Ciencia de las Plantas

Actividad foliar, floral y de fructificación en el cultivo de café por efecto de inductores de floración y fertilizantes foliares

Foliar, floral and fruiting activity in coffee cultivation due to the effect of flowering inducers and foliar fertilizers

Cesar Figueroa-Meneses 1
Universidad de Oriente, Venezuela
cesaradrianf@hotmail.com

Jesús Acosta-Mata 2
Universidad de Oriente, Venezuela
jefaust03@gmail.com

Leonardo Lara-Rodríguez 3
Universidad de Oriente, Venezuela
llara.udomonagas@gmail.com

Ramón Silva-Acuña 4
Universidad de Oriente, Venezuela
drramonsilvaa@gmail.com

Guillermo Romero-Marcano 5
Universidad de Oriente, Venezuela
guillermo.ro80@gmail.com

La Calera
vol. 25, núm. 44, 2025
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
ISSN: 1998-7846
ISSN-E: 1998-8850
Periodicidad: Semestral

Resumen: El uso de inductores florales y fertilizantes foliares en la producción de café pueden ser utilizados como estrategia para promover el crecimiento foliar y reproductivo. Con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de urea e inductores de floración sobre la abscisión, desarrollo de hojas, floración y fructificación de cafetos, se realizó esta investigación en la Estación Experimental Caripe, ubicada en Boquerón, municipio Caripe, con 10°12'40" de latitud Norte y 63°32'35" de longitud Oeste, a la altitud de 1 136 m, Venezuela, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, entre los meses de marzo y noviembre de 2016. Se emplearon los siguientes tratamientos: 1 ml L^{-1} de ácido 2-cloroetilfosfónico (Etephon); 1 ml L^{-1} de óxido de calcio; 5 mg L^{-1} de ácido giberélico; 50 g L^{-1} de urea; 25 g L^{-1} de nitrato de calcio y un testigo (sin aplicación). La aplicación fue realizada con asperjadora manual Jacto®, a los 20 días después del último pase de cosecha, con un gasto de 400 L ha^{-1}. Las variables cuantificadas se valoraron por análisis de varianza y los promedios fueron comparados por Scott y Knott al 5 % de probabilidad. Se evidenció para el número de nudos que Etephon y nitrato de calcio, presentaron los mayores valores. El número de hojas totales y el número de hojas activas presentaron el mismo patrón estadístico al observado para el número de nudos; mientras que, para el número de hojas

PREVIEW VERSION

Notas de autor

1 Ingeniero Agrónomo. Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Campus Los Guaritos

2 MSc. Producción Vegetal. Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Departamento de Ingeniería Agronómica, Campus Los Guaritos

3 Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Departamento de Ingeniería Agronómica, Campus Los Guaritos

4 PhD. Fitopatología. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Postgrado en Agricultura Tropical, Campus Juanico, Maturín, Venezuela

5 MSc. Producción Vegetal, Universidad de Oriente, Postgrado en Agricultura Tropical, Núcleo de Monagas, Campus Juanico. Maturín, Venezuela

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

donald.juarez@ci.una.edu.ni

Recepción: 27 enero 2025
Aprobación: 06 mayo 2025

DOI: https://doi.org/10.5377/calera.v25i44.20441

URL: https://portal.amelica.org/ameli/journal/306/3065225006/

nuevas, solo se destacó el Etephon. El número de nudos activos tratados con aspersión de Etephon y óxido de calcio, mostraron superioridad; el mayor número de flores totales se observó con la aspersión de óxido de calcio, Etephon y nitrato de calcio; análogo comportamiento presentó la variable número de flores por nudo. En relación con el número de nudos activos, frutos por nudo y frutos totales, todos los productos asperjados fueron favorables y diferentes del testigo.

Palabras clave: Cafeto, inductores, desarrollo vegetativo, flores, frutos.

Abstract: Use of floral inducers and foliar fertilizers in coffee production can be used as a strategy to promote foliar and reproductive growth. In order to evaluate the effect of the application of urea and flowering inducers on abscission, leaf development, flowering and fruiting of coffee trees, a trial was carried out at the Caripe Experimental Station, located in Boquerón, Caripe municipality, with 10°12'40" North latitude and 63°32'35" West longitude, at the altitude of 1 136 m, Venezuela, of the National Research Institute. Agricultural, between the months of March and November 2016. The following treatments were used: 1 ml L^{-1} of 2-chloroethylphosphonic acid (Etephon); 1 ml L^{-1} of calcium oxide; 5 mg L^{-1} of gibberellic acid; 50 g L-1 of urea; 25 g L^{-1} of calcium nitrate and a control (without application). The application was carried out with a Jacto® manual sprayer, 20 days after the last harvest pass, with a cost of 400 L ha^{-1}. The quantified variables were assessed by analysis of variance and the averages were compared by Scott and Knott at 5% probability. It was evident for the number of knots that Etephon and calcium nitrate presented the highest values. The number of total leaves and the number of active leaves presented the same statistical pattern as that observed for the number of nodes; while, for the number of new leaves, only Etephon stood out. The number of active knots treated with Etephon and calcium oxide spray showed superiority; the highest number of total flowers was observed with the spraying of calcium oxide, Etephon and calcium nitrate; Analogous behavior was presented by the variable number of flowers per node. In relation to the number of active nodes, fruits per node and total fruits, all sprayed products were favorable and different from the control.

Keywords: Coffee tree, inducers, vegetative development, flowers, fruits.

PREVIEW VERSION

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

La dispersión de la floración en el cafeto, producto de las condiciones climáticas durante la fase de inducción floral crea importante desuniformidad en la fase de formación y crecimiento de los frutos, y como consecuencia ocurre falta de concentración de la cosecha. Este hecho durante la época de cosecha motiva la realización de más de un pase de recolección de frutos, por la necesidad exclusiva de colectar solo frutos maduros y/o fisiológicamente desarrollados; de no hacerlo, ocurre pérdida de calidad de la bebida y caída de los frutos. Cuando se cosechan frutos inmaduros, el producto a comercializar, sea procesado por vía húmeda o seca, presenta elevada proporción de granos negros o "pasas" que afectan de manera significativa la calidad del producto tanto en la relación costo-beneficio para el productor, como también para el consumidor, debido a su mala calidad en la taza (R. Silva-Acuña, comunicación personal, 26 de marzo, 2016).

De Azkues (2008) y Gastiazoro (2007) señalan que, durante su ciclo ontogénico, las plantas experimentan cambios y estos, están en estrecha relación con las condiciones ambientales y genéticas. La fenología es el área del conocimiento que conecta los elementos del clima con los fenómenos periódicos exteriorizados por los seres vivos; de manera similar, la fenología también es referida al estudio de los fenómenos biológicos ajustados a cierto ritmo periódico como la floración, la brotación de las yemas, la maduración de los frutos y otros.

De acuerdo con Rendón *et al*. (2008), la floración del cafeto es un proceso que se relaciona directamente con el rendimiento del cultivo y que puede ser útil para estimar la producción de café en una cosecha determinada. Rojas (1993) menciona que la floración está influenciada por estímulos termoperiódicos y fotoperiódicos, pero es también evidente que estos estímulos físicos son transformados en estímulos químicos, de modo que los metabolitos del vegetal tienen una participación importante en el proceso de floración.

R. Silva-Acuña (comunicación personal, 26 de marzo, 2016) relata la inminente necesidad sobre el comportamiento de la floración, de identificar un inductor que pudiera brindar la mayor precocidad en la maduración de los frutos para poder realizar la cosecha de forma anticipada y más concentrada; de esta manera, se podrían disminuir el número de pases de recolección durante la cosecha; requiriéndose para esta labor concentrar la diferenciación floral del cultivo, facilitándose, la recolección de los frutos maduros en menos pases de cosecha.

En función de las anteriores aseveraciones, la presente investigación fue realizada con la finalidad de evaluar el efecto de aspersiones de urea y otros inductores sobre la floración y fructificación de plantas de café con la tesis que podrían favorecer en cantidad y homogeneidad la formación de flores y frutos para obtener cosechas de mayor concentración de frutos maduros.

Los resultados obtenidos serían de importancia para el desarrollo de una técnica de recolección que permita a los caficultores reducir los costos de cosecha, mejorar la calidad de su producto y dar a los cafetos un periodo de reposo fisiológico más largo que potencie cosechas futuras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

PREVIEW VERSION

La investigación se realizó en la Estación Experimental Caripe, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicada en Boquerón, San Agustín, municipio Caripe, con 10°12'40" de latitud Norte y 63°32'35" de longitud Oeste –Satélite Magellan/Explorist–, a la altitud de 1 136 m. Presenta temperaturas que oscilan entre 12 °C y 24 °C y precipitación pluviométrica promedio anual del orden de 1 124 mm. La vegetación es bosque húmedo premontano (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales [MARNR], 2006).

Selección del área y material experimental

Se emplearon plantas de café de la especie arabica (*Coffea arabica* L.), cultivar "Catuaí Rojo" de 12 años, pertenecientes a lotes del banco de semillas de la institución, destinados a la producción de semilla seleccionada (no certificada) para la venta a productores de la región. La distancia de siembra corresponde a 1.5 m x 1 m a libre crecimiento, bajo condiciones de sombrío, provisto por árboles de bucare (*Erythrina glauca* Willd) con distanciamiento de 14 m x 14 m.

Tratamientos y concentración de los inductores y fertilizantes foliares

Todos los tratamientos fueron aplicados de vía foliar, siendo los inductores de floración el 1) 1 ml L^{-1} de ácido 2-cloroetilfosfónico (Etephon) (39.20 % de i.a) y 2) 5 mg L^{-1} de ácido giberélico (40 % de i.a); los fertilizantes edáficos conformaron el tratamiento 3) 25 g L^{-1} de nitrato de calcio (19 % de i.a) y el tratamiento 4) 50 g L^{-1} de Urea (46 % de i.a); el fertilizante foliar, tratamiento 5) 1 ml L^{-1} de óxido de calcio (6 % p/v de i.a) y por último el 6) testigo, sin aplicación. Las concentraciones fueron seleccionadas de acuerdo con experimentos preliminares sobre estudios de evaluación de actividad de floración en otros cultivos tropicales, realizados por: Mes (1996); Carvajal (1958); Poblete (1991) y Vásquez y Pérez (2006).

Aplicación de los inductores

Se empleó para la aplicación de los inductores, una asperjadora de espalda manual Marca Jacto®, con boquilla de salida tipo cónica N° (457325) HC – 04, con gasto de 400 L de agua ha^{-1}. La aplicación de los tratamientos se realizó en las primeras horas de la mañana entre las 8:00 am y 10:00 am, con buena cobertura al follaje de todas las plantas de la parcela experimental. La aplicación de tratamientos se realizó en una única oportunidad a los 20 días después del último pase de cosecha de las plantas en el área experimental.

Evaluación de variables

En cada parcela experimental se seleccionó una planta útil, y en su tercio medio, se marcaron cuatro ramas plagiotrópicas dirigidas en el sentido de los puntos cardinales e identificadas con cintas plásticas de diferentes colores, con el objetivo de cuantificar la producción de frutos, y registrar la actividad en los cojines florales y, en la parte baja del tronco, se colocó una etiqueta plastificada para indicar el bloque y el respectivo tratamiento. De estas plantas (planta útil) se registraron los datos de cada variable entre marzo y noviembre de 2016. La actividad de floración se evaluó una vez por semana, y luego de aplicados los respectivos tratamientos en la época de inducción floral, se cuantificó en las ramas marcadas los cojines florales totales y los cojines activos –aquellos en donde se evidenciaba la presencia de flores o de yemas florales–.

PREVIEW VERSION

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Se evaluó el número de nudos -NND-, número de hojas totales -NHT-, número de hojas activas -NHA-, número de hojas nuevas -NHN- y el número de hojas caídas -NHC-; todas las hojas con tamaño igual o superior a 8 cm. El registro inicialmente se realizó semanalmente durante el proceso de floración; al finalizar la floración, el intervalo de las evaluaciones pasó a ser mensual durante el periodo de fructificación, cuantificándose en este período, la cantidad de frutos formados por cojín floral por rama.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones: Constituida la parcela experimental por seis plantas, considerándose como planta útil la tercera planta, cada bloque separado con una línea borde de cafetos y, cada parcela separada por una planta borde.

Los valores de las variables cuantificadas fueron inicialmente explorados por las pruebas de normalidad de los errores Shapiro Wilk y de homogeneidad de varianza de Bartlett. Confirmado el cumplimiento de los supuestos de parametricidad, se realizaron los respectivos análisis de varianza, para las variables cuantificadas. Se utilizó el programa estadístico InfoStat® Versión 2020 (Di Rienzo *et al*., 2020). En el ANAVA, se consideraron efectos significativos tanto a 5 % como a 1 % de probabilidad, por Diferencia Mínima Significativa de Fisher para las variables analizadas. y para la prueba de Scott y Knott se utilizó a 5 % de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características asociadas a la actividad vegetativa

El análisis de varianza para el número de nudos —NND—; número de hojas totales —NHT— y número de hojas activas —NHA—, número de hojas nuevas —NHN— y numero de hojas caídas —NHC— se resumen en el Cuadro 1. Se puede observar homocedasticidad de varianza para las variables estudiadas de acuerdo con las pruebas de Shapiro Wilk y de Bartlett, las que satisfacen las exigencias para el análisis estadístico paramétrico; por otro lado, se detectó efectos significativos para las variables número de nudos, número de hojas totales, número de hojas activas y número de hojas nuevas por la prueba de Fisher a 1 % de probabilidad, no detectándose ese efecto para la característica número de hojas caídas.

Cuadro 1.
Análisis de varianza y pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza para número de nudos y número de hojas totales, activas, nuevas y caídas

FV	Gl	NND	NHT	NHA	NHN	NHC
Tratamiento	5	1.49 **	4.58 **	3.33 **	0.29 **	0.01 ns
Bloque	3	2.52	9.44	9.17	0.01	0.02
Error	15	0.36	1.31	1.23	0.02	0.01
Shapiro Wilk		0.96 ns	0.97 ns	0.98 ns	0.82 ns	0.92 ns
Bartlett				p>0.05		
CV (%)		9.28	9.62	9.91	17.71	20.37

FV: Fuente de variación, Gl: grados de libertad, NND: número de nudos, NHT: número de hojas totales, NHA: número de hojas activas, NHM: número de hojas nuevas, NHC: número de hojas de caída. ** Significativos por la prueba de Fisher a 1 % de probabilidad; ns= No significativo. 5 % de significancia para las pruebas de Shapiro Wilk.

PREVIEW VERSION

Por la prueba de Scott y Knott a 5 % de probabilidad, indicada en el Cuadro 2, se observa que el número de nudos es separado en dos grupos estadísticos. El primero, formado por los tratamientos con la aplicación de Etephon y nitrato de calcio, que presentaron los mayores valores, y similares entre sí, y el otro grupo con los menores valores de número de nudos por rama, formados por los tratamientos óxido de calcio, urea, ácido giberélico inclusive el testigo, idénticos entre sí. La comparación de valores promedios para las variables número de hojas totales y número de hojas activas, presentan el mismo comportamiento estadístico al observado para la variable número de nudos. A diferencia de las dos anteriores variables, en el número de hojas nuevas, apenas el Etephon difiere de los demás tratamientos presentando el mayor número de hojas nuevas; los demás inductores, son similares entre sí.

Cuadro 2.
Efecto de los tratamientos sobre el número de nudos y número de hojas totales, activas y nuevas

Tratamientos	NND	NHT	NHA	NHN
Oxido de calcio	6.32 b	11.76 b	11.08 b	0.70 b
Urea	6.12 b	11.39 b	10.82 b	0.58 b
Ácido giberélico	6.01 b	10.99 b	10.31 b	0.67 b
Etephon	7.47 a	13.70 a	12.44 a	1.25 a
Nitrato de calcio	6.86 a	12.65 a	12.15 a	0.49 b
Testigo	5.88 b	11.01 b	10.33 b	0.76 b
DMS	0.35	1.31	1.23	0.01

Valores promedios seguidos de letras diferentes en las columnas difieren entre sí por la prueba de Scott y Knott, a 5% de probabilidad. NND: número de nudos, NHT: número de hojas totales, NHA: número de hojas activas, NHN: número de hojas nuevas, DMS: Diferencia mínima significativa.

PREVIEW VERSION

Se pudo evidenciar en los valores de las variables vegetativas número de nudos, número de hojas totales, número de hojas activas y número de hojas nuevas, superioridad del Etephon y del nitrato de calcio, en comparación a los otros inductores; mientras que para la variable número de hojas nuevas, se destacó solo el Etephon, presentando el mayor valor respecto al resto de tratamientos, quienes son estadísticamente iguales.

Siendo el Etephon un compuesto precursor de etileno, Kim *et al*. (2015) señalan que este regulador de crecimiento se involucra en procesos metabólicos a nivel vegetal; además, Alcántara *et al*. (2019) expresan que estudios han demostrado su utilidad para regular procesos relacionados con la maduración y senescencia vegetal, cumpliendo un papel importante en la maduración de órganos como las hojas. Jordán y Casaretto (2006) indican que también se involucra en la expansión celular en hojas y expansión lateral en plántulas, durante la germinación con inhibición de la elongación del epicótilo y radícula. También refieren que el etileno está vinculado a fomentar el enraizamiento en algunas especies; aunque, no es un efecto generalizado.

Russo *et al*. (1972) lograron evidenciar desarrollo vegetativo en las plantas tratadas con el ácido 2-cloroetilfosfónico aplicando Etephon a razón de 500 ppm y 750 ppm, promoviendo el desarrollo de hojas nuevas y manteniendo baja abscisión foliar, mostrando similitud con los resultados obtenidos en esta investigación, observaron que la defoliación y la caída del fruto estuvieron dentro de límites aceptables, sin embargo, resaltan que en la especie *Coffea robusta* L. el Etephon ocasionó defoliación y excesiva caída de frutos, en concentraciones menores de 100 ppm.

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Tobías (2013) evaluando el efecto del Etephon con dosis de 250 ppm, 500 ppm y 700 ppm más un control (sin aplicación), y diferentes tiempos de aplicación para propagación de esquejes de mírame lindo —*Impatiens walleriana*— constató, que el Etephon no promueve ni estimula la formación de yemas vegetativas. Mondino y Peterlin (2004) trabajando en algodón indican que la aplicación de Etephon a razón a 1 L ha^{-1} actúa como defoliador, tanto por sí solo como en mezclas con otros agroquímicos. La experiencia de Aucique-Pérez *et al*. (2012) con altas dosis de Etephon, evidenciaron un fuerte impacto sobre el crecimiento y desarrollo de palmas de vivero, en la altura y aérea foliar, producto de la inhibición en la fase de elongación del raquis de la hoja, bien sea en estado de flecha o primeras hojas.

Resultados de investigación de Azuma *et al*. (2007) evidenciaron que aplicaciones de etileno, a un 30 % de humedad relativa, detienen el crecimiento de plántulas de arroz, sin embargo, a 100 % de humedad relativa, promueve la formación de raíces, concluyendo que posee efectos duales en la acción y efecto del crecimiento vegetal sumado a la multiplicidad de interacciones que puede generar con otras hormonas como auxinas, giberelinas, poliaminas entre otras. El Etephon, después de su asimilación y descomposición en la planta, libera fósforo y cloro, que son utilizados para el crecimiento y desarrollo. Al respecto, Figueroa (1996) señala, que el fósforo es importante en la formación de raíces y flores, así como también en el crecimiento y maduración de los frutos, al igual que desempeña un papel crucial en la fotosíntesis, en la transferencia de energía y en la síntesis de ADN y ARN; en cambio, el cloro es necesario para el funcionamiento adecuado de las plantas, participa en la apertura y cierre de los estomas, de esta manera, regula la transpiración y además es un componente primordial en la formación de la clorofila.

Respecto al nitrato de calcio, los resultados obtenidos en esta investigación, ratifican lo reportado por Albelo-Hernández y Mármol-Loyola (2016), quienes al evaluar el efecto del calcio y del boro, provenientes de un fertilizante comercial, hallaron que el nitrato de calcio y el boro en plantas jóvenes de café, mejoran el diámetro del tallo, altura de planta, número de hojas, ramas laterales y volumen de raíz; tratamientos con 50 % de aplicación de calcio y boro mejoró los resultados comparado a los otros tratamientos y el testigo (sin aplicación). Similar situación ocurrió para el número de pares de hojas y ramas laterales, las cuales fueron superiores en todos los tratamientos que contenían calcio y boro. En cuanto al boro (B) se conoce su función en el transporte de azúcares y otros compuestos orgánicos, desde las hojas a los frutos. Los cultivos frutícolas, en su mayoría, son sensibles a deficiencia de B, tal es el caso de café, cítricos, papaya, maracuyá, tomate, chile, entre otros (Meléndez y Molina, 2002).

Los resultados obtenidos en esta investigación con el ácido giberélico evidencian una eficiencia baja en el desarrollo vegetativo, comportándose similar al testigo, resultados que concuerdan con Unigarro *et al*. (2019) en el cultivo de café, quienes no observaron diferencias en el desarrollo vegetativo, similar a la tasa de crecimiento del testigo absoluto, para las características diámetro del tallo, altura y número de nudos plagiotrópicos. Del mismo modo, Flores *et al*. (2005) evidenciaron comportamiento similar con respecto al testigo absoluto, al evaluar las variables altura de tallo y longitud de ramas cuando se aplicó el ácido giberélico en dosis de 200 g L^{-1} en *Coffea arabica*. Carvajal (1958) estudiando respuestas del cafeto al ácido giberélico, en concentraciones de 500 ppm, 400 ppm, 300 ppm, 200 ppm y 100 ppm en solución de lauril sulfato de sodio al 0.05 %, reporta que el número total de hojas por planta y por tratamiento no mostró diferencias significativas; sin embargo, Granados y Cruz (2023) contrastan evaluando el efecto del ácido giberélico en el rebrote del cafeto, con la dosificación de 100 mg L^{-1}, evidenciando diferencias significativas en relación al testigo. Los lotes con aplicación del ácido giberélico requirieron menor tiempo para la producción de rebrotes; además, con mayor longitud de los rebrotes, mostrando efecto promotor y estimulador de los rebrotes en la planta de café (Granados y Cruz, 2023).

PREVIEW VERSION

Características asociadas a la actividad floral

Las variables número de nudos activos, numero de flores totales y numero de flores por nudo, cumplieron los supuestos para el análisis de varianza paramétrico, reflejados por la distribución normal de los errores y homogeneidad de varianza determinados a partir de las pruebas de Shapiro Wilk y de Bartlett al 5 % de probabilidad, respectivamente (Cuadro 3). Las tres variables mostraron efectos significativos a nivel de 1 % de probabilidad por la prueba de Fisher, para la fuente de variación de tratamiento.

Cuadro 3.
Análisis de varianza y pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza para número de nudos activos, número de flores totales y número de flores por nudo

Fuente de variación	Grados de libertad	NNA	NFT	NFN
Tratamiento	5	2.39 **	514.98 **	3.07 **
Bloque	3	0.50	52.60	0.18
Error	15	0.14	26.59	0.31
W Wilk Shapiro		0.93 ^{ns}	0.95 ^{ns}	0.96 ^{ns}
P Bartlett		$p>0.05$		
CV (%)		6.26	8.57	9.18

NNA: número de nudos activos, NFT: número de flores totales, NFN: número de flores por nudo.
**Significativos por la prueba de Fisher al 1 % de probabilidad, ns = No significativo. 5 % de significancia para las pruebas de Shapiro Wilk.

PREVIEW VERSION

En la variable número de nudos activos, se evidencia tres grupos disimiles (distintos) de medias de tratamientos, mediante la prueba de Scott y Knott al 5 % de probabilidad (Cuadro 4); el grupo de tratamientos que presentó mayor número de nudos activos estuvo conformado por los tratamientos de Etephon y de óxido de calcio. El segundo grupo de tratamientos involucra las aspersiones individuales de urea y ácido giberélico, con valores intermedios de número de nudos activos y el tercer grupo homogéneo constituido por los tratamientos con nitrato de calcio y el testigo (sin aplicación), que presentaron los menores valores y en la misma categoría.

Para la variable número de flores totales ocurre algo similar a la variable número de nudos activos, por la prueba de Scott y Knott a 5 % de probabilidad, señalados en el Cuadro 4, se crearon tres grupos estadísticos diferentes entre sí. El primer grupo de tratamientos con los mayores valores promedio de número de flores totales, correspondió al oxido de calcio, Etephon y nitrato de calcio, similares entre sí y diferentes de los demás tratamientos; le continúa en orden de eficiencia el ácido giberélico, con valores intermedios para el numero de flores totales, diferente de los otros tratamientos y por último el grupo formado por la urea y el testigo con menores valores, similares entre sí.

La variable número de flores por nudo evidencia la formación de dos grupos de tratamientos, por la prueba de Scott y Knott a 5 % de probabilidad, expresado en el Cuadro 4. Los mayores valores de flores por nudo están asociado a los tratamientos con la aplicación de óxido de calcio, Etephon y nitrato de calcio, y los menores valores promedios relacionados con los tratamientos urea, ácido giberélico y el testigo sin aplicación.

Cuadro 4.

Efecto de los tratamientos en el número de nudos activos, número de flores totales y número de flores por nudo

Tratamientos	NNA	NFT	NFN
Oxido de calcio	7.02 a	66.88 a	6.64 a
Urea	5.94 b	47.92 c	5.00 b
Ácido giberélico	5.75 b	56.56 b	5.72 b
Etephon	6.77 a	70.65 a	6.63 a
Nitrato de calcio	5.33 c	72,31 a	7.22 a
Testigo	5.08 c	46.81 c	5.27 b
DMS	0.14	26.58	0.31

NNA: número de nudos activos, NFT: número de flores totales, NFN: y número de flores por nudo, DMS: Diferencia mínima significativa. Valores promedios seguidos de letras diferentes en las columnas difieren entre sí por la prueba de Scott y Knott al 5% de probabilidad.

Para las tres características involucradas con la actividad floral, se observó superioridad de los tratamientos con oxido de calcio y Etephon; mientras que, para el número de flores totales y número de flores por nudo, se incluye el nitrato de calcio, como los más efectivos.

En el cultivo de piña, solo se conoce la acción del etileno como inductor floral, pero también se usa a nivel comercial para la sincronización, como lo indican Jordán y Casaretto (2006), en el presente estudio este regulador de crecimiento, tuvo un comportamiento destacable en el desarrollo de la floración del café, mostrando que en este cultivo causa efectos como los indicados por Kazan y Manners (2008) quienes afirman que algunos estudios han demostrado su utilidad para regular diferentes procesos relacionados con la maduración y senescencia vegetal, cumpliendo un papel importante en la maduración de órganos como las hojas, el inicio de la floración, aparición de frutos y demás órganos vegetales.

García *et al*. (2008), señalan que el Etephon con dosis de 100 mg L^{-1} a partir de los 70 días después de finalizada la cosecha, promovió la formación de flores en guayabo del Brasil acorde con la aparición de botones inducidos; además, la aplicación de Etephon a 100 mg L^{-1} mostró aumento de 60.12 %, y con 150 mg L^{-1} igual a 125.6 % en la eficacia del tratamiento de inducción de botones florales, en comparación con el tratamiento testigo.

La composición del Etephon juega un papel importante en las actividades fisiológicas de las plantas, sustentado por Feucht (1982) quien describe el fomento floral en frutales a través del fósforo, que además de incrementar el metabolismo en estas yemas, aumenta la absorción de magnesio, que es fundamental en la formación floral y promoción de la síntesis de los ácidos nucleicos. De igual manera, afirma que los botones que inician flores exigen un metabolismo activo, especialmente en la formación de proteínas, para los cuales un suministro con fósforo es esencial. Baeza *et al*. (2006) revelaron que la promoción floral en el Iris Holandés (*Iris x Hollandica*) CV. "Paris", con el empleo de etileno en concentraciones de 0, 240 y 480 mg L^{-1} incrementó 40 % respecto del testigo; llegando los niveles de floración por encima de 89 %.

PREVIEW VERSION

Los tratamientos a base de calcio (Ca), son requeridos para mantener la integridad de la membrana, puesto que se encuentran en las paredes celulares en forma de pectatos de calcio, además, ayuda a mantener la integridad de la célula y la permeabilidad de la membrana celular, favorece el crecimiento y la germinación del polen y activa gran cantidad de enzimas que intervienen en la mitosis, división y elongación celular. El calcio interviene en la síntesis de proteínas y en la transferencia de carbohidratos y ayuda a desintoxicar la planta de la presencia de metales pesados (Meléndez y Molina, 2002). El tratamiento a base de óxido de calcio, contiene al boro en su composición, considerado como un elemento indispensable para el desarrollo y la buena floración del café. De acuerdo con Meléndez y Molina (2002) el boro participa en la síntesis del uracilo, que participa en la formación de ARN e interviene en la división celular, diferenciación, maduración, respiración, crecimiento, entre otros. El boro también ha sido asociado con la germinación y crecimiento del polen; siendo, por tanto, esencial en el desarrollo de la flor y en la fecundación.

De manera similar, Mora (2008) reporta al boro como activador natural de reguladores de crecimiento e interviene en la absorción de nitratos; también asociado con los procesos de división celular y con el metabolismo de los carbohidratos, facilitando el movimiento de los azúcares. En este sentido, Sosa (2000) evaluando el efecto del boro en frutales caducifolios como manzana, durazno, pera y almendro, evidencio que el ácido bórico mezclado con urea en las fases de prefloración y botón floral, incrementan el cuaje de las flores. Además, un buen suministro de boro en frutales disminuye problemas de corchosis en los frutos, previene la maduración prematura y disminuye el decaimiento interno durante el almacenamiento postcosecha en frío. Estudios realizados con boro en Costa Rica mostraron respuesta a su aplicación en café (Pérez *et al*., 1956). Investigaciones posteriores en la década de los 80 mostraron el efecto benéfico de dos o tres aplicaciones anuales de 3 kg ha^{-1} de Solubor (Borato de sodio) en diferentes zonas cafetaleras del país (Instituto del Café y Ministerio de Agricultura y Ganadería en Costa Rica [ICAFE-MAG] 1993). Rodríguez *et al*. (1998) en un estudio de fertilización con boro aplicado al suelo y vía foliar en tres zonas cafetaleras, no detectaron diferencias significativas entre tratamientos, pero si hubo tendencia en una localidad a incrementar el rendimiento con la aplicación foliar de 1.5 kg ha^{-1} de ácido bórico, aplicado tres veces al año. Por otro lado, Cascante-Ureña y Furcal-Beriguete (2018) evaluando el efecto de reguladores de crecimiento, de *Trichoderma harzianum* y de elementos minerales sobre rebrotes de café, observaron que la cantidad de flores ubicadas en plantas podadas en los nudos de las ramas plagiotrópicas, difieren entre los tratamientos, siendo la aplicación de boro-zinc el que presentó mayor cantidad de brotes florales (16.06 ± 1.26), repercutiendo en el aumento del número de frutos y posterior rendimiento en la cosecha de café.

En los resultados de esta investigación se observó, que el desempeño del tratamiento con ácido giberélico estuvo por debajo de los otros inductores, aunque frecuentemente, es indicado en la literatura como inductor de floración. Estudios realizados en café para evaluar el efecto del ácido giberélico sobre la magnitud y distribución de la floración y la producción, con dosis de 100 mg L^{-1}, indujo la uniformidad de yemas florales y aumentó la apertura floral (Ramaiah y Venkataramanan, 1988). Por su parte, Carvajal (1958) demostró que con el aumento del número de aplicaciones —frecuencia— de ácido giberélico, o bien la aplicación de dosis crecientes, sobre la respuesta del cafeto, obtuvieron valores mayores en las variables respuesta; aunque, no siempre con las características deseadas en cuanto a conformación.

De manera similar, Zapata (2013) al evaluar frecuencias de aplicación foliar de ácido giberélico en la floración de árboles de café, a razón de 100 ml en 20 litros de agua, presentó entre 20 y 70 flores por rama; valor superior al obtenido al promedio. Los resultados de esta investigación están de acuerdo con los obtenidos por Unigarro *et al*. (2019) al evaluar inductores de floración incluyendo al ácido giberélico en dosis de 100 mg L^{-1}, evidenciaron que no incrementó el número de botones florales, al ser evaluados en tres años consecutivos (2015, 2016 y 2017) y su total, concluyendo que el uso de inductores florales como ácido

PREVIEW VERSION

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

giberélico en café no repercutió significativamente en la cantidad de botones florales o en la distribución de la floración respecto al testigo. De modo análogo, los resultados obtenidos por Flores *et al*. (1993) con reguladores de crecimiento en *Coffea arabica*, entre ellos la aplicación de giberelinas (200 ppm), en relación a las variables altura del árbol, largo de ramas, número de hojas, número de yemas y número de flores, en el primer año de evaluación ninguno de los tratamientos afectó el crecimiento del árbol ni el de las ramas; así como también, ninguno de ellos superó al control en producción de yemas florales y flores.

Características asociadas a la producción de frutos

En las variables relacionadas con los frutos, número de nudos activos, número de frutos totales y número de frutos por nudo (Cuadro 5). Se observó, normalidad de los errores y homogeneidad de varianza por las pruebas de Shapiro Wilk y de Bartlett al 5 % de probabilidad, tales hallazgos, satisfacen la condición de parametricidad para su respectivo análisis de varianza; por otro lado, de acuerdo con Pimentel (1984) los valores de los coeficientes de variación son bajos para el número de nudos activos y valores medios para el número de frutos totales y número de frutos por nudo, lo que ratifica la confiabilidad y homogeneidad de los valores de las variables cuantificadas. Las tres variables presentan efecto significativo por la prueba de Fisher a 1 % de probabilidad a nivel de tratamientos.

Cuadro 5.
Análisis de varianza y pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza para número de nudos activos, número de frutos totales y número de frutos por nudo

Fuente de variación	Grados de libertad	NNA	NFRT	NFRN
Tratamiento	5	2.39 **	514.98 **	3.07 **
Bloque	3	0.50	52.60	0.18
Error	15	0.14	26.59	0.31
Shapiro Wilk		0.93 ^{ns}	0.95 ^{ns}	0.96 ^{ns}
Bartlett		p>0.05		
CV (%)		6.26	8.57	9.18

**Significativos por la prueba de F al 1 % de probabilidad; ns= No significativo. NNA: número de nudos activos; NFRT: número de frutos totales, NFRN: número de frutos por nudo. 5% de significancia para las pruebas de Shapiro Wilk.

Los valores promedios de las variables número de nudos activos, número de frutos totales y número de frutos por nudo cuando son comparados por la prueba de Scott y Knott al 5 % de probabilidad, indicados en el Cuadro 6, describen un patrón estadístico idéntico, formando dos categorías estadísticas. El primer grupo con los mayores valores de NNA, NFRT y NFRN, agrupa los tratamientos con la aplicación de los inductores y el segundo grupo solo conformado por el tratamiento testigo.

Cuadro 6.
Efecto de los tratamientos en el número de nudos activos, número de frutos totales y número de frutos por nudo

Tratamientos	Variables cuantificadas

PREVIEW VERSION

	NNA	NFRT	NFRN
Oxido de calcio	10.07 a	74.80 a	7.45 a
Urea	10.04 a	78.79 a	7.59 a
Ácido giberélico	9.95 a	80.08 a	8.09 a
Etephon	10.29 a	93.01 a	8.89 a
Nitrato de calcio	9.51 a	77.59 a	7.56 a
Testigo	8.45 b	53.03 b	6.20 b
DMS	0.51	93.37	0.71

NNA: número de nudos activos; NFRT: número de frutos totales, NFRN: número de frutos por nudo, DMS: Diferencia mínima significativa. Valores promedios seguidos de letras diferentes en las columnas difieren entre sí por la prueba de Scott y Knott, a 5% de probabilidad.

La diferencia evidenciada entre los tratamientos aplicados versus el testigo es un indicativo de que los productos aplicados, tanto fertilizantes como reguladores de crecimiento, influyen positivamente en el desarrollo del cultivo, mejorando su producción significativamente, teniendo un comportamiento idéntico; excepto el tratamiento testigo sin aplicación. Estos productos, —tanto fertilizantes como los inductores— actuaron en las plantas como análogos a fertilizantes foliares, aportando a las plantas nutrimentos esenciales para su desarrollo vegetativo y reproductivo, además de iniciar procesos propios de ambos estados de desarrollo.

Los hallazgos de Flores *et al*. (1993) indican que, en la cosecha de café, la mayor producción fue obtenida con la aplicación de fluoridone (herbicida inhibidor de la síntesis de ácido abscísico) seguido por giberelina, con 19 % más que el control. De manera similar, Unigarro *et al*. (2019) con la aplicación de giberelinas con dosis de 100 mg L^{-1} evidenció que no incrementó el número de botones florales ni la producción de café cereza; además, Santinato *et al*. (1991) obtuvieron respuesta a la aplicación de calcio, aumentando el cerezado y la producción, quienes realizaron aspersiones antes de la primera floración y antes de la floración principal usando 0.725 % de Ca y 0.25 % de boro. Así mismo, Mes (1996), investigando la madurez del café aplicando etileno, solo y mezclado con urea para uniformizar la maduración de frutos de café en los cultivares Caturra Rojo y Amarillo, constató que la aspersión de urea asociada con el etileno en las dosis e 250 y 400 ppm, fueron las más eficientes.

El calcio es crítico para el crecimiento y calidad de los frutos, algunos desórdenes fisiológicos que alteran su calidad se relacionan con déficit de calcio, siendo el suministro de calcio a través de la fertilización foliar una herramienta importante en árboles frutales y hortalizas; siendo muy efectivas para prevenir los desórdenes que se producen en los frutos (Meléndez y Molina, 2002).

De La Cruz y Zurita (2021) obtuvieron resultados positivos al aplicar fertilizantes foliares con contenido de boro, sobre el rendimiento y calidad en taza del cultivo de cafeto, observaron que la aplicación del fertilizante foliar Yara Vita Zintrac MgB, presentó el mejor rendimiento con 90.37 cwt ha^{-1} (4 107.32 kg ha^{-1}), rendimiento físico de 69.60 %, a la dosis de 1 L 200 L^{-1} de agua, también obtuvo mayor número de ramas fruteras $planta^{-1}$ y número de nudo $rama^{-1}$, superando a los fertilizantes Fertiphos Combi KLT y mezcla de solubles. En la variable número de frutos por nudos, no detectó diferencia estadística.

PREVIEW VERSION

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Considerando que las aspersiones foliares podrían estar comportándose no como inductores, y sí como fertilizantes en la producción de frutos, González-Osorio (2022) indicó que la aplicación foliar de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), boro (B) y la combinación P-N, K-N, Ca-N, Ca-B y N-P-K, como complemento a la fertilización edáfica, no incrementaron la producción anual de café cereza. De modo análogo, Sadeghian y González-Osorio (2022) evaluando el efecto de tres fuentes nitrogenadas (nitrato de amonio, urea y urea Entec®, este último cubierto de una molécula para inhibir la nitrificación) en la producción y calidad física de café en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé, Antioquia, Colombia, observaron en todas ellas, incremento de la producción de café con el suministro de nitrógeno, sin que se presentaran diferencias estadísticas. Melgar (2005) revela que los principios fisiológicos del transporte de los nutrimentos absorbidos por las hojas son similares a los que se consiguen por la absorción por las raíces. El mismo autor indica que la fertilización foliar es una técnica más para suministrar nutrimentos a los cultivos. Callejas y Rojas-Walker (2004) y Melgar (2005) señala que la fertilización foliar debe considerarse complementaria en la fertilización; a través de esta se pueden estimular algunas actividades en la planta, tales como síntesis de proteínas o la lignificación, por ejemplo, a través de los elementos zinc o boro, mejorando la calidad del fruto exportable.

Casas (1979) indica, que emplear conjuntamente inductores de floración y fertilización foliar, incrementan la producción de café; además, de favorecer variables de tipo vegetativas y de floración, se logra corregir deficiencias de nutrimentos y mejorar el contenido de ellos en las plantas. Resultados obtenidos para el efecto de la fertilización foliar en producción de café, evidenciaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, atribuidas a la efectividad con la que fue aprovechado el fertilizante por las plantas tratadas, lográndose aumento en la producción de café por el orden del 19.29 %.

Experiencias de Vásquez y Pérez (2006) evaluando la posibilidad de adelantar o atrasar la floración en el cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en Nayarit, México; empleando dosis, época y número de aplicaciones de ácido giberélico en la floración, para observar su efecto en época de cosecha y rendimiento del mango 'Ataulfo'; señalan que los árboles asperjados con ácido giberélico con las dosis de 50 mg L^{-1} y 100 mg L^{-1} presentaron dos épocas de floración enero-marzo y abril-mayo y dos de cosechas junio y julio, mientras que los árboles sin aplicación (testigo) sólo presentaron una floración entre enero-marzo y una cosecha en junio. Adicionalmente, la presencia de panículas mixtas se observó en árboles tratados con ácido giberélico con intensidad máxima de 16 %. El retraso de la floración y la cosecha en árboles tratados fue de 90 y 42 días respectivamente, permitiendo dos cosechas en el año, sin embargo, no presentó ninguna repercusión en el rendimiento.

El etileno, es una hormona vegetal gaseosa producida por todas las plantas y un extenso número de microorganismos, regula múltiples procesos fisiológicos y de desarrollo en las plantas, como son la emergencia de plántulas, senescencia de hojas y flores, maduración y abscisión de órganos. Además, está vinculado a reacciones de respuesta a procesos de estrés biótico (Resistencia Sistémica Adquirida – SAR, por sus siglas en inglés) y abiótico (Al-Masri *et al*., 2006; Czarny *et al*., 2006; Van Loon *et al*., 2006).

Taiz y Zeiger (2004) señalan que el efecto de triple respuesta, ha sido un término acuñado al patrón que caracterizan la acción del etileno, que son: la reducción en la elongación del tallo, el aumento del crecimiento lateral —tumoración— y crecimiento lateral anormal. Por su parte, Gou y Ecker (2004), indican que estas respuestas en plántulas se identifican por la inhibición de la elongación celular del hipocótilo y la raíz, abultamiento radial del hipocótilo y la curvatura exagerada de la plúmula.

PREVIEW VERSION

El etileno es uno de los reguladores de crecimiento más usadas en la agricultura, debido a su capacidad de regulación de numerosos procesos fisiológicos y de crecimiento y desarrollo. Se han desarrollado compuestos que liberan lentamente el etileno, el más conocido es el ácido 2-cloroetilfosfónico —Etephon— se disuelve fácilmente en agua y es absorbido y traslocado rápidamente en la planta. Siendo fundamental en procesos como la sincronización floral y el inicio del desarrollo del fruto en piña o para el derrame de frutos de cultivos como el algodón (Bleecker y Kende, 2000).

El etileno funciona en la respuesta de defensa de la planta al ataque de patógenos y en la activación de la respuesta sistémica adquirida. Además, es importante para bloquear la entrada de microorganismos fitófagos mediante la respuesta hipersensitiva, debido a la explosión productiva de etileno sobre los tejidos próximos a la entrada del patógeno. De igual manera, sobre la vía SAR, recientemente se ha comprobado su papel como uno de los activadores, luego de la conocida función del ácido salicílico y ácido jasmónico, estimulando sinergias y antagonismo entre estos (Van Loon *et al*., 2006). De esta manera el etileno se presenta como un regulador de crecimiento con potencial de ser usado en la inducción de respuestas de defensa de las plantas contra los patógenos; además, de las bondades sobre la actividad vegetativa, floral y de fructificación del cafeto, constatadas en esta investigación.

CONCLUSIONES

La actividad foliar fue favorecida con el Etephon y el nitrato de calcio en relación con las variables número de nudos, número de hojas totales y número de hojas activas. A nivel de la actividad floral, el Etephon y el óxido de calcio, beneficiaron el número de nudos activos, el mayor número de flores totales, así como el nitrato de calcio para el número de flores por nudo. En la fase de fructificación, todos los inductores de floración y la urea presentaron idéntico comportamiento para las variables número de nudos activos, frutos por nudo y frutos totales.

PREVIEW VERSION

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albelo-Hernández, E. y Mármol-Loyola, E. (2016). Efectos de la nutrición con calcio y boro en plantas jóvenes de Coffea arabica L. Agroproductividad. *Agro Productividad*, *9*(10), 17-20.https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/825

Alcántara, C., Acero, J. S., Alcántara, G. J. y Sánchez M, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, *17*(32), 109-129. https://doi.org/10.25058/24629448.3639

Al-Masri, M., Elad, Y., Sharon, A., & Barakat, R. (2006). Ethylene production by Sclerotinia sclerotiorum and influence of exogenously applied hormone and its inhibitor aminoathoxyvinylglycine on white mold. *Crop Protection*, *25*(4), 356-361. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.05.010

Aucique-Pérez, C., Daza S., E. y Romero, H. (2012). Efecto del etileno en el crecimiento y desarrollo de la palma de aceite (Elaeis guineensis. Jacq.), en fase de vivero. *Ceniavance,* (169). https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/ceniavances/article/viewFile/10631/10618

Azuma, T., Honda, T., Sadai, A., Sasamaya, D., & Ithon, K. (2007). Suppression and promotion of growth by ethylene in rice seedlings depends on ambient humidity. *Journal of Plant Physiology*, *164*(12), 1683–1687. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2007.06.007

Baeza, R., Soto, G., J. y Cuevas R., H. (2006). Efecto del ácido-2-cloroetil fosfónico (Ethephon), Como una alternativa complementaria de Promoción floral sobre el Iris Holandes (Iris x Hollandica Tub.), cv. "Paris", en la comuna de Cunco, IX Región. *Agro Sur*, *34*(1-2), 36. http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v34n1-2/art21.pdf

Bleecker, A. y Kende, H. (2000). Ethylene: A gaseous signal molecule in plants. *Annual Review of Cell Development Biology*, (16), 1–18. https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.16.1.1

Callejas, R. y Rojas-Walker, C. (2004). *Fertilización: Claves para una óptima aplicación foliar*. Agroeconómico, Fundación Chile. http://www.cevid.uchile.cl/articulos/FERTILIZACION.pdf

Carvajal, J. F. (1958). Estudio preliminar sobre la respuesta del cafeto al ácido giberélico. *Revista Biología Tropical*, *6*(2), 273-278. https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.1958.28980

Cascante-Ureña, P. y Furcal-Beriguete, P. (2018). Efecto de reguladores de crecimiento, de Trichoderma harzianum y de elementos minerales sobre rebrotes de café (Coffea arabica L.) en Acosta, San José, Costa Rica. *Revista AgroInnovación En El Trópico Húmedo*, *1*(1), 3–9. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/agroinn/article/view/3922

Casas S., J. F. (1979). *Respuesta a la fertilización foliar en la producción de café (Coffea arabica L.)* [Tesis de ingeniería, Universidad de Guadalajara]. RIUdeG .https://www.riudg.udg.mx/handle/20.500.12104/24840

Czarny, J., Grichko, V., & Glick, B. (2006). Genetic modulation of ethylene biosynthesis and signaling in plants. *Biotechnology Advances*, (24), 410–419.

De Azkues, M. (2008). *La fenología como herramienta en la agroclimatología*. INIA-Venezuela. http://www.infoagro.com/frutas/fenologia.htm

De La Cruz Samaniego, J. Y. y Zurita Rivera, A. M. (2021). *Efecto de la fertilización foliar como complemento en el rendimiento y calidad en taza del cultivo de cafeto (Coffea arabica L.) Var. Catimor, en la provincia de San Ignacio – Cajamarca. Lambayeque – Perú* [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9531

PREVIEW VERSION

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. (2020). *InfoStat* (versión 2020) [Software]. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. http://www.infostat.com.ar

Feucht, W. (1982). *Das Obstgehölz*. Eugen Ulmer.

Figueroa, Z. R., Fischersworring, H. B. y RipKen, R. R. (1996). *Guía para la caficultura ecológica*: *Café orgánico*. GTZ.

Flores, C. A. De Latorre, W., Monroig, M., González, W. y Orengo, E. (1993). *El control de la floración del café (Coffee arabica L.) con reguladores de crecimiento. Proceedings Annual Meeting*. Puerto Rican Society of Agricultural Sciences.

Flores, C. A., De la Torre, W., Monroig, M., & González, W. (2005). Gibberellic acid, paclobutrazol, fluoridone, abscisic acid affecting flowering and fruit set of coffee. *The Journal of Agriculture of the University of PuertoRico*, *89*(3-4), 159-168.

Garcia, O., Dueñez, E., Fischer, G., Chaves, B. y Quintero, O. (2008). Efecto del nitrato de potasio, fosfato de potasio y ethephon en la inducción floral de la feijoa o goiabeira serrana (Acca sellowiana [O. Berg] Burret). *Revista Brasileira de Fruticultura*, *30*(3), 577-584. https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000300003

Gastiazoro, J. (2007). *Fenología Agrícola*. Universidad Nacional del Comahue. http://academicos.cualtos.udg.mx/Agroindustrias/PaginaFv/Lecturas/Fenologia.htm

González-Osorio, H. (2022). Aplicación foliar de nutrientes en café. Efecto en la producción y en la calidad física del grano. *Avances técnicos,* 542, 1-8. https://doi.org/10.38141/10779/0542

Granados, S. A. y Cruz, L. J. L. (2023). *Evaluación de los Efectos del Ácido Giberélico Sobre los Rebrotes en la Planta del Café (Coffea arábica L.)* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Abierta y A Distancia]. Repositorio Institucional. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/56977

Gou, H., & Ecker, J. (2004). The Ethylene signaling pathway: new insights. *Current Opinion in Plant Biology*, (7), 40 – 49. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2003.11.011

Instituto del café y Ministerio de Agricultura y Ganaderia (ICAFE-MAG). (1993). *Informe Anual de Labores 1991-1992*.

Jordán, M. y Casaretto, J. (2006). Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. En F. A. Squeo y L. Cardemil (eds.), *Fisiología Vegetal* (pp. 1-28). Ediciones Universidad de La Serena. https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf

Kazan, K., & Manners, J. M. (2008). Jasmonate Signaling: Toward an Integrated View. *Plant Physiology*, *146*(4), 1459–68. http://www. plantphysiol.org/cgi/doi/10.1104/pp.107.115717

Kim, J., Chang, C. y Tucker, M. L. (2015). To grow old: regulatory role of ethylene and jasmonic acid in senescence. *Frontiers in Plant Science*, (29), 6-20. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00020

Meléndez, G. y Molina, E. (2002). *Fertilización Foliar*: *Principios y Aplicaciones.* Universidad De Costa Rica. https://www.academia.edu/17228265/Memoria_Curso_Fertilizaci%C3%B3n_Foliar

Melgar, R. (2005). *Aplicación foliar de micronutrientes*. https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Melgar/publication/266041063_Aplicacion_Foliar_de_Micronutrientes/links/5b586082a6fdccf0b2f3af1c/Aplicacion-Foliar-de-Micronutrientes.pdf

Mes, M. G. (1996). Madurez de la fruta del café usando etrel con y sin urea y sus efectos en la calidad de la taza. *Journal of Horticultural Science*, *73*(2), 531-549.

PREVIEW VERSION

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.R). (2006). *Atlas del estado Monagas: Datos de la región Caripe*. http://caripe.net/contenido/index.php/datos-de-la-region/municipio-caripe.html

Mora, N. (2008). *Agrocadena de Café*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9314.pdf

Mondino, M. H. y Peterlin, O. A. (2004). Efecto de la aplicación de diferentes productos químicos en el mejoramiento de las condiciones de cosecha en el cultivo de algodón (Gossypium hirsutum L.). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, *33*(3), 27-39. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86433303

Pérez, V., Chaverri, G. y Bornemisza, E. (1956). *Algunos aspectos del abonamiento del cafeto con boro y calcio en las condiciones de la Meseta Central de Costa Rica*. Ministerio de Agricultura e Industrias, Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola.

Pimentel, G. F. (1984). *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. POTAFOS.

Poblete Q., I. E. (1991). *Efecto de las aplicaciones individuales y combinadas de ethephon, ácido giberélico y cloruro de calcio sobre los frutos de nogal en los cvs. Serr, Hartley y Franquette* [Tesis de ingeniería, Universidad de Chile].

Ramaiah, P.K., & Venkataramanan, D. (1988). Studies on the effect of gibberellic acid on arabica coffee in India. *Journal of Coffee Research*, *18*(1), 4751. https://doi.org/10.1016/S0044-328X(78)80022-1

Rendón S., J. R., Arcila P., J. y Montoya R., E. C. (2008). Estimación de la producción de café con base en los registros de floración. *Cenicafé*, *59*(3), 238-259. https://www.cenicafe.org/es/publications/arc059%2803%29238-259.pdf

Rodríguez, O. M., Alfaro, R. y Cisneros, B. (1998). Estudio de la respuesta a la fertilización con boro vía foliar y al suelo en café en tres localidades de Costa Rica. En *III Seminario de resultados y avances de investigación, Memoria* (pp. 29–36). ICAFE.

Rojas, M. (1993). *Fisiología vegetal aplicada* (4ª ed.). Interamericana McGraw-Hill.

Russo L., Jr., Alvarez, E. y Gonzalez, J. A. (1972). Estudios de campo con ácido fosfonico 2-cloroetilo (ethephon) en cafetos. *Revista Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, *1*(1), 29-33. https://revistas.ues.edu.sv/index.php/comunicaciones/article/view/2050

Sadeghian, S. y González-Osorio H. (2022). Fertilizantes nitrogenados Implicaciones agronómicas para el cultivo del café en Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*, (544), 1-8. https://doi.org/10.38141/10779/0544

Santinato, R., Camargo, R. P., Sena, C. A., & Silva, A. A. (1991). Efeitos de P (fósforo), Ca (cálcio) e B (boro) via foliar no pagamento de floradas e frulificacáo do cafeeiro. *17' Congr, Bras. Pesq. Cafeiras* (Varginha). 69-91.

Sosa, D. H. (2000). *El boro en los frutales del género Prunus, Pyrus y Malus*. Instituto de Transferencia de Tecnología ACE. http://www.membros.tripod.com/intecace/artículos/boro

Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology* (3.ª ed.). Sinauer Associates.

Tobías Hernández, R. C. (2013). *Sistematización de las experiencias sobre el efecto del ethephon en diferentes dosis y tiempos de aplicación en propagación de esquejes en chinitas (Impatiens walleriana Hook.)* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional USAC. http://www.repositorio.usac.edu.gt/6181/1/RITA%20CECILIA%20TOB%C3%8DAS%20HERN%C3%81NDEZ..pdf

Unigarro M., C. A., Díaz B., L. M. y Trejos P., J. F. (2019). Efecto de dos inductores florales sobre la floración y producción de café. *Revista Cenicafé*, *70*(2), 19-29. https://www.researchgate.net/publication/338084984

PREVIEW VERSION

Van Loon, L., Geraats, B., & Linthorst, H. (2006). Ethylene as a modulator of disease resistance in plants. *Plant Science*, (11), 184 -191

Vásquez V., V. y Pérez B, M. H. (2006). Dosis y épocas de aplicación de ácido giberélico en la floración y cosecha del mango 'Ataulfo'. *Revista Fitotecnologica Mexicana*, *29*(3), 197 – 202.

Zapata Restrepo, L. N. (2013). *Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de ácido giberélico en la floración de árboles de Coffea arábica L. y su impacto frente al cambio climático* [Tesis de maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio Institucional de la Universidad de Manizales. https://ridum.umanizales.edu.co/bitstreams/a6764d8f-f3a5-4d4c-995a-29531fb384ea/download

PREVIEW VERSION

PREVIEW VERSION

AmeliCA

Disponible en:
https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/306/3065225006/3065225006.pdf

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA
Ciencia Abierta para el Bien Común

Cesar Figueroa-Meneses, Jesús Acosta-Mata, Leonardo Lara-Rodríguez, Ramón Silva-Acuña, Guillermo Romero-Marcano

Actividad foliar, floral y de fructificación en el cultivo de café por efecto de inductores de floración y fertilizantes foliares

Foliar, floral and fruiting activity in coffee cultivation due to the effect of flowering inducers and foliar fertilizers

La Calera
vol. 25, núm. 44, 2025
Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
donald.juarez@ci.una.edu.ni

ISSN: 1998-7846
ISSN-E: 1998-8850

DOI: https://doi.org/10.5377/calera.v25i44.20441

Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. © copyright 2025. Universidad Nacional Agraria (UNA)

CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.