dosis del AG₃, el rendimiento también se incrementó, siendo la dosis máxima la de 200 mg L⁻¹ la más adecuada. La dosis mayor promovió mayor desarrollo vegetativo en detrimento de la formación de vainas y granos.

6.2 Recomendaciones

Al finalizar la investigación se puede hacer las siguientes recomendaciones:

- a) Repetir el experimento en la misma localidad.
- b) Plantear investigaciones con aplicaciones del ácido giberélico en razones de cada 50 mg L⁻¹, en el mismo estadio fenológico.
- c) Incluir niveles de fertilización y densidades de siembra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, J. S., Acero, J., Alcántara, J. D., y Sánchez, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129.
- Almeida, A. Q., Soratto, R. P., Broetto, F., & Cataneo, A. C. (2014). Nodulação, aspectos bioquímicos, crescimento e produtividade do feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante. *Semina Ciências, Agrarias*, 1, 77–88. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p77>
- Bernardes, T. G., Silveira, P. M., & Mesquita, M. A. M. (2010). Bernardes, T. G., Silveira, P. M., Mesquita, M. A. (2010). Produtividade Do Feijoeiro Irrigado Devido A Reguladores de Crescimento e Culturas Antecessoras De Cobertura. *Bragantia*, Campinas, v.69, n.2, p.371-375. *Bragantia*, 69(2), 371–375.
- Camarena, M. F., Huaranga, J. A., y Mostacero, N. E. (2009). Innovación Tecnológica para el incremento de la producción de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú: Concytec
- Chávez, J. J. (2018). *Efecto de tres bioestimulantes (ryz up, prolamina y aminofol) y tres dosis de aplicación, en el rendimiento en grano seco de frijol variedad Sumac Puka (Phaseolus vulgaris L.) en Cajamarca* (tesis de pregrado). Recuperado de [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3166/EFEECTO%20DE%20TRES%20BIOESTIMULANTES%20\(RYZ%20UP,%20PROLAMINA%20Y%20AMINOFOL\)%20Y%20TRES%20DOSIS%20DE%20APLICACION,%20EN%20EL%20R.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3166/EFEECTO%20DE%20TRES%20BIOESTIMULANTES%20(RYZ%20UP,%20PROLAMINA%20Y%20AMINOFOL)%20Y%20TRES%20DOSIS%20DE%20APLICACION,%20EN%20EL%20R.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Debouck, D., y Hidalgo, R. (1985). Morfología de la planta de frijol común. Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/81884/morfologia7eba331e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinoza, E. A. (2009). *Evaluación de 16 genotipos seleccionados en dos densidades de siembra de frijol canario cv. Centenario (Phaseolus vulgaris L.) por su calidad y rendimiento en condiciones de la costa central* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1710>

- Fernández, F., Gepts, P., y López, M. (1985). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/ciat/28093.pdf
- Gonzales, M. L., Caycedo, C., Velásquez, M. F., Flores, V., y Garzón, M. R. (2007) Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento de coliflor (*Brassica oleracea L.*). *Agronomía Colombiana*, 25(1), 54-61. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a07.pdf>
- Hernández, V. M., Vargas, M. L., Muruaga, J. S., Hernández, S. & Mayek, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista fitotecnia mexicana*, 36(2), 95-104. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000200002&lng=es&tlng=es
- Lana, R. M. Q., Lana, A. M. Q., Gozuen, C. F., Bonotto, I., & Trevisan, L. R. (2009). Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *Bioscience Journal*, 25(1), 13–20.
- Ortiz, A., y García, O. (2002). Efecto del ácido Giberélico sobre el rendimiento de la variedad de arroz Araure 4. *Agronomía tropical*, 52(4), 485-495. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2002000400005
- Pavlista, A. D., Hergert, G., Santra, D. K., y Schild, J. A. (2013). Improving Bean Harvest with Gibberellic Acid. *American Society for horticultural Science*, 23(3), 282-287. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.23.3.282>
- Pedo, T., Garbim, E., Bacarin, M. A., Ferreira, I., Koch, F., Andrade, M., Pimentel, J. R., Troyjack, C., Amaral, F., y Zanatta, T. (2018) Crecimiento de plantas e vigor de semillas de feijão em resposta à aplicação exógena de ácido giberélico. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(3), 757-770. <https://doi.org/10.19084/RCA17169>
- Pichardo-González, J. M., Guevara-Olvera, L., Couoh-Uicab, L., Gonzales-Cruz, L., Bernardino-Nicanor, A., Medina, H., Gonzales-Chavira, M., y Acosta-García, G. (2018). Efecto de las giberelinas en el rendimiento de chile jalapeño. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i5.1502>

- Serna, A., Hurtado-Salazar, A., y Cevallos-Aguirre, N. (2017). Efecto del ácido giberélico en el crecimiento, rendimiento y calidad del tomate bajo condiciones controladas. *Temas Agrarios*, 22(2), 70-79. Recuperado de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/download/946/1178/>
- Taiz, L. y Zeiger, E. (2018). *Fisiología e desenvolvimento vegetal*, 6ta ed. São Paulo, Brasil: Artmed.
- Valladolid, A. (2001). *El cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la costa del Perú*. Recuperado de http://repositorio.minagri.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/MIDAGRI/590/Cultivo_Frijol_costa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vásquez, K. F. (2013). Influencia de la aplicación de giberelinas sobre la productividad de dos variedades de ejote francés, con tres distanciamientos de siembra (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/14/Vasquez-Karla.pdf>
- Ventura R., Clará, A., Ovidio, B., y Ramón, J. (2018). *Cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Recuperado de http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Frijol%202019.pdf
- White, J. (1985). Conceptos básicos de fisiología del frijol. Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/81995/conceptos-708bacf3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yanac, L. A. 2018. *Análisis del crecimiento y rendimiento de tres Variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) con diferentes dosis nitrogenadas, en La Molina* (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3304/yanac-mendez-luis-andre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Tabla 19

Datos de campo-Altura de planta, número de vainas por planta y longitud de vaina.

Código	Tratamiento (Dosis de AG ₃ en mg L ⁻¹)	Bloque	Altura de planta (cm)	Número de vainas por planta	Longitud de vainas (cm)
T0	0	1	31,67	6,67	11,10
T0	0	2	33,00	9,00	11,97
T0	0	3	40,00	7,00	12,70
T0	0	4	36,68	8,67	12,93
T1	50	1	32,33	10,67	12,73
T1	50	2	41,33	8,67	11,75
T1	50	3	43,00	11,33	12,37
T1	50	4	40,67	10,00	12,74
T2	100	1	38,10	13,67	12,70
T2	100	2	32,77	8,67	12,40
T2	100	3	43,37	11,33	12,78
T2	100	4	44,33	9,67	11,92
T3	200	1	37,07	11,00	12,07
T3	200	2	39,60	11,33	12,10
T3	200	3	40,17	12,33	13,31
T3	200	4	36,10	12,00	12,63
T4	300	1	40,10	7,33	12,92
T4	300	2	46,33	8,00	12,50
T4	300	3	41,83	7,00	13,16
T4	300	4	37,73	9,00	13,07
	Promedio		38,81	9,67	12,49

Tabla 20

Datos de campo-Número de granos por planta, granos por vaina y peso de 100 granos.

Código	Tratamiento (Dosis de AG ₃ en mg L ⁻¹)	Bloque	Número de granos por planta	Número de granos por vaina	Peso de 100 granos (g)
T0	0	1	16,33	2,45	58,33
T0	0	2	17,67	1,96	55,72
T0	0	3	19,33	2,76	63,14
T0	0	4	21,00	2,42	56,54
T1	50	1	19,67	1,84	64,92
T1	50	2	23,33	2,69	64,31
T1	50	3	32,00	2,82	68,08
T1	50	4	29,67	2,97	65,69
T2	100	1	24,67	1,80	63,01
T2	100	2	21,67	2,50	62,98
T2	100	3	29,67	2,62	58,12
T2	100	4	23,67	2,45	67,87
T3	200	1	26,33	2,39	65,32
T3	200	2	28,67	2,53	60,50
T3	200	3	25,67	2,08	64,52
T3	200	4	33,00	2,75	62,98
T4	300	1	15,67	2,14	64,96
T4	300	2	13,00	1,63	68,74
T4	300	3	12,00	1,71	61,22
T4	300	4	16,00	1,78	63,92
	Promedio		22,45	2,32	63,04

Tabla 21
Datos de campo-Rendimiento e Índice de cosecha.

Código	Tratamiento (Dosis de AG ₃ en mg L ⁻¹)	Bloque	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Índice de cosecha
T0	0	1	816,57	0,42
T0	0	2	843,71	0,32
T0	0	3	1046,29	0,40
T0	0	4	1017,71	0,38
T1	50	1	1094,29	0,32
T1	50	2	1286,29	0,42
T1	50	3	1867,43	0,44
T1	50	4	1670,29	0,38
T2	100	1	1332,29	0,36
T2	100	2	1169,71	0,32
T2	100	3	1478,00	0,37
T2	100	4	1376,86	0,35
T3	200	1	1474,29	0,44
T3	200	2	1486,57	0,47
T3	200	3	1419,43	0,35
T3	200	4	1781,43	0,51
T4	300	1	872,29	0,18
T4	300	2	766,00	0,15
T4	300	3	629,71	0,15
T4	300	4	876,57	0,20
	Promedio		1215,29	0,33





