



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

Effect of growth regulators, *Trichoderma harzianum* fungus, and mineral elements on coffee (*Coffea arabica* L.) regrowths, in Acosta, San José, Costa Rica

Paúl Cascante Ureña¹, Parménides Furcal-Beriguete^{✉2}

Palabras clave

Promotores de crecimiento, microorganismos benéficos, boro, zinc, rebrotes.

Resumen

Se estudió el crecimiento de rebrotes en hijos de café (*Coffea arabica* L.), variedad Catuaí, como respuesta a la aplicación foliar de tres reguladores de crecimiento, la aplicación del hongo *Trichoderma harzianum* y la fertilización con boro y zinc. Mediante un diseño de bloques completos al azar se evaluaron diferentes variables en el desarrollo de los rebrotes: grosor de tallo, altura de tallo, longitud de bandola, número de entrenudos y número de flores. Los rebrotes de café tratados con boro-zinc (BZn) mostraron valores estadísticamente superiores a aquellos tratados con ácido giberélico (AG), reguladores de crecimiento (GAC), ácidos húmicos + reguladores de crecimiento (HRC), *T. harzianum* (TH) y el testigo, en la cuarta medición, en todas las variables evaluadas.

Key words

Growth promoters, beneficial microorganisms, boron, zinc, shoot growth.

Abstract

The growth on sprouts of coffee (*Coffea arabica* L.) Catuaí variety, was studied in response to the foliar application of three growth regulators, the application of the fungus *Trichoderma harzianum*, and the fertilization with boron and zinc. The development of regrowths was evaluated through a random complete design for the variables: stem thickness, stem height, bandola length, number of internodes, and number of flowers. The boron-zinc treatment (BZn) showed statistically higher values than gibberellic acid (GA), growth regulators (GAC), humic acids + growth regulators (HRC), *T. harzianum* (TH), and the control, at the fourth week of measurement, in all the evaluated variables.

1 Asesor técnico en café. pcascante91@gmail.com
2 Profesor e investigador. Escuela de Agronomía ITCR.
✉ pafurcal@itcr.ac.cr

Introducción

Costa Rica ocupa el puesto 14 entre los principales productores de café en el mundo, siendo la totalidad de esta producción de la especie arábica (*Coffea arabica* L.), principalmente de las variedades Caturra y Catuai [1]. Estas variedades producen grano de alto valor, con características organolépticas superiores a las de otras especies que le dan reconocimiento mundial a su calidad de taza. A pesar de ser el cultivo de mayor tradición en el país, con más de 200 años de experiencia, la tecnología utilizada en su manejo agronómico ha variado poco en las últimas décadas y la investigación en este campo ha sido escasa, por lo que no se cuenta con tecnologías nuevas o con mejoras en las herramientas disponibles para el pequeño y mediano productor.

Como todo cultivo, el manejo del café requiere un amplio conocimiento de los factores que afectan su crecimiento, desarrollo y producción, así como la ejecución de prácticas agronómicas adecuadas. Dentro de estas prácticas destaca la poda de renovación (recepta), la cual busca renovar el tejido agotado, favorecer la entrada de luz y la aireación y mejorar el estado fitosanitario de la planta. Con lo anterior se logra regular el uso de fertilizantes, disminuir considerablemente el uso de insumos y obtener estimaciones más precisas de la cosecha, con menor bianualidad en la producción [2], [3].

Con la recepta se elimina la parte aérea de la planta y por lo tanto la dominancia apical, se suprime la producción de auxinas que inhiben el crecimiento de las yemas laterales, con el consiguiente desarrollo de estas yemas por efecto de las citoquininas presentes [4]; de allí que resulte interesante el estudio del efecto de ciertos reguladores de crecimiento sobre el desarrollo de rebrotes, posterior a una poda de renovación.

Los reguladores de crecimiento son sustancias sintetizadas que al aplicarse a las plantas tienen los mismos efectos que las hormonas vegetales producidas naturalmente, aun cuando químicamente son sustancias diferentes. Entre estas, se reconoce la importancia de las auxinas (principalmente ácido indolacético) como estimuladores del crecimiento, en especial del tallo, y como inhibidoras del desarrollo lateral de las ramas [5], [6].

Las citoquininas se asocian a regiones de la planta con alta actividad meristemática, tales como tejidos en crecimiento [6] y se les encuentra en mayor cantidad en las raíces de la planta. A nivel celular participan en el control del ciclo celular, de la diferenciación celular y del desarrollo de los cloroplastos; mientras que a nivel de tejido, intervienen en el control de la dominancia apical, el retraso de la senescencia foliar, la expansión de los cotiledones, la inmunidad vegetal y el desarrollo de tolerancia y defensa ante herbívoros [7].

Por su parte, las giberelinas son un grupo de diterpenoides que se definen más por su estructura que por su actividad biológica [8], [9]; actúan como reguladores esenciales del desarrollo de las plantas y están presentes en la totalidad de las etapas fenológicas, encontrándose desde el proceso de germinación hasta procesos de reproducción como la floración [10].

En el caso del uso de nutrientes esenciales, diversos autores recalcan la importancia del zinc y el boro en el cultivo del café [11]-[14]. Guerra [14] menciona que el zinc favorece el crecimiento de los frutos y de las plantas, actúa en la absorción del fósforo e interviene en la síntesis de auxinas, entre otros. Por su parte, el boro desempeña funciones fisiológicas asociadas con las relaciones hídricas, el metabolismo del nitrógeno, la acumulación de azúcares y la formación del metaxilema en los ápices de la planta, está involucrado en el metabolismo de la auxina y en el crecimiento de las raíces; además contribuye a mantener el calcio en forma soluble dentro de la planta y actúa como regulador de la relación potasio - calcio [13], [14].

En el medio natural se pueden encontrar organismos que pueden emplearse para obtener beneficios, como es el caso de *T. harzianum*, el cual es un hongo aerobio facultativo que se encuentra de manera natural en diferentes suelos agrícolas y en condiciones de alta cantidad de materia orgánica o en desechos vegetales en descomposición [15]. Además de su conocida acción fúngica, se reconoce su importancia como promotor del desarrollo vegetativo, estimulador de los mecanismos de defensa de la planta, facilitador de la solubilización-absorción de nutrientes y como biorremediador de suelos [15], [16].

En el presente estudio se evaluó el efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento, de *T.*

harzianum y de los nutrimentos boro y zinc al follaje sobre el crecimiento y desarrollo de los rebrotes en podas de café.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en San Pablo de Palmichal, cantón de Acosta, provincia San José, Costa Rica (coordenadas 09°44'N, 84°14'O). La altura promedio en el área experimental fue de 1475 msnm, con un clima tropical lluvioso y una estación seca bien definida; la precipitación anual fue de alrededor de 2450 mm y la temperatura media de 21°C.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con arreglo factorial, donde el bloqueo estuvo determinado por la pendiente del terreno. Se evaluaron cinco tratamientos y un testigo (factor A) en cuatro tiempos de medición (antes de la aplicación de tratamientos y una vez cada mes después de la primera aplicación) (factor B), con seis repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por cuatro hileras o calles de veinte plantas cada una. Los tratamientos se aplicaron manualmente con bomba de espalda al inicio, a las 30 y a los 60 días. Los rebrotes (uno por eje) con una edad de seis meses, fueron seleccionados de las plantas sometidas al sistema de poda baja (a 40 cm del suelo) en la totalidad del lote, en el mes de enero anterior a la realización del estudio. La variedad utilizada fue Catuaí, con una edad de 30 años. Los tratamientos evaluados fueron:

GAC = *Tratamiento con ácido giberélico, auxinas y citoquininas*, con el uso de un producto comercial que contiene citoquininas, giberelinas y auxinas a la concentración de 1600, 1000 y 200 ppm, respectivamente, entre otros componentes. La dosis usada fue de 2,55 mL por litro de agua, con un volumen de 200 L ha⁻¹.

AG = *Tratamiento con ácido giberélico*, mediante el uso de un producto comercial con 10% de AG3, en la dosis de 1 mL por litro de agua, con un volumen de 200 L ha⁻¹.

HRC = *Tratamiento con ácidos húmicos y reguladores de crecimiento*, con el uso de un producto comercial que contiene 90, 40 y 40 ppm de citoquininas, giberelinas y auxinas respectivamente, 3,76 % de ácidos húmicos, además de varios elementos químicos. La dosis

usada fue de 3,89 mL por litro de agua, con un volumen de 200 L ha⁻¹.

TH = *Tratamiento Trichoderma*, mediante la utilización de cepas del hongo *Trichoderma harzianum* formulado en el Laboratorio de Fitopatología y Biocontroladores del Tecnológico de Costa Rica, en concentración de 10⁹/mL, el cual se aplicó en *drench* con agua, utilizando la dosis de 34,65 mL por litro de agua para obtener concentraciones de 10⁹/mL, con un volumen de 200 L ha⁻¹.

BZn = *Tratamiento boro y zinc*, mediante el uso de un producto comercial a base de 8,5% de cada uno de los elementos B y Zn, en dosis de 3,75 g por litro de agua, con un volumen de 200 L ha⁻¹. Este producto tiene concentraciones de ambos elementos al 8,5%.

Tes = *Tratamiento testigo* (únicamente con manejo de finca). En este caso solo se realizaron aplicaciones con fungicidas sistémicos para control de enfermedades.

Las variables evaluadas fueron: grosor (mm) del tallo del rebrote que se seleccionó en cada eje, altura (cm) del tallo del rebrote, longitud (cm) de la bandola ubicada en la base del rebrote orientada hacia el centro de la calle, número de entrenudos y número de flores (ambas por conteo). Las cuatro primeras variables fueron medidas en cuatro tiempos (una vez al mes), mientras que el conteo de flores se realizó a los 11 meses después de la poda.

La información se analizó con modelos lineales mixtos generalizados (MLMix) para la comparación de medias entre tratamientos y, en caso de encontrar diferencias significativas entre tratamientos, se usó la prueba de comparación múltiple de Bonferroni, con un nivel de significancia de 0,05. Los análisis se ejecutaron con el paquete estadístico InfoStat/P [17].

Resultados y discusión

Para las cuatro variables analizadas en los cuatro tiempos de medición (altura y grosor de tallo, largo de bandola y cantidad de entrenudos), se observó interacción significativa entre tratamientos x tiempos de medición: (p <0,05). Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos a lo interno de la primera a la tercera medición, aunque sí entre mediciones. Para la

cuarta medición, el tratamiento boro-zinc (BZn) mostró valores estadísticamente superiores: ($p < 0,05$) a los otros tratamientos (Figura 1). La literatura reporta la acción del boro como un activador natural de reguladores del crecimiento y su intervención en la absorción de nitratos; también se asocia con los procesos de división celular y con el metabolismo de los carbohidratos, al facilitar el movimiento de los azúcares [18]; por su parte, el zinc regula la síntesis de auxinas que pueden manifestar una respuesta (positiva o negativa) en los puntos de crecimiento del café [14].

Respecto a la cantidad de flores ubicadas en los nudos de las bandolas de los rebrotes, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,0001$), siendo el tratamiento boro-zinc (BZn) el que obtuvo mayor cantidad de brotes florales ($16,06 \pm 1,26$), lo que podría repercutir en el aumento del número de frutos y un posterior rendimiento en cosecha [19]. El tratamiento que incluyó los tres reguladores de crecimiento (GAC), obtuvo el menor número de brotes florales ($9,67 \pm 3,35$), mientras que el testigo y los otros tres tratamientos presentaron entre $13,92 \pm 3,35$ (Tes) y $14,60 \pm 2,00$ (TH) brotes florales, sin diferencias significativas entre ellos. Diversos autores [20]-[22], comparten el criterio de que la floración del café es un evento asociado estrechamente con las condiciones climáticas de cada región y generalmente se registra como el momento de la antesis (apertura de las flores). Sin embargo, debe considerarse que la floración es un proceso de desarrollo complejo que inicia cuatro a cinco meses antes de la apertura floral, factor por el cual es fundamental tener un adecuado manejo para propiciar mayor crecimiento vegetativo del rebrote y por ende, la floración [23].

Las medias más bajas obtenidas en el tratamiento con los tres reguladores de crecimiento (GAC), en todas las variables evaluadas, sugiere que la aplicación de diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento provocó el estancamiento en el crecimiento de los rebrotes, aunque no se descartan otros factores, como la época de aplicación del tratamiento, las condiciones climáticas en el sitio y el estado de la planta. Oyebade [24] y Valencia [25] mencionan que la aplicación de reguladores del crecimiento como auxinas y citoquininas, ha mostrado insignificantes efectos sobre el crecimiento vegetativo de plantas

de café. Zapata [6], no recomendó el uso de auxinas para estimular la producción de frutos en rubiáceas (como el café), puesto que inhibe el crecimiento lateral donde se originan las flores y posteriormente los frutos en estas especies.

Por otra parte, Wittwer y Bukovac [26] señalan que el efecto del ácido giberélico, y de las giberelinas en general, es afectado por la especie y la variedad evaluada, la edad de las plantas, la dosis y lugar de aplicación del producto. Castillo y Calle [27] encontraron resultados satisfactorios en la elongación de tallo hasta del 55%, respuesta que no se presentó en este trabajo. Estos mismos autores también encontraron respuestas negativas respecto al testigo en el peso seco (-34%), peso de las hojas (-26%) y área foliar (-30%), igualmente en mediciones realizadas sobre la longitud de bandola. Carvajal [28] por otra parte, demostró que con el aumento del número de aplicaciones (frecuencia) de ácido giberélico durante el tiempo de evaluación, o bien la aplicación de dosis crecientes, se pueden obtener valores mayores en las variables de respuesta, aunque no siempre con las características deseadas en cuanto a conformación. Con base en la literatura, la no obtención de las respuestas esperadas en este ensayo con el uso de reguladores de crecimiento pudo deberse a las bajas dosis utilizadas o al poco tiempo (cuatro meses) de evaluación de los rebrotes.

El uso de reguladores de crecimiento en la actualidad tiene como factor limitante la escasa investigación en cuanto a los efectos por dosificación. Jiménez [29], en variedades de Typica y Bourbon, utilizó diversos tipos de reguladores de crecimiento, logrando con las dosis bajas (8 ppm y 40 ppm) aumentar el diámetro de las plantas, así como igualar la altura de tallo y ancho de hojas en comparación a las dosis más elevadas (200 ppm y 100 ppm); no obstante, también encontró que la variación en dosis afectó negativamente el largo del espacio internodal, característica no deseada en la actualidad, puesto que se busca una bandola más larga y con mayor cantidad de nudos que potencien la producción de yemas en estado latente. Por su parte, Cruz *et al.* [30], con la variedad Gárnica en vivero, mostraron que con el uso del ácido giberélico (AG_3) y una citoquinina (CPPU (N1)(2-cloro-4-piridil)-N3-fenilurea) se obtienen valores significativamente

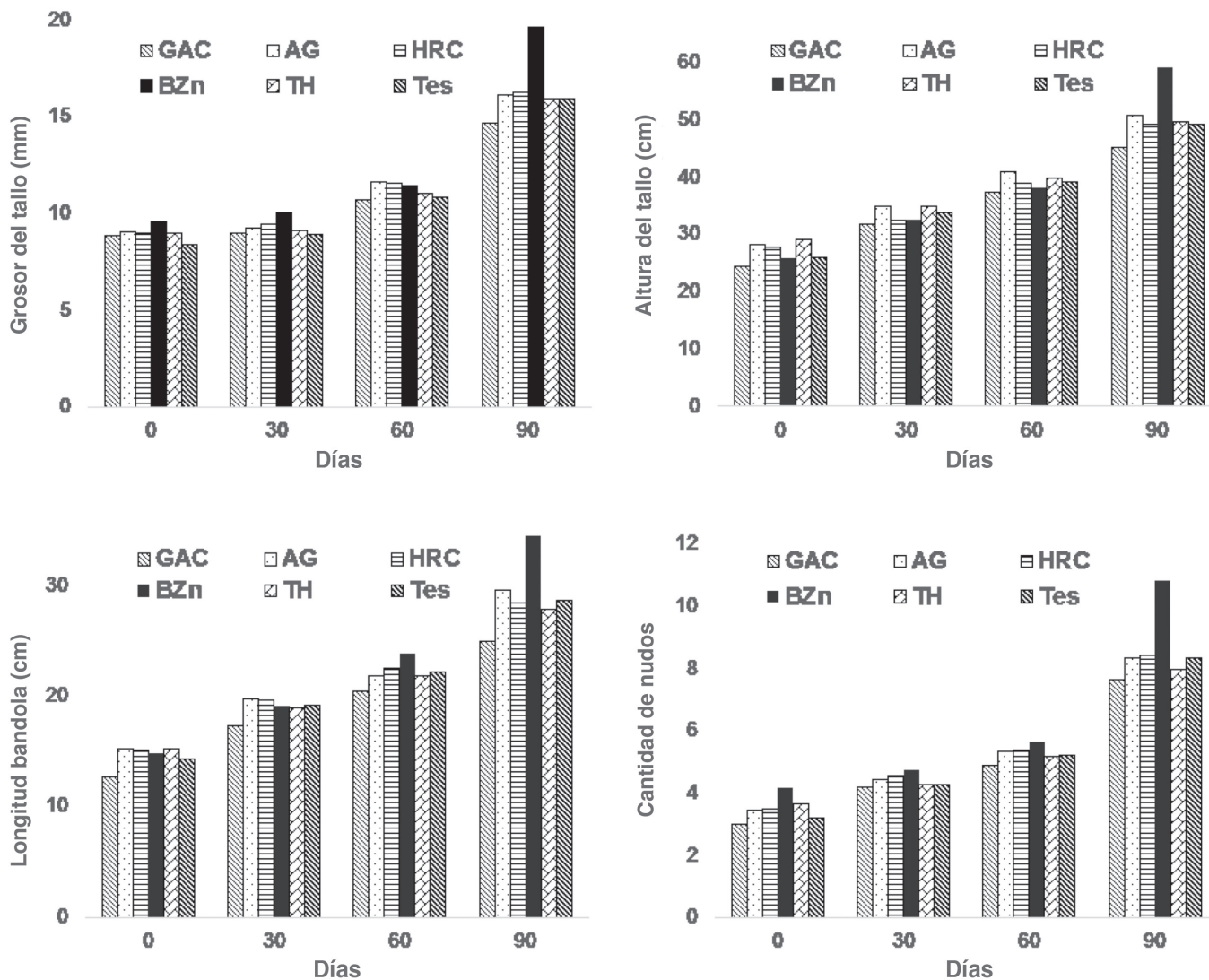


Figura 1. Efecto de los tratamientos a través del tiempo en las variables evaluadas en rebrotes de café (*Coffea arabica* L.). Acosta, San José. Enero, 2017.

Figure 1. Treatment effect over time for the variables assessed in coffee sprouts (*Coffea arabica* L.). Acosta, San José, Costa Rica. January, 2017.

superiores en el diámetro del tallo y el peso fresco y seco de las hojas al compararlo con el tratamiento testigo; sin embargo, esta respuesta (así como en la longitud de la bandola y de las raíces) no se presentó en la variedad Typica, confirmando la implicación genética que se tiene en café con el uso de este tipo de fitohormonas. La aplicación de otros reguladores del crecimiento como el etefón [24], y de algunas auxinas y citoquininas [25], no ha mostrado efectos sobre el incremento del crecimiento vegetativo de cafetos en vivero.

En cuanto a la eficacia del hongo *T. harzianum*, Castro y Rivillas [15] mencionan que esta depende sensiblemente de los factores ambientales, de su nicho ecológico y de los factores físicos del suelo, tales como humedad, temperatura y pH, los cuales influyen en la actividad biorreguladora del hongo. Se conocen los múltiples beneficios que se obtienen por el uso de *T. harzianum* en los cultivos, además del efecto biocontrolador de patógenos. Se ha comprobado que la inoculación con este hongo aporta otros beneficios por medio

de la descomposición de materia orgánica y de su capacidad de liberar nutrientes en formas disponibles para la planta [31], [32], por lo cual se utiliza frecuentemente como un organismo biofertilizante en diferentes productos comerciales [33], promueve el crecimiento y desarrollo de los cultivos produciendo metabolitos que estimulan los procesos de desarrollo vegetal [34], tiene la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces de las plantas liberando factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) que estimulan la germinación y el desarrollo de las plantas [35]. Galeano *et al.* [31] demostraron la eficacia del uso de *T. harzianum* en cultivos de ciclos cortos y bajo condiciones favorables. Por ejemplo, encontraron que la altura de la planta aumentó en un 36%, 6% y 17% en cultivos de tomate, pepino y pimiento respectivamente, cuando se utilizó este hongo desde etapas tempranas de desarrollo.

El hongo *T. harzianum* ha sido reportado como promotor del crecimiento vegetal en varios cultivos, entre ellos el café [36], [32]. Sin embargo, en el presente trabajo no se encontraron diferencias significativas entre este tratamiento y el testigo, debido posiblemente a múltiples causas: las condiciones climáticas pudieron no ser favorables para el desarrollo del hongo, el método de aplicación o dosificación pudo no ser el apropiado para establecer el inóculo en el terreno y el periodo de medición fue corto, considerando que el cultivo de café es perenne.

Conclusiones

Los rebrotes de café tratados con boro y zinc (BZn) mostraron valores estadísticamente superiores a aquellos tratados con ácido giberélico (AG), reguladores de crecimiento (GAC), ácidos húmicos + reguladores de crecimiento (HRC), *T. harzianum* (TH) y el testigo.

No se obtuvieron los efectos esperados sobre las variables evaluadas con la utilización de los reguladores de crecimiento ni con el hongo *T. harzianum*, en la etapa de crecimiento y desarrollo de rebrote en podas del cultivo de café.

Bibliografía

[1] ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica), Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica, San José: ICAFE, 2017.

- [2] R. Thomaziello, S. Pereira, Poda e condução do cafeeiro arábica, Campinas: IAC, 2008.
- [3] R. Rutte, A. Julca, R. Rivera, "Alturas de poda y fertilización en la renovación de plantaciones de café (*Coffea arabica* L.) en la selva central del Perú", *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences (ex Agro-Ciencia)*, vol. 30, no. 3, pp. 191-201, 2014.
- [4] S. Shimizu-Sato, M. Tanaka, H. Mori, "Auxin-cytokinin interactions in the control of shoot branching", *Plant Molecular Biology*, vol. 69, Mar., pp. 429-435, 2009.
- [5] G. Saavedra, "Estructuras de hormonas vegetales", *Ciencia Ahora*, no. 21, pp. 41-45, 2008.
- [6] L. Zapata, "Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de ácido giberélico en la floración de árboles de *Coffea arabica* L. y su impacto frente al cambio climático", Tesis M.Sc., Universidad de Manizales, Manizales, 2013.
- [7] H. Sakakibara, "Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation", *Annual Review of Plant Biology*, vol. 57, pp. 431-449, 2006.
- [8] B. Stowe, T. Yamaki, "Gibberellins stimulants of plant growth; thirty years work in Japan has initiated worldwide research with a level group of plant hormones", *Science*, vol. 129, no. 3352, pp. 807-815, 1959.
- [9] A. Santner, L. Calderón-Villalobos, M. Estelle, "Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth", *Nature Chemical Biology*, vol. 5, no. 5, pp. 301-307, 2009.
- [10] M. Aguilar, M. Melgarejo, C. Romero, Fitohormonas: Experimentos en fisiología y bioquímica vegetal, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2010.
- [11] V. Pérez, Algunas deficiencias minerales del café en Costa Rica, San José: Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, 1967.
- [12] L. Zamora, Manual de recomendaciones para el cultivo del café, Instituto del Café de Costa Rica, 1998.
- [13] E. Bornemisza, "Fisiología de la nutrición del café", *Seminario de nutrición y fertilización del café*, 32 p, 1992.
- [14] M. Guerra, "Sistematización de las experiencias obtenidas en las aplicaciones foliares de boro (B), zinc (Zn), potasio (K) y sus mezclas, en el cultivo de café *Coffea arabica*", Tesis Lic., Universidad de San Carlos de Guatemala, San Carlos, 2006.
- [15] A. Castro, C. Rivillas, *Trichoderma* spp. Modos de acción, eficacia y usos en el cultivo de café, Caldas: CENICAFE, 2014.
- [16] J. Tovar, "Evaluación de la capacidad antagonista "in vivo" de aislamientos de *Trichoderma harzianum* frente al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani*", Tesis Lic., Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2008..
- [17] JA, DiRienzo, F Casanoves, MG Balzarini, L. González, M. Tablada, C Robledo, InfoStat versión

2014. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2014.
- [18] N. Mora, Agrocadena de Café, San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008.
- [19] V. Ramírez, J. Arcila, A. Jaramillo, R. Rendón, G. Cuesta, D. Menza, G. Mejía, F. Montoya, W. Mejía, C. Torres, M. Sánchez, E. Baute, J. Peña, "Floración del café en Colombia y su relación con la disponibilidad hídrica, térmica y de brillo solar", *Cenicafé*, vol. 61, no. 2, pp. 132-158, 2011.
- [20] M. Cannell, "Physiology of the coffee crop", en *Coffee, botany, biochemistry and production of beans and beverage*, M. Clifford y K. Wilson, Eds. Connecticut: Avi Publishing Co, pp. 108-134, 1985.
- [21] J. Arcila-Pulgarín, L. Buhr, H. Bleiholder, H. Hack, H. Wicke, Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café (*Coffea* sp.), Caldas: CENICAFE, 1996.
- [22] G. Camayo-Vélez, J. Arcila-Pulgarín, "Estudio anatómico y morfológico de la diferenciación y desarrollo de las flores del cafeto *Coffea arabica* L. variedad Colombia", *Cenicafé*, vol. 47, no. 3, pp. 121-139, 1996.
- [23] G. Camayo-Vélez, B. Chaves-Córdoba, J. Arcila-Pulgarín, A. Jaramillo-Robledo, "Desarrollo floral del cafeto y su relación con las condiciones climáticas de Chinchiná-Caldas", *Cenicafé*, vol. 54, no. 1, pp. 35-49, 2003.
- [24] I. Oyebade, "Growth of *Coffea canephora* (Pierre ex Froehner) seedlings as influenced by gibberellic acid and ethrel (2-chloroetane phosphonic acid)", *Turrialba (IICA)*, vol. 25, no. 1, pp. 49-53, 1975
- [25] G. Valencia, Influencia de la altitud en el desarrollo de plántulas de café, Bogotá: Cenicafé, 1982.
- [26] S. Wittwer, M. Bukovac, "The effects of gibberellin on economic crops", *Economic Botany*, vol. 12, no. 3, pp. 213-255, 1958.
- [27] Z. Castillo, J. Calle, "Observación del efecto de la giberelina en plántulas de café" *Cenicafé*, vol. 9, no. 3-4, pp. 56-72, 1958.
- [28] J. Carvajal, "Estudio preliminar sobre la respuesta del cafeto al ácido giberélico", *Revista de Biología Tropical*, vol. 6, no. 2, pp. 273-278, 1958.
- [29] E. Jiménez, "Estudios preliminares del efecto del ácido giberélico sobre el crecimiento del cafeto", *Comunicaciones de Turrialba*, no. 64, 1959
- [30] J. Cruz-Castillo, D. Román-Elías, A. De Los Santos-Nen, P. Torres-Lima, "Aplicaciones de CPP.U (citicinina) incrementan el crecimiento del cafeto en vivero", *Revista Chapingo Serie Horticultura*, vol. 5, no. 1, pp. 59-62, 1999.
- [31] M. Galeano, F. Méndez, A. Urbaneja, "Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai (Cepa T-22) sobre cultivos hortícolas", *Kopp.ert Biological Systems*, vol. 286, no. 65, pp. 1-11, 2002.
- [32] S. de Prato, M. Rodríguez, M. Luis, A. Peña, I. Santana, "Efectividad de *Trichoderma harzianum* sobre la población de nemátodos fitopatógenos en café (*Coffea arabica* L.) en condiciones de vivero en el municipio Junín, estado Táchira, Venezuela", *Universidad & Ciencia*, vol. 5, no. 2, pp. 175-187, 2016.
- [33] N. Moreno, L. Moreno, D. Uribe, "Biofertilizantes para la agricultura en Colombia", en *Biofertilizantes en Iberoamérica: una visión técnica, científica y empresarial*, M. Izaguirre y S. Labandera, Eds. Montevideo: Denad Internacional, 2007, pp. 38-45.
- [34] J. Sutton, G. Peng, "Manipulation and vectoring of biocontrol organisms to manage foliage and fruit diseases in cropping systems", *Annual Review of Phytopathology*, vol. 31, no. 1, pp. 473-493, 1993.
- [35] C. Altomare, W. Norvell, T. Björkman, G. Harman, "Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22", *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 65, no. 7, pp. 2926-2933, 1999.
- [36] T. Björkman, L. Blanchard, G. Harman, "Growth enhancement of Shrunken-2 sweet corn by *Trichoderma harzianum* 1295-22: Effect of environmental stress", *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 23, no. 1, pp. 35-40, 1998.

De acuerdo con la norma IEEE, este documento debe citarse:

P. Cascante Ureña, P. Furcal Beriguete, P. "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*, vol. 1 no. 1, pp 3-9, 2018, DOI: 10.18860/rath.v1i1.3922.