

URL: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/index>

CORREO ELECTRÓNICO: [universidaddialogo@una.cr](mailto:universidaddialogo@una.cr)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/udre.9-2.9>

# El efecto de la fertilización mineral, orgánica y mineral-orgánica sobre las características agroproductivas en plantas de café y de la calidad de taza

## Effects of Mineral, Organic, and Mineral-Organic Fertilizers on AgroProductive Characteristics in Coffee Plants and Cup Quality

*Ellen Sancho Barrantes*

Universidad Nacional

Heredia, Costa Rica

[ellen.sancho.barrantes@una.cr](mailto:ellen.sancho.barrantes@una.cr)

*Diana Espinoza Ballester*

Universidad Nacional

Costa Rica

[dianaeballester@gmail.com](mailto:dianaeballester@gmail.com)

*Diego Aguirre Rosales*

Universidad Nacional

Costa Rica

[diego.aguirre.rosales@una.cr](mailto:diego.aguirre.rosales@una.cr)

Recibido: 31/05/19 Aceptado: 02/09/2019

**Resumen.** Se llevó a cabo un experimento durante seis años (2013-2018) en el cual se evaluó el efecto de tres tipos de fertilizantes sobre las características agroproductivas en plantas de café (*Coffea arabica*, variedad caturra), en la Finca Experimental Santa Lucía de la Universidad Nacional en Barva de Heredia, Costa Rica. Los tratamientos fueron: T1 fertilización mineral, T2 fertilización mineral + lombricompost y T3 compost + gallinaza. Se midió la altura de las plantas (eje ortotrópico), el largo de bandola (eje plageotrópico), el número de entrenudos y la producción en fanegas por hectáreas de la cosecha 2016-17 y 2017-2018. Para observar la respuesta de la poda en el 2018 se realizó una poda total. Además, se hizo un análisis de calidad de taza de las cosechas 2014-15, 2015-16 y 2016-17. Respecto a las variables de crecimiento, se tomó el efecto

acumulativo del último año; para la variable altura se encontró diferencia estadística entre el T1 y T2 (superiores) respecto al T3. El mismo comportamiento se presentó en el número de nudos, y respecto al crecimiento de bandola el T2 presentó diferencias estadísticas superiores respecto a T1 y T3. Los tres tratamientos sobrepasaron la media productiva del país sin obtener diferencia significativa entre ellos. Respecto a la cantidad de rebrotes, el T3 fue superior con una media de 9.29 rebrotes por punto de siembra. La mejor calidad de taza la obtuvo el T3, catalogándose como café de especialidad.

**Palabras clave:** calidad de taza, eje plageotrópico, eje ortotrópico, entrenudos, café de especialidad.

**Abstract.** A six-year experiment (2013-2018) was carried out to assess the effect of three types of fertilizers on agro-productive characteristics of coffee plants (*Coffea arabica*, Caturra variety) in Santa Lucía Experimental Farm of the National University, located in Barva, Heredia, Costa Rica. The treatments were as follows: T1 mineral fertilizer, T2 mineral fertilizer + vermicompost, and T3 compost + chicken manure. Height of plants (orthotropic axis), bandola length (plagiotropic axis), number of internodes, and per Costa Rican fanega (258kg/568.78 lb) production were measured. In order to observe the 2018 plant response to pruning, a total pruning was applied. In addition, an analysis of cup quality related to each fertilization type was also undertaken for 2014-2015, 2015-2016 and 2016-2017 crops. Regarding growth variables, the cumulative effect of the last year was retained. For the height variable, a statistical difference was found between T1 and T2 (higher). With respect to T3, similar results were found in the amount of internodes. The three treatments surpassed the national productive standard without significant differences between them. T3 showed higher values for emergent stems, with a mean of 9.29 stems per plant site. The best quality cup was found related to T3, which ranked the coffee in the specialty category.

**Keywords.** Quality cup, pagiotropic axis, orthothropic axis, internodes, specialty coffee.

## Introducción

Para que la caficultura sea rentable es necesario optimizar todas las fases de producción de café, y es requisito indispensable establecer en los cafetales una fertilización más racional, ecológica, técnica y económica (Chirinos, 2009).

En general, los suelos destinados a la producción de café requieren la utilización de fertilizantes. No obstante, el alto costo de los fertilizantes y la escasa rentabilidad del producto, consecuencia de los bajos precios prevalecientes en el mercado internacional, hacen más imperiosa la necesidad de racionalizar su uso (Mora, 2008).

La fertilización es una práctica de mucha importancia en la producción de café, porque mediante esta se les suministra a las plantas los nutrimentos que no les aporta el suelo. Con una buena fertilización se tienen plantas más vigorosas, sanas, además la producción se mejora en cantidad y en calidad (Cenicafé, 2013).

Esta investigación pretende determinar si el uso de fertilizantes orgánicos o su combinación con fertilizantes minerales es una alternativa al manejo convencional, que permita mantener o mejorar las características agroproductivas y a su vez reducir el uso excesivo de fórmulas sintéticas.

El objetivo es evaluar el comportamiento de variables agroproductivas de café en una parcela de café variedad caturra, sometida a las diferentes fertilizaciones.

## Materiales y métodos

### Zona de estudio

El ensayo se realizó en la Finca Experimental Santa Lucía, ubicada en la provincia de Heredia en el cantón de Barva, distrito de Santa Lucía, en una parcela de 1 103 m<sup>2</sup> con variedad caturra sembrada a 1 metro entre plantas y 1.8 entre calles.

### Tratamientos

El siguiente cuadro muestra los tratamientos utilizados durante el ensayo, en el cual se fertilizó tres veces al año y la dosis corresponde por planta.

Cuadro 1

*Composición y dosis de los tratamientos utilizados en el experimento (tres veces en el año)*

Tratamiento	Composición	Dosis (por planta)
T1	18-5-15-6-2 (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O-MgO-B)	50 g de Fórmula completa (FC)
T2	18-5-15-6-2 + lombricompost	50 g de FC +2 Kg de lombricompost
T3	50% gallinaza+50% compost	2 kg de gallinaza y 2kg de compost

*Fuente:* elaboración propia.

## Unidad experimental

Para cada tratamiento se utilizaron cuatro repeticiones, la unidad experimental estuvo compuesta por cuatro plantas, siendo en total dieciséis plantas por tratamiento y 48 utilizadas en la totalidad del ensayo. Cada tratamiento dentro de la calle estaba separado por una planta de café testigo, y además se dejó una calle testigo separando las calles con tratamientos.

## VARIABLES EVALUADAS

Cuadro 2

*Descripción de las variables evaluadas en el ensayo*

Variable	Descripción
Altura de planta	Longitud desde la base del suelo hasta el ápice vegetativo.
Crecimiento de los ejes plageotrópicos o bandolas	Longitud de la bandola seleccionada desde el punto de inserción con el eje ortotrópico hasta su parte terminal.
Número de nudos	Conteo de cada uno de los nudos presentes en la bandola.
Producción en fanegas por hectáreas de la cosecha 2016-17 y 2017-2018	Se realizaron tres diferentes recolecciones por cosecha (diciembre-enero), midiendo cada una de las producciones por tratamiento y se realizó una proyección a una hectárea.
Número de rebrotes por punto de siembra	Se realizó una poda a 50 cm de suelo, con el fin de medir el número de rebrotes por punto de siembra.
Catación	Se midió: aroma-fragancia, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, uniformidad, y la taza limpia en una muestra de café de cada uno de los tratamientos de dos cosechas (2015-16 y 2016-17). (Catadores del ICAFE).

*Fuente:* elaboración propia.

## Análisis estadístico

El diseño experimental aplicado fue bloques al azar donde los tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias estadísticas entre tratamiento para cada variable y cada año. En caso de encontrar diferencia estadística entre tratamientos, se procedió a realizar una

prueba de medias usando la prueba de rango múltiple de Duncan. Los datos fueron analizados por medio del sistema de análisis estadístico SAS, 2008.

Para efecto de los resultados y la discusión se tomó solo el efecto acumulativo de cada variable en el último año de análisis.

## Resultados y discusión

### Variable altura

Durante todos los años del estudio el análisis de varianza dio diferencia estadística significativa ( $p < 0.01$ ) para la variable altura de plantas. La prueba de Duncan estableció diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos T1 y T2 con respecto al T3.

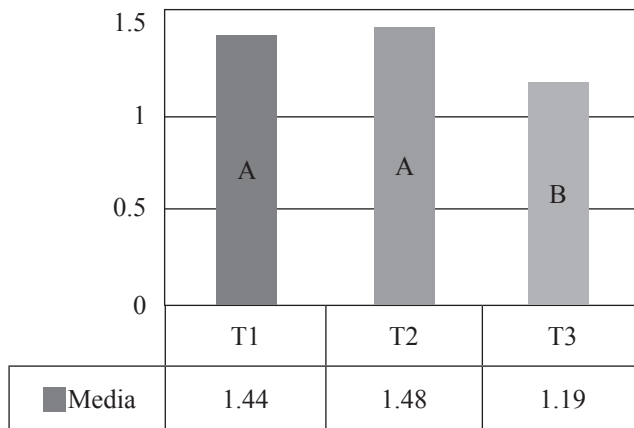


Figura 1. Altura de las plantas en medias (m) para cada uno de los tratamientos

\*Medias con letras diferentes, difieren significativamente según prueba de Duncan.

Fuente: elaboración propia.

El T2 mostró una diferencia significativa superior a los demás tratamientos probablemente por tener la disponibilidad tanto del abono mineral como del orgánico. Según Irañeta et al. (2011), en el artículo «Abonos minerales: tipos y uso» de la serie Agricultura, Fertilización y Medio Ambiente, los fertilizantes minerales se complementan perfectamente con los abonos orgánicos, puesto que permiten un ajuste preciso del elemento requerido en el momento oportuno y en la dosis deseada.

### Variable crecimiento del eje plageotrópico o bandolas

En el año 2016 el ANOVA estableció una diferencia entre los tratamientos ( $p < 0.01$ ). La prueba de Duncan indica que la media del tratamiento T2 difiere de la media del tratamiento T3 y de la del T1.

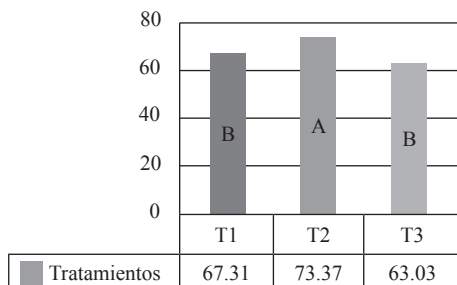


Figura 2. Crecimiento del eje plageotrópico (cm) para cada uno de los tratamientos.  
\*Medias con letras diferentes, difieren significativamente según prueba de Duncan.  
Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la FAO (2002), el abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales.

### Variable número de nudos

En el año 2016 el ANOVA marcó diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.01$ ). La prueba de Duncan indicó diferencias significativas entre las medias del tratamiento T1 y T2 en comparación con la del T3. Siendo T3 el de menor número de nudos y T2 el de mayor número, pero sigue siendo igual que el T1, dado que no hay diferencias estadísticas entre ambos.

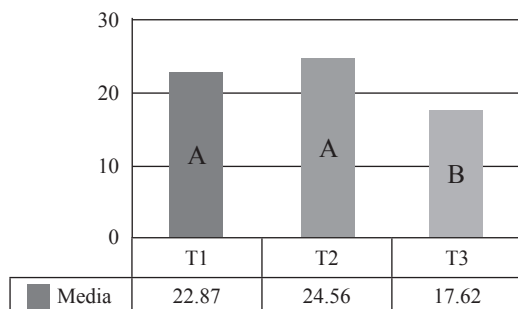


Figura 3. Número de nudos para cada uno de los tratamientos.  
\*Medias con letras diferentes, difieren significativamente según prueba de Duncan.  
Fuente: elaboración propia.

### Variable de producción en fanegas por hectárea para cada tratamiento de la cosecha 2016-2017 y 2017-2018

Para la variable de producción no hubo diferencias estadísticas significativas, a la hora de seleccionar algún tratamiento de fertilización el elegido sería el que representara un menor costo económico.

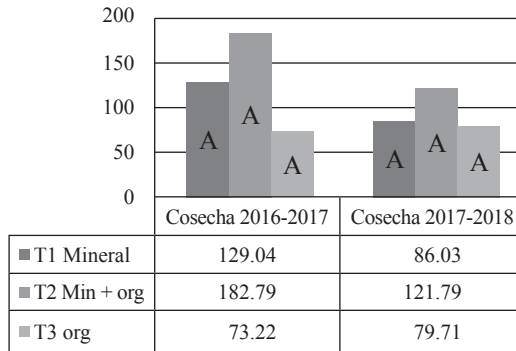


Figura 4. Producción para cada tratamiento en la cosecha 2016-2017 y 2017-2018 en fanegas.  
\*Medias con letras diferentes, difieren significativamente según prueba de Duncan.  
Fuente: elaboración propia.

### Variable número de rebrotes como respuesta a la poda

El T3 (fertilización orgánica) presentó mayor capacidad de generar rebrotes con diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.01$ ) y una media de 9.29 rebrotes por punto de siembra.

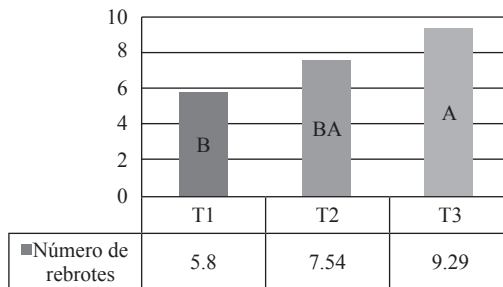


Figura 5. Número de rebrotes por punto de siembra como respuesta a poda en el 2018 para cada tratamiento  
Fuente: elaboración propia.

---

## Variable condiciones de suelo

Al inicio del establecimiento de la parcela (2013), el suelo no presentaba ninguna deficiencia importante con los macronutrientes, según los análisis realizados, ya que todos sus nutrientes se encontraban arriba del nivel medio.

Como se observa en el cuadro 4, las características del suelo donde se realizó la investigación cambiaron durante el tiempo del ensayo, en el caso del tratamiento T3 el cambio fue favorable para el magnesio, que subió de 1.49 a 1.98 cmol (+) L, para el potasio que pasó de 0.39 a 0.50 y el fósforo que cambió de 4 a 17.1mg/L. En esta línea de mejoras para el tratamiento, T1 solo se manifestó con el elemento magnesio, que pasó de 1.49 cmol (+) L a 1.53 cmol (+) L.

Los nutrientes críticos para la productividad fotosintética deben suplementarse en una combinación de fuentes orgánicas y minerales en lo que se define como nutrición integrada de cultivos. El beneficio del uso de materiales orgánicos va más allá del simple valor nutricional.

Los materiales orgánicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Sin embargo, los materiales orgánicos no son suficientes para reponer los nutrientes removidos del campo por los cultivos en la cosecha. El uso de fertilizantes minerales es esencial para mantener la fertilidad del suelo y lograr los incrementos necesarios en la producción (Bruulsema, 2016).

## Variables cualitativas

El tratamiento T3 fue superior en calidad de taza, con una nota de 83 puntos. Cabe destacar que de igual forma todos los tratamientos en la última catación de la cosecha 2017-2018 fueron catalogados por el equipo catador del ICAFE como café de especialidad.

Según Lara (2005), con fertilización orgánica el suelo mejora su composición química, su estructura, y el equilibrio obtenido favorece el proceso dinámico del suelo, optimizando levemente las características a nivel sensorial de la taza. Esto estaría relacionado con que el tratamiento que la fertilización estaba compuesta por materias orgánicas haya sido el que tiene mayor calificación en calidad de taza.

El T3 fue el que presentó los valores más altos de potasio como se puede observar en el anexo 1. Según Yara (2016), el incremento en el uso de potasio mejora la actividad de ptyfenoloxidasa, el índice de color y el contenido de azúcares, todos directamente relacionados con la calidad de la bebida de café.



## Conclusiones

A pesar de que la producción recolectada en las dos cosechas y proyectada a fanegas por Ha no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos, en todos los casos estuvo por encima del promedio de lo que normalmente se recolecta en la Finca Santa Lucía (30 Fan/ha).

Para las variables de crecimiento en todos los casos utilizando el análisis de efecto acumulativo se encontraron diferencias significativas siendo superior el T2, se concluye que la combinación de fertilización mineral con orgánica genera un mayor crecimiento de la planta.

La ventaja del tratamiento de fertilización combinada (T2) frente a los otros dos tipos de fertilización (T1, T3) es el resultado de la mayor disponibilidad de nutrientes en forma inmediata de las fertilizaciones minerales y la disponibilidad a largo plazo de la fertilización orgánica.

Durante el tiempo del ensayo han mejorado los niveles de elementos como el potasio y magnesio. Siendo el potasio un elemento tan demandante en el cultivo de café se ha encontrado como resultado el incremento de este elemento en el suelo del tratamiento T3 (fertilización orgánica).

A nivel sensorial las tres fertilizaciones aportaron características al café que permitieron calificarlo dentro de la categoría de café de especialidad en la cosecha (2016-17 y 2017-2018). Además, se pudo detectar como en un área pequeña estando las plantas bajo el mismo ambiente y ser de la misma variedad se detectó diferencias en taza con la variable fertilización.

Se recomienda que para futuros trabajos se determine la relación beneficio-costos de la producción de los diferentes tratamientos, con la finalidad de obtener el punto óptimo de eficiencia de los insumos y así contribuir a la eficiencia de la racionalidad económica y ecológica del sistema de producción.

Se recomienda realizar análisis estadístico de las características organolépticas del café. Este es un criterio importante de incluir en los trabajos de investigación por el tipo de mercado al cual va dirigido el café de Costa Rica.

La información relevante que aporta el ensayo en la medición cualitativa de la calidad de taza es que cualquiera de las fertilizaciones usadas puede permitir, en igualdad de condiciones, producir café de especialidad.

---

## Referencias bibliográficas

- Bruulsema, T. (2016). *Productividad de los sistemas orgánicos y convencionales de producción de cultivos*. International Plant Nutrition Institute.
- Cenicafé. (2013). *Fertilización de los cafetales* (en línea). Cartilla Cafetera, Cap 7, 132-154. Recuperado de <http://www.cenicafe.org/es/documents/cartillaCafeteraCapitulo7.pdf>
- Chirinos, H. (2009). *Fertilización del caféto* (Coffea arabica). Recuperado de [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/A93D06F65233F-4B06256B84006C3C0C/\\$file/Fertilizaci%C3%B3n+del+caféto+\(Coffea+ar%C3%A1bica\)++Ing.+Hamlet+Chirinos+U.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/A93D06F65233F-4B06256B84006C3C0C/$file/Fertilizaci%C3%B3n+del+caféto+(Coffea+ar%C3%A1bica)++Ing.+Hamlet+Chirinos+U.pdf)
- Food and Agriculture Organization. (2002). Los fertilizantes y su uso (en línea). Programa de fertilizantes de la FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Irañeta, J. et al. (2011). Abonos minerales: tipos y uso. Serie: Agricultura, Fertilización y Medio Ambiente. Recuperado de [http://www.preoc.es/download/ADS/D39CE001/Cat.%20abonos%20minerales.pdf?cookie\\_check=1](http://www.preoc.es/download/ADS/D39CE001/Cat.%20abonos%20minerales.pdf?cookie_check=1)
- Lara, L. (2005). *Efecto de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café* (Coffea arabica L. var. Caturra) producido en sistemas agroforestales de la zona cafetalera norcentral de Nicaragua. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 16p.
- Mora, N. (2008). *Agrocadena de café* (en línea). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Regional Huetar Norte. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00080.PDF>
- Yara (2016). *Mejorar la calidad del café a nivel de taza*. Colombia. Recuperado de <https://es.slideshare.net/RobertoMojica/factores-que-influyen-la-calidad-de-taza-del-caf>

URL: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/index>

CORREO ELECTRÓNICO: [universidaddialogo@una.cr](mailto:universidaddialogo@una.cr)

DOI: <http://doi.org/10.15359/udre.9-2.9>

---

*Anexo 1*

Evolución nutricional de la plantación en los años del ensayo

Identificación	pH H <sub>2</sub> O	Acidez cmol (+) L	Ca cmol (+) L	Mg cmol (+) L	K cmol (+) L	P mg/L
2013 (establecimiento de la parcela)	6.1	0.14	9.31	1.49	0.39	4
T1 en el 2016	5.75	0.14	5.57	1.53	0.32	2.7
T2 en el 2016	5.71	0.22	4.91	1.18	0.35	4.5
T3 en el 2016	6.18	0.12	9.25	1.98	0.50	17.1
Nivel medio	5.6-6.5	0.5-1.5	4.0-20	1.0-5	0.2-0.6	1.0-20

*Fuente:* elaboración propia, con análisis realizados en el ICAFE.

*Anexo 2*

Resumen sensorial comparativo de las variables analizadas en la catación cosecha 2017-18 para cada tratamiento. (Escala: Specialty Coffee Association of América)

T	Fragancia	Sabor	Sabor residencial	Acidez	Cuerpo	Balance	Uniformidad	Taza limpia	Dulzor	Puntaje catador	P final
T1	8.00	7.00	8.00	7.00	7.00	7.00	10	10	10	8.00	82
T2	8.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	10	10	10	7.00	80
T3	8.00	7.00	8.00	7.00	7.00	8.00	10	10	10	8.00	83

*Fuente:* catadores del ICAFE.

