



RENDIMIENTO Y CALIDAD FÍSICA DEL GRANO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) VARIEDAD COSTA RICA 95 †

[YIELD AND PHYSICAL QUALITY OF COFFEE BEANS (*Coffea arabica* L.) VARIETY COSTA RICA 95]

Gloria Esperanza De Dios-León, María Alva Ángel-Lara*,
Paola Osorio-Hernández and Norma Ana Belí Coria-Gil

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana Región
Orizaba-Córdoba, Carretera Peñuelas Amatlán, Kilómetro 177, C. P. 94500.
Córdoba, Veracruz, México. Tel. (271) 716 6129. Email: gdedios@uv.mx,
aangel@uv.mx, paolaosoriohdez@gmail.com, ncoria@uv.mx

*Corresponding author

SUMMARY

Background: Coffee is the second most consumed drink in the world, only after water. Quality characteristics are the most recurrent demands of consumers, which are of multifactorial origin and among which is agronomic management where soil nutrition or foliar nutrition of the plant is considered. **Objective:** To evaluate the yield and physical quality of the bean and cup of coffee (*Coffea arabica* L.) variety Costa Rica 95 by applying foliar fertilizer. **Methodology:** The evaluation was carried out in the La Laja community, municipality of Tlaltetela, Veracruz between 2018 and 2019. The age of the plantation used was four years and established with chalahuite shade (*Inga spuria* Humb. & Bonpl. ex Willd). The design used was a complete randomized block with two treatments (commercial control and treatment with foliar fertilization), with three repetitions each; the experimental unit consisted of a 300 m² plot and five coffee harvests were carried out, which were according to the number of flowerings during the 2018-2019 cycle. The physical evaluation was carried out according to the Official Mexican Standard NMX-F-162-SCFI-2008 and the NOM SCAA (2013). **Results:** The highest cherry yield and brix degrees were observed in the fertilized treatment with 12,897.8 kg ha⁻¹ and 20.06, respectively; in floats (waste) and snail (malformation), the highest weights were observed in the control treatment with 1,696.11 kg ha⁻¹ and 21.4 grams, respectively. The total sum of the sensory analysis was 81.3 and 85.2 for the treatments: control and fertilized, respectively. Higher numbers of grains were observed in sieves 19, 18 and 17 that are classified for the international scale. **Implications:** There is a positive effect of foliar fertilizer on the yield of cherry coffee and cup quality of Costa Rica coffee 95 and opens a range of possibilities to carry out a greater number of fertilization tests in the field, being able to compare an additional factor such as, for example, the climate (rain, drought, cold, heat, etc.). These studies should be carried out in the same area in which this experiment was carried out to compare whether the response shown is due solely to foliar fertilizer or there is an influence of climate, as well as management. It must be considered that the quality of coffee is multifactorial; in addition to environmental and genetic factors, there is management (nutrition, phytosanitary protection, pruning), harvest, among others. **Conclusion:** Foliar fertilization considerably improved the variables of interest evaluated in Costa Rica 95 coffee through the application of foliar fertilization, in addition to the fact that no primary or secondary defects were significantly present. **Key words:** Cup quality, cherry coffee; primary defects; secondary defects; partially sour; parchment.

RESUMEN

Antecedentes: El café es la segunda bebida que más se consume en el mundo, solo después del agua. Las características de calidad son las demandas más recurrentes de los consumidores misma que es de origen multifactorial y entre los que se encuentra el manejo agronómico donde se consideran a la nutrición del suelo o nutrición vía foliar a la planta. **Objetivo:** Evaluar el rendimiento y calidad física del grano y en taza del café (*Coffea arabica* L.) variedad Costa Rica 95 mediante la aplicación de fertilizante foliar. **Metodología:** La evaluación se realizó en la comunidad La Laja, municipio de Tlaltetela, Veracruz entre 2018 y 2019. La edad de la plantación utilizada era de cuatro años y establecida con sombra de chalahuite (*Inga spuria* Humb. & Bonpl. ex Willd). El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con dos tratamientos (Testigo comercial y tratamiento con fertilización foliar), con tres repeticiones cada uno; la unidad experimental consistió en una parcela de 300 m² y se realizaron cinco cosechas de café las cuales

† Submitted March 23, 2023 – Accepted April 3, 2024. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4851>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = Gloria Esperanza De Dios-León: <http://orcid.org/0000-0002-1882-4214>; María Alva Ángel-Lara: <http://orcid.org/0000-0003-0048-0828>; Paola Osorio-Hernández: <http://orcid.org/0009-0002-6288-1715>; Norma Ana Belí Coria-Gil: <http://orcid.org/0000-0001-7156-7336>

fueron de acuerdo al número de floraciones durante el ciclo 2018-2019. La evaluación física se realizó de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NMX-F-162-SCFI-2008 y a la NOM SCAA (2013). **Resultados:** El mayor rendimiento en cereza y grados brix se observó en el tratamiento fertilizado con 12,897.8 kg ha⁻¹ y 20.06 kg ha⁻¹, respectivamente; en flotes (desechos) y caracol (malformación), los mayores pesos se observaron en el tratamiento testigo con 1,696.11 kg ha⁻¹ y 21.4 gramos, respectivamente. La suma total del análisis sensorial fue de 81.3 y 85.2 para los tratamientos: testigo y fertilizado, respectivamente. Se observaron mayores números de granos en las zarandas 19, 18 y 17 que son clasificadas para la escala internacional. **Implicaciones:** Los resultados obtenidos permiten corroborar el efecto positivo del fertilizante foliar en el rendimiento de café cereza y calidad en taza del café Costa Rica 95 y abre un abanico de posibilidad para realizar un mayor número de pruebas de fertilización en campo, pudiendo comparar un factor adicional como, por ejemplo, el clima (lluvia, sequía, frío, calor, etc.). Estos estudios, deberán realizarse en la misma zona en la que se realizó este experimento para comparar si la respuesta mostrada se debe únicamente al fertilizante foliar o existe influencia del clima, así como del manejo. Hay que considerar que la calidad del café es multifactorial, además de los factores ambientales y genéticos, se encuentra el manejo (nutrición, protección fitosanitaria, podas), cosecha, entre otros. **Conclusión:** La fertilización foliar mejoró considerablemente las variables de interés evaluadas en el café Costa Rica 95 mediante la aplicación de fertilización foliar, además de que no se presentaron defectos primarios ni secundarios de manera significativa.

Palabras clave: Calidad en taza; café cereza; defectos primarios; defectos secundarios; parcialmente agrio; pergamino.

INTRODUCCIÓN

El café es una bebida de carácter global, es la segunda más consumida en todo el mundo, después del agua, además, el producto comercial más importante a nivel mundial después del petróleo superando al carbón, al trigo y al azúcar. El café como grano, es una semilla que procede del árbol o arbusto del cafeto que crece en climas semicálidos o subtropicales. Este producto no solo representa un importante origen de divisas, sino que es una de las principales fuentes de ingresos de las zonas rurales (Morante *et al.* 2023). Por su importancia comercial en el mundo sobresalen dos especies de café: la de los arábigos y las de los robustas; la primera abarca las tres cuartas partes de la producción mundial y se cultiva esencialmente en el Centro y Sur de América (ICO, 2017).

El cafeto es una planta que pertenece a la familia de las *Rubiáceas* y al género *Coffea*; esta familia engloba unos 500 géneros y más de 6,000 especies, la mayoría árboles y arbustos tropicales. Dentro del género *Coffea* hay más de 100 especies, todas ellas autóctonas de África tropical y de algunas islas de Océano Índico, como Madagascar siendo las especies más importantes comerciales: *Coffea arabica* L. conocida como Arábica o Arábica y *Coffea canephora* Pierre Ex Froehner conocida como Robusta. Actualmente la producción más grande se realiza en países como Brasil, Vietnam y Colombia, en su origen nació en Etiopía y Arabia (USDA, 2017). La producción mundial de café hasta 2020 sumó 169.34 millones de sacos, con 101.9 millones de sacos de *Coffea arabica* y 73.5 millones de *Coffea canephora* (syn. *C. robusta*), que representan 64 % y 36 % de importancia comercial, respectivamente (FEC, 2019; ICO, 2021). El café arábigo es uno de los tipos de café de mayor calidad, debido a sus características de suavidad y aroma, tiene una amplia adaptabilidad a los distintos ecosistemas y su rendimiento oscila entre 1,500 a 3,000 kg por hectárea (ESPANICA, 2018). México

ocupa el onceavo lugar en la producción de café y los principales estados que lo producen de acuerdo a datos de la SADER (2023) son: Chiapas (41.0%), Veracruz (24.0%) y Puebla (15.3%) con un rendimiento promedio en café cereza de 0.751 t ha⁻¹, el cual es considerado bajo. Los productores de café, mediante la búsqueda de la mejora del rendimiento y calidad realizan prácticas de fertilización orgánica y mineral. En el caso de la fertilización mineral se realiza mediante fertilización foliar para competir en un mejor mercado; se ha demostrado que la fertilización foliar incrementa los rendimientos, además de mejorar la calidad del producto tal como se ha demostrado en evaluaciones de Salamanca y González (2020), Chacón-Villalobos *et al.*, (2021) y González-Osorio (2022), en las cuales se mejoró el rendimiento del café cereza, concentración de nutrientes en área foliar, entre otras. Son 16 nutrientes necesarios para el crecimiento de todas las plantas (IFA, 2002), mismos que son requeridos en diferentes cantidades, dependiendo del tipo y fase del cultivo. Una de las desventajas de la mayoría de los suelos es que no cuentan con el suministro suficiente de algunos elementos para satisfacer las necesidades del cultivo (FAO, 2015), por lo que el productor tiene que recurrir a la aplicación de fertilizantes foliares y edáficos que proveen los nutrientes necesarios para las plantas con el fin de mejorar sus rendimientos (Torres-Moya *et al.*, 2016; Salamanca y González, 2020). El objetivo del experimento fue evaluar el rendimiento y calidad física del grano y en taza del café (*Coffea arabica* L.) variedad Costa Rica 95 mediante la aplicación de fertilizante foliar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad La Laja, municipio de Tlaltetela, Veracruz, Finca "La Esperanza" sitio con coordenadas 19° 15' 38" LN y

96° 57' 59" de LO y altitud de 1130 msnm; el clima se clasifica como Semi-cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, la temperatura mínima promedio es de 18°C y la máxima de 26°C y el rango de precipitación promedio anual es de 900 a 2100 mm. El relieve es considerado como lomerío de basalto; el municipio pertenece a la región hidrológica del Papaloapan, cuenca Río Jamapa; el uso de suelo es mayormente para agricultura (48%) y la vegetación predominante es pastizal (25%); la unidad de suelo del sitio es Acrisol (INEGI, 2021). Las características físico-químicas del suelo se presentan en la Tabla 1.

Especie evaluada

La especie evaluada fue el café (*Coffea arabica* L.) variedad Costa Rica 95 en una plantación de cuatro años de edad y con sombra de Chalahuite (*Inga spuria* Humb. & Bonpl. ex Willd). La variedad Costa Rica 95 es de alta productividad se adapta a las zonas cálidas y de suelos ácidos, es resistente a la roya del café y es altamente demandante en requerimientos nutricionales.

Tratamientos

Los tratamientos fueron dos: Tratamiento 1: Testigo (con manejo tradicional) y tratamiento 2: Fertilizado (manejo tradicional + fertilización foliar), cada tratamiento con tres repeticiones. Al tratamiento testigo únicamente se le realizó la fertilización base que el productor aplica comúnmente en su plantación: N (250-450 kg ha⁻¹ año⁻¹), CaO (75-100 kg ha⁻¹ año⁻¹), P2O5 (25 kg ha⁻¹ año⁻¹), K2O (250-450 kg ha⁻¹ año⁻¹),

MgO (30-60 kg ha⁻¹ año⁻¹) y Boro (200-500 g ha⁻¹ año⁻¹). Al tratamiento fertilizado además de la aplicación base, se le suministraron los siguientes macro y micronutrientes a través de fertilizantes foliares: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, cobre, boro, manganeso, zinc, hierro, azufre, molibdeno y cobalto. Se aplicaron los productos comerciales de la empresa AgroScience: CaBoZinc (1.5 L ha⁻¹), IonGro-Complex (1 L ha⁻¹), SYNTEK (1 L ha⁻¹) y Nutri Wunder 20-27-25 (1 kg ha⁻¹), dosis recomendadas para el cultivo de café. Se realizaron dos aplicaciones vía foliar, la primera el 20 de agosto y la segunda, el 27 de noviembre del 2018.

Diseño estadístico y unidad experimental

Se usó un diseño de bloques completos al azar con dos tratamientos y tres repeticiones; la unidad experimental consistió en una parcela de 300 m² (1.5 x 2 m) con 100 plantas de café Costa Rica 95 y el total de unidades experimentales fue de seis.

Cosechas

En el ciclo 2018-2019 se realizó la cosecha con cinco cortes, que coincidió con el número de floraciones en el ciclo del cafeto. Las fechas de cosecha fueron: 27 noviembre y 21 diciembre de 2018, 04 y 27 de enero y 22 de febrero del 2019. Los análisis físicos y sensoriales de café se realizaron con muestras del segundo corte, debido a que en éste es el pico máximo en la curva de producción y es cuando se obtienen las mejores características de calidad en el grano del café.

Tabla 1. Características físico-químicas del suelo en el sitio experimental, comunidad La Laja, Tlaltetela, Veracruz, México.

Propiedad	Valor	Clasificación
pH (Agua 1:2)	4.04	Fuertemente ácido
Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	0.134	Efectos despreciables de la salinidad
Materia orgánica (%)	5.49	Bajo
Capacidad de intercambio catiónico (Cmol kg ⁻¹)	15.96	Media
Densidad aparente (g cm ⁻³)	1.38	Tipo de suelo: Arenoso
Nitrógeno total (%)	0.187	Bajo
Fósforo asimilable (mg kg ⁻¹)	3.08	Bajo
Potasio (Cmol kg ⁻¹)	0.76	Alto
Calcio (Cmol kg ⁻¹)	2.14	Bajo
Magnesio (Cmol kg ⁻¹)	0.43	Muy bajo
Sodio (cmol kg ⁻¹)	0.04	Muy bajo
Hierro (mg kg ⁻¹)	19.01	Adecuado
Cobre (mg kg ⁻¹)	0.23	Adecuado
Zinc (mg kg ⁻¹)	0.50	Marginal
Manganeso (mg kg ⁻¹)	18.92	Adecuado
Boro (mg kg ⁻¹)	0.64	Bajo
Clase textural	Arcillo – Limoso	

Fuente: NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

Análisis estadístico

Para el análisis de varianza se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.0 y en las variables que mostraron diferencia significativa, se realizaron las pruebas de comparaciones de medias con Tukey ($p \leq 0.05$). Se verificaron los supuestos de normalidad por el estadístico de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett para confirmar el uso de estadística paramétrica.

VARIABLES DE ESTUDIO

Se midieron las variables: Rendimiento de café cereza (kg ha^{-1}), obtenido al momento de la cosecha sumando el total de los cortes y extrapolando el tamaño de la parcela a hectáreas, flotes (desechos, defecto secundario) y caracol (defecto secundario) se contabilizaron de una muestra de 200 gramos, los grados brix a través de la lectura con un refractómetro de la marca New-ZF Modelo New.ZF0528. La calidad en taza se determinó mediante la selección de los granos de café en diferentes tamaños de cribas usando una muestra de 200 gramos de café. Para los análisis físicos y sensoriales del café se determinaron los defectos primarios y secundarios, utilizando muestras de 200 gramos de café obtenidos de la segunda cosecha; se emplearon las metodologías propuestas por la Norma Oficial Mexicana NMX-F-162-SCFI-2008 y de la NOM SCAA (2013), los cuales fueron realizados en el Laboratorio de calidad de café en el área de Ciencia y Tecnología del Café del Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba por un panel de siete catadores o jueces mediante pruebas ciegas, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana para la Denominación de Origen del Café Veracruz NOM-149-SCFI-2002 (Secretaría de Economía, 2002; Consejo Regulador del Café-Veracruz, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis de varianza, se observó diferencia significativa en el rendimiento en cereza ($p \leq 0.05$); el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento dos en el que se le aplicó fertilizante foliar ($12897.8 \text{ kg ha}^{-1}$) y el menor rendimiento fue en el tratamiento testigo (Tabla 2). López-García *et al.* (2016) en donde se evaluaron 20 cultivares de diversas variedades, de porte alto como mejoradas con resistencia a roya, de café arábica y fertilización convencional, encontraron producciones promedio de café cereza de $3.5 \text{ kg por planta}$, este dato es ligeramente superior al observado en el testigo ($3.2 \text{ kg planta}^{-1}$) del presente experimento e inferior al tratamiento fertilizado vía foliar que fue de

$3.9 \text{ kg planta}^{-1}$ (datos no publicados). Julca *et al.* (2018) muestran producciones de café cereza en tres arábicas: 1.7, 1.8 y $2.4 \text{ kg planta}^{-1}$ en Catimor, Colombia y Costa Rica 95, respectivamente; se observa que son resultados inferiores a los encontrados en los dos tratamientos de este trabajo, debido probablemente a que solo se aplicaron nitrógeno, fósforo, potasio y boro. Orozco y Hernández (2017) encontraron un rendimiento promedio en café cereza de 6.43 t ha^{-1} , en 26 variedades de café arábica.

El mayor peso de flotes se obtuvo en el tratamiento testigo y el menor peso, en el fertilizado con $979.45 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tabla 2); este mismo comportamiento fue observado en el defecto caracol donde el tratamiento uno representa el 59% más de peso respecto al fertilizado; al productor le conviene que estas variables se presenten en cantidades pequeñas al ser desechos por lo que se demuestra una de las ventajas del uso de fertilizantes. López-García *et al.* (2016) en 20 cultivares de café arábica y fertilización convencional muestran defecto caracol de 12.8% y en la presente evaluación y de acuerdo con el tamaño de muestra utilizado, en el testigo se observa 10.7% y en el fertilizado un 6.31%.

Las conchas son granos mal formados que consisten en dos partes y se forman por fricción o por golpe y generalmente se separan; aun así, el resultado de este experimento fue muy pequeño. En conchas del café (Tabla 2), no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($Pr > 0.2105$); López-García *et al.* (2016) en evaluaciones de 20 cultivares de café arábica mediante fertilización convencional muestran 2.1% de este defecto; comparado con este experimento, el testigo mostró 0.88% y el de fertilización foliar el 0.58%, se observó que estos defectos se presentaron en porcentajes inferiores a los encontrados por estos autores. Díaz y Perdomo (2015) en la evaluación de dos variedades de café arábica sin fertilización muestran en promedio de tres repeticiones de concha, el 0.45%, este dato es inferior al encontrado en este experimento. En grados brix, el mayor valor se encontró en el tratamiento dos y el menor en el uno con diferencia del 29.4% (Tabla 2). Vidal (2014) en su evaluación de dos variedades de café arábica, observó promedios de grados brix en cafés Catuaí y Catimor de 18.0 en cuatro cosechas, dicho promedio es mayor al obtenido en el testigo en el presente experimento y menor que en el tratamiento fertilizado; esta diferencia probablemente fue causada por la evaluación de tres alturas diferentes. Martínez (2016), valorando dos variedades de café arábica, encontró en promedio de grados brix, en tres estados de maduración, 15.6 en Caturra y 14.0 en café Colombia.

Tabla 2. Rendimiento en cereza, análisis físicos y grados brix en café Costa Rica 95 en La Laja, municipio de Tlaltetela, Veracruz, México.

Tratamiento	Cereza (kg ha ⁻¹)	Flotes (kg ha ⁻¹)	Caracol (g)	Conchas (g)	Grados Brix
1	10533.3 ^b	1696.11 ^a	21.40 ^a	1.76 ^a	14.16 ^b
2	12897.8 ^a	979.45 ^b	12.63 ^b	1.16 ^a	20.06 ^a
EE±	534.72	161.22	2.00	0.22	1.33

^{ab}Medias con letras iguales dentro de la misma columna no son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$). T1= Tratamiento testigo, T2= Tratamiento fertilizado

En la Tabla 3 se observan los resultados en gramos de las diferentes zarandas utilizadas en la muestra de 200 gramos del café. Las zarandas 19, 18 y 17 son consideradas de calidad de preparación europea y las zarandas 16 y 15 de calidad para preparación americana. Las zarandas 14 y 13 son de calidad para consumo nacional y la 0, es prácticamente basura. Se encontró una diferencia significativa en las zarandas 19, 18 y 17, excepto en la 16. En el tratamiento fertilizado se encontraron los mayores pesos en las zarandas 19 y 18 y los menores, en el testigo; en la zaranda 19 hubo 25% más de peso y en la zaranda 18 se observó 16.3% de más peso, respecto al testigo, esto beneficia al productor porque son de mejor calidad.

López-García *et al.* (2016) en su evaluación de 20 cultivares de café arábica encontraron en promedio 75.8% de café de clasificación europea; estos porcentajes son muy superiores a los observados en el presente experimento ya que aquí se encontraron de este tipo de calidad, el 27.4 y 36.8% en el testigo y el fertilizado, respectivamente para la zaranda 19. Así mismo, se observaron porcentajes de 26.8% en el testigo y 32.0% en el fertilizado. En las zarandas 18 y 17, los porcentajes fueron de 22.8% y 17.2% para el

testigo y tratamiento fertilizado, respectivamente. Estos autores muestran un porcentaje del 24.1% en las zarandas 16 y 15 que se consideran de preparación americana; aunque en este experimento no se encontró diferencia estadística en la zaranda 16, los porcentajes entre los dos tratamientos fue de 9.2%

En la Tabla 4, se muestran los pesos obtenidos de las zarandas 15 a la 0; a partir de la zaranda 15 a la 13 se consideran de baja calidad, siendo la cero, prácticamente basura. Se observaron diferencias significativas en las zarandas 15 y 13 donde los mayores pesos se encontraron en el testigo y el menor peso, en el tratamiento fertilizado; demostrando el efecto benéfico de la adición de fertilizantes foliares al cultivo del café. Se obtuvieron 66.7% y 86% más de peso en las zarandas 15 y 13, para el testigo y el fertilizado, respectivamente. En el peso de las zarandas 14 y cero no se existieron diferencias estadísticas (Tabla 4). Las zarandas 14 y 13 son clasificadas para consumo nacional y aunque en la 14 no se observó diferencia significativa entre los dos tratamientos, el porcentaje es muy pequeño (1.08% y 0.15% respectivamente, en el testigo y en el fertilizado).

Tabla 3. Peso obtenido en diferentes zarandas en Café Costa Rica 95.

Tratamiento	Zaranda 19 (g)	Zaranda 18 (g)	Zaranda 17 (g)	Zaranda 16 (g)
1	54.73 ^b	53.63 ^b	45.60 ^a	19.13 ^a
2	73.53 ^a	64.10 ^a	34.43 ^b	17.76 ^a
EE±	4.26	2.38	2.63	0.69

^{ab}Medias con letras iguales dentro de cada columna no son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$). T1= Tratamiento testigo, T2= Tratamiento fertilizado

Tabla 4. Peso obtenido en diferentes zarandas 15 a cero en Café Costa Rica 95.

Tratamiento	Zaranda 15 (g)	Zaranda 14 (g)	Zaranda 13 (g)	Zaranda 0 (g)
1	18.3 ^a	5.7 ^a	2.16 ^a	0.73 ^a
2	6.1 ^b	3.2 ^a	0.30 ^b	0.57 ^a
EE±	3.08	0.76	0.49	0.15

^{ab}Medias con letras iguales dentro de cada columna no son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$). T1= Testigo, T2= Fertilizado

En la Tabla 5 se presentan los números de un solo defecto primario (agrio) y los números de defectos secundarios. En el defecto primario agrio, se observó una diferencia significativa ($Pr > F$ 0.0078) donde el testigo presentó 87.6% superior en número de un solo defecto respecto al tratamiento fertilizado; en los defectos secundarios parcialmente agrio e inmaduros averanados, no se observaron diferencias significativas. En conchas mordido trozado, el testigo presentó mayor número de defectos con el 86.1% respecto al fertilizado, lo que muestra nuevamente el beneficio de aplicar fertilizante foliar. Reyes (2018) evaluando dos variedades de café arábica sin fertilización foliar, observó en una muestra de 350 gramos, un solo defecto agrio que representa el 0.28%; este dato es inferior al obtenido en el experimento que nos ocupa, para ambos tratamientos. Este mismo autor observó tres granos equivalentes en parcialmente agrio, cinco inmaduros averanados y cinco conchas mordido trozado; estos datos convertidos a porcentaje, representan el 0.85, 0.85 y el 1.42%, respectivamente, para defectos parcialmente agrio, inmaduros averanados y conchas mordido trozado. El resultado en conchas mordido trozado de 1.42% es inferior al obtenido en el testigo en este ensayo, pero mayor que el tratamiento fertilizado.

En la Tabla 6 se presentan el número y peso del resto de los defectos primarios que presentó el Café Costa Rica 95 en esta investigación con el uso de fertilizante foliar. Se observa que únicamente se presentaron problemas en defecto negro en el tratamiento uno (testigo) en las repeticiones 2 y 3, donde el peso fue de 0.1 gramos en cada una de las repeticiones; así también se presentó este defecto en el tratamiento fertilizado únicamente en la tercera repetición. Estos resultados, muestran en términos generales que esta variedad de café no resultó afectada; sugerimos la influencia del manejo agronómico que el productor realiza dentro de la parcela, ya que el objetivo de éste, es la producción de café de calidad.

Díaz y Perdomo (2015) en la evaluación de dos variedades de café arábica sin fertilización y usando tres sitios como repeticiones, muestran un resultado promedio en número de defecto negro de 2.6, daño por hongo de 1.6, materia extraña, únicamente dos en una de las repeticiones y 3.6 unidades de defectos de brocado severo. Haciendo referencia a porcentajes, en este experimento en el defecto negro fue únicamente de 0.5% comparado a 0.8% obtenido por los autores antes mencionados; muestran resultados de 0.45%, 0.57% y 1.02% de daño por hongo, materia extraña y brocado severo, respectivamente, comparado con el 0% del presente estudio.

Tabla 5. Número de defectos secundarios en Café Costa Rica 95 en La Laja, municipio de Tlaltetela, Veracruz, México.

Tratamiento	Agrio*	Parcialmente agrio	Inmaduros averanado	Conchas mordido trozado
1	5.33 ^a	11.33 ^a	0.66 ^a	2.16 ^a
2	0.66 ^b	4.66 ^a	4.66 ^a	0.30 ^b
EE±	1.25	2.68	1.11	6.75

^{ab}Medias con letras iguales dentro de la misma columna no son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$). *Defecto primario, T1= Tratamiento testigo, T2= Tratamiento fertilizado

Tabla 6. Números y pesos de defectos primarios en café Costa Rica 95 en La Laja, municipio de Tlaltetela, Veracruz.

	Negro		Dañado por hongo		Materia extraña		Brocado severo	
	No. defectos	Peso (g)	No. defectos	Peso (g)	No. defectos	Peso (g)	No. defectos	Peso (g)
Trat. 1								
Rep.								
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0.1	0	0	0	0	0	0
3	1	0.1	0	0	0	0	0	0
Trat. 2								
Rep.								
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0.1	0	0	0	0	0	0

Trat. 1= Tratamiento testigo, Trat. 2= Tratamiento fertilizado, Rep.= Repetición

Reyes (2018) evaluando dos variedades de café arábica sin fertilización foliar, observó en equivalencia a la muestra de 350 gramos las siguientes unidades: 1, 1, 1, y 5 defectos negros, dañado por hongo, materia extraña y brocado severo, respectivamente; estos datos representan 0.28%, 0.28%, 0.28% y 1.42%, para las mismas variables. En términos generales, son porcentajes mayores a los del presente estudio. Para variables es muy importante el cuidado que el productor le dé a su plantación para evitar estos problemas y en este caso es menester mencionar, que esta fue una cosecha muy bien cuidada.

En la Tabla 7 se observan los números y pesos de defectos secundarios que se presentaron en el Café Costa Rica 95 para este experimento. Se observaron únicamente tres defectos parcialmente negros en el testigo el cual un gramo; dos números de flotes en el tratamiento testigo y uno en el tratamiento fertilizado. Se observaron en total tres números de defectos de brocado leve en el que recibió la fertilización mineral, y juntos representan un peso de 0.81 gramos.

Reyes (2018) evaluando dos variedades de café arábica sin fertilización foliar, observó en una muestra de 350 gramos las siguientes unidades: 3, 5, 5, 1 y 10 para parcialmente negro, pergamino, flotes, cáscaras y brocado leve, estos representan en porcentaje 0.85, 1.42, 1.42, 0.28 y 2.8%, respectivamente para las mismas variables. El dato, en parcialmente negro en la segunda repetición del presente estudio representa el 3% de daño, pero únicamente en el tratamiento testigo, lo que confirma una vez más la ventaja de la fertilización foliar. Diaz y Perdomo (2015) en la evaluación de dos variedades de café arábica sin fertilización y usando tres sitios como repeticiones, muestran resultados de 1.5%, 0%, 0%, 0%, 0% y 0.85% en daño parcialmente negro, pergamino, flotes, cáscara y brocado leve, respectivamente; en este experimento los daños en porcentaje fueron: 1.5, 0, 0.75, 0 y 0.5% para las mismas variables.

En las Tablas 8 y 9 se muestran los resultados del análisis sensorial en el café Costa Rica 95; se observa que los mejores resultados, en general, se presentaron en el tratamiento fertilizado. En uniformidad, taza limpia y dulzura donde se observaron valores iguales, esto se relaciona con un buen manejo postcosecha del café ya que es el factor más importante para que se obtengan valores adecuados, en las variables antes mencionadas. El puntaje de catador igualmente fue mayor en el tratamiento al que se le aplicó fertilización foliar (7.9). Martínez (2016), en su evaluación de dos

variedades de café arábica y Caturra y Colombia sin fertilización mediante el proceso de vía húmeda observaron valores de 7.87, 7.70, 7.58, 7.50, 7.53 para fragancia, sabor, acidez, cuerpo y balance, respectivamente, y con puntaje de catador de 7.62 para la variedad Caturra. En la variedad Colombia, los valores obtenidos fueron 7.69, 7.44, 7.21, 7.29, 7.21 y 7.25, respectivamente para fragancia, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo y balance, con puntaje de catador de 7.29. Vázquez-Osorio *et al.* (2020) evaluando un arábigo (Typica) a 350 msnm muestran resultados de fragancia, aroma, acidez y cuerpo de 3.5, 3.5, 4 y 3.5, respectivamente, valores inferiores a los obtenidos en este ensayo en ambos tratamientos y Martínez *et al.* (2017) analizando muestras de café Caturra en diferentes estados de maduración reportan valores en fragancia, sabor, sabor residual, acidez y cuerpo de 7.86, 7.70, 7.48 y 7.57, 7.49, respectivamente, dichos promedios son similares a los observados en este experimento. Comparando los promedios entre tratamientos, Martínez (2016) únicamente obtuvo mayor valor en la variable fragancia (7.78) comparado con este trabajo (7.43); Duicela *et al.* (2017) reportan valores similares a los de Martínez; esto es común debido a que una característica de los cafés colombianos es que tienen mayor fragancia/aroma que los Costa Rica (Gamboa *et al.*, 2013).

Gamboa *et al.* (2013) en evaluación de café fertilizado en diferentes fincas encontraron valores de 6.9, 6.7, 6.8, 6.5, 6.5, 6.7 y 6.7, respectivamente para las variables acidez, sabor, sabor residual, cuerpo, balance, taza limpia y dulzura, puntaje de 7.0 del catador; se observa que estos valores son menores a los observados en este experimento, lo que significa un manejo adecuado al cultivo Julca *et al.* (2018) evaluando al café Costa Rica, muestran valores de 7.38, 7.41, 7.3 y 7.2 para aroma, sabor, acidez y cuerpo, respectivamente; estos valores son prácticamente los mismos a los observados en este experimento. Martínez *et al.* (2017) analizando muestras de café Caturra en diferentes estados de maduración reportan valores en balance, taza limpia y puntaje del catador de 7.49, 8.3 y 7.57, respectivamente; en este ensayo se encontró una mejor calificación en taza limpia en promedio en los dos tratamientos (Tabla 9); Duicela *et al.* (2017) reportan valores promedio en balance y puntaje de catador en tres variedades de arábicas de 7.25 y 7.32, respectivamente, en esta última variable, el valor fue mayor en este estudio.

Tabla 7. Número y peso de defectos secundarios en café Costa Rica 95 en La Laja, municipio de Tlaltetela, Veracruz, México.

	Parcialmente negro		Pergamino		Flotes		Cascaras*		Brocado leve	
	No. def.	Peso (g)	No. def.	Peso (g)	No. def.	Peso (g)	No. def.	Peso (g)	No. def.	Peso (g)
Trat. 1										
Rep.										
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	2	0.3	0	0	0	0
Trat. 2										
Rep.										
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.01
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.8
3	0	0	0	0	1	0.09	0	0	0	0

*Pulpa seca, Trat.= Tratamiento, Rep.= Repetición. Def.= Defectos

Tabla 8. Análisis sensoriales en Café Costa Rica 95 en La Laja, municipio de Tlaltetela, Veracruz, México.

Tratamiento	Fragancia	Sabor	Sabor residual	Acidez	Cuerpo
1	7.3	7.4	7.5	7.3	7.1
2	7.6	8.0	8.0	7.8	7.8

Tratamiento 1= Testigo, Tratamiento 2= Fertilizado

Tabla 9. Análisis sensoriales en Café Costa Rica 95 en La Laja, municipio de Tlaltetela, Veracruz, México.

Tratamiento	Uniformidad	Balance	Taza limpia	Dulzura	Puntaje catador
1	10	7.3	10	10	7.6
2	10	7.8	10	10	7.9

Tratamiento 1= Testigo, Tratamiento 2= Fertilizado

En la suma total del análisis sensorial en los dos tratamientos evaluados en café variedad Costa Rica 95 la mayor puntuación la obtuvo el tratamiento al cual se le aplicó fertilizante foliar (85.3) con respecto al testigo (81.3); esto muestra una vez más la ventaja del uso de este factor, además de que las variables sensoriales son importantes para determinar la calidad en taza del café. Martínez (2016), en los puntajes totales en promedio, obtuvo 82.19, en este experimento, se obtuvo un valor mayor, 83.30. Gamboa *et al.* (2013) presentaron una suma total de 85.3; esta es igual a la obtenida en el presente experimento en el tratamiento que recibió fertilización foliar, por lo que el café evaluado es capaz de competir con cafés de otros sitios. Julca *et al.* (2018) evaluando al café Costa Rica muestran un puntaje de calidad de 80.89, este valor resulta ser inferior a los observados en esta evaluación, aún en el tratamiento testigo. Duicela *et al.* (2017) y Martínez *et al.*, (2017) mencionan evaluación sensorial de 81.61 y 83.01, respectivamente, para este experimento el tratamiento fertilizado obtuvo una mayor calificación. Al momento de la catación, se encontraron notas aromáticas,

vainilla, especies secas, mantequilla, caramelo, frutos amarillos y pimiento, los cuales son características de la zona y de un café de calidad

CONCLUSIONES

La fertilización foliar mejoró considerablemente las variables de interés para el productor tales como: rendimiento de café cereza por hectárea, los grados brix los cuales indican los sólidos solubles y se presentaron menos flotes. Se observaron mayores números de granos en las zarandas 19, 18 y 17 que son clasificadas de escala internacional. Esta fue una investigación binaria, lo que implica que hay o no hay respuesta en cada una de las variables. Los defectos primarios y secundarios presentados durante este experimento no afectan considerablemente al rendimiento y calidad del grano y en taza del café variedad Costa Rica 95 debido a que el porcentaje fue mínimo en las escasas variables que se presentaron. Las puntuaciones finales y suma total observada por el catador en los análisis sensoriales fueron mejores en el tratamiento que recibió fertilización foliar. Además de

considerar que las propiedades físicas y químicas del suelo en términos generales son bajos, por lo que contribuyó a observar un mejor efecto del fertilizante foliar.

Acknowledgements: To Eng. Emmanuel P. Rincón Vázquez, for his significant support with his coffee production unit in carrying out the experimental phase of this research.

Funding. The authors do not receive any funding

Conflict of interests. The authors declare that we have no competing conflicts of interest to declare

Compliance with ethical standards. The experiment did not involve any subjects

Data availability: All data are presented in this document

Author contribution statement (CRediT). **G. E. De Dios-León:** Conceptualization, writing: review and editing, research, methodology, data curation, formal analysis, supervision, writing/original draft. **M. A. Ángel-Lara:** Conceptualization, writing: review and editing, formal analysis, supervision. **P. Osorio-Hernández:** Data curation, resources, research, methodology, supervision. **N. A. B. Coria-Gil:** Conceptualization, writing: review and editing, visualization.

REFERENCES

- Consejo Regulador del Café-Veracruz., 2002. Café Veracruz: Denominación de origen. Xalapa, Veracruz. Consejo Regulador del Café-Veracruz. [En línea] Disponible en: <https://promecafe.net/wp-content/uploads/2019/10/EAssad.pdf>. [Acceso 28 marzo 2024].
- Díaz, N.A.L. and Perdomo, R.A.M., 2015. Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de café (*Coffea arabica*) del occidente de Honduras. *Tesis de Licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana*, pp. 51. [En línea] Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/68f65fef-2b8c-4699-8352-b65e4676b232/content>. [Acceso 25 agosto 2021].
- Duicela, G.L.A., del Rocío, V.C.S. and Farfán, T.D.S., 2017. Calidad organoléptica de cafés arábigos en relación a las variedades y altitudes de las zonas de cultivo, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 18(1), pp. 67-77. [En línea] Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/813/81351597010/html/>. [Acceso 30 octubre 2020].
- Chacón-Villalobos, Y., Chacón-Sancho, A., Vargas-Chinchilla, M., Cerdà-Subirachs, J.Ma. and Hernández-Pérez, R., 2021. Nuevo bioestimulante de floración y maduración en café (*Coffea arabica* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), pp. 983-990. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.43935>.
- ESPANICA., 2018. Escuela del Café. [En línea] Disponible en: <http://espanica.org/wp-content/uploads/2015/12/escuela-del-cafe.pdf> [Acceso 11 febrero 2019].
- FAO., 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables. [En línea] Disponible en: <https://www.fao.org/3/i4405s/i4405s.pdf> [Acceso 11 abril 2024].
- FEC., 2019. Federación Española de Café. Orígenes del Café. [En línea] Disponible en: <http://www.federacioncafe.com/publico/elcafe/OrigenesEHistoria.asp> [Acceso 25 enero 2020].
- Gamboa, R.P.Y., Mosquera, S.S.A. and Paz N.I.E., 2013. Caracterización de taza de café especial en el municipio de Chachagüí, departamento de Nariño, Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11, pp. 85-92. [En línea] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a10.pdf> [Acceso 16 marzo 2021].
- González-Ororio, H., 2022. Aplicación foliar de nutrientes en café. Efecto en la producción y en la calidad física del grano. *Avances Técnicos Cenicafé*, pp. 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0542>.
- ICO., 2017. International Coffee Organization. [En línea] Disponible en: <http://abg.org.gt/web2014/wp-content/uploads/2018/02/SECTOR-1-CAFE-diciembre-2017.pdf> [Acceso 2 marzo 2019].
- ICO., 2021. International Coffee Organization. Monthly Coffee Market Report (2021/22); ICO: London, UK. [En línea] Disponible en: <https://www.ico.org/documents/cy2021-22/cmr-0922-e.pdf> [Acceso 8 agosto 2021].
- IFA., 2002. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Los fertilizantes y su uso.

- Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes*. Cuarta Ed. Roma, Italia. [En línea] Disponible en: <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf> [Acceso 30 noviembre 2019].
- INEGI., 2021. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Veracruz. Aspectos Geográficos. [En línea] Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasegeograficas/resumen/resumen_30.pdf [Acceso 10 diciembre 2020].
- Julca, O.A., Alarcón, A.G., Alvarado, H.L., Borjas, V.R. and Castro, C.V., 2018. Comportamiento de tres cultivares de café (Catimor, Colombia y Costa Rica 95) en el valle del Perené, Junín, Perú. *Chilean Journal of Agricultural Animal Science*, 34, pp. 205-215. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902018005000504>.
- López-García, F.J., Escamilla-Prado, E., Zamarripa-Colmenero, A. and Cruz-Castillo, J.G., 2016. Producción y calidad en variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 39(3), pp. 297-304. [En línea] Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v39n3/0187-7380-rfm-39-03-00297.pdf> [Acceso 16 octubre 2022].
- Martínez, C.V.M., 2016. Efecto de la composición del café cosechado (*Coffea arábica* L.) sobre la calidad sensorial de la bebida en fincas con potencial de producción de cafés especiales en el suroeste del departamento de Antioquia. *Tesis de Postgrado, Universidad Nacional de Colombia*, pp.127. [En línea] Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56197/93339220.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Acceso 2 marzo 2019].
- Martínez, C.V.M., Aristizábal, T.I.D. and Moreno, C.E.L., 2017. Evaluation of the composition effect of harvested coffee in the organoleptic properties of coffee drink. *Vitae, Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y alimentarias*, 24(1), pp. 47-58. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n1a06>.
- Morante, D.M.A., Sánchez, P.A.J., Chavez, E.O., Revilla, B.M. and Llatas, B.E., 2023. Characterization of coffee production and the level of income of the farmer in the amazonas región. *International Journal of Professional Business Review*, 8(9), pp. 1-16. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i9.3692>
- Orozco, M.E.F. and Hernández, M.C., 2017. Selección de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) adaptados a las regiones cafetaleras de Guatemala basados en caracteres agromorfológicos, resistencia a plagas, enfermedades y calidad de taza. *Informe final. Universidad de San Carlos de Guatemala*, pp. 71. [En línea] Disponible en: <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puib/INF-2017-15.pdf> [Acceso 8 enero 2021].
- Reyes, H.W.M., 2018. Evaluación física y calidad de taza de dos variedades de café en dos condiciones de almacenamiento. *Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras*, pp.39. [En línea] Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5cdb0574-228e-488e-a389-9c93bfefa04f/content> [Acceso 20 diciembre 2019].
- Secretaría de Economía., 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-149-SCFI-2002. Café Veracruz. Especificaciones y métodos de prueba. [En línea] Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=737179&fecha=07/01/2002#gsc.tab=0. [Acceso 1 abril 2024].
- SADER., 2023. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México, onceavo productor mundial de café. [En línea] Disponible en: [https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexico-onceavo-productor-mundial-de-cafe?idiom=es#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20hay%2015%20estados,%25%20y%20Puebla%20\(15.3%25\)](https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexico-onceavo-productor-mundial-de-cafe?idiom=es#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20hay%2015%20estados,%25%20y%20Puebla%20(15.3%25)) [Acceso 11 abril 2024].
- SEMARNAT., 2002. Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial, Martes 31 de diciembre de 2002, Segunda ed. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/DO2280n.pdf>
- Salamanca, A. and González, O.H., 2020. Respuesta del café a la aplicación foliar de nutrientes. *Revista Cenicafé*, 71(2), pp. 124-142. <https://doi.org/10.38141/10778/71210>.
- Torres-Moya, E., Ariza-Suárez, D., Baena-Aristizabal, C.D., Cortés-Gómez, S., Becerra-Mutis, L.

- and Riaño-Hernández, C.A., 2016. Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*). *Pastos y Forrajes*, 39(2), pp. 102-110. [En línea] Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v39n2/pyf04216.pdf> [Acceso 15 abril 2021].
- USDA., 2017. Foreign Agricultural Service (FAS). [En línea] Disponible en: <<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/m900nt40f/st74cq840/n009w274k/tropprod-06-16-2017.pdf>> [Acceso 18 octubre 2018].
- Vázquez-Osorio, Y., Vuelta-Lorenzo, D. and Rizo-Mustelier, M., 2020. Estudios sobre calidad del café (*Coffea arabica*) en la localidad de Filé, Municipio Tercer Frente, Santiago de Cuba, Cuba. *Ciencia en su PC*, 1(2), pp. 66-81. [En línea] Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1813/181363909010/html/> [Acceso 13 noviembre 2022].
- Vidal, V.M.A., 2014. Rango ideal de concentración de sólidos solubles durante la maduración del café y su influencia sobre la calidad de taza en dos variedades y tres niveles altitudinales. *Tesis de Licenciatura, Universidad Rafael Landívar*, pp. 56. [En línea] Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/14/Vidal-Marco.pdf> [Acceso 13 noviembre 2018].