

**Evaluación de los Efectos del Ácido Giberélico Sobre los Rebrotos en la Planta del Café
(Coffea Arábica)**

Alfonso Granados Salazar

José Luis Cruz Luna

Universidad Nacional Abierta y A Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Agronomía

Charalá

2023

**Evaluación de los Efectos del Ácido Giberélico Sobre los Rebrotos en la Planta del Café
(Coffea Arábica)**

Alfonso Granados Salazar

José Luis Cruz Luna

Proyecto de investigación como requisito para optar al título de profesional en agronomía

Director:

Nebis Mercedes Saucedo

Ingeniera agrónoma

Universidad Nacional Abierta y A Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Agronomía

Charalá

2023

Resumen

Como propuesta de mejoramiento al cultivo de café (*coffea arábica*) se presentó una nueva alternativa la cual favorece condiciones idóneas al sistema productivo del mismo; Mediante el uso de una fitohormona conocida como ácido giberélico en plantas de café (*coffea arábica*) con la finalidad de aumentar el número de rebrotes al momento de podar, como estrategia de mejorar la calidad y mayor aprovechamiento del área de producción aumentando la cobertura vegetal. El proyecto se realizó en el departamento de Santander, municipio de Charalá vereda Riachuelo, finca el Regalo. La cual cuenta con una altura de 1600 msnm y un área de una hectárea. Se utilizó plantas de café (*coffea arábica*) variedad cenicafé 1 con un tiempo estimado de 16 semanas edad, donde se implementó el proceso de evaluación de los efectos del ácido giberélico sobre los rebrotes en la planta del café (*coffea arábica*).

El ácido giberélico es un fitorregulador de las plantas el cual cumple la función de estimular y de regular el crecimiento de la planta, es importante tener en cuenta que esta hormona depende directamente de la calidad e inocuidad de la misma. Dentro de su manejo la aplicación se debe de realizar directamente al área tratada por el método de poda ya que es más fácil que esta se incorpore mejor, usando la dosificación adecuada y las diferentes repeticiones con la finalidad de obtener los resultados esperados.

Dentro de lo anteriormente mencionado se buscó mejorar el rendimiento y las condiciones agronómicas del café (*coffea arábica*), por lo que el objetivo de este estudio que se planteo fue realizar una evaluación de los efectos de la aplicación del ácido giberélico (AG3) en una única dosis de 10.00% con una dosificación de 100 mg/L, donde estas se van a aplicar a un lote de 40 plantas en tres aplicaciones, además de ello, dentro de su proceso se le realizó una poda cuando este ya había tenido una altura promedio de 30 cm, buscando una diferenciación

entre este lote tratado y un lote testigo, en busca de incrementar el rendimiento de las plantas además de tener una mayor cobertura vegetal y un mayor aprovechamiento del terreno logrando disminuir considerablemente los costos de mantenimiento del lote de café (coffea arábica), usando esta fitohormona ya que esta ayuda a regular el crecimiento de la planta y que esta tenga la capacidad de producir nuevas yemas y de igual manera promoviendo la producción de nuevas flores y frutos.

Finalmente se obtuvieron una serie de resultados los cuales determinaron la efectividad de la aplicación de esta fitohormona, usando mecanismos de medición y cuantificación con la representación gráfica del procedimiento, proceso y resultados.

Palabras claves: Evaluar, innovar, acelerar, optimizar, eficiencia.

Abstract

As a proposal to improve the cultivation of coffee (*coffea arabica*), a new alternative was presented which favors ideal conditions for its production system; Through the use of a phytohormone known as gibberellic acid in coffee plants (*coffea arabica*) in order to increase the number of sprouts at the time of pruning, as a strategy to improve the quality and better use of the production area by increasing plant cover.

The project was carried out in the department of Santander, municipality of Charalá, vereda Riachuelo, estate ELGIFT. Which has a height of 1600 meters above sea level and an area of one hectare. Coffee plants (*coffea arabica*) variety cenicafé 1 with an estimated age of 16 weeks were used, where the process of evaluating the effects of gibberellic acid on regrowth in the coffee plant (*coffea arabica*) was implemented.

Gibberellic acid is a plant phytohormone which fulfills the function of stimulating and regulating plant growth. It is important to bear in mind that this hormone depends directly on its quality and safety. Within its management, the application must be made directly to the area treated by the pruning method since it is easier for it to be better incorporated, using the appropriate dosage and the different repetitions in order to obtain the expected results.

Within the aforementioned, it was sought to improve the yield and agronomic conditions of coffee (*coffea arabica*), for which the objective of this study was to carry out an evaluation of the effects of the application of gibberellic acid (AG3) in a single dose of 10.00% with a dosage of 100 mg/L, where these are going to be applied to a batch of 40 plants in three applications, in addition to this, within its process a pruning was carried out when it had already had a height average of 30 cm, looking for a differentiation between this treated lot and a control lot, in search of increasing the yield of the plants in addition to having a greater vegetation cover and a better

use of the land, managing to considerably reduce the maintenance costs of the coffee lot. (Coffea arabica), using this phytohormone since it helps to regulate the growth of the plant and that it has the capacity to produce new buds and in the same way promoting the production of new flowers and fruits.

Finally, a series of results were obtained which determined the effectiveness of the application of this phytohormone, using measurement and quantification mechanisms with the graphic representation of the procedure, process and results.

Keywords: Evaluate, innovate, accelerate, optimize, efficiency.

Contenido

Introducción	12
Problema de investigación	13
Planteamiento del problema.	13
Delimitación del problema.	13
Delimitación espacial.	13
Delimitación cronológica.	14
Justificación	15
Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Marco de referencia	18
Estado del Arte	18
Marco Teórico	20
Marco Geográfico	23
Diseño metodológico	24
Población, muestra y muestreo	26
Población	26
Muestra	26
Muestreo	26

Análisis comparativo	26
Variable de estudio y metodología de evaluación	26
Manejo general de la observación	27
Aplicación de giberelina	27
Análisis de Resultados	28
Resultados generales	28
Conclusiones	33
Recomendaciones	34
Referencias	35
Apéndices.....	37

Lista de Tablas

Factor de estudio.....	24
Tabla 3. Características del área de comparación.....	
Tabla 4. Resultados de la evaluación del AG3 vs testigo.....	

Lista de Figuras

Figura 2. Ubicación geográfica, área de estudio	23
Figura 3. Distribución del tratamiento	25
Figura 4. Promedio tiempo de brotación lote tratado vs lote testigo.	30
Figura 5. Promedio número de rebrotes por repeticiones vs testigo	31
Figura 6. Comparación con lotes testigos	32

Lista de Apéndices

Apéndice A Análisis de suelo finca el regalito	37
Apéndice B. Toma de medidas sobre las muestras	38
Apéndice C. Avances con la aplicación del tratamiento.....	42
Apéndice D. Resultados finales	45

Introducción

Se realizaron una serie de ensayos interviniendo un lote de café (coffea arábica), variedad cenicafé 1 con una edad promedio de 16 semanas, realizando una poda y aplicando la fitohormona ácida giberélico en la finca el regalo, la cual está ubicada en el municipio de Charalá del departamento de Santander, El cultivo de café (coffea arábica), es uno de los más rentables por su producción y comercialización, es por ello que dentro del sistema productivo de estas plantas, se buscó una alternativa de innovación que permita encontrar incremento en la tasa de productividad usando artículos que tengan la función de inductores, tales como la fitohormona ácido giberélico, la cual cumple la función de Fito-regular la planta, estimulando y adecuando el crecimiento de los rebrotes, permitiendo así obtener un aceleramiento y una optimización del proceso del cultivo, dando como resultado una mayor efectividad en el proceso del sistema.

Problema de investigación

Planteamiento del problema

El cultivo de café (coffea arábica) es uno de los más rentables por su productividad y comercialización, una de las problemáticas que se han venido detectando y que son de vital importancia para el productor cafetero es la poca disponibilidad de terreno para incrementar su unidad productiva y los altos costos de establecimiento; es por este motivo que se debe de buscar alternativas que ayuden a innovar con el objetivo de suplir esta necesidad que se ha presentado en este sector.

De lo anterior surge el siguiente planteamiento ¿Será que el café (coffea arábica), manejado con una hormona de rebrote como el ácido giberélico, da como resultado un mayor número de brotes de ramas por unidad productiva?

Delimitación del problema

El alcance de este proyecto consiste en realizar una serie de observaciones, por medio de una intervención de un lote de café (coffea arábica), variedad cenicafé 1, con una edad promedio de 16 semanas, realizando una poda y aplicando la fitohormona ácida giberélico.

Delimitación espacial

Se realizaron una serie de aplicaciones y se documentó lo que sucede en estas plantas, frente a un lote testigo sin el tratamiento, este fue llevado a cabo en el municipio de Charalá, en la vereda Riachuelo, finca el Regalo bajo un área aproximada de una hectárea.

Delimitación cronológica

Se realizará en el transcurso de ocho meses. Consta de la elaboración del anteproyecto, la formulación del problema y la aplicación de las pruebas mediante el uso de la hormona ácido giberélico AG3.

Justificación

Con la finalidad de proporcionar alternativas más sustentables y dar solución al problema de aumentar la cobertura vegetal que enfrentan muchos caficultores y, además, en busca de obtener un mayor aprovechamiento de sus parcelas, se presenta una necesidad de innovar en el manejo del cultivo del café, con el fin de mejorar la productividad de estas plantas, usando opciones que son amigables con el medio ambiente y que permiten regular las plántulas, para controlar la producción de rebrotes, buscando que haya dos en cada planta, a partir de una mayor eficiencia al momento de cultivar, logrando obtener una mayor cobertura vegetal y un óptimo aprovechamiento del suelo de los productores. Por tanto, se induce en el proceso, la utilización de hormonas que pueden realizar lo mencionado anteriormente y, para esto, el ácido giberélico es la mejor opción que se tiene para conseguir el objetivo.

Lo anterior parte de la idea de que dentro de sus aportes según (Cárdenas-Hernández et al., 2010) el ácido giberélico AG3 ayuda a regular y estimar el crecimiento en la naturaleza, por lo que la plántula tiene la capacidad de producir esta fitohormona realizando este mismo proceso, pero la consecuencia negativa es que se puede presentar un leve desgaste en ella y es por esto por lo que, al aplicarla de forma artificial, se puede controlar y se generan los resultados que se esperan.

Así, todo se sustenta en que la caficultura actual, como se ha mencionado anteriormente, presenta grandes desventajas con respecto al tiempo y al espacio, ya que muchos de los caficultores no cuentan con grandes extensiones de tierra y, para lograr un mayor aprovechamiento, es necesario que las plantas de café logren tener un máximo aprovechamiento dentro de sus parcelas y se pueda ver reflejado en los próximos un aumento significativo, respecto a su nivel productivo; por tanto, las podas juegan un papel fundamental, pues al ser

implementadas de manera adecuada, pueden lograr que un cafeto logre producir más de dos nuevos esquejes y, con la ayuda del AG3, se permite que primero se obtengan más rebrotes y de la misma manera se acelera exponencialmente el desarrollo de los mismos.

De esta forma, con la aplicación del ácido giberélico a la planta, se permite acelerar el proceso de división celular en partes específicas y de vital importancia, buscando que se dé un mayor rendimiento en su etapa de desarrollo vegetativo, pues esta fitohormona tiene la capacidad de regular el crecimiento con un potencial alto y eficiente, frente a la producción de nuevas ramas. De la misma forma promueve el desarrollo de flores y frutos y, además se fomenta la activación energética y metabólica de la planta, aumentando la capacidad de intercambio catiónico de la misma. (Cárdenas-Hernández et al., 2010).

Finalmente, es importante tener en cuenta que durante el procedimiento se espera obtener plantas más vigorosas, usando la hormona anteriormente mencionada, lo cual se determinará a partir de la comparación entre la muestra escogida, a la que se le aplicó el químico y el número de plantas no tratadas, conocidas como testigos, en las que se realiza el proceso de forma natural, el cual debe cumplir con los objetivos esperados y evaluar la veracidad de dicho manejo.

Objetivos

Objetivo general

Analizar la efectividad de la fitohormona ácido giberélico en los rebrotes de café (*coffea arábica*) variedad cenicafé 1.

Objetivos específicos

Evaluar la cantidad de rebrotes por cada planta intervenida y su longitud.

Definir el tiempo de brotación de la planta frente a la aplicación del ácido giberélico.

Determinar los efectos del ácido giberélico sobre los rebrotes en la planta de café (*coffea arábica*).

Marco de referencia

Es importante el uso de alternativas que mejoren la calidad en el proceso productivo del café (*coffea arábica*) y por ende garantizar una seguridad alimentaria.

Estado del Arte

Dentro de algunos trabajos encontrados sobre la utilización del ácido giberélico en algunos otros cultivos, como el trabajo realizado en la investigación sobre: El ácido giberélico incrementa el rendimiento de plantas adultas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). Esta hormona nos ayuda a acelerar los procesos dentro de la planta, se destaca, en primer lugar, el caso de la utilización en donde, según Márquez y Dávila (2019):

[...] “de los diferentes procesos agronómicos que se han venido utilizando para la optimización de incremento del rendimiento y mejoramiento genético, efectuando un estudio con el propósito de evaluar los efectos de esta hormona en la planta, se aplicaron 7 dosis de ácido giberélico (0, 10, 20, 40, 60, 80 y 100 mg L⁻¹) complementado con 2 dosis de TRIGGRR FOLIAR (0 y 5 ml L⁻¹), para marcar en el rendimiento de las plantas adultas, según los diferentes resultados obtenidos se pudo verificar un incremento en la productividad y tamaño del fruto, de igual manera las plantas presentaron un incremento en los rebrotes y elongaciones de los tallos. En conclusión, con este estudio se pudo concluir que la utilización de esta fitohormona permitió un incremento de rebrotes en las nuevas ramas, además promovió el desarrollo de más flores y una mejor fructificación desde que se inició el tratamiento”. (p. 31)

En segundo lugar, un cultivo al que también se le aplicó la hormona fue al del tomate, en el cual se realizó un experimento en un vivero controlado, donde se obtuvieron resultados favorables ya que, como lo expresan Hurtado y Salazar (2017):

[...] “este estudio se realizó con la finalidad de evaluar el efecto del ácido giberélico sobre el desarrollo, crecimiento y calidad del tomate realizado sobre condiciones controladas el cual se verificó su efectividad ya que las plantas presentaron respuestas positivas al tratamiento utilizado, este diseño se realizó completamente al azar, factorial 2x4 con dos híbridos (“Alboran” y “Torrano”) y cuatro concentraciones de ácido giberélico AG3 (0,50, 100 y 150 ppm), con 4 repeticiones y como unidad de observación se tuvieron en cuenta 9 plantas por repetición, lo cual indico cambios en las longitudes del fruto y demás formas de la planta frente a los testigos de las mismas variedades”. (p. 22)

Continuando, el ácido giberélico también fue usado para el crecimiento y desarrollo de la coliflor, por tanto, se aplicó sobre los órganos cosechados y el propósito fue observar el efecto de este sobre la planta. Siendo así, González (2007) expresa que:

[...] “el propósito de este experimento es usar el AG3 en los diferentes órganos cosechados de la coliflor donde se llegó a la conclusión que este tuvo un efecto determinante, para lo cual este se aplicó en dos épocas de siembra, los puntos evaluados fueron masa seca de los órganos, numero de flores, altura de planta y en conclusión se determinó que este ayudo a ser un acumulativo de una mayor cantidad de biomasa para la planta y que para la producción esto fue un resultado satisfactorio”. (p. 42)

Por último, en este trabajo se hace referencia al uso del AG3 como inductor floral, el cual fomenta una alternativa para incrementar el número de flores por planta. Así, Muñoz (2019) dice que:

“en algunos cultivos que son perennes como lo es el caso del café, se han venido utilizando diferentes fuentes de inductores para poder incrementar la cantidad de flores por árbol, pero es muy bueno tener en cuenta que estos procedimientos con diferentes tipos de hormonas,

para lo cual usaron AG3 con nitratos de potasio sobre los nudos de una planta de variedad castillo, y tras de la misma variedad pero como testigo, dentro de los parámetros evaluados se tuvo en cuenta número de flores, cantidad de granos cereza y crecimiento en tallos, se pudo concluir que este tipo de tratamientos aún son muy desconocidos y no se evidenció mayores incrementos frente a los testigos por lo consiguiente se hace referencia que se debe de intensificar la investigación para así poder dar mejores resultados”. (p. 38)

Marco Teórico

Una de las problemáticas que afectan a los productores de café (*coffea arábica*) es la falta de grandes extensiones de tierra, pues el espacio de sus parcelas, para poder realizar las siembras, son reducidos. Por tanto, se deben buscar nuevas formas de manejo, que procuren una mejora en lo descrito anteriormente; con base en esto, Cenicafe (2003) demuestra que se puede aumentar la densidad por hectárea, dando un mejor aprovechamiento a sus áreas de cultivo.

Así, dentro del estudio se recomienda probar diversas maneras de cultivarlo que, para el caso específico y planteado aquí, puede ser dos chapolas por sitio o mediante la utilización de plantas que tengan dos copas, utilizando la poda, consistiendo en el descope apical que se le debe realizar a una temprana edad, con el fin de garantizar dos brotes, por sitio sembrado, siendo una de las mejores alternativas, más si la cafetera ya está establecida.

Por lo anterior, el descope de las plantas permite que estas puedan tener una mayor cobertura vegetal y así incentivan a que en los lotes haya una alta población de plantas o tallos, por hectárea sembrada. Al respecto, Cenicafé (2015) expresa que, unas de las alternativas más viables para obtener una mayor densidad es la utilización del descopé, como mecanismo de obtención de una mayor cobertura vegetal, por hectárea de café sembrada. Así, esta práctica consiste en llevar a sitios colinos que estén descopados o podados en la zona apical y que estos tengan, por lo menos, dos nuevos rebrotes por planta, eliminando por completo la yema terminal de la plántula para que, con ello se ayuden a inducir los nuevos tallos. Añadido a esto, es importante mencionar que, en el estudio realizado, el procedimiento se ejecuta cuando la planta apenas alcanza su primer mes de vida, ya que a esta edad se han formado las primeras hojas llamadas “verdaderas”, esto permite que puedan desarrollarse satisfactoriamente, sin que se presente competencia entre ellas.

Retomando, dentro del manejo tecnificado del café (*coffea arábica*), se debe tener en cuenta la elección de semilla, las condiciones agro climatológicas y los demás factores clave, para poder garantizar un cultivo con atributos de alta calidad, pues de ello depende su productividad. Por tanto, según (Cenicafé 2010) se deben de realizar una serie de labores que van desde la selección de semilla la cual debe de tener características de resistencia a la roya, de igual manera es necesario manejar la construcción del germinador, del vivero, del alistamiento, del lote y demás labores que son de vital importancia.

Ahora, la variedad fenicaré aportada por la Federación Nacional de Cafeteros tiene enormes ventajas, ya que es de porte bajo y alta productividad, según Cenicafé (2016):

[...] “esta variedad es un enorme avance frente a la resistencia para mitigación y control de la enfermedad de la roya, además que cuenta con características fisiológicas de gran aporte ya que esta es de porte bajo, resistente, alta productividad y adaptabilidad a las zonas del país, de igual manera esta inicia su ciclo productivo en un periodo de 18 a los 20 meses después de su siembra en el lote, durante todo este ciclo la planta produce una serie de fitohormonas las cuales cumplen funciones muy importantes y puntuales ya que estas tienen funciones determinadas y que son de vital importancia” (p. 26).

Además, González (2014) manifiesta que las diferentes fitohormonas que interactúan en la planta y que ella misma las genera, de forma natural, se llaman auxinas y, dentro de sus funciones está la de crecimiento celular, dominancia apical; mientras tanto, las citoquininas cumplen funciones tales como la división celular, el brote de las yemas, el efecto de retardo en el envejecimiento. Por otro lado, las giberelinas cumplen funciones tales como el alargamiento del tallo, el rompimiento de los letargos de yema y semillas. Añadido a esto, el ácido abscísico cumple la tarea de inhibir el crecimiento, la producción de letargos en yemas y semillas, entre

otras y, por último, el etileno se encarga de la maduración de los frutos, la abscisión de las hojas y las flores, entre otras.

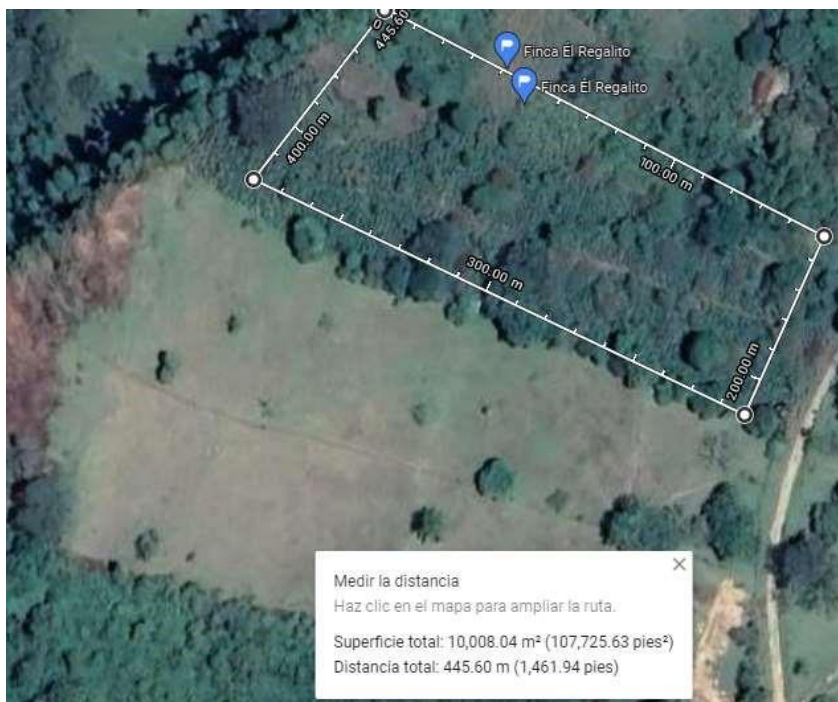
Teniendo en cuenta lo descrito en los apartados anteriores, se plantea la utilización del ácido giberélico como regulador de crecimiento de la planta de café (*coffea arábica*), ya que este tiene la función de estimular y regular el desarrollo de la planta. Según Tecnicoagricolas (2012): [...] “dentro de las diferentes acciones, este actúa como fitorregulador del crecimiento ya que tiene efectos fisiológicos y morfológicos la cual actúa en las zonas apicales, además actúa sobre las áreas foliares translocando en el interior de la planta, acelera el crecimiento vegetativo de los nuevos brotes produciendo consecuentemente plantas mucho más grandes, refuerza la dominancia apical, estimula la floración, aumenta la fructificación, ayuda al rompimiento de las semillas y la dormición de los órganos vegetativos además ayuda con el estrés producido por algunos virus y reduce los efectos de la senescentes”. (p. 14)

Marco Geográfico

La investigación se realizó en el departamento de Santander, en el municipio de Charalá, en la vereda Riachuelo, finca el Regalo, la cual cuenta con una altura de 1600 msnm y un área de 1 hectárea.

Figura 1.

Ubicación geográfica, área de estudio



Fuente: (Riachuelo - Google Maps, n.d.)

Diseño metodológico

En esta investigación se utilizó una comparación de efectividad de la aplicación A1 (el tipo de regulador de crecimiento AG3), con un tratamiento de 3 repeticiones frente a un lote testigo (sin aplicación de AG3). Cada unidad comparativa está compuesta por 20 plantas.

Tabla 1.

Factor de estudio

Factor	Tratamiento	Repeticón
Giberelina (AG3)	T1	R1
		R2
		R3
Testigo	T0	

Fuente: Autoría propia

Tabla 2.*Características del área de comparación*

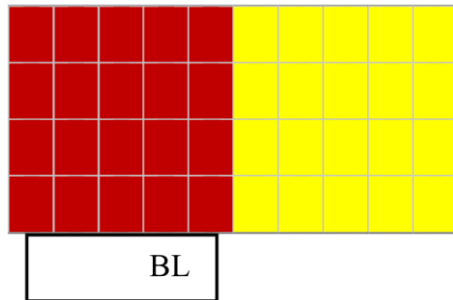
Unidad de comparación	Rectangular
Unidad comparativa	2
Número de plantas por unidad comparativa	20
Distancia entre planta	1.5 m
Distancia entre unidades comparativas	2 m
Área de la unidad comparativa	120 m ²
Área total de estudio	10000 m ²

Fuente: Autoría propia

Distribución de tratamientos en campo de observación

Figura 2.

Distribución del tratamiento



Unidades comparativas	Unidad de observación (unidad de observación con aplicación de AG3)	Testigo (unidad de observación sin aplicación de AG3) la
-----------------------	---	--

Fuente: Autoría propia

Población, muestra y muestreo

Población

La población de estudio está conformada por 40 plantas de café, variedad cenicafé1, con un periodo de 16 semanas de edad y una altura aproximada de 30 cm, con ellas se procederá a realizar un corte apical a 25 cm, cultivadas en condiciones edafoclimáticas del anexo (1 Análisis de suelo Finca el Regalito), departamento de Santander, municipio de Charalá, vereda Riachuelo, finca el Regalito

Muestra

La muestra fue conformada por 40 plantas, de un total 2 unidades comparativas de las cuales se evaluaron en su totalidad.

Muestreo

Tipo de muestreo análisis comparativo.

Análisis comparativo

Una vez obtenidos los resultados se evaluaron mediante análisis estadístico de comparación, con el fin de conocer las diferencias estadísticas entre las repeticiones y el testigo, con la finalidad de poner a prueba la teoría de que el ácido giberélico fortalece y agudiza la división celular en las plantas y, por ende, aumenta la probabilidad de obtener mayores números de rebrotes y una mayor longitud.

Variable de estudio y metodología de evaluación

Número de rebrotes (NR). Se cuantificó el total de rebrotes de cada una de las 20 plantas evaluadas por unidad comparativa después de 10-20 días de la primera aplicación con la fitohormona ácida giberélico (AG3) en las 3 repeticiones.

Longitud del rebrote (LR). Se midió la longitud del rebrote, 1 rebrote por planta con la ayuda de una escuadra.

Manejo general de la observación

Aplicación de giberelina

En una fumigadora de espalda se realizó la solución de la fitohormona ácido giberélico (AG3) 10.00% aplicando una dosis de 1 gramos por 20 litros de agua, dicha solución aplicada por aspersion con una boquilla de 300 cc/min 40 psi sobre las plantas de café, con el corte apical realizado.

La frecuencia de aplicación con un intervalo de 15 días, donde en el día 1 se efectuó la primera aplicación, el día 15 se realiza registro de información y la segunda aplicación, el día 30, toma de datos de la aplicación del día 15 y una tercera aplicación y finalmente el día 45 toma de datos de la aplicación del día 30.

En la primera aplicación que va del día 1 al 15 se realizará el monitoreo del lote para definir el tiempo que tarda la planta en evidenciar sus primeros rebrotes con el tipo de regulador de crecimiento, frente a el lote testigo. De igual manera, se toma la información del número de rebrotes por planta y su longitud en los días 15, 30 y 45.

Teniendo la información recopilada se procederá a evaluar los datos obtenidos usando las herramientas de cuantificación del diseño comparativo, generando datos estadísticos de los efectos, tales como número de rebrotes, tiempo de rebrotes y longitud de rebrotes, debido a la aplicación del ácido giberélico en las plantas de café.

Análisis de Resultados

Resultados generales

En la siguiente tabla se presentan los diferentes resultados obtenidos en el seguimiento que se le realizó a las plantas tratadas, en ella están representadas las unidades comparativas, los tiempos de brotación, la cantidad de rebrotes de cada una de ellas y las mediciones que se les tomaron. 3164711474

Tabla 3.

Resultados de la evaluación del AG3 vs testigo.

Unidad experimental	Tiempo de brotación	Numero de rebrotes			Longitud de rebrotes en centímetros			
		En días	Día 15	Día 30	Día 45	día 15	día30	día 45
Comparativo	Muestra							
Evaluado	planta 1	10	2	2	2	2	4,5	12
	planta 2	12	2	2	2	1,8	4	9,8
	planta 3	10	2	2	2	2,2	4,5	12
	planta 4	10	2	2	2	2	4,3	10
	planta 5	10	2	2	2	2	4	9,5
	planta 6	12	2	2	2	1,5	5	9,5
	planta 7	10	2	2	2	2	4	12
	planta 8	12	2	2	2	1,7	4,3	10
	planta 9	10	3	3	3	1,5	4	9
	planta 10	10	2	2	2	2	4,5	9,5
	planta 11	10	2	2	2	1,8	4,2	9,6

	planta 12	10	2	2	2	2,2	4	9,5
	planta 13	12	3	3	3	1,5	4,3	9,8
	planta 14	10	2	2	2	2	4	12
	planta 15	12	2	2	2	2	4	9,5
	planta 16	12	2	2	2	1,7	4	9,2
	planta 17	12	2	2	2	1,6	4	9,3
	planta 18	12	2	2	2	2	4	9,5
	planta 19	10	2	2	2	1,8	4	12
	planta 20	12	2	2	2	2	4,2	12
Testigo	planta 1	18	0	2	2	0	1,8	5,5
	planta 2	15	1	1	1	0,5	2,2	6
	planta 3	18	0	1	1	0	2,5	6,2
	planta 4	18	0	1	1	0	2,2	6
	planta 5	15	0	2	2	0	1,8	5
	planta 6	15	0	2	2	0	2	5
	planta 7	15	2	2	2	0,3	1,8	5,5
	planta 8	18	0	1	1	0	2,2	6,5
	planta 9	18	0	1	1	0	2,5	6,3
	planta 10	18	0	2	2	0	1,8	5,5
	planta 11	15	1	1	1	0,5	2,2	6,2
	planta 12	18	0	2	2	0	1,8	5,2
	planta 13	15	1	1	1	0,5	2,5	6,2
	planta 14	18	0	1	1	0	2,3	6,5

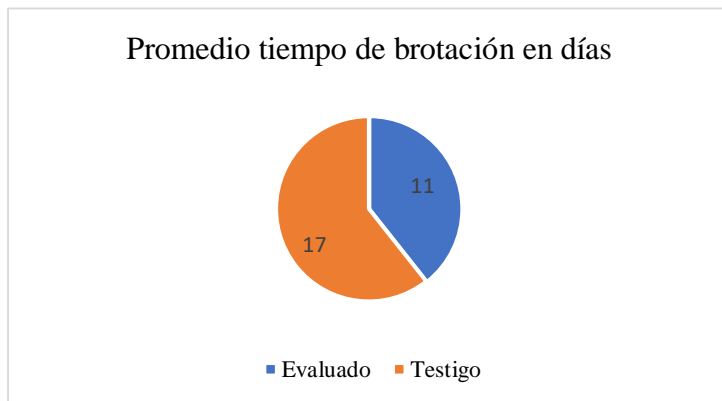
planta 15	18	0	2	2	0	1,8	5,2
planta 16	15	1	1	1	0,5	2,2	6
planta 17	18	0	1	1	0	2	6,2
planta 18	15	1	1	1	0,5	2	6,3
planta 19	18	0	2	2	0	1,5	5,1
planta 20	18	0	1	1	0	2	6,5

Fuente: Autoría propia

En el proceso de observación se evidenciaron diferencias significativas entre el tratamiento vs el testigo, pues el lote tratado con el ácido giberélico presenta un tiempo menor en la producción de rebrotes, frente al lote comparativo. Por otro lado, la longitud en cm de los rebrotes con tratamiento siempre fue mayor al testigo, por tanto, el promedio en días de los rebrotes para el lote evaluado fue de 11 días aproximadamente y el testigo de 17 días aproximadamente. Así, los números de rebrotes en un periodo de 45 días para el lote evaluado son más de 2, mientras que en el lote testigo es de menos de 2; además, la longitud de brotes lo cuales fueron evaluados en centímetros para el día 15 en el lote evaluado de 1,5 -2,2 cm, testigo 0 - 0,5 cm, en el día 30, en el lote evaluado 4 – 5 cm y testigo de 1,5 – 2,5 cm y, finalmente, el día 45 para el lote evaluado se obtuvo una longitud mínima de 9,2 cm y máxima de 12 cm, mientras que, para el testigo, se obtuvo una longitud mínima de 5 cm a 6,5 cm.

Figura 3.

Promedio tiempo de brotación lote tratado vs lote testigo.

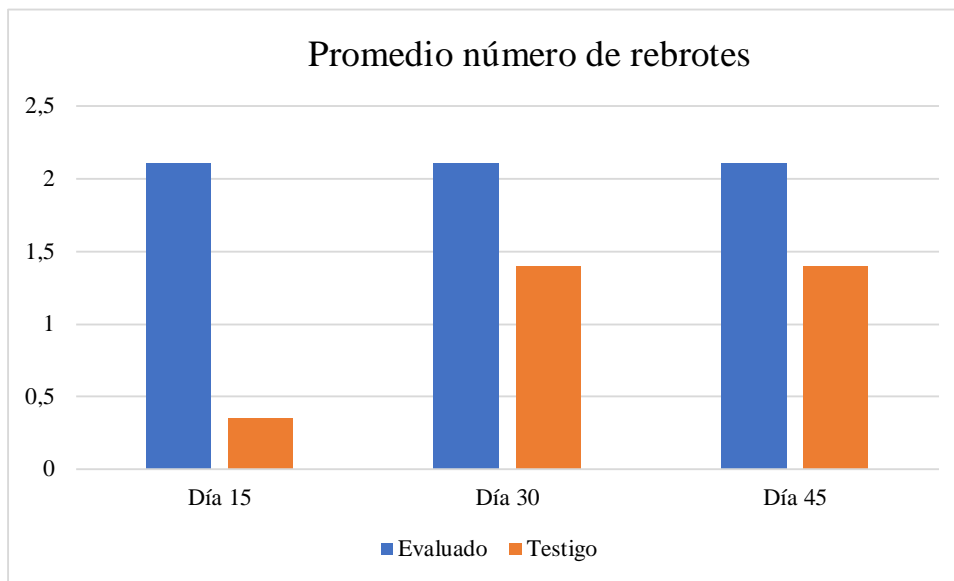


Fuente: Autoría propia

Se evidenció una mayor rapidez, con un promedio de brotación, para el tratamiento de 11 días y, para el testigo, de 17 días de brotación, lo cual permite inferir que la aplicación de ácido giberélico fomenta que la planta rebrote con más velocidad, en comparación con una planta a la que no se le aplique el químico.

Figura 4.

Promedio número de rebrotes por repeticiones vs testigo

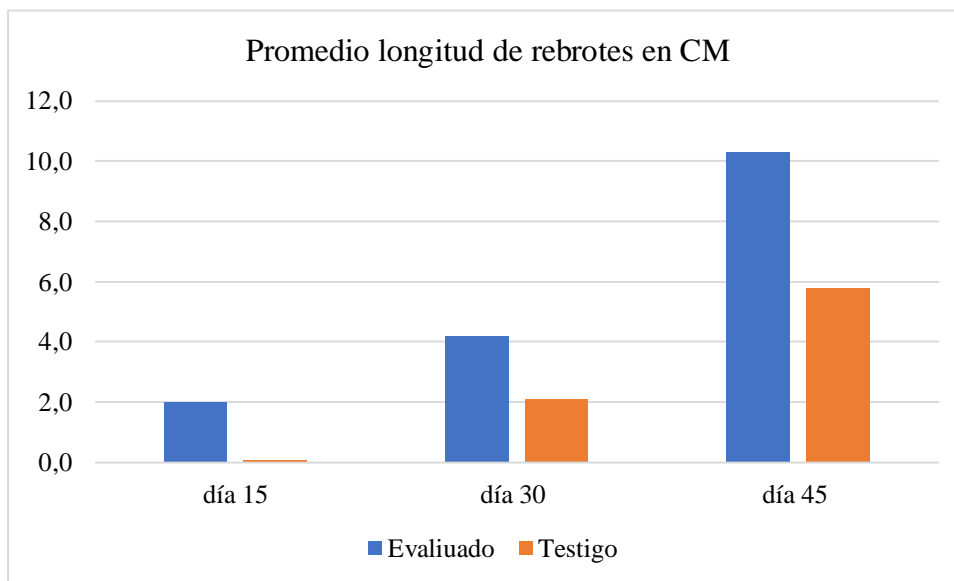


Fuente: Autoría propia

Se evidencio que las plantas tratadas con el ácido giberélico AG3 presentaron diferencias significativas entre el número de rebrotes, frente al lote testigo, ya que se visualizan más de dos rebrotes para el tratamiento y menos de dos para el testigo.

Figura 5.

Comparación con lotes testigos



Fuente: Autoría propia

La longitud de los rebrotes presentó diferencias entre las plantas tratadas y las que sirvieron como testigos, ya que al pasar del tiempo en las mediciones tomadas en el día 15, para el lote tratado, se puede ver una longitud aproximada de 2 cm, mientras que en el lote testigo solo tiene 0,1 cm en promedio; en los días 30 presenta una longitud aproximada de 4,2 cm para el lote tratado y 2,1 cm para el testigo y, finalmente, en el día 45 de la evaluación, las plantas con el tratamiento AG3 en promedio midieron 10,3 cm y el lote testigo 5,8 cm.

Conclusiones

En la comparación de efectividad se determinó que la hormona ácida giberélico AG3 tiene un efecto de promover y estimular los rebrotes en la planta de café, logrando acelerar el proceso, dicha brotación se evidencia de 10 a 12 días después de la primera aplicación de la hormona, mientras que en el lote testigo el tiempo de brotación fue de 15 a 18 días. Por lo cual se determina que el ácido giberélico tiene un efecto en los rebrotes de la planta de café, acelerando exponencialmente su brotación bajo las condiciones agroclimáticas, del municipio de Charalá, vereda Riachuelo, finca el Regalo.

Con la aplicación de AG3 se observó que las plantas obtuvieron un número mayor a 2 rebrotes y una altura de superior a los 10.3 cm lo cual indica que la hormona aumenta el número de rebrotes en la planta y su crecimiento. De la misma manera, se observa que el lote testigo presentó los niveles más bajos en número de rebrotes y longitud, en el crecimiento en comparación con el lote tratado.

Por último, los efectos del ácido giberélico sobre los brotes, en la planta de café, alcanzan una producción elevada de materia vegetal y la aceleración en el crecimiento de los nuevos brotes, lo que da una mayor cobertura vegetal, en un área de campo reducida.

Recomendaciones

Dentro del estudio realizado se recomienda la implementación de podas de formación, para facilitar el manejo del cultivo, ya que este permite una mayor densidad de siembra disminuyendo los costos de producción, pues con un menor número de plantas se puede tener un mayor número de tallos, por área sembrada.

Para aumentar el porcentaje de brotes en las plantas de café, a la cual se le haya realizado una poda de formación, entre los tres a cuatro meses, se recomienda la aplicación de la hormona ácido giberélico AG3 en una concentración de 1 gramo, por cada 20 litros de agua, con 3 repeticiones cada 15 días; de esta manera se garantiza que las plantas presenten más de dos brotes y, por ende, una mayor cobertura vegetal, por área sembrada.

Finalmente, la práctica de poda de formación aumenta el doble de tallos por área, con un menor número de colinos sembrados, gracias a este manejo es posible disminuir los costos en el establecimiento del cultivo, fertilización, plateo, limpiezas, etc.

Referencias

Cárdenas, J., Álvarez, J., Barragán, E., & Rivera, C. (2010). *Efecto del ácido giberélico y la 6bencilaminopurina sobre el desarrollo de yemas en injertos de cacao (Theobroma cacao L.)*. Agronomía Colombiana:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652010000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Cenicafé. (2016). *Nueva variedad de porte bajo, altamente productiva, resistente a la roya y al CBF*. Centro de investigación del café:

<https://www.cenicafe.org/es/publications/AVT0469.pdf>

Duque, H., Arboleda, V., & Arcila, P. (2003). *Colinos de café descopados: una opción para obtener altas densidades de siembra a menor costo*. Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé:

https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos/avance_tecnico_0309

Federacion de Cafeteros. (2010). *6. Descripción del proceso productivo y del beneficio del café guía tecnológica del cultivo*. Guía ambiental para el sector cafetero:

<https://federaciondefcafeteros.org/static/files/8Capitulo6.pdf>

Gonzalez, G. (2014). *Hormonas vegetales en el crecimiento del café*. investigación en campo: <https://es.slideshare.net/ablacruz/hormonas-vegetales-en-el-crecimiento-del-caf>

Gonzalez, M. (2007). *Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento*. Revista Agronomía Colombiana: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a07.pdf>

Pezo, M., Márquez, K., & Solis, R. (2019). *El ácido giberélico incrementa el rendimiento de plantas adultas de sacha inchi (Plukenetia volubilis)*. Scientia Agropecuaria:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172019000400001.

Rendon, J., Garcia, J., & Ramirez, C. (2015). *El redescopie: alternativa para recuperar la densidad de tallos en cafetales establecidos con colinos descopados*. Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé:

https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos/avance_tecnico_0451

Serna, A., Hurtado, A., & Ceballos, N. (2017). *Efecto del ácido giberélico en el crecimiento, rendimiento y calidad del tomate bajo condiciones controladas*. Revista Unicordoba: revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/download/946/1178/

Tecnico Agrícola. (2012). *Acido Giberelico*. <https://www.tecnicoagricola.es/acido-giberelico/>

Unigarro, C., Díaz, L., & Trejos, J. (2019). *Efecto de dos inductores florales sobre la floración y producción de café*. Cenicafe:

<https://www.cenicafe.org/es/publications/arc070%2802%29019-029.pdf>

Apéndices

Apéndice A

Análisis de suelo finca el regalo

CÓDIGO:	848	DEPARTAMENTO:	SANTANDER	VEREDA:	RIACHUELO-SAN CAYETANO
PROPIETARIO:	JOSÉ LUIS CRUZ LUNA	MUNICIPIO:	CHARALÁ	FINCA:	EL REGALO
RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	Julio 30-2020	CULTIVO:	CAFÉ- 3 AÑOS	ENTREGA DEL ANÁLISIS:	Agosto 21 -2020

MUESTRA:	TEXTURA	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	CIC	CIC Efectiva	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		Unidades de pH	%	(ppm)	meq/100 g suelo								(ppm)				
COMPLETO	Finca Análisis Anonoso	4,7	5,7	0,29	11	0,11	3,0	0,4	0,00	1,0	13,31	4,51	104,3	3,16	0,13	1,39	0,47

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO
pH: Potencial de Hidrogenio	Potenciométrica: Relación 1:1 agua destilada	MO: Materia orgánica	Colorimétrico: Walkley Black
P: Fósforo Disponible	Colorimétrico: Bray II	Fe, Mn, Cu, Zn	Absorción Atómica Extracción con DTPA
CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico	Titrimétrico: Extracción Acetato de Amonio	B: Boro	Colorimétrico: Extracción agua caliente
Ca, Mg, Na, K: Bases Intercambiables	Absorción Atómica Extrac. Acetato de Amonio	N: Nitrógeno	Calculado en base al % de Materia Orgánica
Al: Aluminio Intercambiable	Absorción Atómica Extrac. Cloruro de Potasio	CIC: Efectiva	Calculado

Fuente: autores del trabajo

Apéndice B.*Toma de medidas sobre las muestras*

Tratamiento	Testigo
	

Fuente: autoría propia

La planta tratada con el tratamiento AG3 tiene un aproximado de 2,5 cm después de su aplicación, en el cual se puede observar la efectividad a comparación del testigo

Fuente: autoría propia

En el testigo se puede observar que los brotes tienen un lento desarrollo, aunque cuentan con buenas condiciones no se desarrolla a la velocidad comparativa con el tratamiento.



Fuente: autoría propia

Se puede observar un desarrollo que ha alcanzado la planta tratada con AG3 con una altura de 2 cm, es importante tener en cuenta que esta tiene un excelente desarrollo y vigorosidad.



Fuente: autoría propia

Se observa que el testigo a comparación del del tratamiento cuenta con un desarrollo mucho más lento y además importante tener en cuenta que estos iniciaron su brotación un poco más tarde por lo consiguiente que para esta medición se observa 0,5 cm de altura.



Fuente: autoría propia

La planta trata cuenta con una excelente vigorosidad, ya alcanza una altura aproximada de 8 cm, excelentes condiciones además de tener un desarrollo más óptimo a comparación del testigo.



Fuente: autoría propia

El testigo cuenta con un desarrollo más lento, apenas alcanzando alrededor de 2,5 cm aproximadamente, además se puede observar condiciones desfavorables puesto que su vigorosidad no es igual que a la planta tratada con el AG3.



Fuente: autoría propia

Se observa una excelente vigorosidad y desarrollo vegetativo con una altura promedio de 11 cm se puede concluir que la planta tratada con el AG3 optimiza las condiciones de desarrollo.



Fuente: autoría propia

Se puede observar un lento desarrollo con una altura aproximada de 3 cm frente al tratamiento además de condiciones vegetativas adversas a la planta tratada con el AG3.

Apéndice C.

Avances con la aplicación del tratamiento

Tratamiento	Testigo
	
<p><i>Fuente:</i> autoría propia</p> <p>Día uno de la observación planta con el tratamiento AG3</p>	<p><i>Fuente:</i> autoría propia</p> <p>Día uno de la observación planta sin el tratamiento AG3</p>
	
<p><i>Fuente:</i> autoría propia</p>	<p><i>Fuente:</i> autoría propia</p>

Día uno de la observación planta con el
tratamiento AG3



Fuente: autoría propia

Día diez de la observación planta con el
tratamiento AG3



Fuente: autoría propia

Día uno de la observación planta sin
el tratamiento AG3



Fuente: autoría propia

Día diez de la observación planta sin
el tratamiento AG3



Fuente: autoría propia

Día diez de la observación planta con el
tratamiento AG3



Fuente: autoría propia

Día quince de la observación planta con
el tratamiento AG3





Día diez de la observación planta sin
el tratamiento AG3



Fuente: autoría propia

Día quince de la observación planta
sin el tratamiento AG3

Apéndice D.*Resultados finales*

Tratamiento	Testigo
	
<i>Fuente:</i> autoría propia	<i>Fuente:</i> autoría propia
Día quince de la observación planta con el tratamiento AG3	Día quince de la observación planta sin el tratamiento AG3
	
<i>Fuente:</i> autoría propia	<i>Fuente:</i> autoría propia
Día quince de la observación planta con el tratamiento AG3	Día quince de la observación planta sin el tratamiento AG3
