

# EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN, SALINIDAD Y SEQUÍA A NIVEL DE SEMILLERO EN TRES GENOTIPOS DE CAFÉ

(*COFFEA ARABICA* VAR. CR95)

**José Andrés Rojas-Chacón**

Estudiantes de Ingeniería en Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica  
joseandresrojaschacon@hotmail.com

**Ricardo Hernández Lara**

rhernandezlara98@gmail.com

Palabras clave: variedades, resistencia, almácigo, tratamientos, estrés abiótico.

Keywords: varieties, resistance, seedling, treatments, abiotic stress

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de fertilización, salinidad y sequía en semillero de tres variedades de *Coffea arabica* var. CR95. Se utilizaron 63 plantas, para cada tratamiento de sequía (10, 20 y 40) ml de agua/semana y fertilización (0,1 y 3) g de 18-5-15 en 10ml de agua/semana, excepto para el de salinidad (0,50,100,200) mM de NaCl a 20ml, con un total de 84 plantas. Para el caso de sequía se ha evidenciado visualmente un leve retraso en el crecimiento de las plantas regadas con 10ml de agua. En el caso de la fertilización, en aquellas con la mayor concentración, se observó una quema en las hojas e incluso algunas de las plantas murieron. Para el caso de las plantas sin nada de 18-5-15, se observó

una clorosis y amarillamiento generalizado, mientras que la mejor respuesta se ha presentado en el tratamiento con un 1 gramo. Para el caso de la salinidad, al ser un periodo tan corto aun, no se ha logrado apreciar una respuesta significativa, aunque hay leves diferencias en tamaño, siendo las de mayor concentración un poco más pequeñas.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effect of fertilization, salinity and drought in the seedbed of three varieties of *Coffea arabica* var. CR95. 63 plants were used, for each drought treatment (10, 20 and 40) ml of water / week and fertilization (0.1 and 3) 18-5-15 in 10ml of water / week, except for salinity (0.50,100,200) mM NaCl to 20ml, with a total of 84 plants. In the case of drought, a slight delay in the growth of irrigated plants with 10ml of water has been visually evidenced. In the case of fertilization, those with the highest concentration, a burning in the leaves was observed and even some of the plants died, in the case of plants with nothing from 18-5-15 a chlorosis and generalized yellowing were observed, while the best response has been presented in the treatment with 1 gram. In the case of salinity, since it is such a short period, it has not been

possible to appreciate a significant response, although there are slight differences in size, with the highest concentration being a little smaller.

## INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos agrícolas con mayor demanda en el mercado internacional y de mayor superficie cultivada (Moncada *et al.*, 2004). Existen más de 100 especies del género *Coffea*, aunque desde el punto de vista comercial solamente dos especies sobresalen: *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. Alrededor del 75% del café a nivel mundial proviene de la primera especie, siendo cultivada principalmente en América Latina, con excepción de Brasil donde la principal es *C. canephora* (Gatica, 2002).

Actualmente, el sector cafetalero, con el propósito de incrementar la producción en el país, ha incluido nuevas variedades provenientes de cultivos con características deseables que hayan heredado genes resistentes a plagas, enfermedades y con producciones superiores (ICAPE, 2017). Debido a ello, es de vital importancia la eficiencia que se puede lograr durante el proceso productivo, proveyendo una nutrición de calidad, en condiciones ambientales adecuadas y aunado a manos capacitadas.

La obtención de plantas sanas, fuertes y vigorosas es una etapa que inicia desde la selección de la semilla, pasando por la etapa de semillero hasta su siembra en campo. De acuerdo con Khalajabadi y Zapata (2014), la obtención de almácigos vigorosos en café es uno de los pilares fundamentales en el establecimiento de los cultivos que pueden permanecer por más de 15 años en el campo. Con respecto a las condiciones del cultivo, la escasez de agua en un lugar o simplemente el hecho de que no esté en las condiciones óptimas puede ser un factor a considerar. Descamps (2017), afirma que este es un factor que reduce grandemente los rendimientos en caso de un mal manejo, por ende, en todas las regiones cafetaleras del mundo se está trabajando en la selección de variedades de café más tolerantes a la sequía.

Otro aspecto para considerar en cuanto a la eficiencia productiva de un cultivo es la nutrición. La selección de los fertilizantes y abonos a utilizar debe ser una actividad muy meticulosa. Khalajabadi y Zapata (2014) señalan que la selección de las dosis y fuentes a utilizar en la nutrición son de gran importancia, ya que el exceso en la cantidad de un fertilizante puede generar desbalances nutricionales y llegar a incrementar la salinidad del suelo a niveles intolerantes que llegan a ocasionar toxicidad y en casos severos la muerte de la planta. Es por eso de gran importancia saber la cantidad de sales presentes en el suelo, o por lo menos acercarse al valor aproximado.

Mediante la Conductividad Eléctrica (CE), se puede estimar la salinidad. Estrada (2011), define este concepto como la aptitud de una sustancia de conducir la corriente eléctrica, en donde los iones cargados positiva y negativamente son los encargados de conducir la corriente, en el cual la cantidad conducida dependerá del número de iones presentes y su movilidad. La CE se suele expresar en mS/cm y se mide por medio del conductímetro. Casas

(2012) afirma que este instrumento está formado por dos electrodos colocados a una distancia fija y con líquido entre ellos, en donde los electrodos son de platino y estos se encuentran sellados dentro de un tubo de plástico o vidrio (celda), de modo que el aparato puede ser sumergido en el líquido a medir.

El propósito del presente trabajo de investigación es evaluar el efecto de la fertilización, salinidad y sequía en almácigo de café (*Coffea arabica* var. CR95).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El experimento se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de plantas tropicales del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía, ubicado en Santa Clara de San Carlos. La zona cuenta con clima tropical húmedo, ubicado a una altura de 170 msnm, con una precipitación pluvial media de 3500 mm anuales, temperatura promedio anual de 26°C y un porcentaje de humedad entre 80-90% (ITCR, 2019).

### Preparación del semillero

El establecimiento del semillero se efectuó el día miércoles 28 de agosto del 2019. Primeramente, se lavaron con agua y jabón un total de 4 bandejas plásticas, cada una contenía un total de 21 pozos. El sustrato se constituía en una

proporción de 2:1:1, tierra, abono orgánico y granza de arroz.

Cada pozo se llenó manualmente con aproximadamente  $\frac{3}{4}$  del total de su capacidad. Seguidamente se colocaron 5 semillas por pozo de la bandeja, para un total de 385 semillas. La semilla utilizada ya venía previamente tratada y curada con un fungicida (Vitavax 400). Finalmente, se cubrió la semilla con el mismo sustrato.

Las bandejas sembradas se colocaron en el Laboratorio de Biotecnología, donde fueron regadas cada 2 días durante 2 meses. El semillero se tapó con hojas de plátano, con el fin de mantener la humedad del sustrato y generar oscuridad para la germinación de la semilla.

### Descripción de los tratamientos

Posterior a los dos meses de la germinación, se aplicaron los tratamientos a tres plantas por pozo. Se tuvieron 5 repeticiones por cada uno. Se evaluó el desarrollo de los almácigos de café según los tres diferentes tratamientos: sequía, fertilización y salinidad en sus diferentes dosis, según detalle en el **Cuadro 1**.

Tratamiento	Cultivar	Inductor	Dosis
1	CR-95	Sal (NaCl)	0 mM
2		Sal (NaCl)	50 mM
3		Sal (NaCl)	100 mM
4		Sal (NaCl)	200 mM
5		Agua	20 ml
6		Agua	10 ml
7		Agua	5 ml
8		Fertilizante	Sin fertilizante
9		Fertilizante	1 g
10		Fertilizante	3g

**Cuadro 1.** Identificación de los tratamientos utilizados en la variedad CR95 de almácigo de café. TEC, San Carlos, Alajuela.

\*Fertilizante utilizado: 18-5-15 en 10ml de agua/semana.

\*\*Para el tratamiento de salinidad se aplicaron 20ml de solución por pozo.

\*\*\*Para el tratamiento de agua se aplicaron 2 veces por semana.

#### 4. Variables a medir

El ensayo fue evaluado durante 4 semanas. Para cuantificar de manera provisional se realizaron mediciones observacionales de cada tratamiento con el fin de comparar el nivel de sobrevivencia entre tratamientos.

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### Efecto de la germinación

La germinación y emergencia de semillas frescas en café ocurre generalmente alrededor de 30 a 45 días después de la siembra (Monroig, sf). Estos son aspectos de gran importancia antes de iniciar un proyecto, ya que de aquí se derivará el material objeto a evaluar. Aspectos como la variedad, infraestructura del lugar donde se sembrará la semilla, sustrato, condiciones internas y externas determinarían el éxito del proceso. Además, la semilla de café, aunque se haya almacenado adecuadamente comienza a perder viabilidad luego de los tres meses y después de seis meses de almacenamiento no se recomienda que se utilice para sembrarse.

#### Tratamiento de salinidad y fertilidad

La necesidad de establecer un experimento como este surge del hecho de que la salinidad del suelo puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas e incluso causar su muerte. En un estudio realizado por Sadeghian & Zapata (2014), donde se aplicaron sales como sulfatos de potasio, calcio y magnesio, además dos meses después se aplicaron 2 g de fósforo ( $P_2O_5$ ) en forma de fosfato diamónico-DAP (18% de N y 46% de  $P_2O_5$ ), los valores más bajos de CE se alcanzaron con el sulfato de potasio, mientras que en el de Magnesio y Calcio, se obtuvieron valores que iban de 2 a 5,1 dS m<sup>-1</sup>. En este experimento, se encontró que conforme los aumentos de la

CE se presentaba una disminución significativa del crecimiento de la planta, disminución del peso de estas, e incluso la muerte de algunas plantas pocos días después del trasplante. Aquí se determinó un nivel crítico promedio de 1,1 dS m<sup>-1</sup> para la CE a partir del cual se pueden dar afectaciones considerables (Sadeghian & Zapata, 2014).

Siguiendo lo anterior, Faria *et al.* (2009), reportan valores similares, ya que afirman que para el café Catuaí a partir de una CE de 1,2 se puede empezar a percibir afectaciones en el crecimiento inicial de la planta. Estos mismos autores señalan que la salinidad extrema resultante de la fertirrigación con urea y KCl causaba la muerte de las plantas.

Estos aspectos fueron los que se evaluaban en el experimento, tanto la salinidad directamente mediante la sal común (NaCl), como la aplicación de fertilizante como lo es 18 - 5 - 15, donde se puede ver una gran concentración de K. Hasta ahora, se ha visto un efecto a simple vista, un crecimiento mayor en plantas que tienen una concentración de sales más pequeñas en comparación a tratamiento más grandes (200 mM NaCl).

En el caso del fertilizante, se ha visto que el tratamiento con una mayor concentración ha manifestado síntomas de toxicidad en forma de quemaduras en la hoja además de muerte de algunas plántulas. El tratamiento sin nada de fertilizante no ha mostrado ningún tipo de quemadura en las hojas; sin embargo, estas son de un tamaño más pequeño y presentan clorosis y amarillamiento generalizado. El tratamiento intermedio (1 g de 18 - 5 - 15) es el que ha mostrado un comportamiento mejor, ya que las plantas presentan un leve mayor tamaño, además que el color de sus hojas es más verde, algo que es lo que normalmente se esperaríamos.

#### Tratamiento de sequía

Hasta la fecha no se logran observar diferencias entre tratamientos. Cabe mencionar

que este tratamiento, al igual que los otros dos, apenas llevan un periodo de 20 días de evaluación. De acuerdo con Quintana *et al.* (2017), las principales respuestas ante el estrés por sequía en plantas de café son: daños por necrosamiento, marchitamiento de hojas, disminución de crecimiento y una mayor profundidad radical. Por tanto, para este ensayo, se ha evidenciado visualmente un leve retraso en el crecimiento de las plantas regadas con 10ml de agua en comparación con las que reciben 40ml por semana. Con respecto al necrosado y deshidratado, aún no se logran observar estos efectos entre los tratamientos.

De acuerdo con los resultados de Worku & Astatkie (2010), se acepta que el primer efecto visible del déficit hídrico es la reducción en el crecimiento celular, lo que se traduce en una reducción del área foliar. Por lo que de manera similar para este trabajo se puede ir observando en las plantas de café una reducción en el área foliar y altura debido al estrés por sequía. Villar *et al.* (2004) mencionan que la limitación de humedad en las plantas del género *coffea* generan una tasa de crecimiento más lenta, esto debido a que la planta en este tipo de estrés destina su energía hacia otros mecanismos de defensa.

Para el caso de este ensayo, a la fecha no se han observado efectos negativos en las plantas, lo que se puede relacionar con lo reportado por Cheserek & Gichimu (2012), en donde señalan que el estrés causado por la sequía generalmente no ocurre repentinamente, sino que se desarrolla lentamente y aumenta en intensidad cuanto más dura. Además, Worku & Astatkie (2010) mencionan que el rendimiento del crecimiento del café está influenciado por un lapso de 30 días de periodo de estrés hídrico, mientras que en este ensayo el tratamiento de sequía tan solo lleva un periodo de 20 días. Por tanto, el factor tiempo juega un papel crucial en la supervivencia en condiciones de sequía.



Efecto del tratamiento de sequía a diferentes dosis de agua (T5, 5ml. T6, 10ml. T7, 20ml) en plantas de café (*Coffea arabica* var. CR95)



Efecto del tratamiento de salinidad a diferentes dosis de sal (T1, 5mM. T2, 50mM. T3, 100mM. T4, 200mM) en plantas de café (*Coffea arabica* var. CR95)



Efecto del tratamiento a diferentes dosis de fertilizante, en plantas de café (*Coffea arabica* var. CR95)

## CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones fueron realizadas en base a lo observado durante un periodo de 20 días debido a la presentación del trabajo final como parte de la evaluación del curso:

En el caso de la salinidad se aprecia plantas un poco más pequeñas en el tratamiento con mayor concentración de NaCl.

En el caso del fertilizante, la mejor respuesta se ha obtenido en el tratamiento con 1 g de 18-5-15

En el caso de la sequía se ha mostrado una mejor respuesta de las plantas regadas con 40 ml de agua semanal.

## AGRADECIMIENTOS

Se le agradece al Ing. Biot. Fabián Echeverría Beirute, PhD., profesor del curso de Manejo de Recursos Fitogenéticos, por la colaboración durante el desarrollo de este trabajo, y a la escuela de Agronomía del Campus Tecnológico Local San Carlos, por el préstamo de algunos materiales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Casas, R. (2012). *El suelo de cultivo y las condiciones climáticas*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Cheserek, J., Gichimu, B. (2012). Drought and heat tolerance in coffee: a review. *Int. Res. J. Agric. Sci. Soil Sci*, 2: 498-501.
- Descamps, P. (2017). Técnicas para la producción sostenible de café frente al cambio climático Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José, Costa Rica.

Estrada, R. (2011). Conductividad eléctrica. Ecured. Recuperado de:

<https://www.ecured.cu/Conductividad-el%C3%A9ctrica>.

Faria, F; Lima, L; Ribeiro, M; Rezende, F & Carvalho, J. (2009). Efeito de parcelamento da fertirrigação com neke salinidad do solo no crescimento inicial de cultivares de cafeeiro. *irriga*, 14(2): 145-157.

Gatica, A. (2002). Regeneración de plantas de café (*Coffea arabica* cv. Caturra y Catuai) por embriogénesis somática directa a partir de segmentos de hoja. TEC, Cartago, Costa Rica.

ICAFFE (Instituto del Café de Costa Rica). (2017). Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.

ITCR (Instituto Tecnológico de Costa Rica). (2019). Condiciones climáticas sede San Carlos (en línea). Consultado 18 de agosto de 2019. Disponible en: <http://www.tec.ac.cr/eltec/ssc/paginas/default.aspx>

Khalajabadi, S; Zapata, D. (2014). Crecimiento de café (*Coffea arabica* L.) durante la etapa de almácigo en respuesta a la salinidad generada por fertilizantes. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(2): 40-50.

Moncada, E; Vielma, M; Mora, A. (2004). Inducción in vitro de embriogénesis somática a partir de tejido foliar de *Coffea arabica* L. Variedad Catuai Amarillo.

Monroig, M. (sf). Manual para la propagación del cafeto. Universidad de Puerto Rico.

Quintana, O; Iracheta, L; Méndez, I., & Alonso, M. (2017). Characterization of elite *Coffea canephora* genotypes for its tolerance to drought. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1):183-198.

Sadeghian, K., Zapata, R. (2014). Growth of coffee (*Coffea arabica* L.) during nursery's stage in response to the salinity generated by fertilizers. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(2): 40-50.

Villar, R; Ruíz, J; Quero, H; Poorter, F; Valladares; T. (2004). Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. 2a ed. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, ESP.191-227p.

Worku, M., & Astatkie, T. (2010). Growth responses of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) varieties to soil moisture deficit at the seedling stage at Jimma, Southwest Ethiopia. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(1): 195-200.