

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4870

**Respuesta del café robusta (*Coffea canephora*)
Pierre ex A. Froehner a diferentes manejos de sombra y
fertilización, en el sur de Chiapas, México**

Cerda-Ocaranza, Mauricio Gerardo

mauricio.cerda@unach.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9127-2092>

Salgado-Mora, Marisela Guadalupe

marisela.salgado@unach.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4765-4015>

Aguirre-Cadena, Juan Francisco

juan.cadena@unach.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8712-5452>

Chilel Pérez, Nixon David

chilel.1995.azul@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9998-2045>

Grupo Colegiado de Agricultura Sostenible y
Agroforestería del Trópico Húmedo
Facultad de Ciencias Agrícolas,
Universidad Autónoma de Chiapas. México.

Correspondencia: mauricio.cerda@unach.mx

Artículo recibido 05 enero 2023 Aceptado para publicación: 26 enero 2023

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: Cerda-Ocaranza, M. G., Salgado-Mora, M. G., Aguirre-Cadena, J. F., & Chilel Pérez, N. D. (2023). Respuesta del café robusta (*Coffea canephora*) Pierre ex A. Froehner a diferentes manejos de sombra y fertilización, en el sur de Chiapas, México. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5547-5565.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4870

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del manejo de sombra en la producción de café Robusta (*Coffea canephora*), estimar la respuesta comparativa de la fertilización y evaluar el efecto de la interacción entre el manejo de sombra (PG) y la fertilización (PCH). El estudio se realizó en el ejido Unión Roja, municipio de Cacaohatan, Chiapas, localizado a una altitud de 730 msnm. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo en parcelas divididas con 6 tratamientos y 10 repeticiones con lo que se obtuvo 60 unidades experimentales. Los tratamientos fueron tres manejos de sombra (PG), (2 desombres, 1 desombre y 0 desombre); y fertilización (PCH), (con y sin fertilizante). Se midieron 8 variables, vigor, número de bandolas productivas, número de bandolas potenciales, longitud de bandolas productivas, longitud de bandolas potenciales, área foliar, peso en uva y peso de café cerezo.

El mejor resultado para vigor fue el tratamiento de 2 desombres con fertilizante, el mayor número de bandolas productivas fue 2 desombres con fertilizante, el mayor número de bandolas potenciales se presentó en dos desombres y hubo una interacción con y sin fertilizante, el mejor resultado de longitud de bandolas productivas fue 2 desombres con fertilizante teniendo interacción el testigo sin desombre con y sin fertilizante, la mayor longitud de bandolas potenciales lo mostro 2 desombres con fertilizante teniendo interacción en cero desombre y 2 desombres, la mayor área foliar lo mostro 0 desombres con fertilizante, el mejor resultado de peso uva lo mostro 2 desombres con fertilizante.

Palabras clave: *desombre; bandolas; fertilizante.*

Response of robust coffee (*Coffea canephora*)

Pierre ex A. Froehner to different management of shade and fertilization, in the south of Chiapas, Mexico

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of shade management on the production of Robusta coffee (*Coffea canephora*), to estimate the comparative response of fertilization and to evaluate the effect of the interaction between shade management (PG) and fertilization (PCH). The study was carried out in the ejido Unión Roja, municipality of Cacahoatan, Chiapas, located at an altitude of 730 m. A completely randomized experimental design was used with an arrangement in divided plots with 6 treatments and 10 replications, which resulted in 60 experimental units. The treatments were three shade management (PG), (2 unshaded, 1 unshaded and 0 unshaded); and fertilization (PCH), (with and without fertilizer). Eight variables were measured: vigor, number of productive productive branches, number of potential productive branches, length of productive branches, length of potential productive branches, leaf area, grape weight and cherry weight.

The best result for vigor was the treatment of 2 tassels with fertilizer, the highest number of productive branches was 2 tassels with fertilizer, the highest number of potential productive branches was in 2 tassels and there was an interaction with and without fertilizer, the best result of length of productive branches was 2 tassels with fertilizer having interaction between the control without shading with and without fertilizer, the greatest length of potential productive branches was shown by 2 tassels with fertilizer having interaction in zero shading and 2 tassels, the greatest leaf area was shown by 0 tassels with fertilizer, the best result of grape weight was shown by 2 tassels with fertilizer.

Key words: *shading; productive branches; fertilizer.*

INTRODUCCIÓN

El café robusta (*Coffea canephora*) es una planta nativa de los bosques ecuatoriales de África occidental desde la costa Oeste en Uganda y parte sur de Sudán, en alturas que van desde el nivel de mar hasta aproximadamente los 1000 metros. (Méndez, 2011).

Desde el ciclo cafetalero 2005/06 hasta ciclo 2015/16 la cosecha global de café robusta ascendió a 53.3 millones de sacos de 60 kg. Mientras que la producción de café arábica disminuyó 0.4 %. El café robusta incremento en 0.6% a tasa anual. (USDA, 2016). Es decir la especie canephora ha aumentado su producción a nivel global, esto debido a varias razones como su tolerancia a la roya y nematodos, ser una especie más rústica, y que su semilla concentra el doble de cafeína que la especie arábica.

La producción mundial de ambas especies de café en 2015/16 se concentró en primer lugar Brasil, seguido de Vietnam, Colombia, Indonesia, Etiopía, Honduras, India, Perú. México se ubicó en la décimo primera posición (USDA, 2016).

En México, en el ciclo 2015/16 se destinaron 732,036 hectáreas de café. De dicha superficie se cosecharon 664,963 hectáreas, de la cual 89.7 % se concentró en 5 entidades; Chiapas (36 %), Veracruz (19.7%), Oaxaca (17.8 %), Puebla (9.3%) y Guerrero (6.8%) (FIRA, 2016). Chiapas es el principal estado productor con 361,850 toneladas, en una superficie cosechada 232,444 hectáreas (FIRA, 2016). Sin embargo cabe mencionar que más del 80% de la producción nacional es de la especie arábica.

Sin embargo con la llegada de la roya del café desde los años 80's, la especie arábica ha sido severamente afectada, ocasionando crisis en la cafecultura e inclusive conversión productiva hacia otros cultivos (Anta, 2006).

La especie de café canephora, ha representado una opción viable al productor debido a que esta especie es tolerante a la roya del café, y que las condiciones agroclimáticas que se presentan en la zona son óptimas para su desarrollo y producción. A pesar de esto la especie canephora no ha sido objeto de estudios técnicos de campo como si lo ha sido la arábica.

Parte esencial del manejo técnico para tener cosechas exitosas en la especie arábica, es el manejo de sombra y fertilización. Se tiene poca información experimental local de la especie canephora, y es por ello que al ser una especie prometedora por su tolerancia a la roya, bien podría ser mas productiva con un buen manejo de su sombra y fertilización.

Los árboles de sombrío en los cafetales son importantes también pues permiten regular la disponibilidad del agua y atenuar los efectos negativos que los períodos prolongados de sequía causan sobre la producción. Además, contribuyen a mantener la fertilidad del suelo, reciclan nutrimentos, aportan gran cantidad de materia orgánica y reducen la erosión. (Farfán, et al 2013).

Los rendimientos bajo sombra controlada son más altos que los rendimientos obtenidos a plena sombra. (Valencia y Aristizabal 2017)

METODOLOGÍA

Localización geográfica del área de estudio

La presente investigación se realizó en el ejido Unión Roja Municipio de Cacahoatán Chiapas México, según INEGI (1990) ubicado en las siguientes coordenadas 15° 4' 37.782''N Latitud Norte y 92° 12' 34.032'' W de longitud Oeste en la región Soconusco de Chiapas, Con una altitud de 736 m., presenta un tipo de clima semicalido húmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 25.4°C una mínima de 18° C y una máxima de 30° C Por su parte la precipitación total anual varía entre 1000-2,500 mm (INEGI, 2015)., los suelos están constituido geológicamente por terrenos paleozoicos con rocas ígneas intrusivas intermedias y los tipos de suelos son: *andosollitosol* y Luvisol, el principal uso que se le da al suelo es pecuario con bosque y selva, correspondiente al 66% a terrenos ejidales, 11% es privado y el resto son terrenos nacionales, (Inafed, 2017).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo de parcelas divididas con un total de tres parcelas grandes y seis parcelas chicas, donde la parcela grande (PG) era el manejo de sombra y la parcela chica era la fertilización. En la parcela grande (Desombre) hubieron tres tratamientos (1 desombre, 2 desombres y sin desombre) y 20 repeticiones, y por parcela chica (con y sin fertilización) se evaluaron 10 plantas con la cual se obtuvieran una cantidad de 60 unidades experimentales. El trazo y las delimitaciones del diseño experimental se llevaron a cabo en el mes de enero de 2018.

Factores:

- A) Número de desombres = PG
- B) Fertilizante = PCH

Tratamientos

Los tratamientos fueron 3 diferentes manejos de sombra para la parcela grande como sigue; (1 desombre, 2 desombre y el testigo 0 desombre) y con o sin empleo de fertilizante para la parcela chica.

Tratamientos evaluados para medir la respuesta de café robusta (*Coffea canephora*) a diferentes manejos de sombra y fertilización.

Tratamiento

- T1 = 1 desombre con fertilización
- T2 = 1 desombre sin fertilización
- T3 = 2 desombres con fertilización
- T4 = 2 desombres sin fertilización
- T5 = sin desombres con fertilización
- T6 = sin desombres sin fertilización

Análisis de Datos

El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo en parcelas divididas, los datos obtenidos se analizaron en el paquete estadístico SAS. Para las variables que resultaron con diferencias significativas. El análisis de varianza corre una prueba de comparación múltiple mediante Tukey ($\alpha=0.05$).

Figura 1.

*Distribución de los tratamientos evaluados en la Respuesta de café Robusta (*Coffea canephora*) a diferentes manejos de sombra y fertilización.*

C.F.	S.F.	C.F.	S.F.	C.F.	S.F.
2 DES.	2 DES.	0 DES.	0 DES.	1 DES.	1 DES.
T3	T4	T5	T6	T1	T2

1. Delimitación de las unidades experimentales

Se delimitó un área de 22 x 66 metros dando una superficie de 1452 m², dicha superficie se subdividió en seis partes iguales de 11 x 22 metros dando una superficie de 242 m².

Se etiquetaron 10 cafetos por cada parcela chica, tomando en cuenta el efecto de borde, se tomaron las plantas centrales de cada parcela chica, esto se llevó a cabo en el mes de enero.

Manejo de sombra

El primer desombre se llevó a cabo durante la primera semana del mes de enero del 2018 para los tratamientos 1 y 2, el testigo no se manejó la sombra. El segundo manejo de sombra se llevó a cabo a mediados de mayo del 2018 únicamente para el tratamiento 2.

2. Fertilización

Se aplicó urea para cubrir la demanda de nitrógeno de la planta con la cantidad de 200 g por planta, en el mes de marzo de 2018.

Adicionalmente se aplicó, fósforo y potasio, esto en el mes de julio del mismo año.

Variables medidas

Una vez ejecutado todos los tratamientos, se procedió a medir las variables. Estas, dada la biología del café, fueron medidas al año siguiente de la aplicación, pues los efectos del manejo en un cafetal surten efecto al año siguiente.

3. Vigor

4. Se determinó el vigor de las plantas, tomando como base la siguiente escala:

Cuadro 1. Escala utilizada para medir el vigor.

Escala 1-5	Descripción
1	Plantas raquíticas
2	Plantas con poco vigor
3	Plantas con buen vigor
4	Plantas con muy buen vigor
5	Plantas de excelente vigor

5. Numero de bandolas (ramas plagiotrópica) productivas

Se registró el número de bandolas productivas (tejido reproductivo) presentes en el tallo, Esto indica la capacidad de producción de la planta.

6. Número de bandolas (ramas plagiotrópica) potenciales

Así también se registró el número de bandolas potenciales (tejido vegetativo) presentes en el tallo. Esto indica el potencial futuro de producción. Se registraron en este caso el

número de bandolas presentes en el tallo, que no tienen fruto pero que para la siguiente temporada estará en producción.

7. Longitud de bandolas productivas

Se consideró la bandola ubicada en el tercio medio de la rama del café, y se midió la intersección de la rama en el tallo hasta la yema terminal, utilizando para ello un flexómetro.

8. Longitud de bandolas potenciales

Se consideró la bandola potencial (tejido vegetativo) ubicada en el tercio medio de la rama del café, y se midió la intersección de la rama en el tallo hasta la yema terminal, estas bandolas potenciales son las próximas a ser bandolas productivas, esta variable fue medida con un flexómetro.

9. Área foliar

Para el área foliar se consideraron las hojas ubicadas en las bandolas situadas en el tercio medio de la planta; y se seleccionó el tercer par de hojas. Se cortó en total dos pares de hojas por planta, y se colocaron en papel húmedo dentro de una bolsa plástica para guardarla dentro del refrigerador. Se midió el área foliar con el aparato del laboratorio portable área meter. Se colocan las hojas en papel filtro y se pasan en las pinzas del aparato, el cual mide en centímetros cuadrados dicha área.

10. Peso en uva

Se hizo un total de tres cortes de café, cortando cerezas exclusivamente maduras y colocándolas en las canastas para su pesaje inmediatamente después del corte; para ello se utilizó una báscula de 5 kg de capacidad. Al final de la cosecha se sumó el total de los tres cortes.

11. Peso de café cerezo

El café cosechado, se sometió al secado en patio, removiéndolo cada vez que fue necesario para lograr uniformidad en el mismo hasta conseguir una humedad del 12.3%, este parámetro se midió en el laboratorio utilizando un higrómetro.

12. Análisis estadístico

Todos los datos registrados en campo fueron ordenados en el programa excell, para analizarlo en el programa SAS 9.1 y se observaron diferencias significativas estadísticamente, se procedió a comparar las medias de los tratamientos por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en cada variable, a continuación se presenta lo destacado de cada una de ellas.

Figura 2. Vigor de la planta de café (*Coffea canephora*) 100 días después del segundo manejo de sombra, con fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.

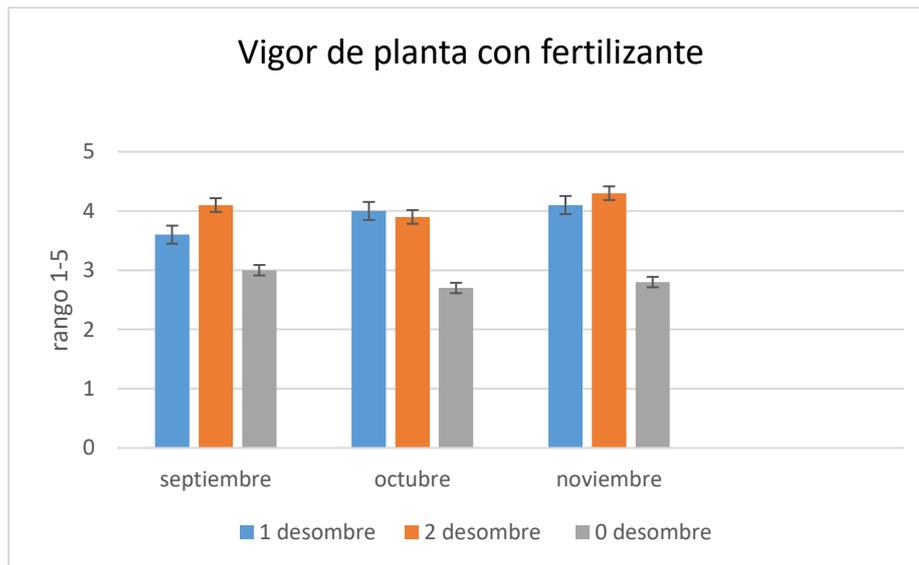
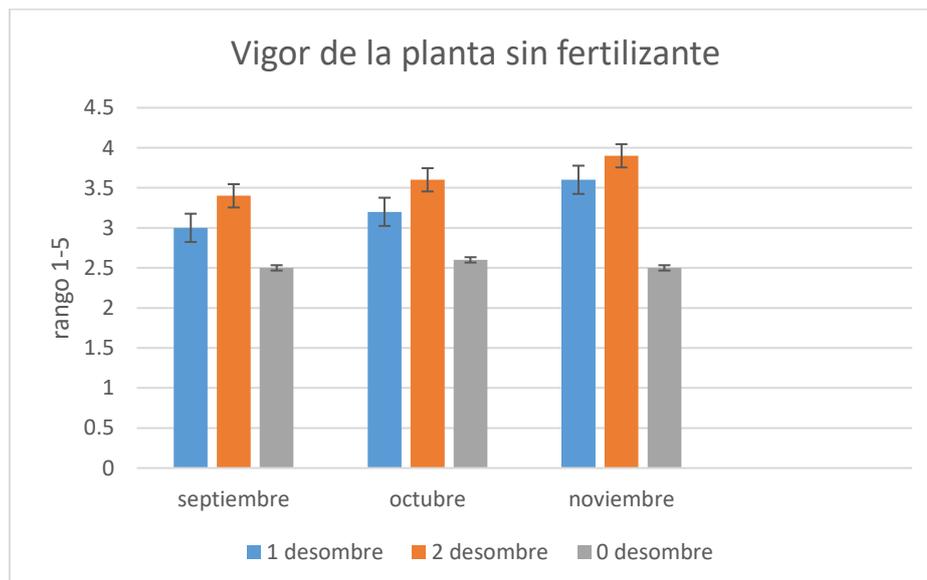


Figura 3. Vigor de la planta de café (*Coffea canephora*) 100 días después del manejo de sombra, sin fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.



Se aprecia en las figuras 2 y 3, cómo el vigor del cafeto en general es mejor cuando se maneja dos veces su sombra, esto debido a que al tener mayor luz aumenta su actividad fotosintética, y esto se aprecia más con el suministro de nutrientes, ya que la mayor actividad fotosintética demanda también nutrientes.

De acuerdo al análisis de varianza si hubo diferencia significativa para el vigor de la planta que se muestra en los cuadros previos, con la prueba de Tukey al 5%, donde 1 desombre y 2 desombre son estadísticamente iguales, a comparación del testigo que fue 0 desombre que si fuè diferente que el tratamiento 1 desombre y 2 desombre, en las figuras se aprecia el comportamiento del cambio del vigor de la planta evaluados en tres fechas diferentes, para lo que son las parcelas chicas con fertilizantes y sin fertilizantes si hubo diferencias significativas.

Figura 4. Número de bandolas productivas de café robusta (*Coffea canephora*), 100 días después del manejo del segundo desombre, con aplicación de fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.

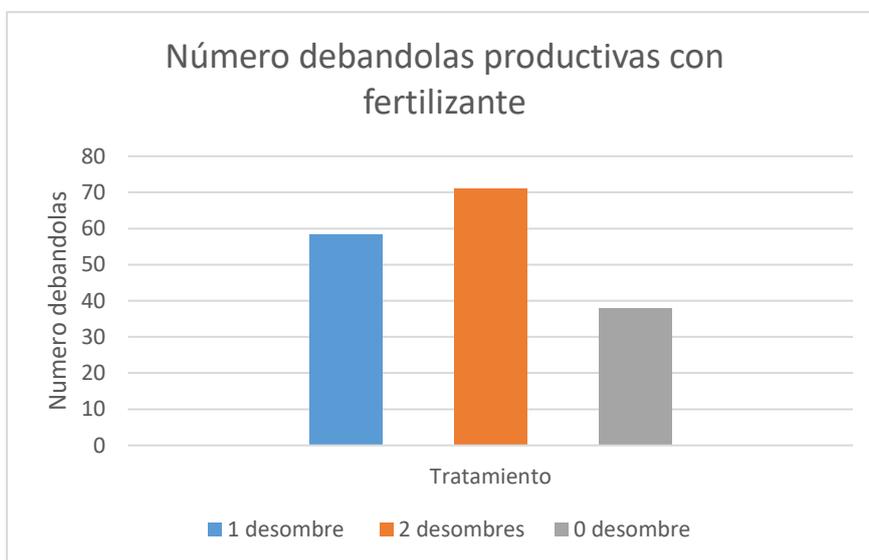
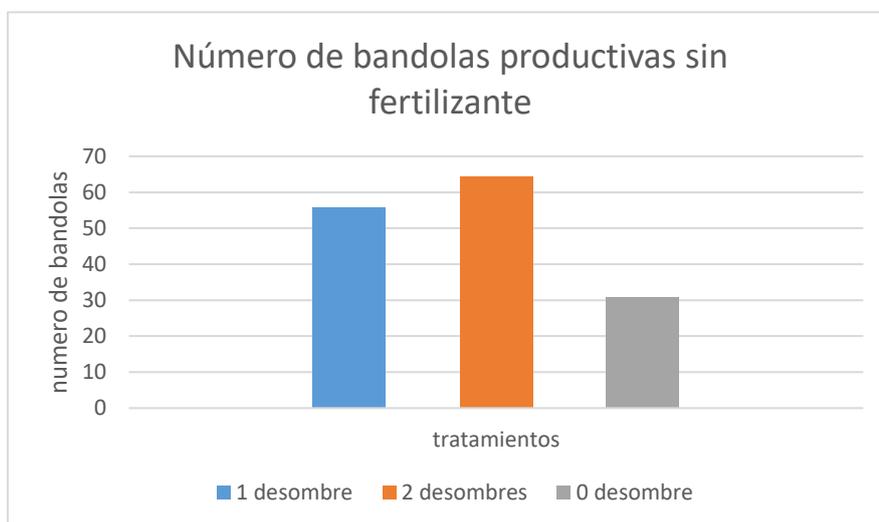


Figura 5. Número de bandolas productivas de café robusta (*Coffea canephora*), 100 días después del manejo del segundo desombre, sin aplicación de fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.



Se aprecia en las figuras anteriores, que la mayor entrada de luz provocó mayor diferenciación celular y con ello una mayor cantidad de bandolas productivas, esto se logró con dos arreglos de sombra, se nota la importancia del fertilizante que suministra los nutrientes necesarios para soportar esta mayor producción de bandolas.

Según los análisis estadísticos, para el número de bandolas productivas de café hay diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos de la parcela grande donde 1 desombre, 2 desombre y 0 desombre y, aunque en las parcelas chicas donde se aplicó fertilizante y donde no se aplicó fueron estadísticamente igual, en las (figuras 4 y 5) se muestra las diferencias de las medias de cada parcela chica con fertilizante y sin fertilizante.

Figura 6. Número de bandolas potenciales de café robusta (*Coffea canephora*), 100 días después del manejo del segundo desombre con fertilizante en el municipio de Cacahoatán, Chiapas.

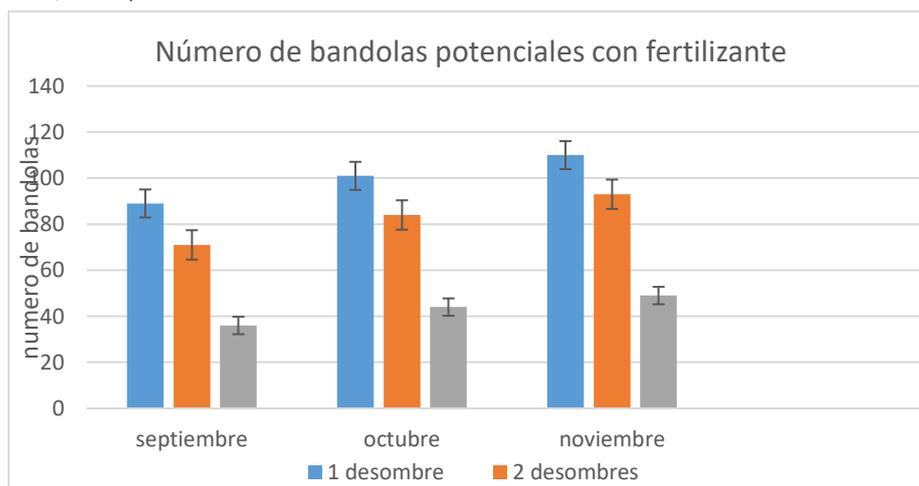
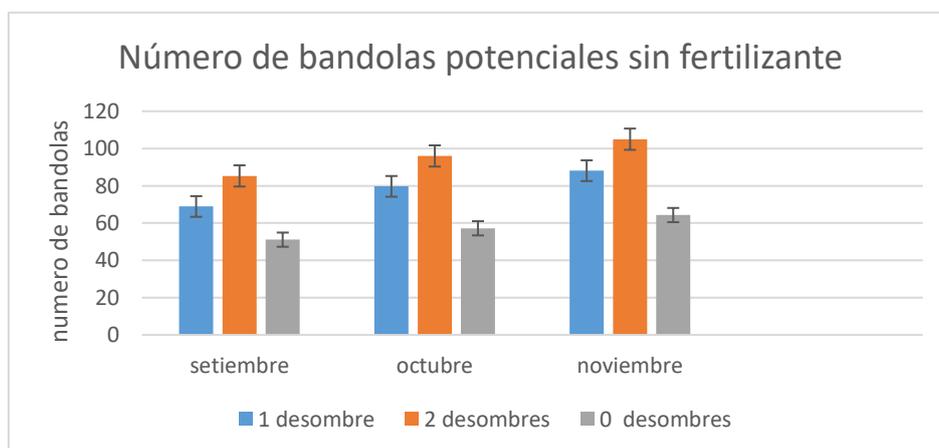


Figura 7. Número de bandolas potenciales de café robusta (*Coffea canephora*), 100 días después del manejo del segundo desombre sin fertilizante en el municipio de Cacahoatán, Chiapas.



Se distingue en ambas figuras 6 y 7, que los tratamientos con desombre lograron mayor número de bandolas potenciales, la entrada de luz propicia que se desarrolle una mayor cantidad de estas bandolas que representaran la producción del siguiente ciclo. Se nota también que el suministrar fertilizante origina una mayor cantidad de bandolas potenciales, esto porque los nutrientes permiten el crecimiento de una mayor cantidad de tejido.

De acuerdo al análisis de varianza para la variable número de bandolas potenciales, hubo diferencias significativas entre tratamientos, por la cual se aplicó la prueba de Tukey al 5%, el cual muestra que el tratamiento de 2 desombres fue diferente estadísticamente, al tratamiento 1 desombre y al testigo 0 desombre, aunque en las parcelas chicas con fertilización y sin fertilización fueron estadísticamente iguales, las figuras muestran el comportamiento favorable al que se fertilizó.

Figura 8. Longitud de bandolas productivas de café robusta (*Coffea canephora*), 100 días después del manejo del segundo desombre con fertilizante en Cacahoatán Chiapas.

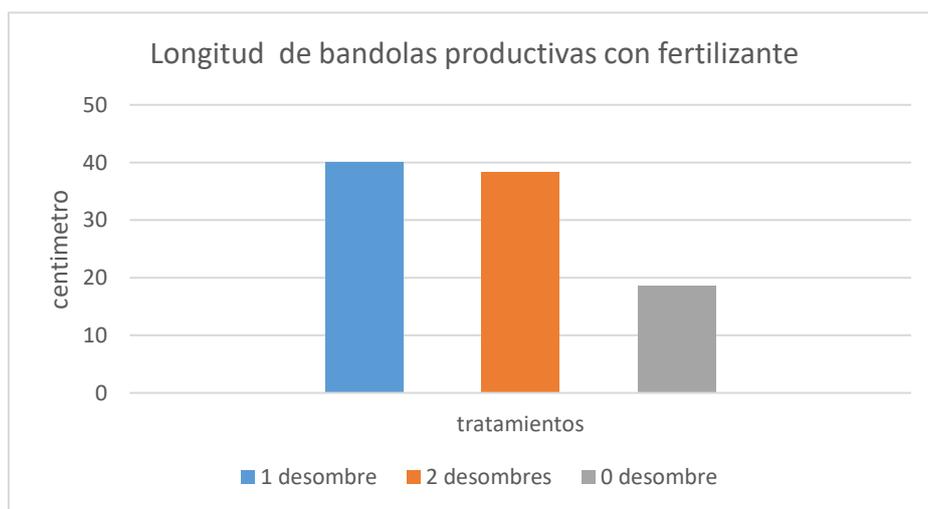
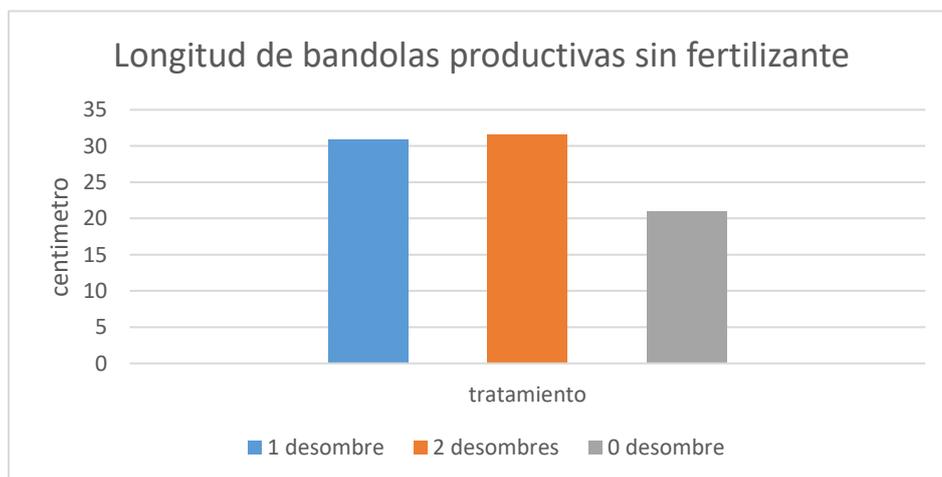


Figura 9. Longitud de bandolas productivas de café robusta (*Coffea canephora*), 100 días después del manejo del segundo desombre sin fertilizante en Cacahoatán Chiapas.



Las figuras 8 y 9 muestran que la longitud de las bandolas son mayores en los tratamientos con desombre,, y especialmente con fertilización. La fertilización juto con la mayor entrada de luz propicio un mayor crecimiento de la bandola productiva. Es una variable de mucha importancia, puesto que la bandola fructifica en madera que ha sido formada en año anterior según (Harrer 1960).

De acuerdo al análisis de varianza para la variable longitud de bandolas productivas, hay diferencias significativas, donde el tratamiento 2 desombre y 1 desombre son estadísticamente iguales, aunque son estadísticamente diferentes al tratamiento 0 desombre que es el testigo, para las parcelas chicas con fertilizante y sin fertilizante son diferentes, por lo tanto la fertilización de las plantas para esta variable si tuvo respuesta.

Figura 10. Longitud de bandolas potenciales de café robusta (*Coffea canephora*), 100 días después del manejo del segundo desombre con fertilizante en Cacahoatán Chiapas.

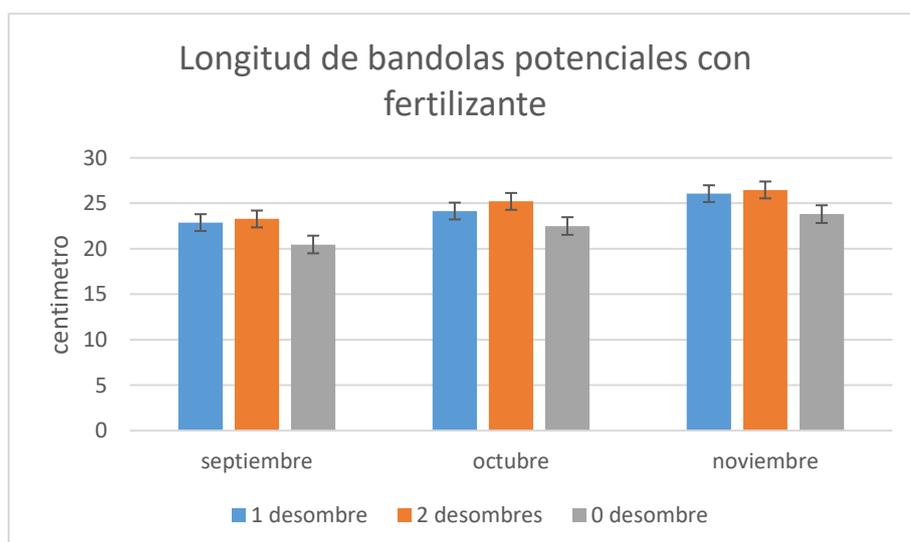
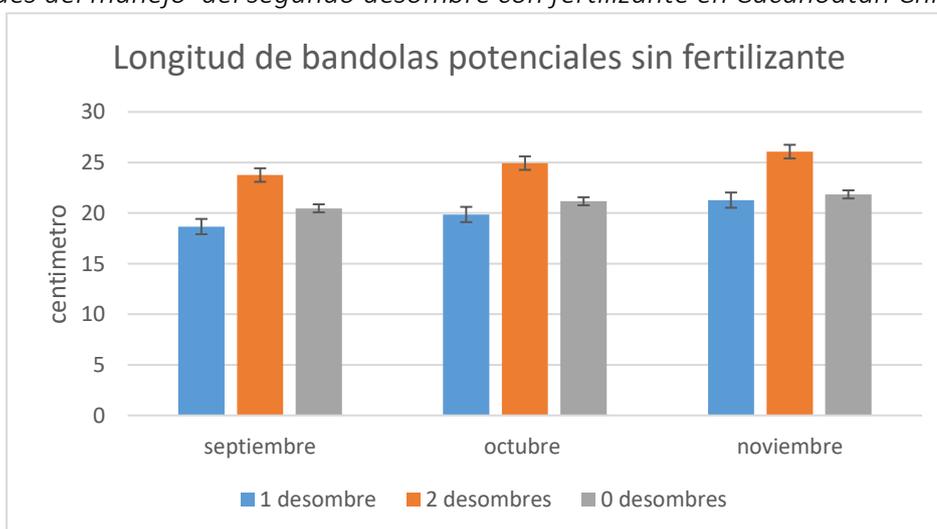


Figura 11 Longitud de bandolas potenciales de café robusta (*Coffea canephora*), 100 días después del manejo del segundo desombre con fertilizante en Cacahoatán Chiapas.



Longitud de bandolas potenciales de café robusta.

Se observa un comportamiento similar al principio, ñas dos primeras mediciones; pero en la tercer medición se percibe un despegue del tratamiento con dos desombres. La bandola son ramas laterales en donde se ubican la inflorescencia, también conocida como brotación plagiotrópica, el crecimiento y desarrollo de la brotación en general está asociado al periodo lluvioso y la temperatura pero también se debe tomar otros factores como nutrición (Sotomayor, 1993). El análisis de varianza mostro que hubo diferencia significativa entre los tratamientos para la parcela grande como la parcela chica.

Figura 12. Área foliar de café robusta (*Coffea canephora*), 150 días después del manejo del segundo desombre con fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.

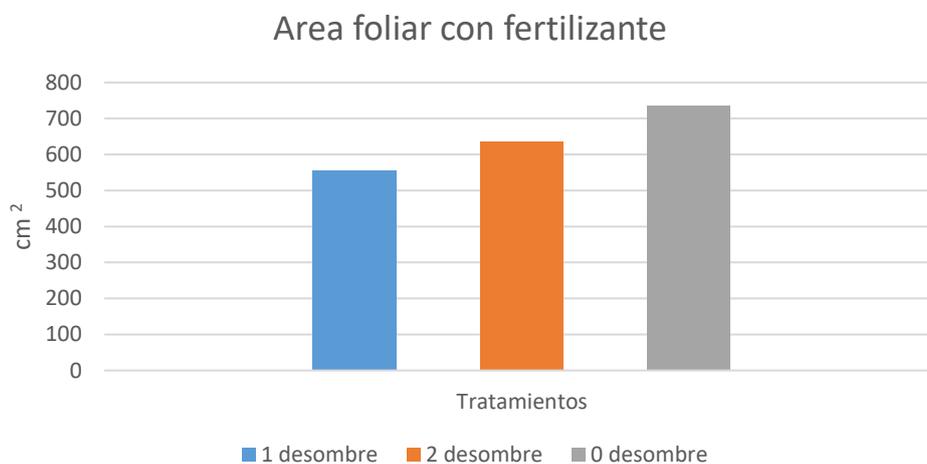
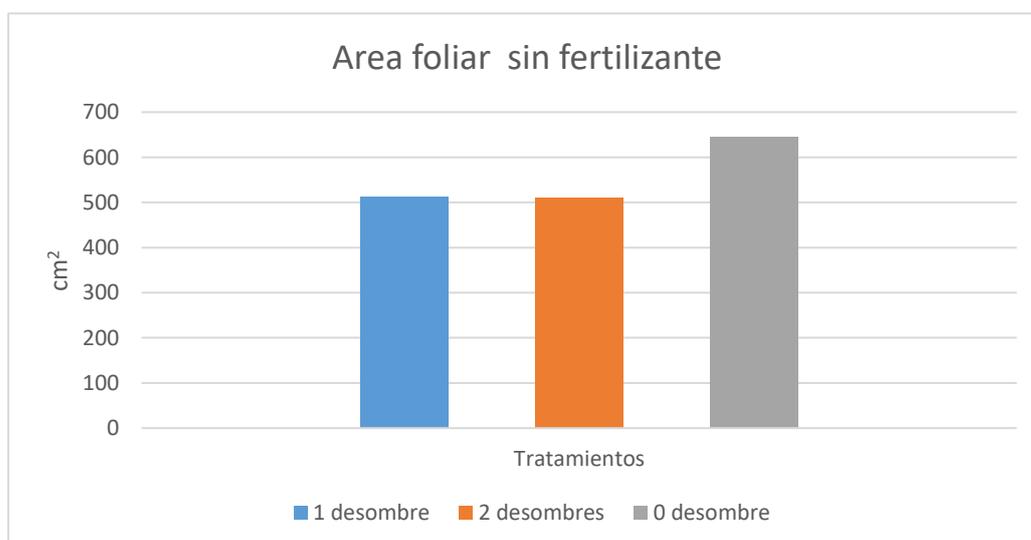


Figura 13. Área foliar de café robusta (*Coffea canephora*), 150 días después del manejo del segundo desombre sin fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.



Se destaca en las figuras 12 y 13 que el área foliar en este caso resultó mayor en el tratamiento testigo sin desombre, esto tiene su lógica ya que fisiológicamente una planta sin luz tiende a ampliar su área en busca de una fuente de luz, esto repercute en la producción ya que como menciona Valencia (2017), una mayor área foliar indica menor producción.

El análisis de varianza mostro diferencias significativas tanto en la parcela grande como en la chica, pero sin diferencias significativas en la interacción.

Figura 14. *Peso en uva de café robusta (Coffea canephora), con fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.*

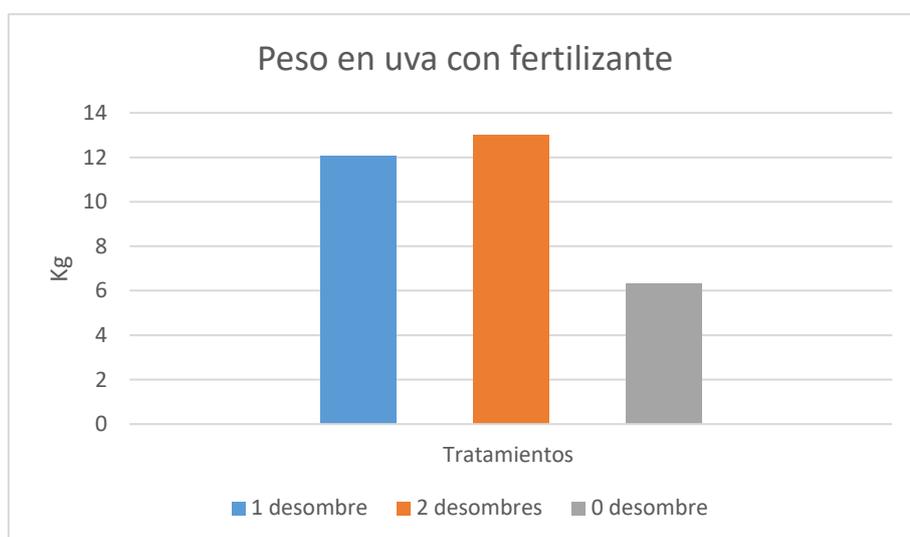
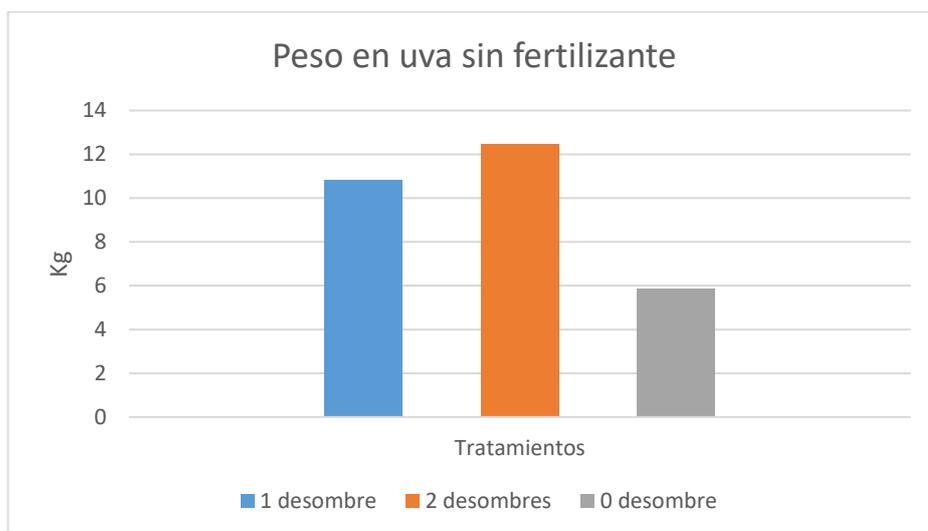


Figura 15. *Peso en uva de café robusta (Coffea canephora), sin fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.*



Se aprecia en las figuras 14 y 15 las diferencias claras que existen entre tratamientos. Y así lo corroboró el análisis de varianza el cual mostró diferencias altamente significativas para la parcela grande y significativas para la parcela chica, no existiendo diferencias significativas en su interacción.

Este resultado era un tanto predecible debido a que la iniciación de las yemas florales es un proceso sensible a la radiación solar y éste determina el número de granos por nudo (Montagnini et al. 2015).

Figura 16. Peso de café cerezo al 12.3 % de humedad de café robusta (*Coffea canephora*), con fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.

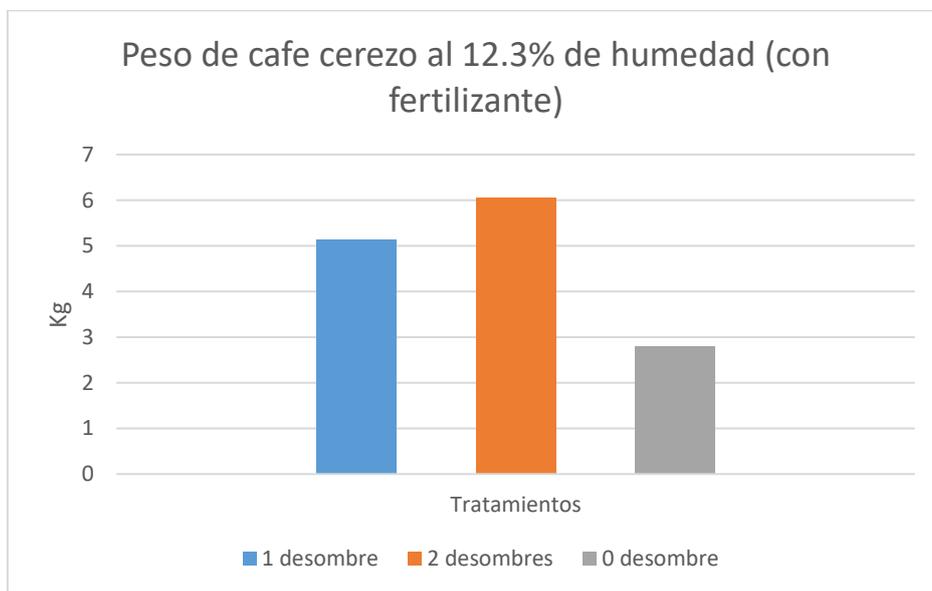
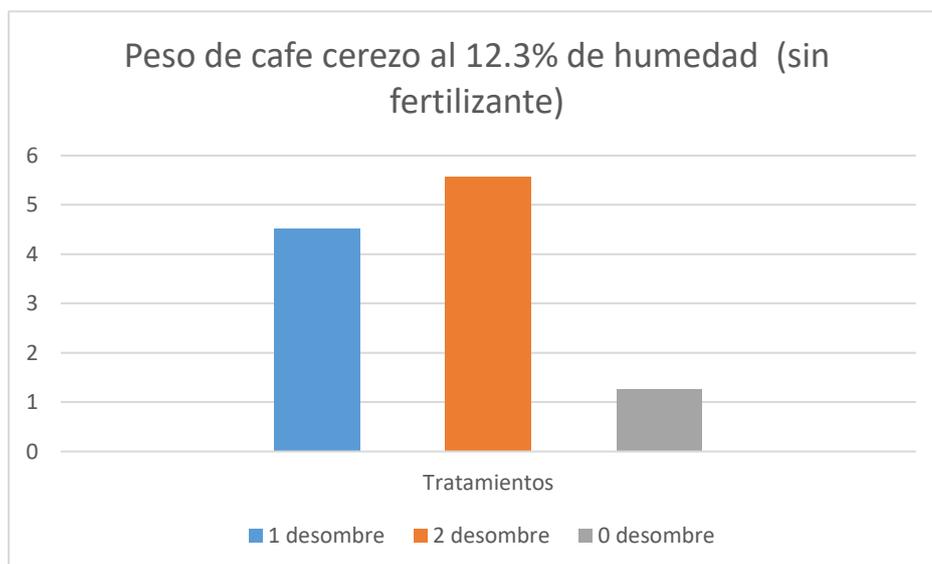


Figura 17. Peso de café cerezo al 12.3 % de humedad de café robusta (*Coffea canephora*), sin fertilizante en Cacahoatán, Chiapas.



Análogamente a la variable anterior, las figuras 16 y 17 muestran diferencias claras entre tratamientos para esta variable. Siendo altamente significativas para la parcela grande y significativas para la parcela chica y, no habiendo diferencias entre su interacción.

Esto era de esperarse ya que con mayor cantidad de luz la mayor actividad fotosintética generó una mayor savia elaborada que, aunado con la fertilización incidió directamente en el peso del grano.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, existen suficientes evidencias para señalar que; tanto en los tratamientos de desombres (0,1 y 2), o parcelas grandes, como en las parcelas chicas o subtratamientos de fertilización (con y sin), en el cultivo de café robusta (*Coffea canephora*), existen diferencias significativas en todas las variables estudiadas.

Se detectaron interacciones positivas en número y longitud de bandolas potenciales y número de bandolas productivas.

Con ello, se recomienda a los productores dar énfasis en el manejo de los desombres de preferencia se sugieren dos arreglos, cada uno con su respectiva dosis de fertilizante.

Esto podría redundar en una mayor producción y mejor rendimiento del peso del grano.

BIBLIOGRAFÍA

Adriana Jiménez Torres y Priscilla Massa Sánchez, 2016, Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador, volumen 40, pág. 117-137.

Alcantar G. y Trejo -L (2007) Nutrición de cultivos, D.F, Colegio de postgraduados. 231 pp.

Alvarado M. y Rojas G., (2007), Cultivo y beneficio del café, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia San José. 98 pp.

Anónimo (2017) clasificación de los suelos en México, recuperado <https://sites.google.com/site/geohidrologia1234/Inicio/ci>.

Anónimo, (2017). La sombra en el cultivo de café, recuperado https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Sombra_en_el_cafeto#La_densidad_de_sombra:_una_alternativa_generada_para_cada_finca_o_parcela.

Anta F., (2006), El café de sombra: un ejemplo: de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad, núm. 80, pág. 19-31.

Bedoya M., Salazar R., (2014). Optimización del uso de fertilizantes para el cultivo de café Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 8, pp. 1433-1439.

- Chinchinilla A. (1991), manual de caficultura, ANACAFE, Guatemala, pág. 169.
- Daniel A. (2017). Adaptación de variedades de café robusta (*Coffea canephora*) con fuentes de diferentes fertilizantes en el primer año del cultivo (tesis de licenciatura) universidad central del Ecuador.
- Encalada Córdova, Max; Soto Carreño, Francisco; Morales Guevara, Donaldo (2016) Crecimiento de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.) con cuatro niveles de sombra en dos condiciones edafoclimáticas de Ecuador. Cultivos Tropicales, vol. 37, núm. 2, pp. 72-78.
- Díaz Cárdenas Salvador, 2015, cadenas productivas y redes de participación para el desarrollo: el café en México, núm. 55, pág. 57-73.
- FAO (2017) es suelo es un andosol, recuperado <https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/Andosol.htm>
- Farfán F. y Mestre A., 2004, Manejo de sombrero y fertilización del café en la zona central de Colombia, recuperado en <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0330.pd>.
- FIRA (2016), Panorama Agroalimentario, recuperado https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200636/Panorama_Agroalimentario_Caf__2016.pdf pág. 37.
- Gualatuña C., (2016). Adaptación de dos variedades de robusta (*Coffea canephora* pierre ex frohener) con tres distancia de plantación Pedro Vicente Maldonado, (tesis de licenciatura), universidad central de Ecuador.
- Méndez, I. (2011). Paquete Tecnológico Café Robusta (*Coffea canephora*) Inifap. Recuperado y disponible en URL: file:///C:/Users/Miguel/Downloads/cafe_robusta.pdf.
- Montagnini F., Somarriba e., Murgueitio E., Fassola H., Eibl B., (2015) Sistemas Agroforestales Funciones Productivas Socioeconómicas Ambientales. Informe técnico 402, editorial CIPAB, 454 pág.
- Pérez j., (2014) uso de fertilizantes y su impacto en la producción agrícola, (Maestría) Universidad Nacional de Colombia, Medellín Colombia.
- Ramírez J. Nutrición organica e inorganica en la producción de café robusta (*Coffea canephora* P.) en Tapachula Chiapas. (Tesis de licenciatura) Universidad Autónoma de Chiapas, Huehuetán.

- Scaliter J. (2017), las abejas pueden salvar al café, recuperado el 16 de abril del 2017, <http://www.who.es/ciencia/las-abejas-pueden-salvar-al-cafe>
- Tonalá R. (2017). Análisis económico de la producción de café robusta (*Coffea canephora*) en el centro de prácticas manglatorio apartir del primer año de producción (tesis licenciatura) Universidad Estatal de Península de Santa Ana. 76 pp.
- Valencia G. (2017), fisiología, nutrición y fertilización del cafeto, recuperado [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/\\$FILE/Fisiologiacafeto.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/$FILE/Fisiologiacafeto.pdf)