

**Evaluación del crecimiento del frijol mungo (*Vigna radiata*) bajo aplicación de
fósforo y bioestimulante en El Espinal-Tolima**

Carlos Arturo Páez Martínez

Jei Sebastiana Rodríguez García

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Programa de Agronomía

Ibagué

Octubre 2020

**Evaluación del crecimiento del frijol mungo (*Vigna radiata*) bajo aplicación de
fósforo y bioestimulante en El Espinal-Tolima.**

Autores:

Carlos Arturo Páez Martínez

Jei Sebastiana Rodríguez García

Proyecto de investigación presentado como requisito para obtener el grado de:

AGRÓNOMO

Asesor

Francisco José Montealegre Torres

Ingeniero Agrónomo especialista en Gestión de Proyectos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

programa de agronomía

Ibagué

Octubre 2020

Resumen Analítico Especializado RAE

Tema	Desarrollo rural
Título	Evaluación del crecimiento del frijol mungo (<i>Vigna radiata</i>) bajo aplicación de fósforo y bioestimulante en El Espinal-Tolima.
Autores	<p>Carlos Arturo Páez Martínez</p> <p>Jeí Sebastiana Rodríguez</p>
Fuente Bibliográfica	<p>-Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC. 1979. AVRDC Progress Report 1978. Shanhua, Tainan. 71-71 p.</p> <p>-Beech, D.F. y T.M. Wood. 1978. Evaluation of mungbean under irrigation in norther Australia. The 1st International Mungbean Symposium. AVRDC. Shanhua, Tainan. p. 107-11.</p> <p>-Duque, F., G. Pessana y P. De Quiroz. 1987. Estudio preliminar sobre o comportamiento de 21 cultivares de feijao mungo em Itaguaí. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 22(6): 593–598. Agro Activo, regulador de.</p> <p>https://agroactivocol.com/producto/nutricionvegetal/fertilizantesfoliares/bioestimulantes/regulador-de-crecimiento-gen-10</p> <p>-Barriga, P. y Marambio, M. E. Acción genética y componentes de la variación genética del contenido y eficiencia de la utilización del fósforo en trigo. Agro Sur. (23): p. 30-38, 1995.</p> <p>-Díaz-Montenegro, D. 2014. Hormonas Vegetales y Biorreguladores para la Agricultura. Hojas Técnicas de Fertilab, México. 4 p.</p> <p>-Efitec (2016) Fosfitek Potasio Gold. http://efitec.com.co/fosfitek-potasio-gold/Efitec</p>

- FENALCE. 2015. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. Departamento económico y apoyo a la comercialización. Indicadores cerealistas. Bogotá D.C. 102p.
- González, E. 1988. Efecto de distancias de siembra sobre el rendimiento y sus componentes asociados en el frijol mungo (*Vigna radiata (L.) Wilczek*). Tesina de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela.
- HERNÁNDEZ, G.; TOSCANO, V.; MÉNDEZ, N.; GÓMEZ, L.; MULLINGS, M. 1996 Efecto de la concentración de fósforo sobre su asimilación en tres genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). *Agron. Mesoam.* 7(1):80-85.
- Infante, N. 2001. Estudio fenológico y agronómico de tres genotipos de frijol mungo (*Vigna radiata L. Wilczek*) en Maracay, estado Aragua. Trabajo de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía, Maracay. 126 p.
- Juárez, M. y Sánchez, J. Fósforo en agricultura. Universidad de Alicante. Secretariado de publicaciones, 1996.
- Lawn, R. J. 1978. Yield potential of *Vigna radiata* and *Vigna mungo* in summer rainfall cropping areas of Australia. The 1st International Mungbean Symposium. AVRDC, Shanhua, Tainan. pp. 24-27.
- Madriz, P., Luciani, J. 2004. Caracterización agronómica de 20 cultivares de frijol mungo, *Vigna radiata (L.) Wilczek*, en tres épocas de siembra, en Maracay, estado Aragua, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 21: 19-35.
- Muñoz Pineda, M.A.; Rojas M, L.A (2000) El cultivo del fríjol mungo en la

Costa Atlántica. Instituto Colombiano Agropecuario. Extent: 4 p.

<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO1999002223>.

-NORMA XVI Poroto. Anexo C – Norma de clasificación para Phaseolus vulgaris L. Distintos del poroto blanco oval y/o alubia. Bolsa de Comercio de Rosario.

<https://www.bcr.com.ar/Normas/normas/NORMA%20XVI%20Poroto%20Anexo%20C>

-Pozo, C. M. A. 2018. Bioestimulación de Cultivos con Triacontanol, Betaínas, Brasinoesteroides y Poliaminas. Serie Nutrición Vegetal Núm. 115. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 2 p

-Extraído de [https://www.intagri.com/articulos/nutricion-](https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulacion-de-cultivos-con-triacontanol-betainas-poliaminas)

[vegetal/bioestimulacion-de-cultivos-con-triacontanol-betainas-poliaminas](https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulacion-de-cultivos-con-triacontanol-betainas-poliaminas) -

Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.

-Peláez, N. y A. Maluenga. 2000. Evaluación fenológica de ocho genotipos de frijol mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek), en dos localidades del estado portuguesa. Trabajo de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía, Maracay. 68 p.

-Srivastava, L. M. 2002. Crecimiento y desarrollo de las Plantas: hormonas y ambiente natural. Amsterdam: Academic Press. Page 140.

-Rost, Thomas L., and T. Elliot Weier. 1979. Botánica: breve introducción a la biología vegetal. New York: Wiley. Pages 155-170.

-ZAPATA, E.; ROY, R. 2007. Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. Boletín FAO. Fertilizantes y nutrición vegetal 13. Roma. 177P.

Año	2020
Resumen	<p>El frijol mungo (<i>Vigna radiata</i>) es una leguminosa con grandes propiedades, este cultivo se utiliza en el mejoramiento de suelos, gracias a que son plantas fijadoras de Nitrógeno y como unidad productiva. En El Espinal Tolima se ha venido implementando este cultivo en pequeñas extensiones en épocas de verano. Este cultivo se realiza sin una técnica agronómica adecuada que permita lograr una mayor producción y rentabilidad, evitando tener una alternita llamativa e importante para la rotación de cultivos en la región.</p> <p>El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento del frijol mungo, sometido a diferentes tratamientos, donde se le realizaron aplicaciones de Fosforo y bioestimulante hormonal, de manera foliar en la etapa vegetativa (V4) del cultivo y en pre siembra.</p> <p>Se desarrollaron cinco (5) tratamientos en bloques al azar en un diseño experimental de 4 repeticiones, que permitió observar y analizar la reacción y el desarrollo de las plantas al tratamiento sometido. Los indicadores evaluados fueron la longitud de raíz, longitud de la planta y la producción por cada tratamiento.</p> <p>Los resultados demuestran el efecto positivo de la aplicación del bioestimulante hormonal. Este regulador de crecimiento obtuvo resultados que sobresalieron a los demás tratamientos, la aplicación foliar y tratamiento en semilla con el bioestimulante hormonal logro plantas de mayor longitud en raíz y plantas en todas las etapas del cultivo, como por ejemplo, se observó que el bioestimulante hormonal aplicado en semilla obtuvo una longitud de planta de 18,4 cm a los 15</p>

	<p>días después de siembra, superando hasta por 6 cm a las plantas del tratamiento testigo y logrando un mejor rendimiento que los tratamientos donde se aplicó Fosforo en Pre-siembra y de manera foliar en la etapa vegetativa del cultivo, los cuales obtuvieron plantas de un tamaño con un longitud menor en promedio de 4,5 cm . Sin embargo, la aplicación del fosforo de manera foliar tuvo un mejor resultado que el fosforo en pre siembra, este fosforo granulado logro una mejor asimilación por la planta que el fosforo incorporado al suelo influyendo en el crecimiento y rendimiento de la planta. Con esto se logra concluir que con un plan de fertilización adecuado se puede tener en cuenta esta variedad de frijol para una futura expansión agrícola en la región.</p>
<p>Palabras claves</p>	<p>Asimilación, Fertilización, Foliar, Incorporación, Leguminosa, Regulador de crecimiento.</p>
<p>Descripción del problema de investigación</p>	<p>La baja rotación de cultivos en la región ha llevado a que la agricultura sufra consecuencias en los recursos naturales. El exceso en las actividades agrícolas como son aplicaciones de agroquímicos, labranza y monocultivos, llevan a que el recurso suelo sufra cambios en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, logrando afectar la capacidad de intercambio catiónico debido a la perdida de materia orgánica, presentando cambios negativos en el pH. También, se observa erosión y compactación del suelo, limitando su porosidad, permeabilidad, profundidad efectiva y drenaje, teniendo consecuencias en el desarrollo fisiológico de los cultivos debido a la baja disponibilidad de nutrientes.</p>

Por lo tanto, se hace indispensable proponer alternativas de cultivos, con un manejo agronómico preventivo, inteligente y sostenible, ampliando la variedad de cultivos de la región logrando una zona con una gran diversidad. Debido a esto, se hace necesario evaluar el comportamiento del frijol mungo bajo aplicación de bioestimulante hormonal y fósforo en pre siembra y de manera foliar en la etapa vegetativa (V4) del frijol, observando los resultados en cuanto al desarrollo morfológico de la planta, con lo cual se pueda determinar su viabilidad como alternativa de cultivo en la región.

Incorporar y/o aportar Fósforo y bioestimulantes hormonales (Giberelinas y Citoquininas) en el cultivo se hace una práctica necesaria en la actualidad de la agricultura para obtener mejores resultados en cantidad y calidad. Esta práctica implementada en el cultivo de frijol mungo abre muchas posibilidades, como son la rotación de cultivos, conservación del suelo, evitando el uso excesivo de aplicaciones de agroquímicos y de maquinaria al ser un cultivo que no necesita estas actividades como se presenta en el cultivo de Maíz o arroz. También, al tratarse de una leguminosa con propiedades fijadoras de Nitrógeno, mejorando la fertilidad del suelo a mediano y largo plazo, teniendo efectos positivos en los cultivos que se establezcan en ese suelo.

De allí la importancia de desarrollar un proyecto enfocado a evaluar e identificar los efectos de hormonas que promueven el crecimiento y elementos mayores como el Fosforo en el frijol mungo, con lo cual se busca incentivar y recomendar el establecimiento de

	<p>este cultivo con grandes propiedades y potencial económico y social para la región. Logrando así, aumentar la diversidad de granos en El Espinal, Tolima teniendo un cultivo que pueda dar seguridad alimentaria e intercalar con los cultivos de grandes extensiones, como son el cultivo de arroz y maíz.</p>
Objetivo General	<p>Determinar el efecto de la aplicación de bioestimulante hormonal y fósforo, en el desarrollo radicular y crecimiento de las plantas en frijol mungo.</p>
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> -Observar el método de fertilización con mejores efectos durante el desarrollo morfológico de las plantas. -Analizar desarrollo radicular, altura de la planta y rendimiento del frijol mungo. -Proponer recomendaciones para el establecimiento del cultivo de frijol mungo en la región del Tolima.
Metodología	<p>El proyecto de investigación se llevó a cabo en la vereda patio bonito km 3 ubicada en el municipio de El Espinal-Tolima. Entre los meses de mayo y agosto del año 2020. El Municipio de El Espinal se encuentra a una altura promedio de 323 msnm, temperatura promedio de 27, 5° C, temperaturas máximas entre 33 y 37° C, una precipitación promedio anual entre 1.439 mm/año, humedad relativa promedio oscila de 59 al 75%, brillo solar promedio de 5 a 6 horas día. La localización geográfica del cultivo corresponde a 4° 10' 49" N 74° 52' 02" W 316m Longitud O este.</p> <p>Se procedió a realizar la medición del área 300m², el terreno ya contaba con la preparación adecuada (2 pases de rastra, Caballones</p>

con tapia para la distribución del riego). Posterior se llevó a cabo el alistamiento de los 5kg de semilla de frijol mungo cada uno con su tratamiento respectivo para todos los bloques, Así mismo se llevó a cabo la aplicación de los insumos cada una tiene un tratamiento distinto a cada bloque se aplicó 1 kg de semilla, cada una con su tratamiento respectivo, (GEN10, DAP y testigo absoluto).

El siguiente paso a realizar fue la elaboración de las estacas encerrando cada uno de los tratamientos, las cuales fueron llevadas a campo a realizar el montaje. El montaje consistió en la elaboración de 20 parcelas con una medición de 3mts de ancho y 4 mts de largo. Con una distancia de siembra de 30 cm entre surco y surco y 80 cm entre parcela y parcela. Se realizaron aplicaciones de fosforo en Pre-siembra y en inicios de etapa vegetativa. También, se aplicó Bioestimulante GEN 10 como tratamiento en semilla y en inicio de etapa vegetativa (25 días), las aplicaciones se realizaron de forma edáfica y foliar. Para ello se estableció una parcela con el manejo tradicional del cultivo de frijol mungo que sirvió como testigo para análisis y comparación de resultados finales.

Los productos Bioestimulante Gen 10 y fosfitek potasio gold. Fueron obtenidos en la empresa EFITEC en la ciudad de Ibagué. Empresa dedicada a la producción y comercialización de fertilizantes, así mismo la semilla y el DAP fueron obtenidos por un agricultor de la zona.

El Bioestimulante GEN 10 se aplicó en un tratamiento de manera directa en semilla con una dosis de 3 c/c en 100 ml de agua.

En este proceso se aplicó el Bioestimulante directo a la semilla, dejándolo actuar durante 15 minutos antes de la siembra. El DAP se aplicó de manera directa a los surcos en el momento de la siembra, incorporando al suelo 1 kilo de producto por parcela, siendo en total 4 kilos de DAP.

Para los dos tratamientos donde aplicaron los productos de manera foliar, se utilizó el Bioestimulante GEN 10 con una dosis de 3 cc en 2 litros de agua. Y el fosfitek potasio gold, con una dosis de 150 gramos en 2 Litros de agua. Esta aplicación se realizó con fumigadora manual de espalda de 20 Litros, a los 25 días después de la siembra. Cada tratamiento contaba con una demarcación numérica (1-gen 10 pre siembra, 2 DAP pre siembra, 3 Gen 10-foliar 25 DDS, 4 Fosfitek 25 DDS, 5 testigo absoluto), esto con el fin de evitar alguna preferencia hacia uno de los productos aplicados, teniendo conocimiento de cual aporta más al desarrollo radicular y altura de planta. Con fecha de siembra del 26 de mayo del 2020, con una fecha de germinación del 01 de junio, Constantemente se realizaba manejo de arvenses manuales. Las evaluaciones del desarrollo radicular se realizaron a los 15, 40 y 75 días después de la fecha de germinación, siendo la primera evaluación el 16 de junio del 2020, la segunda evaluación el 11 de julio del 2020 y la última evaluación el 16 de agosto del 2020.

En cada una de estas evaluaciones se tomaban 5 plantas por parcela para un total de 20 muestra por tratamiento para realizar el estudio de la raíz Longitud/ancho y altura planta, para un total de 60

muestras evaluadas por tratamiento en todo el ciclo del proyecto. Por último, después de obtener todos los datos se analizaron estadísticamente. Con un Diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (B. C. A).

Tamaño de la muestra: 300 m^2 de área. 20 parcelas, 5 kg de semilla de frijol mungo.

Distribución de muestra: 4 bloques de 5 parcelas, un tratamiento por parcela, para un total de 5 tratamientos.

Parcelas: Cada una contiene un tratamiento distinto (Bioestimulante hormonal en semilla, Bioestimulante Foliar, Fósforo incorporado al suelo, fósforo foliar, testigo) con la misma variedad de semilla de frijol mungo. Cada parcela cuenta con un área de 12 mt^2 . Y, una distancia de siembra de 10 cm * 40 cm entre planta y surco.

Número de repeticiones: 4; Número de tratamientos: 5; Numero de evaluaciones: 4.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, después de desarrollar e implementar un plan de muestreo, seguimiento y registro de información. Desarrollando un diseño con el cual se determinó las diferencias y relaciones entre las variables, mediante comparaciones y descripción de datos. Lo cual permite el pronóstico y observación de resultados.

Aplicación de tratamientos:

Se trataron semillas de frijol mungo, adquirida con un agricultor de la zona.

-Tipo de siembra: Siembra manual, se utilizaron en total 5 kilos de

	<p>semilla. Con una distancia de siembra en cada parcela de 10 * 40 cm entre planta y surco.</p> <p>-Tipo de aplicación: Se realizó la aplicación directamente a la semilla en Pre-siembra y aplicación foliar a los 25 días después de siembra.</p> <p>-Tipo de equipo Usado: Se utilizaron frascos, fumigadora manual de aspersión de 20 litros, en los cuales se mezcló el producto correspondiente con agua, también se utilizaron herramientas manuales como palas, azadón, picas, machetes entre otros.</p> <p>-Gramera digital: Se utilizó al tomar el peso de la semilla y de la dosis de los productos a Evaluar crecimiento de la planta:</p> <p>-Metodología de evaluación: En cada una de las parcelas se tomaron 10 plantas al azar en cada una de las evaluaciones para hacer el respectivo análisis del crecimiento radicular y de la planta.</p> <p>-Frecuencia de evaluación: Se evaluaron las plantas a los 15, 40 y 75 días después de siembra (DDS) a las cuales por medio de una flexómetro y reglas se tomaron medidas de la longitud de raíz principal y planta desde la base del tallo hasta su ápice.</p> <p>-Productos utilizados: Bioestimulante GEN 10, Fosfitek Potasio GOLD, Fosfato Di Amónico DAP</p>
<p>Principales referentes teóricos y conceptuales.</p>	<p>Es necesario apoyar el desarrollo de nuevas alternativas de rotación de cultivos que aporten gran parte de materia orgánica al sector agrícola en Colombia, mediante la implementación de nuevos métodos de producción apoyados en tecnología, como lo es el gran aporte de los bioestimulantes, mejorando la calidad de productos, aumentando la producción por área sembrada y disminuyendo los</p>

	<p>tiempos de cosecha, perseverando la calidad de los suelos e incursionando la producción de alimentos y la promoción de la agricultura orgánica, con la posibilidad de granjas tecnificadas alrededor del municipio, apoyando la seguridad alimentaria y la disponibilidad de un producto fresco y de muy buena calidad.</p> <p>La agricultura se ha convertido en una labor fundamental no solo en nuestro país, sino en el mundo entero, ya que depende de la misma para asegurar el alimento futuro de la humanidad, por esta razón han existido alternativas las cuales se han enfocado en mejorar la producción agrícola promoviendo la conservación del suelo, mediante técnicas de siembra que permiten mejorar las diferentes producciones.</p> <p>Colombia es un país que en gran parte depende de la agricultura como parte del progreso económico del mismo, por lo tanto, implementar la aplicación de bioestimulantes permite obtener un modelo con las características deseadas del cultivo, en este caso de frijol mungo (<i>Vigna radiata</i>) el cual pretende demostrar un estilo de producción útil, segura, ecológica, sustentable y de calidad para enfrentar grandes retos en cuestión económicos y sobre todo como recurso eficiente para la alternativa de rotación de cultivos y de esta manera tener más participación y competitividad frente a otros cultivos de la zona.</p>
Resultados	<p>Para las variables estudiadas y en cada evaluación, se encontró que la longitud de raíz y altura de la planta presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El Tratamiento donde se aplicó</p>

bioestimulante hormonal Gen 10 en semilla (T1) arrojó resultados superiores y significativos en longitud de raíz y altura de la planta con respecto a los demás tratamientos y en especial al Testigo (T5).

Al final del ciclo y última evaluación a los 75 días después de germinación, se presentó una longitud de raíz máxima de 17,4 cm (T1) y una longitud de raíz mínima de 11,3 cm (T5).

En la altura de las plantas en la última evaluación a los 75 días después de germinación el T1 presentó la de media altura de planta máxima en la investigación de 56,6 cm y el T5 presentó una media de altura de 40,2 cm, reflejando una diferencia significativa con respecto a estos dos tratamientos y sus variables.

Longitud raíz 15 días después de germinado (DDG)

Pasados los primeros 15 días después de germinación, el comportamiento que se observó en la primera evaluación de longitud de raíz y basándonos en el análisis estadístico TUKEY fue que en los tratamientos T2, T3 y T5 no hubo una diferencia significativa, siendo el T1 (bioestimulante en semilla GEN 10) con una media a los 15 días después de siembra (DDG) una de 5,2 cm de raíz principal, con una diferencia de 1,2 cm respecto al T5 que obtuvo una media de 4,0 cm, con una diferencia en promedio a los 15 días de 1 cm. El T4 desarrolló una longitud de 4,7 cm, siendo la segunda de mayor crecimiento en esta etapa, superando en la media a los tratamientos donde no se incorporó o aplicó nada en Pre-siembra o siembra.

Longitud raíz 40 DDG, La evaluación de resultados a los 40 días después de germinación, arrojó resultados con diferencias no

significativas entre T1 (11.2 cm) y T2 (11 cm), a estos tratamientos se les aplicó bioestimulante hormonal en semilla y de manera foliar, obteniendo longitudes superiores con respecto a los demás tratamientos donde, si se demuestra una diferencia significativa. El T5 (Testigo) fue el de menor longitud en esta etapa con una media de 8,6 cm. El T4 en el cual se le aplicó Fósforo de manera foliar obtuvo una longitud de 10, 2 cm, su longitud fue de 1 cm menos que el mejor tratamiento T5 (11,2), ubicándose por encima de la media, cerca de los mejores rendimientos en longitud.

La incorporación de fósforo al suelo en Pre-siembra obtuvo una longitud de 9,4 cm, solo superando por 0,8 cm al tratamiento de menor longitud con 8,6 cm.

En la muestra tomada a los 75 días después de siembra El T1 obtuvo una longitud de raíz de 17,4 cm, con una diferencia significativa de 6,1 cm del T5. La diferencia con los demás tratamientos no fue significativa. El T3, en el cual se incorporó Fósforo en el suelo (DAP) al momento de la siembra, obtuvo un desarrollo de 15,2 cm con una mínima diferencia de los tratamientos donde se utilizó el bioestimulante hormonal. T1 (17,4 cm) y el T2 (16,8 cm) y con un desarrollo de raíz superior de 3,9 cm respecto al testigo (11,3cm).

En el análisis de datos ANOVA y TUKEY presenta los resultados del efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta (AP) durante los 15, 40 y 75 días después de siembra (DDS) en el frijol mungo. Este análisis arrojó diferencias significativas entre las

	<p>variables, donde la tendencia de resultados superiores continua en los tratamientos donde se aplicó el Bioestimulante hormonal GEN 10, que obtuvieron una altura de más de 50 cm, siendo superiores con respecto a los demás tratamientos.</p> <p>Mediante el análisis de datos ANOVA de un solo factor se determinó la desviación estándar en lo tratamientos en cada etapa de evaluación, (15-40-75 DDG). Con lo cual se pudo observar una desviación estándar menor a 1, con una dispersión de datos baja, cercana a 0. En el análisis de varianza el valor p en cada evaluación y en cada variable fue 0 (Ver anexos), rechazando la hipótesis H0 nula y aceptando la Hipótesis alterna, con un nivel de confianza del 95%, donde no todas las medidas son iguales. Arrojando diferencias significativas en cada una evaluaciones y variables.</p>
Conclusiones	<ul style="list-style-type: none"> - El uso de bioestimulantes hormonales en el frijol mungo constituye una alternativa para asegurar un desarrollo morfológico, fisiológico y productivo del cultivo. La necesidad de obtener mayores rendimientos en el frijol mungo y al mismo tiempo conservar y proteger el medio ambiente van ligados al uso de bioestimulantes hormonales en la fertilización. - La aplicación foliar de fósforo utilizando el producto Fosfitek Potasio Gold, obtuvo mejores resultados, esto gracias a una mayor solubilidad del producto y su asimilación por la planta, generando un mayor crecimiento y rendimiento con respecto a la aplicación de Fósforo incorporado al suelo en la Pre-siembra utilizando el DAP. - El Fósforo es un nutriente esencial en la agricultura y gracias a sus

funciones específicas en el desarrollo de la planta, debe ser incluido en el manejo nutricional del frijol mungo.

- El frijol mungo (*Vigna radiata*) posee grandes características para convertirse en un cultivo principal o de gran expansión, siendo una alternativa agrícola importante para los productores de la región.

- El manejo nutricional del cultivo de frijol mungo, debe ser desde la siembra y en prefloración. Las aplicaciones de bioestimulantes hormonales y fósforo foliar en estas etapas, pueden incrementar el desarrollo de la planta.

- Los resultados arrojaron diferencias significativas del T1 (GEN 10 Semilla) respecto a los demás tratamientos, El uso de GEN 10 genero una estimulación en el desarrollo de la planta, gracias a su composición con hormonas y nutrientes. Acelerando el proceso de crecimiento desde siembra al ser aplicado en semilla, en comparación con los demás tratamientos. Terminando al final del ciclo con el promedio superior en la investigación en longitud de raíz y altura de las plantas.

- La aplicación de Fósforo y reguladores de crecimiento de manera foliar, tienen resultados positivos, influyendo directamente en el crecimiento de la planta, en producción de flores y en la producción de grano.

Agradecimientos

Principalmente a mi familia que me apoyo y acompaño en cada paso de mi educación y etapa en la UNAD, siendo un apoyo indispensable para realizar todo lo que me propuse. También, agradezco a los tutores ECAPMA virtuales y presenciales del ECAPMA del CEAD Sur de Ibagué, que gracias a sus asesorías y acompañamiento hicieron que este camino universitario fue muy productivo y beneficio para mi vida, en especial el Ingeniero Francisco Montealegre que siempre estuvo pendiente y dispuesto con su conocimiento y asesoría, guiándome y siendo un ejemplo muy grande en mi formación. Un agradecimiento sincero a todas esas personas que directa o indirectamente participaron e influyeron en este proceso, no fue fácil pero siempre con la mejor actitud se logró, Gracias UNAD, Gracias ECAPMA. Instalaron grandes bases de conocimiento y educación para transformar mi vida.

Carlos Arturo Páez Martínez

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este momento de mi vida, por cumplir uno de mis más grandes sueños el cual es mi graduación, le doy infinitas gracias por su gran amor y protección.

Agradezco a mi madre Fidelina García vera por estar allí, siempre dispuesta a ayudarme y deseando siempre lo mejor para mí, agradezco su gran amor y entrega hacia mí y a toda la familia, por ser una mujer luchadora, emprendedora que me enseñó a no darme por vencida frente a las diferentes situaciones que se presentan en la vida.

A mi hermosa sobrina Natalia García Rodríguez quien ha sido mi más grande bendición, el motor para emprender cada día un nuevo camino.

A mis hermanos Elver Duque y Jhon Rodríguez quienes siempre han creído en mí y han estado en todos aquellos momentos donde sentí que ya no podía más, de los cuales he recibido un apoyo sincero y en especial de mi compañero de vida Juan Lozano quien me acompañó a recorrer este camino y ha sido parte de la formación de mi presente.

Agradezco al Alirio Cubides y a todas las demás personas que de una u otra forma me ayudaron he hicieron parte para dar cumplimiento a este hermoso logro, por compartir su conocimiento y experiencias para culminar este proceso.

A La universidad por brindarme tantas oportunidades, y agradezco de corazón a todos mis maestros, mis compañeros, por todos los conocimientos que me han otorgado. Agradezco a todas aquellas personas que hicieron parte de este proceso y que hoy me permito culminar con grandes esfuerzos y dedicación.

Jeil Sebastiana Rodríguez García

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Ibagué, Tolima octubre de 2020

Resumen

El frijol mungo (*Vigna radiata*) es una leguminosa con grandes propiedades, este cultivo se utiliza en el mejoramiento de suelos, gracias a que son plantas fijadoras de Nitrógeno y como unidad productiva. En El Espinal Tolima se ha venido implementando este cultivo en pequeñas extensiones en épocas de verano. Este cultivo se realiza sin una técnica agronómica adecuada que permita lograr una mayor producción y rentabilidad, evitando tener una alternita llamativa e importante para la rotación de cultivos en la región.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento del frijol mungo, sometido a diferentes tratamientos, donde se le realizaron aplicaciones de Fosforo y bioestimulante hormonal, de manera foliar en la etapa vegetativa (V4) del cultivo y en pre siembra. Se desarrollaron cinco (5) tratamientos en bloques al azar en un diseño experimental de 4 repeticiones, que permitió observar y analizar la reacción y el desarrollo de las plantas al tratamiento sometido. Los indicadores evaluados fueron la longitud de raíz, longitud de la planta y la producción por cada tratamiento.

Los resultados demuestran el efecto positivo de la aplicación del bioestimulante hormonal. Este regulador de crecimiento obtuvo resultados que sobresalieron a los demás tratamientos, la aplicación foliar y tratamiento en semilla con el bioestimulante hormonal logro plantas de mayor longitud en raíz y plantas en todas las etapas del cultivo, como por ejemplo, se observó que el bioestimulante hormonal aplicado en semilla obtuvo una longitud de planta de 18,4 cm a los 15 días después de siembra, superando hasta por 6 cm a las plantas del tratamiento testigo y logrando un mejor rendimiento que los tratamientos donde se aplicó Fosforo en Pre-siembra y de manera foliar en la etapa vegetativa del cultivo, los cuales obtuvieron plantas de un tamaño con un longitud menor en promedio de 4,5 cm . Sin embargo, la aplicación del fosforo de manera foliar tuvo un mejor resultado que el fosforo en pre siembra, este fosforo

granulado logro una mejor asimilación por la planta que el fosforo incorporado al suelo influyendo en el crecimiento y rendimiento de la planta. Con esto se logra concluir que con un plan de fertilización adecuado se puede tener en cuenta esta variedad de frijol para una futura expansión agrícola en la región.

Palabras claves: Asimilación, Fertilización, Foliar, Incorporación, Leguminosa, Regulador de crecimiento.

Abstrac

The mung bean (*Vigna Radiata*) it is a leguminous with great properties, this crop is use in the improvement of soil, thanks to the fact that they are nitrogen fixer plants and as a productive unit. This crop is being implemented In the Espinal- Tolima in small extensions in summer seasons. The Mung bean crop is made without an appropriate agronomic technique that allows a greater production and rentability, avoiding having a significant alternative for the rotation of the crops in the region.

The goal of this investigation is to evaluate the behaviour of the mung bean when subjected to different treatments where the application of phosphorus and hormonal bio stimulants in a foliar way in the vegetative stage (V4) of the crop and the pre sowing was made. 5 treatments were developed in random blocks in an experimental design of 4 repetitions, that allowed us to observe and analysed the reaction and development of the plants to the treatment they were subjected to. The evaluated indicators were the length of the root, the length of the plant and the production for each treatment.

The results show a positive effect in the application of hormonal bio stimulant. This regulator of growth got outstanding results compare to the other treatments. The foliar application and seed treatment with hormonal bio stimulant achieved plants with greater length in roots and plants in all stages of the crop, for example, we observed that the hormonal bio stimulant applied in the seed gain a length in the plant of 18,4 cm 15 days after the first sowing, overcoming, for up to 6 cm, plants with the witness treatment and achieving a better performance than the treatment were phosphorus was applied in the pre sowing and in a foliar way during the vegetative stage of the crop, which achieve plants with a shorter length in average of 4,5 cm. Regardless, the application of phosphorus in a foliar way achieved a better result than the phosphorus in the pre sowing, this granulated phosphorus achieve a better assimilation by the plant

than the phosphorus incorporated to the soil influencing in the growth and performance of the plant. With this we conclude that with an appropriate fertilization plan it's possible to keep this variety of bean in mind for a future agricultural expansion in the region.

Keywords: Assimilation, Fertilization, Foliar, Growth regulator. Incorporation, Leguminous.

Tabla de Contenido

Introducción.....	31
Objetivos	34
Objetivo general	34
Objetivos específicos	34
Planteamiento del Problema	35
Justificación	37
Marco Teórico	38
Origen frijol mungo.....	38
Taxonomía.....	38
Descripción.....	39
Usos.....	39
Siembra	39
Germinación... ..	39
Valor nutritivo... ..	39
Cosecha... ..	40
Fósforo importancia en la planta	40
Bioestimulante y su importancia	41
Antecedentes	43
Metodología.....	46

Materiales, métodos y área de estudio	46
Ubicación Geográfica del estudio	46
Diseño experimental	48
Distribución de los tratamientos	49
Aplicación de los tratamientos.....	50
Recursos Necesarios	53
Resultados	54
Longitud de raíz.....	55
Longitud de raíz 15 DDG	55
Longitud de raíz 40 DDG	56
Longitud de raíz 75 DDG.....	57
Altura plantas	58
Altura plantas 15 DDG	59
Altura plantas 40 DDG.....	59
Altura plantas 75 DDG.....	60
Desviación estándar.....	61
Conclusiones	63
Recomendaciones	65
Bibliografía	66
Anexos	69

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Tratamiento aplicado.....	49
Tabla 2: Recursos necesarios	53
Tabla 3: Medias longitud de raíz y altura planta	54
Tabla 4: Desviación estándar tratamientos.....	62

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1: Mapa de El Espinal-Tolima.....	46
Gráfico 2: Ubicación finca área de estudio	46
Gráfico 3: longitud raíz	55
Gráfico 4: longitud raíz 15 DDG.....	56
Gráfico 5: longitud raíz 40 DDG.....	57
Gráfico 6: longitud raíz 75 DDG.....	57
Gráfico 7: Altura planta	58
Gráfico 8: Altura planta 15 DDG.....	59
Gráfico 9: Altura planta 40 DDG.....	60
Gráfico 10: Altura planta 75 DDG.....	61

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 ANOVA de un solo factor: Longitud raíz 15 DDG.....	69
Anexo 2 ANOVA de un solo factor: Longitud raíz 40 DDG.	70
Anexo 3 ANOVA de un solo factor: Longitud de raíz 75 DDG.....	71
Anexo 4 ANOVA de un solo factor: Altura plantas 15 DDG	72
Anexo 5 ANOVA de un solo factor: Altura plantas 40 DDG	73
Anexo 6 ANOVA de un solo factor: Altura plantas 75 DDG	74
Anexo 7 Cronograma de actividades	75
Anexo 8 Montaje del ensayo	76
Anexo 9 Preparación de semilla	77
Anexo 10 Siembra.....	78
Anexo 11 Germinación.....	79
Anexo 12 Procedimiento toma de muestras 15 DDG	80
Anexo 13 Aplicación de tratamiento 20 DDG	81
Anexo14 Toma de muestras 40 DDG.....	82
Anexo 15 Toma de muestra 75 DDS.....	83

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), dentro de las leguminosas de grano, es de las más importantes para el consumo humano, se cultiva en 129 países de los cinco continentes y se estima que unos 400 millones de personas en los trópicos lo consumen, además es considerado uno de los productos básicos de la economía campesina en el 45% de las regiones productoras de América Latina (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas FENALCE, 2010). En Colombia el frijol común hace parte importante de la dieta de la población, esta especie más importante y una de las de mayor consumo humano, su alto contenido proteico y de minerales esenciales lo hacen un grano que ofrece seguridad alimentaria para la población (Delgado et al. 2013).

El frijol mungo (*Vigna Radiata*) es una variedad la cual no se explota de manera representativa, perdiendo la oportunidad de tener otra fuente de alimentos y alternativas de cultivo. El frijol mungo es utilizado en países como argentina y en la india como cultivo principal gracias a su bajo costo de producción, altos rendimientos y como cultivo de rotación debido a que mejora las propiedades del suelo, gracias a su capacidad de captar Nitrógeno y aportes de materia orgánica, mejorando las condiciones del suelo. En Colombia el poco conocimiento e investigación de esta variedad de frijol lleva a no tener como prioridad o alternativa a este cultivo, en las cuales, se puede mejorar la economía de la región produciendo un grano con un gran valor nutritivo e implementando este cultivo como principal. En la actualidad los cultivos principales de la región son arroz (*Oriza sativa*) y maíz (*Zea mays*).

El ciclo del frijol mungo es corto (75 – 80 días) y durante el podemos observar su desarrollo morfológica y fisiológico, donde se identifican las etapas vegetativas y productivas. En estas etapas se observan variables como número de hojas, longitud de raíz, tallo, cantidad de vainas y semillas, entre otros. Estos procesos varían dependiendo

condiciones externas como temperatura, precipitación, manejo agrícola entre otros factores que influyen en su desarrollo y productividad.

La producción de frijol mungo (*Vigna radiata*) tiene potencial económico y social, ya que la zona cuenta con las condiciones para su establecimiento, es un cultivo que proporcionara seguridad alimentaria, creara nuevas alternativas agrícolas y de agroindustria, logrando una demanda de este grano, posicionándolo en el mercado regional y nacional.

Los análisis y prácticas realizadas en este proyecto sobre el cultivo de frijol mungo en cada una de las etapas, enriquecerá el manejo agronómico del cultivar, proyectando así al frijol mungo como una alternativa principal y viable. Donde se demuestre que con la estimulación de los procesos internos o metabólicos de la planta mediante bioestimulantes y macronutrientes se logra un aporte y avance para el campo y la agricultura colombiana. Debido a la importancia que tiene el cultivo de frijol mungo y a que no ha sido explotado como se debe, vemos la necesidad de implementar estrategias agronómicas para lograr establecer el frijol mungo como cultivo principal para la región.

Los bioestimulantes ofrecen un potencial para mejorar la producción y calidad de las cosechas. Estos productos no nutricionales pueden reducir el uso de fertilizantes y mejorar la resistencia de las plantas al estrés (Padilla, 2010). El uso de estos reguladores de crecimiento ha venido en aumento debido a su capacidad de estimular a la planta, logrando activar o acelerar procesos fisiológicos.

El fósforo (P) es uno de los principales macronutrientes esenciales requeridos por todos los organismos vivos, pero también es uno de los elementos menos disponibles de la rizósfera. Después del nitrógeno (N), el P es el nutrimento más limitante para el crecimiento de las plantas (Gebrim et al., 2010; Hernández et al., 2007). La baja movilidad del Fósforo en el suelo hace que sea un macro nutriente muy importante a la hora de fertilizar y lograr efectos morfológicos en la planta como son,

altura, enraizamiento, vigor y rendimiento.

Por lo tanto, se dirige esta investigación agronómica con el fin de aportar conocimientos técnicos en las labores de manejo en el frijol mungo, buscando mejorar el establecimiento del cultivo y su producción en El Espinal- Tolima. Esto con el fin de incentivar a la comunidad ofreciéndoles estas herramientas buscando un fin socioeconómico para la zona, fortaleciendo la seguridad alimentaria, estableciendo nuevas plantaciones y minimizando la problemática presente en la región, proponiendo este cultivo como una alternativa viable con un gran futuro.

Objetivos

Objetivo General

Determinar el efecto de la aplicación de bioestimulante hormonal y fósforo en el desarrollo radicular y crecimiento de las plantas en frijol mungo (*Vigna radiata*).

Objetivos Específicos

- Observar el método de fertilización con mejores efectos durante el desarrollo morfológico de las plantas
- Analizar desarrollo radicular, altura de la planta y rendimiento del frijol mungo.
- Proponer recomendaciones para el establecimiento del cultivo de frijol mungo en la región del Tolima.

Planteamiento del Problema

La baja rotación de cultivos en la región ha llevado a que la agricultura sufra consecuencias en los recursos naturales. El exceso en las actividades agrícolas como son aplicaciones de agroquímicos, labranza y monocultivos, llevan a que el recurso suelo sufra cambios en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, logrando afectar la capacidad de intercambio catiónico debido a la pérdida de materia orgánica, presentando cambios negativos en el pH. También, se observa erosión y compactación del suelo, limitando su porosidad, permeabilidad, profundidad efectiva y drenaje, teniendo consecuencias en el desarrollo fisiológico de los cultivos debido a la baja disponibilidad de nutrientes.

Por lo tanto, se hace indispensable proponer alternativas de cultivos, con un manejo agronómico preventivo, inteligente y sostenible, ampliando la variedad de cultivos de la región logrando una zona con una gran diversidad. Debido a esto, se hace necesario evaluar el comportamiento del frijol mungo bajo aplicación de bioestimulante hormonal y fósforo en pre siembra y de manera foliar en la etapa vegetativa (V4) del frijol, observando los resultados en cuanto al desarrollo morfológico de la planta, con lo cual se pueda determinar su viabilidad como alternativa de cultivo en la región.

Incorporar y/o aportar Fósforo y bioestimulantes hormonales (Giberelinas y Citoquininas) en el cultivo se hace una práctica necesaria en la actualidad de la agricultura para obtener mejores resultados en cantidad y calidad. Esta práctica implementada en el cultivo de frijol mungo abre muchas posibilidades, como son la rotación de cultivos, conservación del suelo, evitando el uso excesivo de aplicaciones de agroquímicos y de maquinaria al ser un cultivo que no necesita estas actividades como se presenta en el cultivo de Maíz o arroz. También, al tratarse de una leguminosa con propiedades fijadoras de Nitrógeno, mejorando la fertilidad del suelo a mediano y largo plazo, teniendo efectos positivos en los cultivos que se establezcan en ese suelo.

De allí la importancia de desarrollar un proyecto enfocado a evaluar e identificar los efectos de hormonas que promueven el crecimiento y elementos mayores como el Fosforo en el frijol mungo, con lo cual se busca incentivar y recomendar el establecimiento de este cultivo con grandes propiedades y potencial económico y social para la región. Logrando así, aumentar la diversidad de granos en El Espinal, Tolima teniendo un cultivo que pueda dar seguridad alimentaria e intercalar con los cultivos de grandes extensiones, como son el cultivo de arroz y maíz.

Justificación

En la región se está empezando a ver las consecuencias de manejar solo dos cultivos principales como son el arroz (*Oryza Sativa*) y el maíz (*Zea mays*). La degradación de suelos, costos en producción y bajos precios en el mercado están llevando al agricultor y al sector a una crisis económica y agrícola. Por lo tanto, se pretende demostrar que el frijol mungo puede ser la una nueva alternativa con un futuro prometedor con su semilla para consumo, germinados y subproductos como cremas entre otros. Gracias a su manejo y sus propiedades este cultivo se visualiza a futuro como una oportunidad gigante de cambio social y agrícola.

La importancia de este proyecto de investigación radica en la posibilidad de mejorar las condiciones en pre siembra y en las etapas vegetativas del cultivo, realizando aplicaciones de hormonas y fósforo para un mejor desarrollo del cultivo de frijol mungo, con el fin de lograr implementar este cultivo como una nueva alternativa para los agricultores de la región y aumentar la variedad de productos agrícolas, ofrecer nuevos productos de grandes propiedades nutritivas como es el frijol mungo.

Promoviendo el manejo y conservación de suelos, para lograr mejores rendimientos en el cultivo, mediante la implementación de algunas Prácticas Agrícolas y técnicas para la producción de alimentos, realizando aportes de conocimiento, basándonos en la problemática presente en la región, buscando un mejoramiento de producciones y diversidad de cultivos para los agricultores y familias campesinas.

Las condiciones agroecológicas de El Espinal, Tolima son aptas para el óptimo desarrollo de esta variedad de frijol, aparte de traer beneficios económicos con su cosecha, esta planta mejorara las condiciones del suelo donde se establezca, ya que son plantas fijadoras de Nitrógeno. Convirtiéndose en un cultivo muy llamativo y de gran potencial para el presente y el futuro de la agricultura y el consumo humano.

Marco Teórico

Origen Frijol Mungo

Registra su origen en Asia suroriental y La India. Desde estos países se expandió por Asia meridional, principalmente en Filipinas, Pakistán, Indonesia y Tailandia.

Actualmente este frijol es cultivado y utilizado para varios propósitos en distintos países de América Latina. Nicaragua es el único país de Centroamérica que cultiva este frijol.

El frijol mungo (*Vigna Radiata*) es una leguminosa de origen tropical, con variedades que se producen bien a temperaturas que oscilan entre 18 y 33 °C; este frijol es de apariencia bastante parecida a la del frijol negro o rojo, El mungo no se cosecha como los demás frijoles, arrancando o cortando la mata, sino cortando las vainas utilizando maquinaria agrícola. Sea cual sea el procedimiento de siembra, 75 a 80 días después, el frijol mungo ya está listo para la cosecha. Las raíces de esta planta enriquecen el suelo en materia orgánica gracias a sus características de acumulación de nitrógeno. (HERNANDEZ, 2019)

Taxonomía

- Reino: *Plantae*
- Subreino: *Tracheobionta*
- División: *Magnoliophyta (Angiospermas)*
- Clase: *Magnoliopsida (Eudicotiledóneas)*
- Subclase: *Rosidae*
- Orden: *Fabales*
- Familia: *Fabaceae*
- Subfamilia: *Faboideae*
- Tribu: *Phaseoleae*
- Subtribu: *Phaseolinae*
- Género: *Vigna*
- Especie: *Vigna radiata*

Descripción

Es una planta alta y erecta, con flores amarillas y legumbres cilíndricas delgadas. Las semillas son pequeñas, con frecuencia cilíndricas y cubiertas con una capa áspera de color blanco. Es resistente a la sequía. Las semillas están exentas de glucósidos.

Usos

Semilla, comestible en grano y germinados, abono verde, su rica materia orgánica se utiliza en el suelo como fertilizante.

Siembra

La época óptima de siembra del frijol mungo normalmente es a salidas de lluvias, aunque algunos recomiendan su siembra en estación de lluvias cortas. En Malasia reportó la época de lluvias como la mejor, debido a que obtuvo altos rendimientos de semillas.

Germinación

Las semillas del frijol mungo germinan a los 3 o 4 días de la siembra. Las plantas se llenan de flores amarillas 30 o 35 días después.

Valor nutritivo

El Frijol Mungo germinado o Raíz China, contiene alta vitamina A, vitamina C, tiamina, niacina. Vitaminas y Minerales presentes en la semilla del frijol mungo.

Calcio	10 mg.
Caroteno	5 u.i.
Grasas	0,1 mg.
Hierro	2,0 mg.
Fosfatos	2,0 mg.
Proteínas	2,8 mg.
Sodio	6,0 mg.
Azúcar	1,3 mg.
Vitamina A	8 u.i.
Vitamina B1	0,15 mg
Vitamina B2	0,06 mg.
Vitamina C	30 mg.

Cosecha

Independiente del procedimiento de siembra, 75 a 80 días después de la siembra, el frijol mungo ya está listo para cosecha. El mungo no se cosecha como los demás frijoles, arrancando o cortando la mata, sino cortando las vainas en la parcela. Si se arrancase la mata, las raíces se llevarían consigo el nitrógeno acumulado en ellas. Tampoco se corta, para así reintegrar su rica materia orgánica al suelo como fertilizante. Así, el mungo no produce basura ni rastrojo. Produce abono. Además de rendimientos de hasta 20 quintales de frijol por manzana.

Fósforo: Importancia en la planta.

Para Corrales et al. (2014), El fósforo es uno de los requerimientos esenciales para el crecimiento y funcionamiento de la planta, éste se encuentra involucrado en la mayoría de procesos como son el desarrollo de la raíz y del grano, en el crecimiento y la floración. Sin embargo, este elemento se encuentra con baja disponibilidad para las plantas, de tal manera, que la planta por medio de sus raíces solo absorbe el elemento en mínimas cantidades y por su baja movilidad en su entorno específico.

Fernández (2007) concluye que la mayoría de los suelos están deficientes en formas de fósforo asimilables, por lo que son necesarias aplicaciones de fertilizantes fosforados para alcanzar altos niveles de productividad. La aplicación de fosforo en Pre-siembra y en la fase inicial del cultivo logra un mejor desarrollo radicular y fisiológico de la planta.

El Fosfato Di Amónico (DAP) es un fertilizante granulado compuesto por Nitrógeno (N) y Fosforo (P). Es un fertilizante concentrado para incorporación en suelos, cuenta con una composición de N 18% y P 46%. Este fertilizante mejora las condiciones del suelo ofreciéndole a la planta nutrientes necesarios para su desarrollo inicial, mejora la germinación y el desarrollo del sistema radicular de la planta. Se debe evitar el contacto directo de la semilla con el DAP en el momento de la siembra, por lo

tanto, su aplicación debe ser al costado del surco.

El fosfitek Potasio Gold es un fertilizante granulado de excelente solubilidad, posee una composición de P₂O₅ 51% y K₂O 33%. La aplicación de este producto tiene efectos en el aumento de la floración, llenado de grano y activa las reservas de Fosforo (P) en la planta, mejorando su desarrollo general.

El P penetra en la planta a través de las capas externas de las células de los pelos radiculares y de la punta de la raíz. Las plantas sólo pueden absorber el fósforo que necesitan si las raíces lo adquieren en formas iónicas simples (H₂PO₄⁻ y HPO₄²⁻).

Uso de Bioestimulantes y su importancia

Los bioestimulantes son sustancias diseñadas para un uso aplicado solo o en mezcla en planta, semillas o raíces. El objetivo de estas aplicaciones es estimular procesos biológicos en la planta y, por tanto, mejorar la disponibilidad de nutrientes y optimizar su absorción; logrando tolerancia a estreses abióticos y aspectos de calidad en todas las fases del cultivo.

El Bioestimulante GEN 10 es un regulador de crecimiento el cual estimula los procesos internos de la planta como es la división celular, promueve el crecimiento, floración, mejora el desarrollo y crecimiento radicular y mejora la calidad y productividad en cosecha. Este producto líquido está compuesto por Giberelinas, Citoquininas, Triacantanol, Complejo Vitaminas B, Pantotenato de Calcio, Ácido Salicílico, Nutrientes Mayores y Menores.

Los reguladores del crecimiento vegetal son sustancias que actúan sobre el desarrollo de las plantas y que, por lo general, son activas a concentraciones muy pequeñas. Dentro de este grupo de moléculas podemos diferenciar entre las que son producidas por la planta y aquellas de origen sintético. Las que se encuentran de forma natural en las plantas se denominan fitohormonas u hormonas vegetales.

Las giberelinas estimulan el crecimiento principalmente vía división y

alargamiento celular; regulan al proceso de germinación. También intervienen en procesos de inhibición de senescencia e inhibición floral y radical. En términos prácticos promueven el alargamiento de entrenudos, aumentan el tamaño de frutos, inducen partenocarpia en algunas especies frutales y retrasan maduración.

Las citoquininas tienen su efecto principal desde la raíz. La raíz es el principal órgano de síntesis de estas hormonas, aunque también se sintetizan en cualquier tejido, sobre todo en sitios de intensa división celular. Activan el crecimiento de las yemas laterales, estimulan el crecimiento de frutos, retardan la senescencia en hojas y estimulan la movilización de nutrimentos. (arteaga, 2018)

Antecedentes

La categoría de las leguminosas representa una amplia gama de especies que comúnmente se han utilizado en la alimentación de diversas culturas a lo largo del tiempo, debido a la intervención del hombre se han logrado obtener una plétora de especies de leguminosas con diversos beneficios nutricionales. Una de estas especies es comúnmente conocida como frijol mungo (*Vigna Radiata*) (Ávila G, 2018).

El frijol Mungo es una leguminosa herbácea, redonda de un verde llamativo, se adapta a suelos semihúmedos y secos necesitando de poco riego, lo cual ayuda que su cultivo sea menos trabajoso y se obtenga una producción adecuada para cubrir las necesidades del consumidor. Sus granos contienen proteínas digeribles (22% - 28%), vitaminas, minerales y fibras solubles (pectinas); los cuales poseen efectos en la prevención de enfermedades del corazón, obesidad y tubo digestivo. cuyo uso más común es la germinación de estos porotos verdes, que da como resultado los llamados "diente de dragón" o "brotes de soja", comúnmente usados en platos orientales. Es por ello que importantes instituciones médicas a nivel mundial vienen promoviendo su consumo convirtiéndolo en un producto comercialmente atractivo. (Farfán, 2017).

El fríjol mungo es una buena fuente de vitaminas A, B, C y E, calcio, hierro, magnesio, potasio, y de aminoácidos, contiene 20% de proteína y es una buena fuente de fibra dietética, es bajo en grasa saturada, muy bajo en colesterol y sodio. También es una buena fuente de proteínas, tiamina, niacina, vitamina B6, ácido pantoténico, hierro, magnesio, fósforo y potasio, y una muy buena fuente de fibra dietética, vitamina C, vitamina K, Riboflavina, Folato, cobre y manganeso. Presenta como una desventaja que una gran parte de las calorías de este alimento provienen de los azúcares De hecho, al ser una leguminosa, el fríjol mungo suministra una mayor proporción de proteínas que cualquier otro alimento vegetal. Cuando el fríjol mungo se combinan con cereales, el resultado es una proteína completa. Este es también rico en lisina.

Los brotes germinados del mungo contienen vitamina C que no se encuentra en el grano. El cultivo de frijol mungo comenzó a ser utilizado como un fuerte fijador de nitrógeno o abono verde y como planta forrajera para la alimentación del ganado. Sin embargo, su potencial como alimento para el ser humano es bastante alto, algunos estudios apuntan a que tiene más vitaminas y proteínas que la misma soya. Este cultivo es de fácil adaptación, ya que se puede cultivar en tierras marginales, dada su resistencia. (Rubio, 2011)

El objetivo principal de las investigaciones realizadas en frijol mungo son analizar y estudiar las diferencias entre cultivares, como son las variables altura de planta, número de racimos/planta, vainas/planta, semillas/vaina, rendimiento/planta y rendimiento en kg/ha.

Producción de varios cultivos, entre los que se menciona al frijol común (Calero et al., 2016, Calero et al., 2017). La búsqueda de alternativas con bioestimulantes, biofertilizantes o bio-productos, constituye una alternativa para promover incrementos en el rendimiento del grano. (Hernández, 2015), En Colombia, el cultivo de frijol es unas de las principales actividades de la economía campesina en varias regiones, especialmente, de la zona andina; de gran importancia, como generador de ingresos y empleo rural, pero que ha perdido competitividad frente a la producción de otros países, especialmente, por los altos costos de producción y bajos rendimientos (Wilmer Quintana, 2017).

El uso de bioestimulantes vegetales conjuntamente con microorganismos eficientes puede ser una alternativa para cambiar el metabolismo de las plantas y, en consecuencia, mejorar el rendimiento del cultivo de frijol. Bajo esta circunstancia, se evaluó el efecto entre microorganismos eficientes y Fitomas E en el incremento productivo del frijol común en dos épocas de siembra. Dos experimentos fueron desarrollados, de octubre de 2014 a abril de 2015. Los tratamientos utilizados fueron: el

control, inoculación y aplicaciones foliares de microorganismos eficientes, inoculación y aplicaciones foliares con Fitomas E y la asociación entre estos. Los indicadores evaluados fueron: el número de hojas por planta, materia seca, número legumbres por planta, granos por legumbre, masa de 100 granos y el rendimiento. Los resultados mostraron que las mayores respuestas, fueron obtenidas en época de siembra intermedia y la producción de frijol fue favorecida con la aplicación asociada entre microorganismos eficientes y Fitomas E, comparado con las formas individuales, porque aumentó el número de hojas por planta, masa seca, cantidad de legumbre por planta, promedio de granos por legumbre, la masa de 100 granos y producir 1090,0 kg/ha-1 en época intermedia y 660,0 kg/ha-1 en la tardía en relación al control. (hurtado, 2019).

Metodología

Materiales-métodos y área de estudio.

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la vereda patio bonito km 3 ubicada en el municipio de El Espinal-Tolima. Entre los meses de mayo y agosto del año 2020. El Municipio de El Espinal se encuentra a una altura promedio de 323 msnm, temperatura promedio de 27, 5° C, temperaturas máximas entre 33 y 37° C, una precipitación promedio anual entre 1.439 mm/año, humedad relativa promedio oscila de 59 al 75%, brillo solar promedio de 5 a 6 horas día.



*Gráfico 1. Mapa de El Espinal Tolima
Fuente: (Cortolima 2018)*

7.1.1 Ubicación geográfica área de estudio

La localización geográfica del cultivo corresponde a 4° 10' 49" N 74° 52' 02" W 316m Longitud O este.



*Gráfico 2. Ubicación Finca
Fuente: Google Earth*

Se procedió a realizar la medición del área $300m^2$, el terreno ya contaba con la preparación adecuada (2 pases de rastra, Caballones con tapia para la distribución del riego). Posterior se llevó a cabo el alistamiento de los 5kg de semilla de frijol mungo cada uno con su tratamiento respectivo para todos los bloques, Así mismo se llevó a cabo la aplicación de los insumos cada una tiene un tratamiento distinto a cada bloque se aplicó 1 kg de semilla, cada una con su tratamiento respectivo, (GEN10, DAP y testigo absoluto).

El siguiente paso a realizar fue la elaboración de las estacas encerrando cada uno de los tratamientos, las cuales fueron llevadas a campo a realizar el montaje. El montaje consistió en la elaboración de 20 parcelas con una medición de 3m de ancho y 4m de largo. Con una distancia de siembra de 30 cm entre surco y surco y 80 cm entre parcela y parcela. Se realizaron aplicaciones de fosforo en Pre-siembra y en inicios de etapa vegetativa. También, se aplicó Bioestimulante GEN 10 como tratamiento en semilla y en inicio de etapa vegetativa (25 días), las aplicaciones se realizaron de forma edáfica y foliar. Para ello se estableció una parcela con el manejo tradicional del cultivo de frijol mungo que sirvió como testigo para análisis y comparación de resultados finales. Los productos Bioestimulante Gen 10 y fosfitek potasio gold. Fueron obtenidos en la empresa EFITEC en la ciudad de Ibagué. Empresa dedicada a la producción y comercialización de fertilizantes, así mismo la semilla y el DAP fueron obtenidos por un agricultor de la zona.

El Bioestimulante GEN 10 se aplicó en un tratamiento de manera directa en semilla con una dosis de 3 c/c en 100 ml de agua. En este proceso se aplicó el Bioestimulante directo a la semilla, dejándolo actuar durante 15 minutos antes de la siembra. El DAP se aplicó de manera directa a los surcos en el momento de la siembra, incorporando al suelo 1 kilo de producto por parcela, siendo en total 4 kilos de DAP.

Para los dos tratamientos donde aplicaron los productos de manera foliar, se utilizó el Bioestimulante GEN 10 con una dosis de 3 cc en 2 litros de agua. Y el fosfitek potasio gold, con una dosis de 150 gramos en 2 Litros de agua. Esta aplicación se realizó con fumigadora manual de espalda de 20 Litros, a los 25 días después de la siembra. Cada tratamiento contaba con una demarcación numérica (1-gen 10 pre siembra, 2 DAP pre siembra, 3 Gen 10-foliar 25 DDS, 4 Fosfitek 25 DDS, 5 testigo absoluto), esto con el fin de evitar alguna preferencia hacia uno de los productos aplicados, teniendo conocimiento de cual aporta más al desarrollo radicular y altura de planta. Con fecha de siembra del 26 de mayo del 2020, con una fecha de germinación del 01 de junio, Constantemente se realizaba manejo de arvenses manuales. Las evaluaciones del desarrollo radicular se realizaron a los 15, 40 y 75 días después de la fecha de germinación, siendo la primera evaluación el 16 de junio del 2020, la segunda evaluación el 11 de julio del 2020 y la última evaluación el 16 de agosto del 2020. En cada una de estas evaluaciones se tomaban 5 plantas por parcela para un total de 20 muestra por tratamiento para realizar el estudio de la raíz Longitud/ancho y altura planta, para un total de 60 muestras evaluadas por tratamiento en todo el ciclo del proyecto. Por último, después de obtener todos los datos se analizaron estadísticamente.

7.2 Diseño experimental

Diseño: Bloques Completamente al Azar (B. C. A)

Tamaño de la muestra: 300 m^2 de área. 20 parcelas, 5 kg de semilla de frijol mungo.

Distribución de muestra: 4 bloques de 5 parcelas, un tratamiento por parcela, para un total de 5 tratamientos.

Parcelas: Cada una contiene un tratamiento distinto (Bioestimulante hormonal en semilla, Bioestimulante Foliar, Fósforo incorporado al suelo, fósforo foliar, testigo) con la misma variedad de semilla de frijol mungo. Cada parcela cuenta con un área de 12 mt^2 . Y, una distancia de siembra de 10 cm * 40 cm entre planta y surco.

Número de repeticiones: 4; Número de tratamientos: 5; Numero de evaluaciones: 4.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de datos ANOVA y TUKEY, utilizando el programa estadístico Minitab, Desarrollando un diseño con el cual se determinó las diferencias y relaciones entre las variables, mediante comparaciones y descripción de datos. Lo cual permite el pronóstico y observación de resultados.

7.2.1 Tratamientos:

Tabla1. Tratamientos aplicados

TRATAMIENTO	DOSIS (cc-gr/Ha)
T1: Bioestimulante GEN 10 en semilla.	3 cc
T2: Bioestimulante GEN 10 foliar.	3 cc.
T3: Fósforo Foliar-Fosfitek Potasio Gold.	100 gr.
T4: Fósforo Pre-siembra- Fosfato Di amónico DAP	1000 gr.
T5: Testigo	N/A

Fuente: Elaboración propia

Distribución de tratamientos.

BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
BIO- SEMILLA	TESTIGO	DAP	BIO FOLIAR
DAP	P FOLIAR	BIO SEMILLA	TESTIGO
BIO FOLIAR	BIO SEMILLA	P FOLIAR	DAP
TESTIGO	DAP	BIO FOLIAR	P FOLIAR
P FOLIAR	BIO FOLIAR	TESTIGO	BIO SEMILLA

Aplicación de tratamientos:

Se trataron semillas de frijol mungo, adquirida con un agricultor de la zona.

Tipo de siembra: Siembra manual, se utilizaron en total 5 kilos de semilla. Con una distancia de siembra en cada parcela de 10 * 40 cm entre planta y surco.

Tipo de aplicación: Se realizó la aplicación directamente a la semilla en Pre-siembra y aplicación foliar a los 25 días después de siembra.

Tipo de equipo Usado: Se utilizaron frascos, fumigadora manual de aspersion de 20 litros, en los cuales se mezcló el producto correspondiente con agua, también se utilizaron herramientas manuales como palas, azadón, picas, machetes entre otros.

Gramera digital: Se utilizó al tomar el peso de la semilla y de la dosis de los productos a Evaluar crecimiento de la planta:

Metodología de evaluación: En cada una de las parcelas se tomaron 10 plantas al azar en cada una de las evaluaciones para hacer el respectivo análisis del crecimiento radicular y de la planta.

Frecuencia de evaluación: Se evaluaron las plantas a los 15, 40 y 75 días después de siembra (DDS) a las cuales por medio de una flexómetro y reglas se tomaron medidas de la longitud de raíz principal y planta desde la base del tallo hasta su ápice.

Productos utilizados:

Bioestimulante Hormonal GEN 10.

Aplicación en semilla y foliar en la etapa vegetativa (V4).

Identificación del producto.

Nombre Comercial: GEN 10

Propiedades físicas y Químicas

Apariencia: Liquido naranja

Olor: Característico

pH: Neutro

Presentación del regulador de crecimiento Gen 10.

Líquido naranja disponible en envases de 150 cc, 300 cc, 500 cc y 1 Lt.

Composición:

- Giberelinas (AG4+7): 10%
- Citoquininas: 10%
- Triacantanol: 0,3%
- Complejo Vitaminas B: 2%
- Pantotenato de Calcio: 4%
- Ácido Salicílico: 20%
- Nutrientes Mayores y Menores

Fosfitek Potasio Gold

Aplicado de manera foliar en la etapa vegetativa (V4).

Identificación del producto

Nombre Comercial: FOSFITEK POTASIO

Producto: FOSFATO MONOPOTASICO

Sinónimos: Fosfato Di hidrógeno de Potasio

Peso Molecular: 136,09

Fórmula Química: KH_2PO_4

Propiedades físicas y Químicas

Apariencia: cristales granulares de color blanco.

Olor: Inodoro.

Solubilidad: 22 g en 100 g de agua.

Densidad: 2.34

PH: 3,5 y 4,0 en solución al 10%.

Punto de ebullición: 400°C Pierde el agua y se vuelve el metafosfato.

Punto Fusión: 253°C

Presentación

Granulado y foliar soluble disponible en presentaciones de 1 y 15 kilogramos.

Composición

Fósforo Total P_2O_5 : 51%

Potasio soluble en agua (K_2O): 33 %

Fosfato Di Amónico (DAP)

Incorporado al suelo en Pre-siembra.

Formula comercial: 18 - 46 - 0

Presentación física: Sólido granulado, de color Café

pH: 6 - 9

Densidad a granel: 915 Kg/mt³

Característica Fertilizante Fosfatado

Solubilidad en agua (30°C) 1g/2.5 ml

Humedad crítica relativa (30°C) 45%

Composición:

Nitrógeno Total (N) 18.0 %

Nitrógeno Amónico (N) 18.0 %

Fósforo asimilable (P_2O_5) 46.0 %

Humedad máxima 1.5 %

Recursos necesarios

Tabla 2. Recursos necesarios

RECURSOS NECESARIOS		
RECURSO	DESCRIPCION	PRESUPUESTO (\$)
Equipo Humano	Diseñadores del proyecto, aspirantes al título académico.	\$3.000.000
Equipos y Software	Computador Personal, Microsoft Word, Microsoft Excel,	\$2.000.000
Viajes y Salidas de Campo	Toma de muestras en vehículos personales.	\$300.000
Materiales y suministros	Material vegetativo, asesorías, pala, palín, bomba de espalda, riego y productos de los respectivos procedimientos.	\$1.200.000
Bibliografía	<p>-AFPD. 2008. African Flowering Plants Database - Base de Donnees des Plantes a Fleurs D'Afrique. Brako, L. & J. L. Zarucchi. (eds.) 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: i–xl, 1–1286.</p> <p>-CONABIO. 2009. Catálogo taxonómico de especies de México. 1. In Capital Nat. México. CONABIO, Mexico City.</p> <p>-Isely, D. 1990. Leguminosae (Fabaceae). 3(2): xix, 1–258. In Vasc. Fl. S.E. U. S. The University of North Carolina Press, Chapel Hill.</p>	\$ 0.0
TOTAL		\$ 6.500.000

Resultados

Para las variables estudiadas y en cada evaluación, se encontró que la longitud de raíz y altura de la planta presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El Tratamiento donde se aplicó bioestimulante hormonal Gen 10 en semilla (T1) arrojó resultados superiores y significativos en longitud de raíz y altura de la planta con respecto a los demás tratamientos y en especial al Testigo (T5). Tabla 3.

Al final del ciclo y última evaluación a los 75 días después de germinación, se presentó una longitud de raíz máxima de 17,4 cm (T1) y una longitud de raíz mínima de 11,3 cm (T5).

En la altura de las plantas en la última evaluación a los 75 después de germinación el T1 presentó la de media altura de planta máxima en la investigación de 56,6 cm y el T5 presentó una media de altura de 40,2 cm, reflejando una diferencia significativa con respecto a estos dos tratamientos y sus variables.

Tabla:3 Medias Longitud raíz y Altura Planta

TRATAMIENTO	Long. Raíz (cm)			Altura Planta (cm)		
	15 DDG	40 DDG	75 DDG	15 DDG	40 DDG	75 DDG
T1-Bioestimulante Semilla	5,2 ^A	11,2 ^A	17,4 ^A	18,4 ^A	37 ^A	56,6 ^A
T2-Bioestimulante Foliar	4,2 ^B	11 ^A	16,8 ^A	14,6 ^B	30,8 ^B	50,5 ^B
T3-Fósforo (P) Foliar	4,1 ^C	9,4 ^B	14,4 ^B	12,2 ^D	27,5 ^C	45,3 ^C
T4 Fósforo (DAP) Pre- siembra	4,7 ^C	10,2 ^C	15,2 ^C	14 ^C	25,3 ^D	41 ^D
T5-Testigo	4 ^C	8,6 ^D	11,3 ^D	12,3 ^D	22,1 ^E	40,2 ^D

Fuente: Elaboración Propia

Longitud raíz

Mediante el análisis estadístico de datos ANOVA y TUKEY, se obtuvieron resultados de varianza y desviación estándar (ver anexos), en los cuales se reflejaron diferencias significativas entre los tratamientos en cada etapa de muestreo y donde el T1 obtuvo una longitud de raíz superior con respecto a los de más tratamientos en cada etapa de evaluación (15-40 Y 75 DDG). Grafica 3.

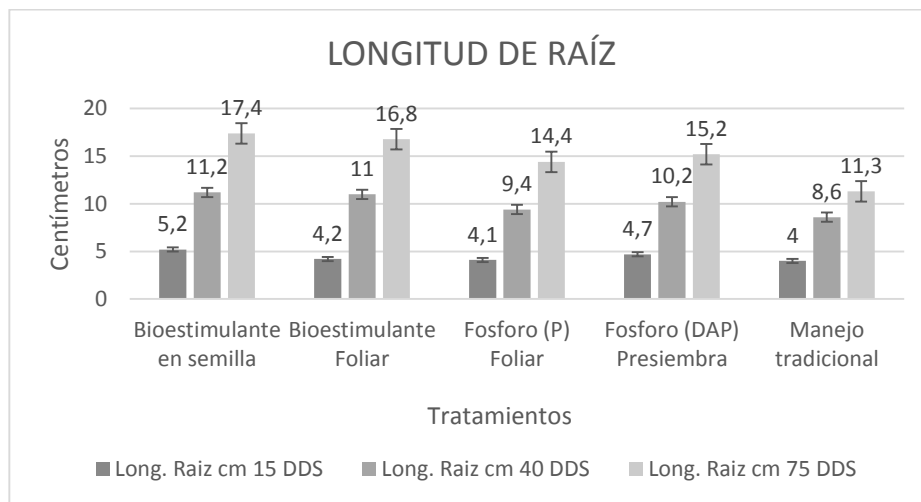
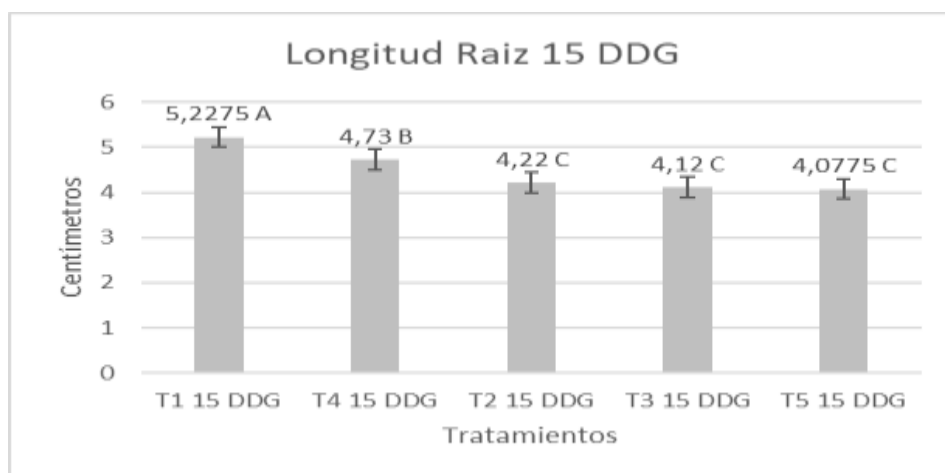


Gráfico 3: Longitud Raíz
Fuente: Autor Propio

Longitud raíz 15 días después de germinado (DDG)

Pasados los primeros 15 días después de germinación, el comportamiento que se observó en la primera evaluación de longitud de raíz y basándonos en el análisis estadístico TUKEY (ver anexos) fue que en los tratamientos T2, T3 y T5 no hubo una diferencia significativa, siendo el T1 (bioestimulante en semilla GEN 10) con una media a los 15 días después de siembra (DDG) una de 5.2 cm de raíz principal, con una diferencia de 1,2 cm respecto al T5 (Testigo) que obtuvo una media de 4,0 cm, con una diferencia en promedio a los 15 días de 1 cm. Grafica 1. Gráfico 4.

El T4 (Incorporación Fósforo al suelo) desarrolló una longitud de 4,7 cm, siendo la segunda de mayor crecimiento en esta etapa, superando en la media a los tratamientos donde no se incorporó o aplico nada en Pre-siembra o siembra.



*Gráfico 4: Longitud Raíz
Fuente: Autor Propio*

Longitud raíz 40 Días Después de Germinado (DDG)

La evaluación de resultados a los 40 días después de germinación, arrojó resultados con diferencias no significativas entre T1 (11.2 cm) y T2 (11 cm), a estos tratamientos se les aplicó bioestimulante hormonal en semilla y de manera foliar, obteniendo longitudes superiores con respecto a los demás tratamientos donde, si se demuestra una diferencia significativa. El T5 (Testigo) fue el de menor longitud en esta etapa con una media de 8,6 cm. Gráfico 5.

El T4 en el cual se le aplicó Fósforo de manera foliar obtuvo una longitud de 10,2 cm, su longitud fue de 1 cm menos que el mejor tratamiento T5 (11,2), ubicándose por encima de la media, cerca de los mejores rendimientos en longitud.

La incorporación de fósforo al suelo en Pre-siembra obtuvo una longitud de 9,4 cm, solo superando por 0,8 cm al tratamiento de menor longitud con 8,6 cm.

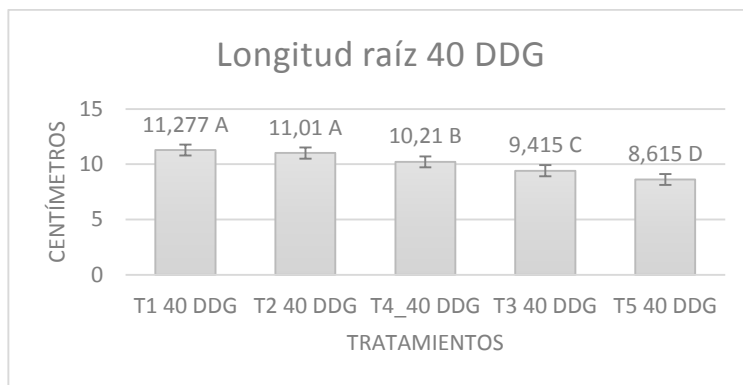


Gráfico 5: Longitud Raíz
Fuente: Autor Propio

Longitud raíz 75 Días Después de Germinado (DDG)

En la muestra tomada a los 75 días después de siembra El T1 (Bioestimulante en semilla) obtuvo una longitud de raíz de 17,4 cm, con una diferencia significativa de 6,1 cm del T5 (Testigo). La diferencia con los demás tratamientos no fue significativa.

El T3, en el cual se incorporó Fósforo en el suelo (DAP) al momento de la siembra, obtuvo un desarrollo de 15,2 cm con una mínima diferencia de los tratamientos donde se utilizó el bioestimulante hormonal. T1 (17,4 cm) y el T2 (16,8 cm) y con un desarrollo de raíz superior de 3,9 cm respecto al testigo (11,3cm). Gráfico 6.

El tratamiento testigo arrojó resultados inferiores en todas las etapas del muestreo, la longitud de la raíz principal siempre estuvo por debajo de los demás tratamientos, alcanzando en su etapa final un promedio de 11,3 cm de longitud.

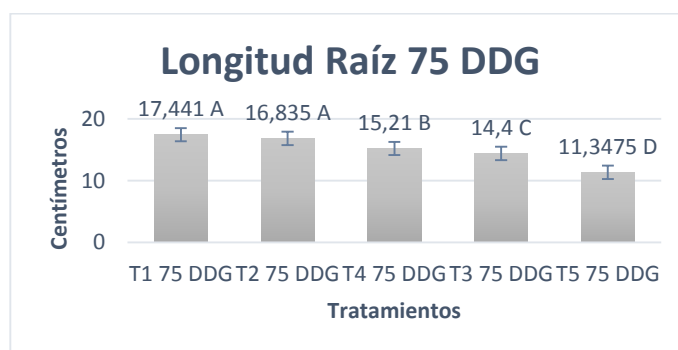


Gráfico 6: Longitud Raíz
Fuente: Autor Propio

Altura Plantas (AP)

En el análisis de datos ANOVA y TUKEY (ver anexos) presenta los resultados del efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta (AP) durante los 15, 40 y 75 días después de siembra (DDS) en el frijol mungo. Gráfico 7.

Este análisis arrojó diferencias significativas entre las variables, donde la tendencia de resultados superiores continua en los tratamientos donde se aplicó el Bioestimulante hormonal GEN 10, que obtuvieron una altura de más de 50 cm, siendo superiores con respecto a los demás tratamientos.

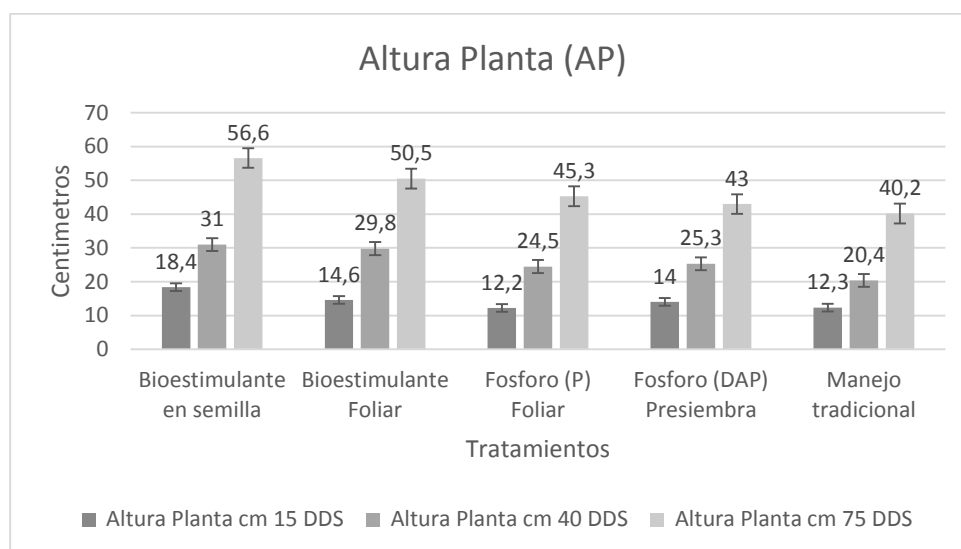


Gráfico 7: Altura de la planta
Fuente: Autor propio

Se observó que los tratamientos en frijol mungo donde se utilizó el bioestimulante hormonal GEN 10 aplicado como tratamiento en semilla y de manera foliar en la etapa V4 de la planta, incrementaron la altura de las plantas en todas las etapas del muestro con respecto a los demás tratamientos. Aunque, todos los tratamientos superaron en altura de la planta al testigo.

Altura plantas 15 Días Después de Germinado (DDG)

La altura de la planta (AP) en el T1 (Bioestimulante en semilla GEN 10), fue el que más se destacó del cultivo, obteniendo un desarrollo superior a los demás tratamientos, Grafico 8. En la etapa de muestro a los 15 días después de germinado, obtuvo una altura de 18,4, con una diferencia respecto al T3 y al testigo (T5) de 6,1 cm en los primeros 15 días.

En comparación entre el T3 (Fósforo Foliar) y el T5 (Testigo) no existe diferencia significativa, en esta etapa de evaluación estos tratamientos alcanzaron una altura similar de 12 cm.

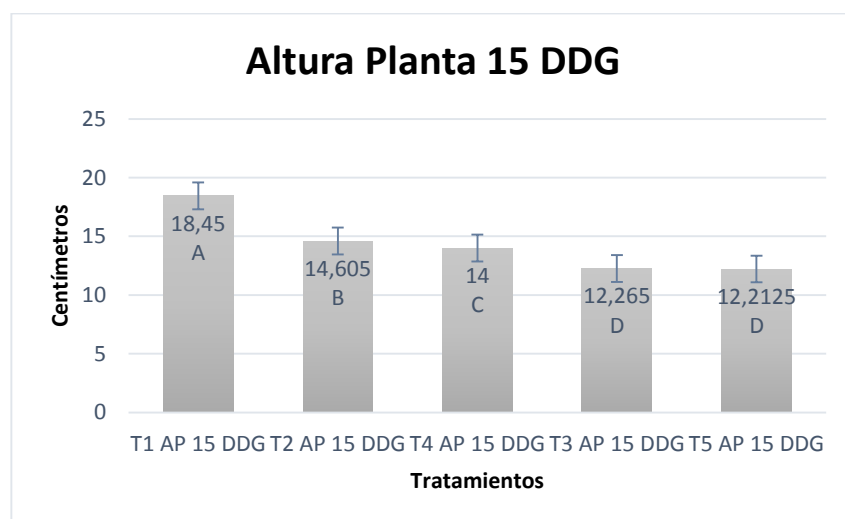


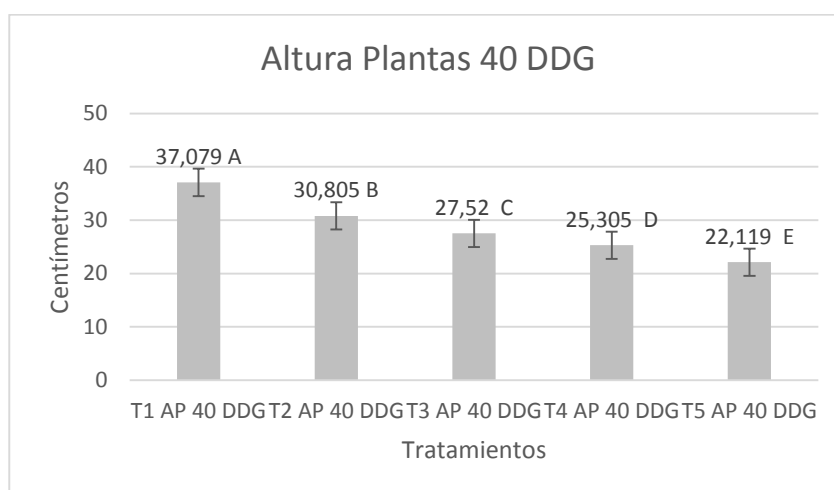
Gráfico 8: Altura de la planta
Fuente: Autor propio

Altura planta 40 Días Después de Germinado (DDG)

Mediante el análisis estadístico ANOVA y TUKEY (ver anexos), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el T1 el de una altura superior en esta etapa de 37 cm, alcanzando una diferencia de 14,9 cm con respecto al T5 (22,1 cm).

Respecto al muestreo tomado a los 40 días después de siembra, se puede observar (Grafico 9) diferencias entre los tratamientos T2, T3 Y T5, siendo estos tratamientos en los cuales no se les aplicó ningún producto en Pre-siembra o siembra.

La aplicación de GEN 10 (T2) y fosfitek Potasio Gold (T3) de manera foliar a los 25 días después de siembra, en la etapa V4 de la planta, favoreció el crecimiento de la planta comparado con el testigo (T5). El GEN 10 foliar obtuvo un promedio de altura de 30,8 cm en esta etapa, con una diferencia de 8,7 cm respecto al Testigo que obtuvo una media de altura a los 40 días de 22,1 cm.



*Gráfico 9: Altura de la planta
Fuente: Autor propio*

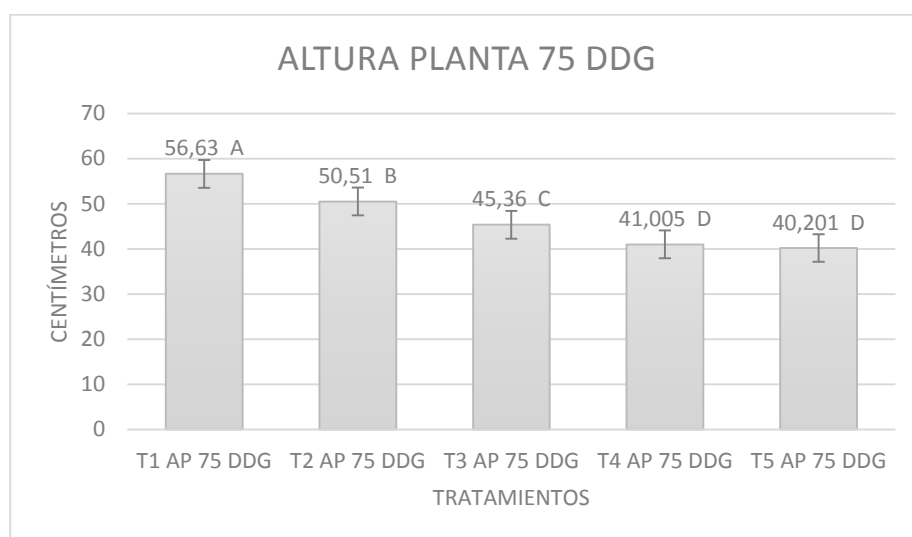
Altura plantas 75 Días Después de Germinado (DDG)

En la etapa final del muestreo (75 DDS) y mediante el análisis de datos ANOVA y TUKEY (ver anexos), se presentaron diferencias significativas, donde el T1 (Bioestimulante en semilla GEN 10) obtuvo un desarrollo superior, con una altura de 56,6 cm. Superando significativamente al T1 (Testigo) en altura, con una diferencia de 16,4 cm. (Grafico 10).

El tratamiento donde se aplicó fosforo de manera foliar (T3) en la etapa V4 de la planta, utilizando el producto Fosfitek Potasio Gold, obtuvo un desarrollo de la altura de

la planta en su etapa final (75 DDS) de 45,3 cm, con una diferencia de 4,8 cm por debajo con respecto a la altura presentada por el tratamiento Bioestimulante foliar (50,5 cm), el cual se aplicó en el mismo momento y etapa (V4) de la planta. Estando por debajo de la media de los datos, pero con un crecimiento superior de 5,1 cm con respecto al tratamiento testigo, que obtuvo una altura de planta de 40,2 cm.

El T1 (Bioestimulante en semilla GEN 10) favoreció significativamente el crecimiento de la planta, desarrollando una altura superior a todos los tratamientos. Incrementando en promedio 16,4 cm la altura de la planta, respecto al T5 (Testigo).



*Gráfico: 10 Altura planta
Fuente: Autor propio*

Desviación estándar

Mediante el análisis de datos ANOVA de un solo factor se determinó la desviación estándar en los tratamientos en cada etapa de evaluación, (15-40-75 DDG). Con lo cual se pudo observar una desviación estándar menor a 1, con una dispersión de datos baja, cercana a 0. Tabla 4.

Tabla 4: Desviación Estándar Tratamientos

LONGITUD RAIZ (cm)					ALTURA PLANTA (cm)				
Factor	N	Media	Desv.Est.	Desv.Est. Agrupada	Factor	N	Media	Desv.Est.	Desv.Est. Agrupada
T1 15 DDG	4	5,228	0,1209	0,173503	T1 AP 15 DDG	4	18,45	0,329	0,257847
T2 15 DDG	4	4,22	0,289		T2 AP 15 DDG	4	14,605	0,388	
T3 15 DDG	4	4,12	0,1211		T3 AP 15 DDG	4	12,265	0,1611	
T4 15 DDG	4	4,73	0,1571		T4 AP 15 DDG	4	14	0,1796	
T5 15 DDG	4	4,078	0,1144		T5 AP 15 DDG	4	12,213	0,1226	
T1 40 DDG	4	11,28	0,255	0,263347	T1 AP 40 DDG	4	37,079	0,468	0,710523
T2 40 DDG	4	11,01	0,0902		T2 AP 40 DDG	4	30,805	1,097	
T3 40 DDG	4	9,415	0,218		T3 AP 40 DDG	4	27,52	0,432	
T4_40 DDG	4	10,21	0,209		T4 AP 40 DDG	4	25,305	0,413	
T5 40 DDG	4	8,615	0,427		T5 AP 40 DDG	4	22,119	0,862	
T1 75 DDG	4	17,44	0,211	0,324981	T1 AP 75 DDG	4	56,63	0,343	0,468282
T2 75 DDG	4	16,84	0,487		T2 AP 75 DDG	4	50,51	0,606	
T3 75 DDG	4	14,4	0,385		T3 AP 75 DDG	4	45,36	0,1625	
T4 75 DDG	4	15,21	0,276		T4 AP 75 DDG	4	41,005	0,39	
T5 75 DDG	4	11,35	0,1486		T5 AP 75 DDG	4	40,201	0,658	

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza el valor p en cada evaluación y en cada variable fue 0 (Ver anexos), rechazando la hipótesis H_0 nula (Todas las medias son iguales) y aceptando la Hipótesis alterna, con un nivel de confianza del 95%, donde no todas las medidas son iguales. Arrojando diferencias significativas en cada una de las variables.

Conclusiones

- El uso de bioestimulantes hormonales en el frijol mungo constituye una alternativa para asegurar un desarrollo morfológico, fisiológico y productivo del cultivo. La necesidad de obtener mayores rendimientos en el frijol mungo y al mismo tiempo conservar y proteger el medio ambiente van ligados al uso de bioestimulantes hormonales en la fertilización.
- La aplicación foliar de fósforo utilizando el producto Fosfitek Potasio Gold, obtuvo mejores resultados, esto gracias a una mayor solubilidad del producto y su asimilación por la planta, generando un mayor crecimiento y rendimiento con respecto a la aplicación de Fósforo incorporado al suelo en la Pre-siembra utilizando el DAP.
- El Fósforo es un nutriente esencial en la agricultura y gracias a sus funciones específicas en el desarrollo de la planta, debe ser incluido en el manejo nutricional del frijol mungo.
- El frijol mungo (*Vigna radiata*) posee grandes características para convertirse en un cultivo principal o de gran expansión, siendo una alternativa agrícola importante para los productores de la región.
- El manejo nutricional del cultivo de frijol mungo, debe ser desde la siembra y en prefloración. Las aplicaciones de bioestimulantes hormonales y fósforo foliar en estas etapas, pueden incrementar el desarrollo de la planta.
- Los resultados arrojaron diferencias significativas del T1 (GEN 10 Semilla) respecto a los demás tratamientos, El uso de GEN 10 genero una estimulación en el desarrollo de la planta, gracias a su composición con hormonas y nutrientes.

Acelerando el proceso de crecimiento desde siembra al ser aplicado en semilla, en comparación con los demás tratamientos. Terminando al final del ciclo con el promedio superior en la investigación en longitud de raíz y altura de las plantas.

- La aplicación de Fósforo y reguladores de crecimiento de manera foliar, tienen resultados positivos, influyendo directamente en el crecimiento de la planta, en producción de flores y en la producción de grano.

Recomendaciones

- Desarrollar un plan de fertilización para el cultivo, basando en un análisis de suelo.
- Continuar con la investigación del frijol mungo en diferentes regiones de Colombia, con el fin de lograr datos y análisis que promuevan el buen manejo agronómico del cultivo.
- Aplicar bioestimulantes o fertilizantes de manera foliar a los 30 DDS, es el momento oportuno antes de iniciar floración, con esto se estimula la producción de yemas y aumenta la productividad de la planta.
- Evaluar la aplicación del bioestimulante GEN 10 en otras fases del cultivo y con otras dosis.
- Implementar el cultivo de frijol mungo como rotación a cultivos tradicionales, su establecimiento debe ser con un manejo agronómico adecuado, que logre obtener los mejores beneficios de la planta, logrando promover el cultivo de frijol mungo como cultivo primario en la región.
- Realizar estudio de mercadeo para la semilla de frijol mungo, demostrando sus propiedades y valor nutritivo.
- Para futuros estudios de investigación, se recomienda incluir la variable suelo, teniendo en cuenta las propiedades del suelo en el efecto en los tratamientos donde se analice el desarrollo fisiológico y productivo de la planta.
- Para futuros estudios en esta dimensión agronómica, se recomienda incluir la variable.

Bibliografía

- Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC. 1979. AVRDC Progress Report 1978. Shanhua, Tainan. 71-71 p.
- Beech, D.F. y T.M. Wood. 1978. Evaluation of mungbean under irrigation in norther Australia. The 1st International Mungbean Symposium. AVRDC. Shanhua, Tainan. p. 107-11.
- Duque, F., G. Pessana y P. De Quiroz. 1987. Estudio preliminar sobre o comportamiento de 21 cultivares de feijao mungo em Itaguaí. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 22(6): 593–598. Agro Activo, regulador de.
<https://agroactivocol.com/producto/nutricionvegetal/fertilizantesfoliares/bioestimulantes/regulador-de-crecimiento-gen-10>
- Barriga, P. y Marambio, M. E. Acción genética y componentes de la variación genética del contenido y eficiencia de la utilización del fósforo en trigo. Agro Sur. (23): p. 30-38, 1995.
- Díaz-Montenegro, D. 2014. Hormonas Vegetales y Biorreguladores para la Agricultura. Hojas Técnicas de Fertilab, México. 4 p.
- Efitec (2016) Fosfitek Potasio Gold. <http://efitec.com.co/fosfitek-potasio-gold/Efitec>
- FENALCE. 2015. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. Departamento económico y apoyo a la comercialización. Indicadores cerealistas. Bogotá D.C. 102p.
- González, E. 1988. Efecto de distancias de siembra sobre el rendimiento y sus componentes asociados en el frijol mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Tesina de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela.

- HERNÁNDEZ, G.; TOSCANO, V.; MÉNDEZ, N.; GÓMEZ, L.; MULLINGS, M.
1996 Efecto de la concentración de fósforo sobre su asimilación en tres
genotipos de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) *Agron. Mesoam.* 7(1):80-85.
- Infante, N. 2001. Estudio fenológico y agronómico de tres genotipos de frijol mungo
(*Vigna radiata* L. Wilczek) en Maracay, estado Aragua. Trabajo de Grado.
Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de
Agronomía, Maracay. 126 p.
- Juárez, M. y Sánchez, J. Fósforo en agricultura. Universidad de Alicante. Secretariado
de publicaciones, 1996.
- Lawn, R. J. 1978. Yield potential of *Vigna radiata* and *Vigna mungo* in summer rainfall
cropping areas of Australia. The 1st International Mungbean Symposium.
AVRDC, Shanhua, Tainan. pp. 24-27.
- Madriz, P., Luciani, J. 2004. Caracterización agronómica de 20 cultivares de frijol
mungo, *Vigna radiata* (L.) Wilczek, en tres épocas de siembra, en Maracay,
estado Aragua, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 21: 19-35.
- Muñoz Pineda, M.A.; Rojas M, L.A (2000) El cultivo del fríjol mungo en la Costa
Atlántica. Instituto Colombiano Agropecuario. Extent: 4 p.
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO1999002223>.
- NORMA XVI Poroto. Anexo C – Norma de clasificación para *Phaseolus vulgaris* L.
Distintos del poroto blanco oval y/o alubia. Bolsa de Comercio de
Rosarios. <https://www.bcr.com.ar/Normas/normas/NORMA%20XVI%20Poroto%20Anexo%20C>
- Pozo, C. M. A. 2018. Bioestimulación de Cultivos con Triacantanol, Betaínas,
Brasinoesteroides y Poliaminas. Serie Nutrición Vegetal Núm. 115. Artículos
Técnicos de INTAGRI. México. 2 p Extraído de

<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulacion-de-cultivos-con-triacontanol-betainas-poliaminas> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.

Peláez, N. y A. Maluenga. 2000. Evaluación fenológica de ocho genotipos de frijol mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek), en dos localidades del estado portuguesa. Trabajo de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía, Maracay. 68 p.

Srivastava, L. M. 2002. Crecimiento y desarrollo de las Plantas: hormonas y ambiente natural. Amsterdam: Academic Press. Page 140.

Rost, Thomas L., and T. Elliot Weier. 1979. Botánica: breve introducción a la biología vegetal. New York: Wiley. Pages 155-170.

ZAPATA, E.; ROY, R. 2007. Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. Boletín FAO. Fertilizantes y nutrición vegetal 13. Roma. 177P.

Anexos

Anexo 1: ANOVA de un solo factor: Longitud raíz 15 DDG.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	3,9214	0,98034	32,57	0,000
Error	15	0,4516	0,03010		
Total	19	4,3729			

Medias

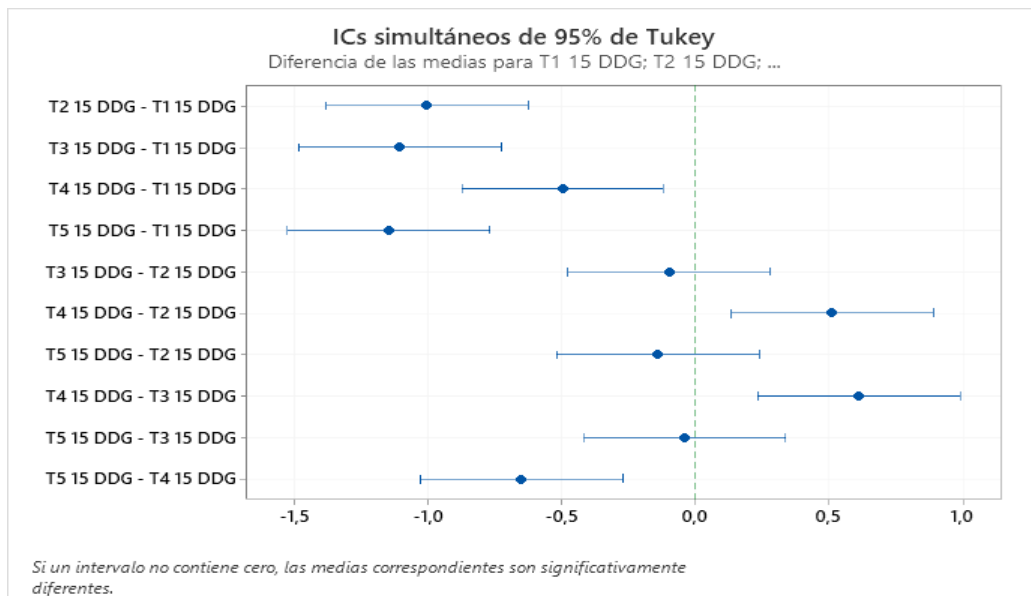
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1 15 DDG	4	5,2275	0,1209	(5,0426; 5,4124)
T2 15 DDG	4	4,220	0,289	(4,035; 4,405)
T3 15 DDG	4	4,1200	0,1211	(3,9351; 4,3049)
T4 15 DDG	4	4,7300	0,1571	(4,5451; 4,9149)
T5 15 DDG	4	4,0775	0,1144	(3,8926; 4,2624)

Desv.Est. agrupada = 0,173503

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T1 15 DDG	4	5,2275	A
T4 15 DDG	4	4,7300	B
T2 15 DDG	4	4,220	C
T3 15 DDG	4	4,1200	C
T5 15 DDG	4	4,0775	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Fuente: Autor

Anexo 2: ANOVA de un solo factor: Longitud raíz 40 DDG.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	19,604	4,90101	70,67	0,000
Error	15	1,040	0,06935		
Total	19	20,644			

Medias

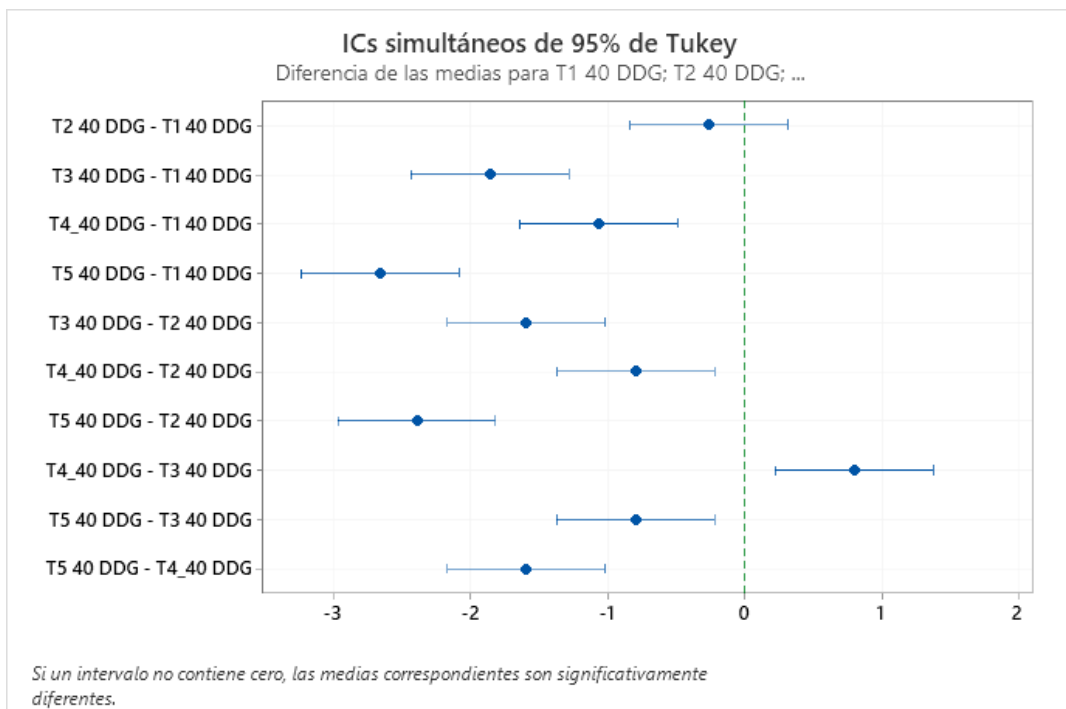
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1 40 DDG	4	11,277	0,255	(10,997; 11,558)
T2 40 DDG	4	11,0100	0,0902	(10,7293; 11,2907)
T3 40 DDG	4	9,415	0,218	(9,134; 9,696)
T4_40 DDG	4	10,210	0,209	(9,929; 10,491)
T5 40 DDG	4	8,615	0,427	(8,334; 8,896)

Desv.Est. agrupada = 0,263347

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T1 40 DDG	4	11,277	A
T2 40 DDG	4	11,0100	A
T4_40 DDG	4	10,210	B
T3 40 DDG	4	9,415	C
T5 40 DDG	4	8,615	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Fuente: Autor

Anexo 3: ANOVA de un solo factor: Longitud de raíz 75 DDG

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	92,243	23,0609	218,35	0,000
Error	15	1,584	0,1056		
Total	19	93,828			

Medias

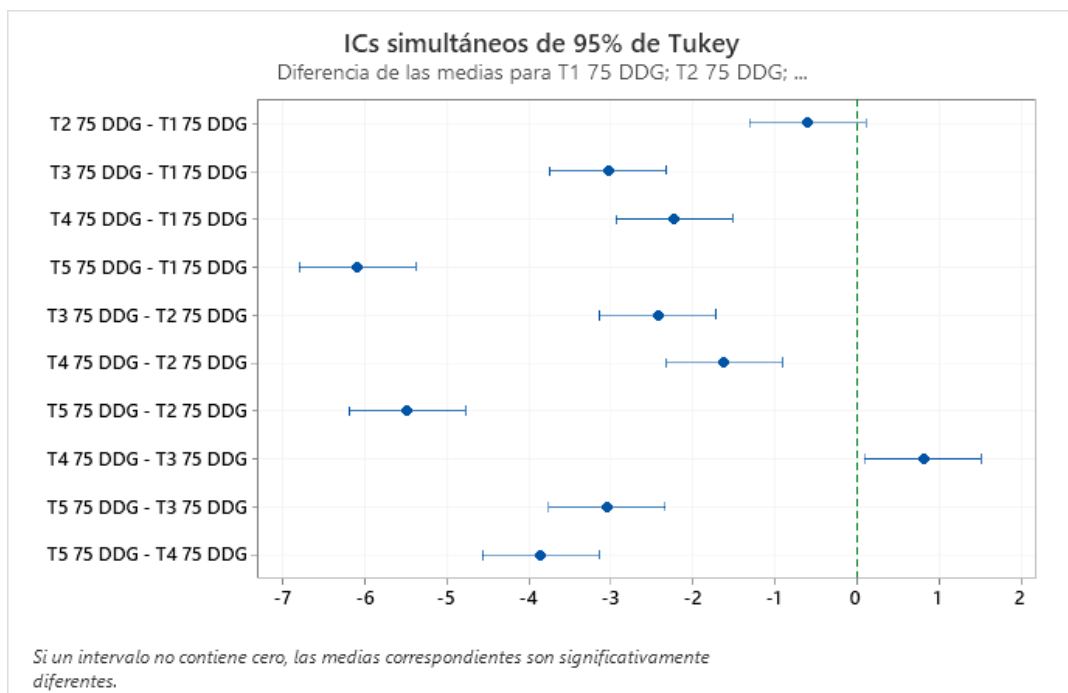
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1 75 DDG	4	17,441	0,211	(17,095; 17,788)
T2 75 DDG	4	16,835	0,487	(16,489; 17,181)
T3 75 DDG	4	14,400	0,385	(14,054; 14,746)
T4 75 DDG	4	15,210	0,276	(14,864; 15,556)
T5 75 DDG	4	11,3475	0,1486	(11,0012; 11,6938)

Desv.Est. agrupada = 0,324981

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T1 75 DDG	4	17,441	A
T2 75 DDG	4	16,835	A
T4 75 DDG	4	15,210	B
T3 75 DDG	4	14,400	C
T5 75 DDG	4	11,3475	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Fuente: Autor

Anexo 4: ANOVA de un solo factor: Altura plantas 15 DDG

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	103,617	25,9042	389,62	0,000
Error	15	0,997	0,0665		
Total	19	104,614			

Medias

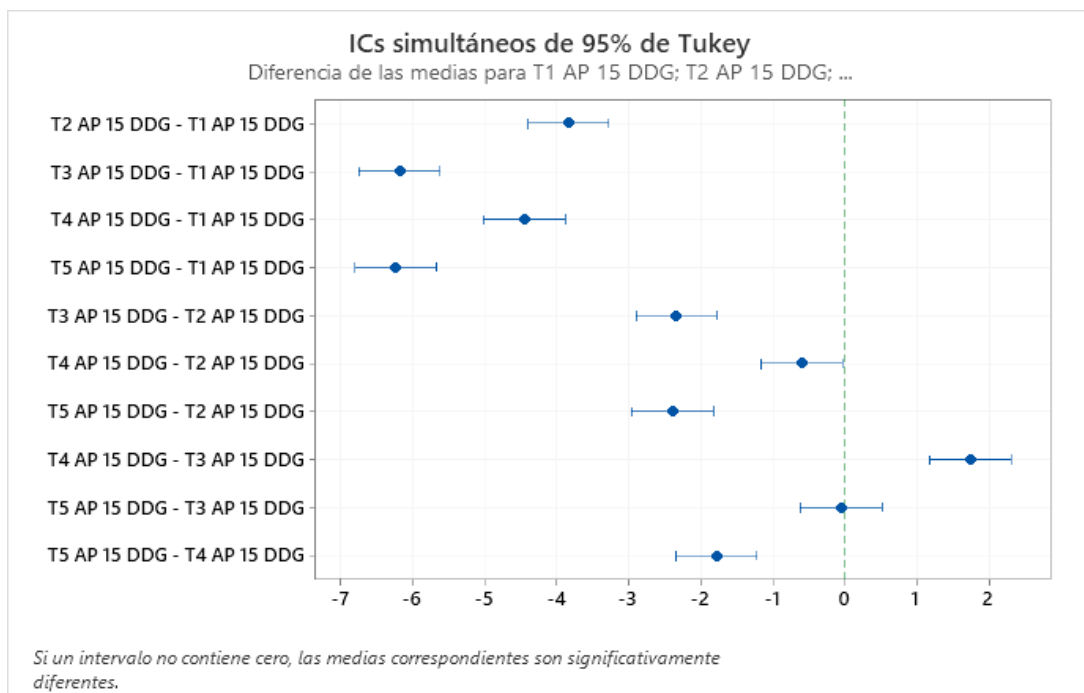
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1 AP 15 DDG	4	18,450	0,329	(18,175; 18,725)
T2 AP 15 DDG	4	14,605	0,388	(14,330; 14,880)
T3 AP 15 DDG	4	12,2650	0,1611	(11,9902; 12,5398)
T4 AP 15 DDG	4	14,0000	0,1796	(13,7252; 14,2748)
T5 AP 15 DDG	4	12,2125	0,1226	(11,9377; 12,4873)

Desv.Est. agrupada = 0,257847

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T1 AP 15 DDG	4	18,450	A
T2 AP 15 DDG	4	14,605	B
T4 AP 15 DDG	4	14,0000	C
T3 AP 15 DDG	4	12,2650	D
T5 AP 15 DDG	4	12,2125	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Fuente: Autor

Anexo 5 : ANOVA de un solo factor: Altura plantas 40 DDG

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	523,101	130,775	259,04	0,000
Error	15	7,573	0,505		
Total	19	530,674			

Medias

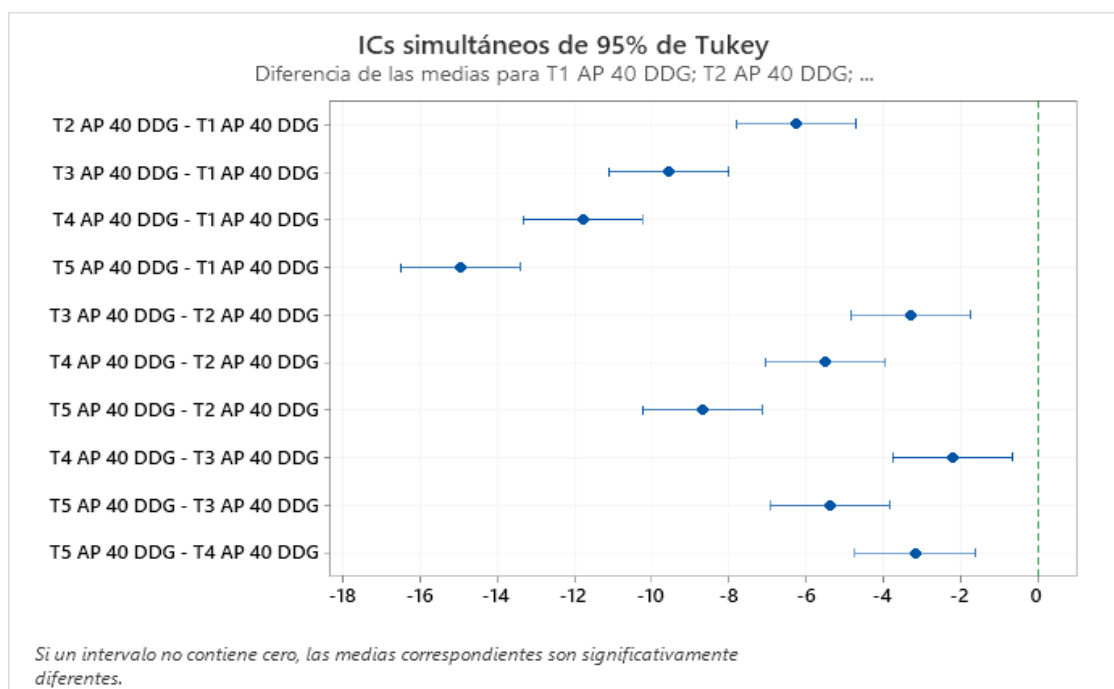
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1 AP 40 DDG	4	37,079	0,468	(36,322; 37,836)
T2 AP 40 DDG	4	30,805	1,097	(30,048; 31,562)
T3 AP 40 DDG	4	27,520	0,432	(26,763; 28,277)
T4 AP 40 DDG	4	25,305	0,413	(24,548; 26,062)
T5 AP 40 DDG	4	22,119	0,862	(21,362; 22,876)

Desv.Est. agrupada = 0,710523

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T1 AP 40 DDG	4	37,079	A
T2 AP 40 DDG	4	30,805	B
T3 AP 40 DDG	4	27,520	C
T4 AP 40 DDG	4	25,305	D
T5 AP 40 DDG	4	22,119	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Fuente: Autor

Anexo 6: ANOVA de un solo factor: Altura plantas 75 DDG.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	758,299	189,575	864,50	0,000
Error	15	3,289	0,219		
Total	19	761,589			

Medias

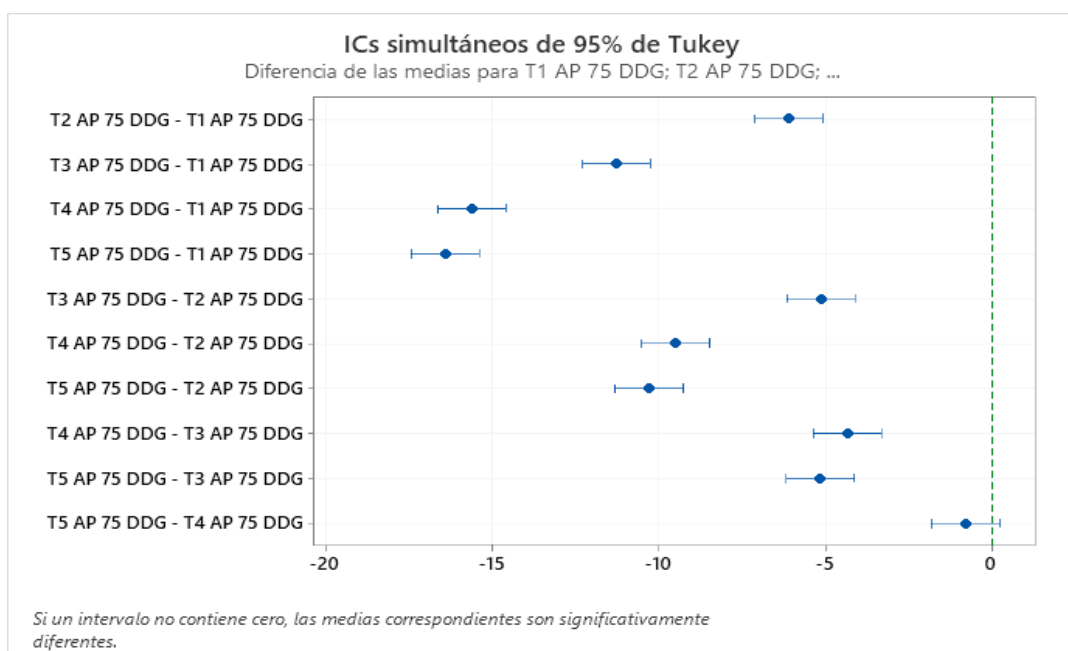
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1 AP 75 DDG	4	56,630	0,343	(56,131; 57,129)
T2 AP 75 DDG	4	50,510	0,606	(50,011; 51,009)
T3 AP 75 DDG	4	45,3600	0,1625	(44,8609; 45,8591)
T4 AP 75 DDG	4	41,005	0,390	(40,506; 41,504)
T5 AP 75 DDG	4	40,201	0,658	(39,702; 40,700)

Desv.Est. agrupada = 0,468282

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
T1 AP 75 DDG	4	56,630	A
T2 AP 75 DDG	4	50,510	B
T3 AP 75 DDG	4	45,3600	C
T4 AP 75 DDG	4	41,005	D
T5 AP 75 DDG	4	40,201	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Fuente: Autor

Anexo 7: Cronograma Actividades.

ACTIVIDAD	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Elaboración propuesta de aprobación.	x	x																						
Preparación de terreno		x	x																					
Elaboración de parcelas			x																					
Siembra				x																				
Incorporación y aplicación de Bioestimulante y fosforo				x				x																
Aplicación de riego					x		x		x		x		x											
Muestra medición de raíz							x			x			x											
Manejo de plagas y enfermedades								x				x												
Fertilización foliar.											x													
Registro fotográfico		x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x									
Quema para secamiento de las plantas y vaina.														x										
Recolección cosecha															x									
Toma de datos y muestras.					x		x		x		x		x		x	x								
Análisis de datos.									x				x			x								
Elaboración proyecto de investigación				x					x				x		x	x	x							
Presentación del proyecto de investigación.																	x	x						
Exposición proyecto de investigación.																							x	x

Fuente: Autor

Anexo 8: Montaje del ensayo



Fuente: Autor

Anexo 9: Preparación de la semilla



Fuente: Autor

Anexo 10: Siembra



Fuente: Autor

Anexo 11: Germinación



Anexo 12: Procedimiento toma de muestras 15 DDS

Testigo



bioestimulante Pre-siembra



Fosforo Pre-siembra



Fuente: Autor

Anexo 13: Aplicación de tratamiento 20 DDG

Bioestimulante foliar

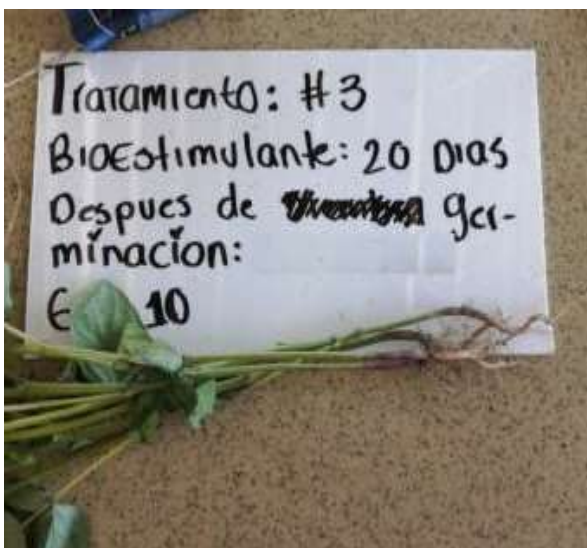


fosforo foliar



Fuente: Autor

Anexo 14: Toma de muestras 40 DDG



Fuente: Autor

Anexo 15: Toma de muestras 75 DDG



Bioestimulante Pre-siembra



Fosforo Pre-siembra



Bioestimulante foliar



Fósforo foliar



Testigo



Fuente: Autor



Fuente: Autor