

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento Ingeniería Agrícola

TRABAJO DE DIPLOMA

Título del trabajo: Rendimientos de *Coffea Canephora* P.
después de la poda de diferentes ejes
ortotrópicos

Autores: Zoraida Beatriz Chávez Arcia

Tutores: Dr. C Omar González Cueto.

Ing. Félix Jauregui Hernández

Santa Clara
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Department of Agricultural Engineering

DIPLOMA THESIS

Title: Yield of *Coffe Cahepohra P.* after pruning of different orthotropic axes.

Author: Zoraida Beatriz Chávez Arcia

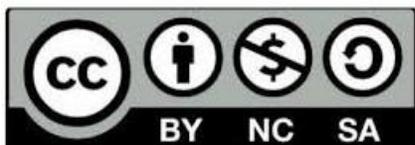
Tutor: Dr. C Omar González Cueto.

Ing. Félix Jauregui Hernández.

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

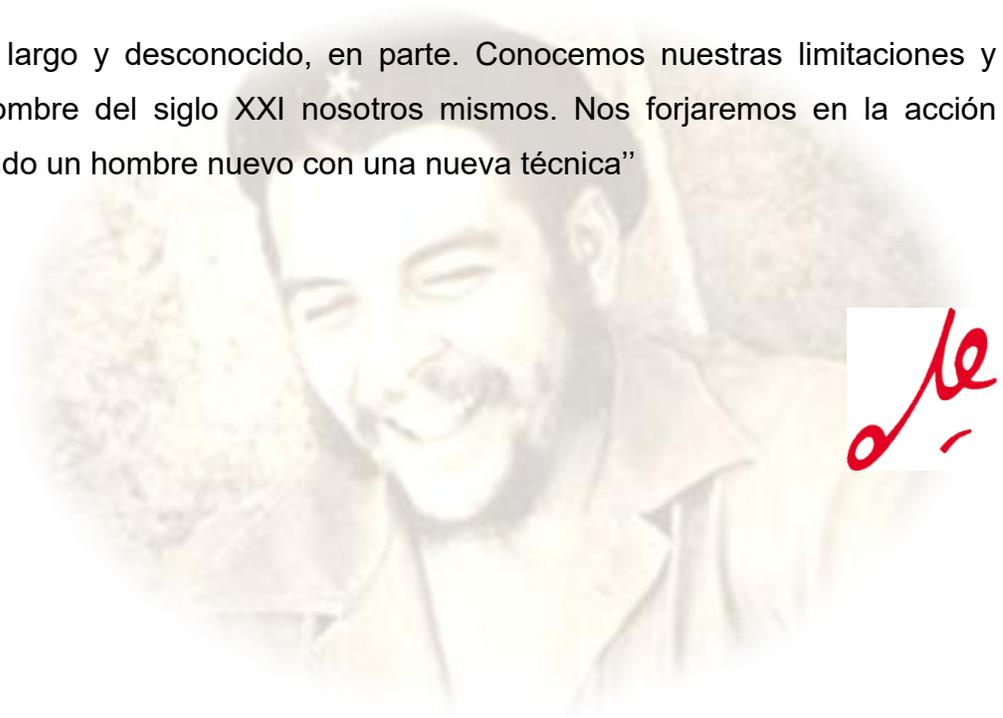
Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

PENSAMIENTO

PENSAMIENTO

“El camino es largo y desconocido, en parte. Conocemos nuestras limitaciones y hacemos el hombre del siglo XXI nosotros mismos. Nos forjaremos en la acción cotidiana creando un hombre nuevo con una nueva técnica”



DEDICATORIA

DEDICATORIA

Las cosas buenas siempre vienen acompañadas de personas buenas; es por eso que quiero dedicar mi Trabajo de Diploma con especial cariño y todo mi amor:

A mis padres Armando Chávez Hernández y Esther Arcia Moreno, por regalarme la vida y convertirme en la mujer que soy hoy.

A mi hermano Yainier Chávez Arcia por estar siempre presente y apoyarme en todas mis decisiones.

A mi tío José Ángel Veranes Carrión en especial que aunque ya no este entre nosotros fue el primero que me inspiro y creyó en mí como su ingeniera.

A toda mi familia por su amor y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

La gratitud enaltece a las personas y las hace merecedoras del respeto y el cariño de todos. Mi gratitud es para todos aquellos que forman parte de mi vida, en especial a los que han contribuido a hacer realidad este sueño y con él un paso adelante en mi formación como profesional;

A mis padres y mi hermano, gracias por su amor y por hacer posible que llegara hasta este momento de mi vida.

A mi familia por su apoyo incondicional pero en especial para mis tías queridas por estar siempre presentes y ayudarme en todo.

A Oleinys Rodríguez Alejo por todo el apoyo y la paz que me brindó en esta última etapa de mi carrera.

A mis compañeros de grupo por estos 5 maravillosos años.

A mis amistades, que me regalan su cariño y su apoyo siempre.

A mis tutores, Dr C Omar González Cueto e Ing Félix Jauregui Hernández por su paciencia, ayuda incondicional y las atenciones para la realización de mi Trabajo de Diploma.

A todos los profesores del departamento de la carrera de Ingeniería Agrícola que de una forma u otra me ayudaron, pero en especial al profesor Carlos Pereira.

A la Revolución Cubana y a la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, por darnos la oportunidad de estudiar y convertirnos en hombres y mujeres de bien.

Gracias.

RESUMEN

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Empresa Procesadora de Café Eladio Machín en Cumanayagua, provincia de Cienfuegos. En áreas de la CCS Manuel Prieto Labrada, por el productor Justo Morón Castrazana en la localidad de Hoyo Padilla, durante el periodo de 2015-2018. El área se plantó en 2001 con *Coffea Canephora Pierre ex Froehner* intensamente sombreado con diferentes especies arbóreas, dando su primera producción en el 2007. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de diferentes intensidades de poda en el rendimiento agrícola del café. Se investigaron las variables: cantidad de granos, ramas productivas y frutos/ramas. Se utilizó un diseño de bloques al azar y los datos se procesaron mediante el software Stat Graphics 5.0. Los resultados muestran que la poda es una de las acciones más importantes para aumentar los rendimientos agrícolas del café. Se demostró también que en el primer año evaluado el tratamiento testigo fue el de mejores resultados. En los años posteriores el tratamiento de poda en cuatro ejes ortotrópicos fue el de mejores resultados demostrando el favorable aumento de la producción con la poda.

ABSTRACT

ABSTRACT

The present work was carried out in the Coffee Processing Company Eladio Machín in Cumanayagua, province of Cienfuegos. In areas of the CCS Manuel Prieto Labrada, by the farmer Justo Morón Castrazana in the town of Hoyo Padilla, during the period of 2015-2018. The area was planted in 2001 with *Coffea Canephora* Pierre ex Froehner intensely shaded with different tree species, giving its first production in 2007. The objective of the work was to determine the effect of different pruning intensities on the agricultural yield of coffee. The variables were investigated: quantity of grains, productive branches and fruits/branches. A randomized block design was used and the data was processed using the Stat Graphics 5.0 software. The results show that pruning is one of the most important actions to increase the agricultural yields of coffee. It was also shown that in the first year evaluated the control treatment was the one with the best results. In the following years, the pruning treatment in four orthotropic axes was the one with the best results demonstrating the favorable increase in production with pruning.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL CAFÉ	6
1.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PODA DEL CULTIVO DEL CAFETO	8
1.2.1. <i>Objetivos de la poda</i>	9
1.2.2. <i>Tipos de poda</i>	9
1.2.3. <i>Época de poda</i>	12
1.2.4. <i>Herramientas de poda</i>	12
1.3. EFECTO DE LA PODA EN LOS RENDIMIENTOS DEL CULTIVO	12
2. MATERIALES Y MÉTODOS	14
2.1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS Y EDAFOLÓGICAS DONDE SE REALIZARON LOS EXPERIMENTOS.	14
2.2. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DE LAS DIFERENTES INTENSIDADES DE PODA EN EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA DEL CAFÉ. CONFORMACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.	14
2.3. DISEÑO ESTADÍSTICO	19
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO	20
3.2. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO.....	21
3.2.1. <i>Ramas productivas</i>	21
3.2.2. <i>Frutos por ramas</i>	22
3.2.3. <i>Cantidad de granos</i>	23
3.2.4. <i>Producción de café</i>	24
CONCLUSIONES.....	25
RECOMENDACIONES.....	26
BIBLIOGRAFÍA	28

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La historia del cultivo del cafeto (*Coffea Canephora* L.) es una de la más reciente entre los cultivos agrícolas, las primeras referencias concretas datan del siglo VI (n.e) e indican que hacia el año 575 se comenzó a cultivar en Yemen (Arabia), cuando una invasión persa desalojó a los abisinios que habían conquistado el país en el año 525. Esto hizo creer a los historiadores durante mucho tiempo que la planta era originaria de Arabia. Las investigaciones históricas posteriores han comprobado que el cafeto es originario de las montañas de Abisinia actual Etiopia, en el continente africano (Ferrer, 2012). Aunque; el descubrimiento del cafeto data del siglo VI, su cultivo, propagación como bebida y objeto comercial es más reciente. Algunos historiadores señalan que durante el siglo XIV se cultivaba el café a gran escala en Yemen, en Arabia, que surtía el creciente comercio de las caravanas a través del desierto y otros establecimientos costeros, a Egipto, Siria y Turquía (Ferrer, 2012).

Este cultivo continuó extendiéndose hacia territorios del Asia Meridional, como la India, Archipiélago Malayo, Ceilán y Filipinas, y también una parte de Europa: Constantinopla e Italia pero en Brasil tomó varios años y en el resto de América tuvo lugar en el curso del siglo XVIII (Ferrer, 2012).

El comercio de café constituye en la actualidad una actividad muy importante para la economía mundial, en el 2019 la FAO reporta que en el 2017 se produjeron a nivel mundial 9 212 169 t de café grano verde, con un área cosechada de 10 840 130 ha que dieron un rendimiento agrícola de 0,85 t/ha. El primer productor mundial fue Brasil, que alcanzó una producción de 2 680 515 t, seguido de Viet Nam, Colombia y otros países (FAO, 2019). La Figura 1 muestra los primeros 10 países productores de café.

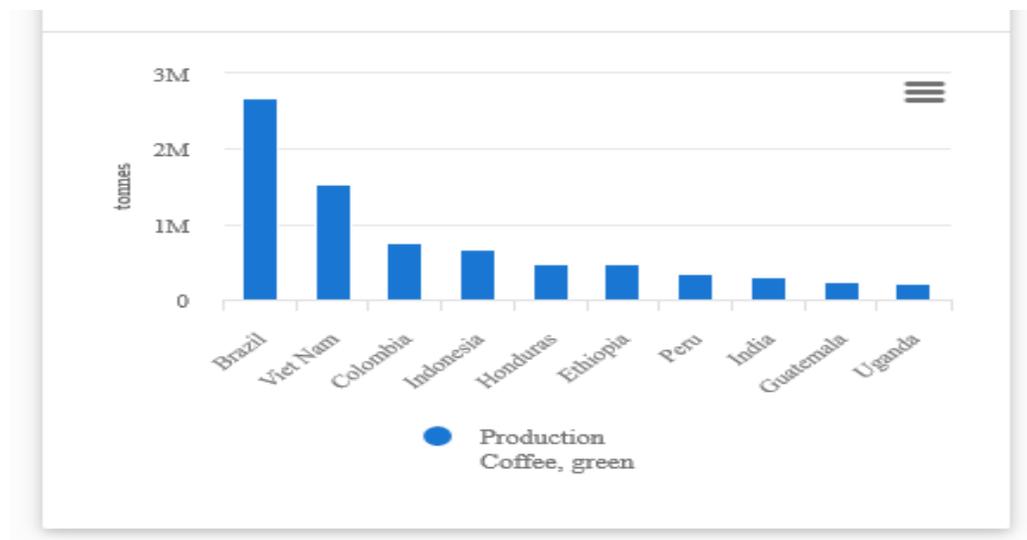


Figura 1. Países productores de café (Fuente FAO, 2019).

El principal importador es Estados Unidos que en 2016 importó café por un valor de 4 898 451 000.00 dólares y el principal exportador es Brasil que en el mismo año exportó café por un valor de 4 843 001 000.00 dólares (FAO, 2019). El mayor consumo se localiza en países de clima frío y altos ingresos, mientras la producción corresponde a países tropicales fundamentalmente subdesarrollados, lo cual, unido a otros factores históricos, políticos y socioeconómicos, ha redundado en que el 75% del café producido en el mundo se destine a su exportación (Cisneros, 2015).

Aunque el café se incluye a escala internacional dentro del grupo de los productos básicos o primarios, no se trata de un bien tan homogéneo como tal clasificación normalmente sugiere. Los cafés se distinguen por su especie y variedad botánica, el método de procesamiento primario (beneficio) aplicado a sus granos, las condiciones naturales (altura, clima, suelo) en que ha sido cultivado, el tratamiento recibido durante su crecimiento, etc. De forma que cada país, región o incluso finca, puede ofrecer un café con sus propias características y cualidades de la bebida resultante, propiciando una diferenciación que ha sido comparada a la del mercado de los vinos (Anónimo, 1969)

Según datos históricos, el cafeto fue introducido en Cuba desde Santo Domingo en el año 1748, por el Doctor cubano Antonio Gelabert, que trajo las primeras plantas y semillas de café (Ferrer, 2012)

La primera plantación de café en Cuba se estableció en la entonces llamada 'Finca González', ubicada en Wajay, provincia de La Habana y a finales del siglo XVIII, con motivo de la Revolución de Haití, muchos haitianos y dominicanos huyeron de sus tierras, para establecerse en Cuba. Experimentados como eran en el cultivo, su incorporación a nuestra agricultura produjo un extraordinario incremento de este cultivo (Ferrer, 2012).

El café ha estado presente en la historia de Cuba por más de dos siglos y medio. Su cultivo y exportación se han llevado a cabo con mayor o menor acierto a lo largo de los años; su consumo se ha establecido con innegable fuerza y persistencia en la población. Internacionalmente, el café cubano está considerado entre los mejores del mundo, un posicionamiento afianzado a fines de la década de 1980, cuando los mercados más exigentes ya le reclamaban y premiaban sus exquisitos aroma y sabor (Penton y Cabrera, 1985)

Cuba ha producido tradicionalmente café arábico, pero en la actualidad también siembra una pequeña proporción de robusta para consumo nacional (Ferrer, 2012) Los rendimientos agrícolas del café en Cuba son de 0,14 t/ha (ONEI, 2016) muy inferior a los rendimientos agrícolas promedios (0,85 t/ha) reportados mundialmente.

Las principales dificultades para la obtención de buenos rendimientos agrícolas del café en Cuba son el déficit de fuerzas de trabajo para la realización de la agrotecnia a las plantaciones de café, los atrasos en los viveros lo que conlleva a que las posturas salgan fuera de tiempo y cuando se siembran se atrasan y no desarrollan correctamente ni dan la producción deseada. El mal manejo de la sombra, el exceso de sombra influye en la disminución de la producción y disminuyen las ramas laterales o varetas. El atraso en la entrega y distribución de los recursos para la agrotecnia como es el caso de los machetes, tijeras de podar, seguetas, serruchos, motosierras, herbicidas y fertilizantes. Además de que no se realizan las acciones ni

podas necesarias para el incremento de los rendimientos agrícolas del café (Diaz *et al.*, 2013)

La poda que es una operación de manejo del cultivo que favorece el incremento del rendimiento agrícola. La poda del café consiste en eliminar parte de la planta o cambiar su forma normal de crecimiento, para obtener brotes que permitan mejorar la producción y rendimientos de la misma (Diaz *et al.*, 2013)

En la provincia de Cienfuegos se trabaja por lograr buenos rendimientos agrícolas del café, dado su empleo en la exportación y la obtención de divisas para el país. Según reportes de la Agencia Cubana de Noticias los rendimientos agrícolas de la provincia y de la empresa en los años 2017-2018 son de 0,10 t/ha, los cuales son más bajos que los del país. La acción combinada de la regulación de sombra, el efecto de las podas, la sistematicidad y la uniformidad de las restantes labores de cultivo junto a la influencia de los factores climáticos, intensidad de la luz solar y aumento gradual de la temperatura ayudan al incremento de rendimientos agrícolas en el café (Grave de Peralta *et al.*, 1998). La poda es una actividad que no requiere grandes insumos para su realización y se conoce de su efecto beneficioso en cuanto al incremento de los rendimientos. Actualmente en todas las UBPC, CPA, CCS y unidades estatales pertenecientes a la Empresa Procesadora de Café “Eladio Machín” se realiza la poda de producción y deshije que se realiza todo el año; sin embargo con este tipo de poda no se ha logrado el incremento deseado de los rendimientos agrícolas, por lo que se deberían aplicar otros sistemas de poda que pudieran aumentar el rendimiento agrícola del café.

A partir de estos elementos se realiza esta investigación que tiene como:

Problema científico: ¿Cómo influirá en el rendimiento agrícola del café la aplicación de tratamientos de poda bajo diferentes ejes ortotrópicos?

Hipótesis: Si se aplica poda bajo diferentes ejes ortotrópicos: tres ejes, cuatro ejes, cinco ejes, seis ejes y poda de producción y deshije se podrá determinar el efecto de diferentes intensidades de poda en el rendimiento agrícola del cafeto.

Objetivo general:

Determinar el efecto de diferentes intensidades de poda en el rendimiento agrícola del café en las condiciones de la Empresa Procesadora de Café “Eladio Machín” perteneciente al Grupo Empresarial Agroforestal de Café y Cacao.

Objetivos específicos

1. Caracterizar las condiciones agroclimáticas y edafológicas donde se realizaron los experimentos.
2. Determinar el efecto de diferentes intensidades de poda en el rendimiento agrícola del café.

REVISIÒN
BIBLIOGRÀFICA

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Principales características botánicas del café

El café comprende dos especies vegetales diferentes: la "*Coffea arábica*" llamada; vulgarmente, café arábica y la "*Coffea canephora*" llamada café robusta por ser más resistente ante las enfermedades que la arábica. El café arábica tiene más aroma y acidez y se considera de superior calidad a la robusta. Este último, tiene más cuerpo, con granos más pequeños, de menos aroma, carente de acidez y un alto contenido de cafeína. El café robusta no fue explotado comercialmente hasta el siglo XIX, aunque luego, se ha extendido mucho, usado principalmente para mezclas y para cafés solubles. Además de la resistencia a las enfermedades, la principal diferencia entre las dos especies es que el café robusta se cultiva a alturas inferiores a los 700 m de altura y que necesita mucha agua y una alta temperatura, mientras que el café arábica se cultiva entre los 1000 y 2000 m de altura y necesita un clima un poco más fresco y seco (Penton y Cabrera, 1985).

La variedad robusta es oriunda de las regiones calientes y húmedas del Congo Belga, alcanza resultados satisfactorios en condiciones de altitudes hasta los 300 msnm. Es una variedad de la especie *Coffea Canephora*. Árbol de troncos múltiples y ramas flexibles que alcanza de 3 a 8 m a libre crecimiento (Ferrer, 2012). La Figura 2 muestra una planta de café robusta.



Figura 2. Tallos, ramas, hojas y frutos maduros del cafeto

Las raíces en la variedad robusta, se atrofia la raíz principal y se desarrolla un amplio sistema de raíces secundarias y terciarias, que se mantienen en los primeros 30 cm del suelo, esto hace que sea muy sensible a la sequía, a pesar de su rusticidad y que los tejidos vivos que componen las raíces del cafeto solamente están capacitados para producir raíces, es decir, nunca puede originar tejidos aéreos, por ejemplo: retoños (Ferrer, 2012).

El tallo del cafeto es de crecimiento recto, cilíndrico en su edad maduro, la corteza es de oscuro o rojizo cuando joven y no llega a ser cilíndrico. Al ser adulto es generalmente de color gris, el tallo lignificado es casi cilíndrico, pero la parte

herbácea de este, que desaparece pronto, tiene un aspecto exterior diferente, igual a los renuevos (hijos o chupones) (Caballero, 1988).

Los tallos del cafeto adquieren direcciones distintas en el crecimiento, lo cual se conoce como dimorfismo y no es más que la existencia de tallos con crecimiento ortotrópicos (vertical) y ramas con crecimiento plagiotrópico (horizontal) (Fernandez, 1988a).

Las hojas son delgadas, de color verde claro, un tamaño de 25 cm de largo por 15 cm de ancho, son arrugadas, de forma ovalada o elíptica, redondeada en la base y caediza. Son ricas en cafeínas y taninos, a ello se deben algunas de las aplicaciones medicinales (Penton y Cabrera, 1985).

Las flores son blancas, excepcionalmente rosadas o violáceas. El número total de flores que se forma en cada axila es muy variable. En cada una aparecen tres o cuatro pedúnculos muy cortos que sostienen dos hojitas llamadas brácteas, dando origen a los botones florales formando una falsa umbela (Anónimo, 1969).

La semilla, que es el ovulo secundado y maduro, está encerrado en una cubierta fina, de color amarillo pálido, el endocarpio, llamado comúnmente pergamino a causa de su textura esclerosa, su color fluctúa de gris amarillento a gris pizarra azulado o gris verdoso, según la variedad, región modo de preparación y tiempo de conservación. Tiene un sabor insípido, las cualidades que hacen del café un brebaje apreciado se desarrollan solo con el tostado (Fernandez, 1988b).

Esta especie de café se cultiva con menos sombra que la variedad arábica, ya que sus hojas son de mayor tamaño, más carnosas y por la disposición que adoptan requieren menos pluviosidad diurna y por consiguiente más insolación (Ferrer, 2012).

1.2. Caracterización de la poda del cultivo del cafeto

La poda proporciona una estructura fuerte y equilibrada, con una alta capacidad de floración y fructificación atenuando la bianualidad. Mediante la poda se garantiza la renovación de las zonas productivas de las plantas y que las plantas mantengan un

tamaño más adecuado para la ejecución de la cosecha y demás actividades culturales (Díaz *et al.*, 2013).

1.2.1. Objetivos de la poda

Según Díaz *et al.*, los objetivos de la poda en el café de robusta son:

- Mantener ramificaciones jóvenes
- Conservar la estructura de la planta
- Regular y controlar el desarrollo de la planta
- Facilitar la recolección
- Facilitar el control de plagas y enfermedades
- Proporcionar mayor entrada de luz y de aire

1.2.2. Tipos de poda

El Descope: consiste en la eliminación o corte de la copa del cafeto. El mismo se descopa para que no siga creciendo hacia arriba y para que se abra hacia las calles (Figura 3). De esta manera se logra que haya una abundante ramificación secundaria. La altura del descope depende de la pendiente y del alcance máximo de las manos de los agricultores para cosechar. El descope prolonga la vida del cafetal y requiere podas permanentes de ramas secundarias y viejas.



Figura 3. Descope en una planta de café

Zoqueo: consiste en cortar todos los tallos de un lote a 30 cm del suelo, con el fin de estimular la salida de nuevos tallos que reemplazan el tallo cortado. El mismo se realiza cuando la plantación empieza a deteriorarse y a bajar su producción, afectando el ingreso del caficultor.

El zoqueo se hace inmediatamente después de la cosecha principal, cuando el árbol no tiene flores ni frutos. La Figura 4 muestra el zoqueo en una planta de café



Figura 4. Zoqueo en una planta de café

Podas por surcos: es llamada poda cíclica y permite mantener el mismo número de tallos productivos cada año en el cafetal. Con eso también se eliminan las variaciones bruscas de la producción año tras año. La Figura 5 muestra la poda por surcos en el cafetal



Figura 5. Poda por surcos en el cafetal

Poda Bandola o Pulmón: consiste en cortar el tallo a 60-70 cm dejando las ramas por debajo del corte sobre las cuales habrá emisión de ramas secundarias y producción. Luego se seleccionan los chupones que restablecerán la plantación. La Figura 6 muestra la Poda Bandola o Pulmón



Figura 6. Poda Bandola o Pulmón

Poda Calavera: consiste en quitar las ramas del tallo principal cortándolas a unos 5 cm del tallo. El tallo emite chupones donde se acumula una gran producción. La Figura 7 muestra la Poda Calavera



Figura 7. Poda Calavera en una planta de café

1.2.3. Época de poda

La época varía con el tipo de poda que se vaya a realizar. El tiempo más adecuado para cualquier tipo de poda es un poco antes de que comience el crecimiento acelerado de la planta durante el año en época fuera de cosecha.

1.2.4. Herramientas de poda

Tijeras de podar (fuertes y duraderas), se usan para cortar tallos y ramas jóvenes de poco diámetro. Deben mantenerse bien afiladas para que los cortes sean limpios y lisos.

Sierra o serrucho de podar manual para serruchar tallos y ramas de mayor diámetro. Sierras motorizadas de cadena para cortar tallos muy gruesos donde la sierra manual no trabaja bien y cuando se va a podar grandes extensiones (motosierra STIHL 44 de sable grande y motosierra STIHL 42 de sable medio).

Machetes, se usan solamente para cortar las ramas laterales y tallos finos antes o después de podados los arbustos.

Seguetas.

1.3. Efecto de la poda en los rendimientos del cultivo

La situación del efecto de la poda sobre los rendimientos agrícolas del café se evidencia en trabajos realizados sobre el tema. Según Grave de Peralta et al., (1998) de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao en Santiago de Cuba demuestran que con el manejo de la poda y la reducción gradual de los árboles de sombra en *Coffea Canephora Pierre ex Froehner* aumentan los rendimientos agrícolas del cafeto, mediante un experimento que realizaron en un área del Tercer Frente en Santiago de Cuba en el periodo de 1991-1994. Utilizando una densidad de población de 2000 cafetos/ha con las modalidades de poda y una rotación de ejes. Utilizaron un diseño de bloques al azar y los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación doble. Los resultados arrojaron que si se regula

intensa y gradualmente los árboles de sombra la poda es aconsejable hasta la sexta cosecha.

La poda del cafeto ha sido investigada desde hace muchos años. Teixeira (1946) obtuvo que la poda de las dos ramas inferiores del cafeto no era adecuada para el incremento de la producción. Sin embargo Carvalho *et al.* (1976) no encontraron efecto negativo en el rendimiento, la altura de la planta y el desarrollo de las ramas laterales con la poda de ramas laterales inferiores del café.

Colodetti *et al.* (2018) determinaron que en café arábica la poda de dos ejes ortotrópicos por planta proporciona mayor producción de café por hectárea con mayores granos. A su vez Ramírez (1996), encontró que se obtuvo mayor producción con la poda selectiva y con ciclos de poda cada cinco años. Los resultados de los ensayos de poda del cafeto no son concluyentes, por lo tanto se hace necesario continuar con las investigaciones sobre este tema.

MATERIALES Y MÉTODOS

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Metodología para la caracterización de las condiciones agroclimáticas y edafológicas donde se realizaron los experimentos.

La caracterización de las condiciones agroclimáticas y edafológicas donde se efectuaron los experimentos se realizó a partir de la consulta con fuentes oficiales de la Delegación Municipal de la Agricultura, en el municipio de Cumanayagua. En la Delegación Municipal de Recursos Hidráulicos y mediante la Estación de Investigaciones del Café en Jibacoa. También se obtuvo información mediante la entrevista a dirigentes, obreros de la empresa analizada, productores y campesinos de la finca de referencia.

2.2. Metodología para la caracterización del efecto de las diferentes intensidades de poda en el rendimiento agrícola del café. Conformación de los tratamientos.

La caracterización del efecto de las diferentes intensidades de poda en el rendimiento agrícola del café se realizó mediante un experimento realizado en la zona de Hoyo Padilla, perteneciente al municipio de Cumanayagua. En un área rehabilitada de 4 ha con un total de 6235 plantas. Las plantaciones de café fueron sembradas en 2001, su primera producción fue en el 2007 y en el periodo 2015-2018 se les realizó el experimento. Cada año tiene tres réplicas, cada una con 10 plantas y a cada grupo se le aplicaron cinco tratamientos.

Tratamiento 1. Poda conducida con tres ejes ortotrópicos. Consiste en cortar la plantación de café a una altura de 0,45 m de altura con motosierra, donde solamente queda el tocón (tronco de las plantas). Después de 45 días del corte, cuando estuvieron bien conformados los hijos o ejes ortotrópicos, se seleccionan los de mejor porte, dejando solamente tres hijos por tocón o planta rehabilitada. La Figura 8 muestra la poda conducida con tres ejes ortotrópicos aplicada a una planta de café robusta.



Figura 8. Poda conducida con tres ejes ortotròpicos

Tratamiento 2. Poda conducida con cuatro ejes ortotròpicos. Después de realizada la poda sistemática y después de 45 a 50 días se seleccionan los mejores y que estén bien ubicados, dejando cuatro hijos por planta rehabilitada. La Figura 9 muestra la poda conducida con cuatro ejes ortotròpicos aplicada a una planta de café robusta.



Figura 9. Poda conducida con cuatro ejes ortotròpicos

Tratamiento 3. Poda conducida con cinco ejes ortotròpicos. Después de realizada la poda sistemática, se seleccionan los mejores, dejando cinco hijos por tocón. La Figura 10 muestra la poda conducida con cinco ejes ortotròpicos aplicada a una planta de café robusta.



Figura 10. Poda conducida con cinco ejes ortotròpicos

Tratamiento 4. Poda conducida con seis ejes ortotròpicos. Se realiza como en los otros tratamientos, pero solo se dejan seis hijos por planta rehabilitada. La Figura 11 muestra la poda conducida con seis ejes ortotròpicos aplicada a una planta de café robusta.



Figura 11. Poda conducida con seis ejes ortotròpicos

Tratamiento 5. Plantación con poda de producción (Tratamiento Testigo). Este tratamiento consiste en que en toda la etapa de rehabilitación hay plantas que no se podan (no se les realiza la rehabilitación). Solamente se le realiza la poda de producción o deshije todo el año. (Una poda de producción y cinco deshijes al año). La Figura 12 muestra la poda de producción o deshije en una planta de café robusta.



Figura 12. Poda de producción o deshije en una planta de café robusta

2.3. Diseño estadístico

Variables analizadas: Para hallar los cálculos de rendimientos agrícolas del café robusta en los cuatro años del experimento se utilizaron las variables Cantidad de Granos, Rendimiento en t/ha, Promedio de frutos/ramas y Promedio de ramas productivas/plantas.

Los materiales utilizados fueron el machete, la lima, la motosierra STIHL 44 de sable grande y la motosierra STIHL 42 de sable medio, la lima triangular para afilar la cadena y combustible (gasolina). Se utilizaron además seguetas, tijeras y serruchos de poda.

También se utilizó un diseño de bloque al azar y los datos se procesaron mediante el software Stat Graphics 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de la zona objeto de estudio

La experiencia de esta investigación se desarrolló sobre una plantación de *Coffea Canephora*, variedad robusta, establecida en un área de 4 ha en la localidad de Hoyo Padilla, municipio de Cumanayagua, provincia de Cienfuegos. Perteneciente al productor de la CCS Manuel Prieto Labrada Justo Morón Castrazana. Tiene como límites al norte al camino a la CPA 19 de Abril, al sur a la UBPC Ganadera Las Moscas, al este la CPA cafetalera 19 de Abril y al oeste el camino a la Unidad del MININT El Brazo. La finca posee un área de 1,72 ha, de las cuales 10.50 ha tiene dedicadas para el desarrollo de la variedad de café robusta sembrado desde el 2001 con un total de 16 103 plantas. Las otra 4.22 ha son de cultivos varios. El área rehabilitada para el experimento cuenta con 6235 plantas sobre un suelo Fercialítico Pardo Rojizo, el cual es un suelo con formación de arcilla con buen drenaje interno y externo poco profundo; aunque por procesos sucedidos en la formación de este tipo de suelo en la montaña esto no es una limitante ya que tiene hasta unos 30 cm en el horizonte A. Es un suelo con buen contenido de materia orgánica y un PH entre 5.5-6.5 apto para el cultivo del café. Las precipitaciones anuales oscilan entre 1300-1600 mm de lluvia y posee una temperatura media entre 28-32 °C. La investigación se realiza a una altura de 180 msnm y con un marco de plantación de 3m x 2m.

La sombra del cafetal es apta para el desarrollo y la fomentación del cultivo del café con plantas leguminosas como el Algarrobo de la India y el Guamo que fijan el nitrógeno atmosférico y lo incorporan al suelo, además de cerrar las hojas por la noche permitiendo que el rocío penetre directamente sobre las hojas de los cafetales. La Figura 13 muestra la ubicación geográfica del lugar del experimento.

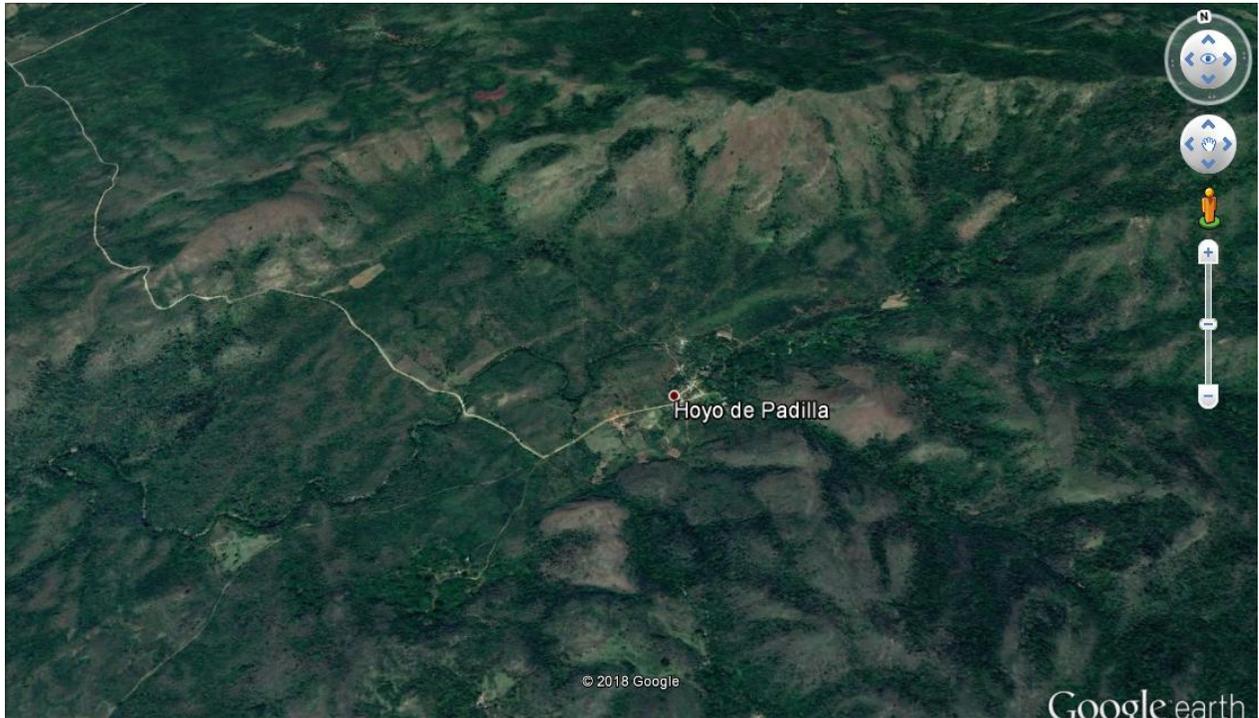


Figura 13. Ubicación geográfica del lugar de la investigación

3.2. Análisis de las variables de estudio.

Para el análisis de los rendimientos, se tuvieron en cuenta en primer lugar, los años para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos y luego se realizó un análisis de cada tratamiento por año, para determinar el índice de crecimiento de la producción durante el período de estudio de esta investigación.

3.2.1. Ramas productivas

En los procesamientos estadísticos realizado por año para determinar las diferencias entre los tratamientos, se obtuvo que existen diferencias significativas estadísticas desde el primer año de lectura de los resultados.

Para el año 2015 se obtuvo como mejor resultado en esta variable el tratamiento cinco o tratamiento testigo con diferencias estadísticas con relación a los otros tratamientos ya que era el segundo año de poda del experimento y las plantas aún estaban en desarrollo.

Para el año 2016, se tiene que los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento de más ejes ortotrópicos (seis ejes) y con diferencias estadísticamente significativas del resto de los tratamientos. También se observa que los tratamientos con más ejes tienen más ramas productivas (tabla 1). Este comportamiento se mantiene para los restantes años (2016, 2017 y 2018), como se puede observar en los procesamientos comparativos para estos años, mostrados en Tabla 1 existen diferencias estadísticas significativas.

En la tabla 1 se resume el estudio comparativo de la variable ramas productivas para los cuatro años. Se advierte también que el tratamiento testigo no llega a producir tantas ramas como el tratamiento dos con poda de hasta tres ejes ortotrópicos en el último año, lo que evidencia que aún con una poda de este tipo se puede llegar a obtener mayor número de ramas productivas con diferencias estadísticas.

Tabla 1. Resumen comparativo de los promedios entre los tratamientos por año.

Tratamiento	Frecuencia	2015	2016	2017	2018
1	30	23,5 d	28,63 c	35,6 c	43,76 c
2	30	29,73 c	35,2 c	38,53 d	43,73 c
3	30	30,0 b	36,73 b	43,43 b	48,93 b
4	30	27,8 b	41,7 b	47,1 a	56,46 a
5	30	36,76 a	29,7 a	31,16 e	35,4 d

Tratamientos con letras diferentes muestran diferencias estadísticas significativas para $\alpha \leq 0,05$

3.2.2. Frutos por ramas

Los resultados para esta variable en los años del experimento son similares a las otras variables. En el año 2015 el mejor tratamiento es el cinco con los mejores reportes de promedio por estar la planta aún en desarrollo (Tabla 2).

Para los restantes años (2016, 2017 y 2018), son similares también los resultados con las otras variables, los mejores tratamientos son en los que se realiza la poda conducida con tres y cuatro ejes respectivamente.

Tabla 2: Resumen comparativo de los promedios entre los tratamientos por año.

Tratamiento	Frecuencia	2015	2016	2017	2018
1	30	56,17 b	86,65 a	108,54 a	101,03 a
2	30	51,94 e	90,75 a	112,27 b	105,19 a
3	30	55,17 c	80,69 b	84,91 c	76,19 c
4	30	52,74 d	74,04 c	65,81 d	65,86 d
5	30	104,17 a	88,54 a	87,07 c	90,56 b

Tratamientos con letras diferentes muestran diferencias estadísticas significativas para $\alpha \leq 0,05$

3.2.3. Cantidad de granos

Para el año 2015 los resultados de los promedios para la variable cantidad de granos recolectados se comportaron como se esperaba, es decir, los tratamientos con algún tipo de poda o cantidad de ejes ortotrópicos (tratamientos uno, dos, tres y cuatro) reportaron resultados menores que el tratamiento sin poda (cinco o testigo); debido a que este año es el segundo año de poda de los tratamientos establecidos. En este momento del ciclo de desarrollo no es suficiente como para haber observado los rendimientos esperados de la poda.

En el año 2016 ya se observa un comportamiento diferente de la cantidad de granos entre los tratamientos determinados debido al efecto o influencia de la poda realizada. Los tratamientos con algún tipo de poda empiezan a reportar mejores resultados que el año anterior. De esta forma se observa que los en los tratamientos con tres y cinco ejes son los de mayores mediciones de la variable, seguido por el tratamiento con cuatro ejes, quedándose el tratamiento testigo por detrás y con diferencias estadísticas del resto. En tanto, en la Tabla 3 se muestra un resumen de los grupos o tratamientos estadísticamente diferentes para la variable en cuestión por año.

Tabla 3: Resumen comparativo de los promedios entre los tratamientos por año.

Tratamiento	Frecuencia	2015	2016	2017	2018
1	30	1314,53 c	2584,37 c	4006,07 a	4411,8 a
2	30	1557,5 c	3047,7 a	4118,9 a	4597,3 a
3	30	1634,93 b	2956,83 b	3703,07 b	3757,5 b
4	30	1907,7 b	2985,7 a	3104,3 c	3700,07 c
5	30	2901,97 a	2611,97 c	2718,9 d	3203,87 d

Tratamientos con letras diferentes muestran diferencias estadísticas significativas para $\alpha \leq 0,05$

Siguiendo el mismo análisis para los años 2017 y 2018, se observa que los tratamientos con tres y cuatro ejes fueron los de mejores resultados para dos cosechas seguidas y el testigo como los de peores registros de la variable.

3.2.4. Producción de café

La Tabla 4 muestra las producciones por cada año en que se realizaron los experimentos. En el año 2015 se encontraron diferencias estadísticas significativas para los cinco tratamientos, el de mayor producción fue el cinco, el tratamiento testigo, debido a que fue el año inicial en que se realizaron los tratamientos de poda. Del año 2016 en adelante la mayor producción se obtuvo con el tratamiento dos. Los tratamientos tres y cuatro en estos años no mostraron diferencias significativas. La poda con cinco y seis ejes ortotrópicos produce similares resultados.

Tabla 4: Resumen comparativo de los promedios entre los tratamientos por año.

Tratamiento	Frecuencia	2015	2016	2017	2018
1	30	1,85 e	3,63 d	5,61 c	6,18 a
2	30	2,18 d	4,5 a	5,76 b	6,45 a
3	30	2,29 c	4,15 b	5,37 a	5,27 b
4	30	2,66 b	4,19 b	4,36 a	5,18 b
5	30	4,07 a	3,67 c	3,8 a	4,47 c

Tratamientos con letras diferentes muestran diferencias estadísticas significativas

para $\alpha \leq 0,05$

La Tabla 5 muestra los rendimientos agrícolas del café para cada tratamiento. Aquí se aprecia que el comportamiento de los valores es similar al de la producción. La poda de producción o deshije (testigo) se favoreció en el primer año con el mayor rendimiento, mientras que los tratamientos donde se aplicaron diferentes intensidades de poda presentaron mayores rendimientos en los posteriores años, siendo el tratamiento dos (con tres ejes) el de mejores resultados a partir del año 2016.

Tabla 5: Comportamiento de los valores originales de rendimiento agrícola con diferentes tratamientos para los años evaluados.

Intensidades de poda (ejes ortotrópicos)	2015	2016	2017	2018
3 ejes	0,35	0,72	1,07	1,20
4 ejes	0,43	0,91	1,13	1,33
5 ejes	0,45	0,83	1,02	1,04
6 ejes	0,51	0,81	0,88	0,97
Poda de producción y deshije (testigo)	3,78	0,70	0,73	0,87

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. Se determinó el efecto de diferentes intensidades de poda en el rendimiento agrícola del café en las condiciones de la Empresa Procesadora de Café “Eladio Machín” perteneciente al Grupo Empresarial Agroforestal de Café y Cacao.
2. Las condiciones geográficas y climatológicas en que se desarrollaron los experimentos son propicias para el desarrollo del café *Coffea Canephora* L.
3. La poda conducida con cuatro ejes ortotrópicos (tratamiento dos) mostró los mayores resultados en cuanto a cantidad de granos, frutos por ramas y cantidad de ramas productivas, alcanzando un rendimiento agrícola superior a los demás tratamientos a partir del segundo año en adelante.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Se propone a la empresa generalizar la poda con cuatro ejes ortotrópicos.
2. Continuar los estudios de poda por dos o tres años más para determinar el tiempo máximo de obtención de resultados superiores o tendencia de crecimiento de la producción.
3. Extender este estudio a otros tipos de podas no tratados en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO: *Manual del Cafetero Colombiano*, La Habana, 1969.
- CABALLERO, D.: *El Cultivo del Cafe*, Santa Clara, 1988.
- CARVALHO, A.; L. C. MONACO y L. C. FAZUOLI: "MELHORAMENTO DO CAFEIRO. XXXVI — PRODUTIVIDADE DO CAFE DE PORTE PEQUENO COM PODADOS RAMOS INFERIORES", *Bragantia*, 35(34): 397-404, 1976.
- CISNEROS, E.: "Respuesta productiva del cafeto al manejo del riego. Función agua-rendimiento", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(4): 5-11, 2015.
- COLODETTI, T. V.; M. A. TOMAZ; W. N. RODRIGUES; A. C. VERDIN; P. C. CAVATTE y E. FIALHO: "Arquitetura da copa do cafeiro arábica conduzido com diferentes números de ramos ortotrópicos", *Rev. Ceres*, 65(5): 415-423, 2018.
- DIAZ, W.; P. M. CARO; C. A. BUSTAMANTE; C. SANCHEZ; M. I. RODRIGUEZ; E. VAZQUEZ; G. GRAVE DE PERALTA; J. L. RAMAJO; R. RAMOS; D. NAVARRO; I. FERNANDEZ; F. MARTINEZ; Y. RODRIGUEZ; L. ARAÑO; A. YERO y N. MORAN: *Instructivo Técnico Cafe Robusta*, La Habana, 2013.
- FAO, O. D. L. N. U. P. L. A. Y. L. A.: *FAO. FAOSTAT [en línea] Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> [Consulta: 19 de febrero 2019 2019]*.
- FERNANDEZ, J.: *Cultivo del Cafeto. TOMO I*, La Habana, 1988a.
- : *Cultivo del Cafeto. TOMO II*, La Habana, 1988b.
- FERRER, G.: *El Cafe. Cultivo y beneficio*, La Habana, 2012.
- GRAVE DE PERALTA, G.; W. DIAZ y M. RODRIGUEZ: Manejo de la poda y reducción gradual de los árboles de sombra en *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Cafe Cacao*. Santiago de Cuba, pp. 1998.
- ONEI: "Anuario Estadístico de Cuba 2015", 9. *Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, pp*, La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Estadística e Información, 2016.
- PENTON, G. y I. CABRERA: *Compendio Temático de Cafe*, La Habana, 1985.
- RAMÍREZ, J. E.: "ESTUDIO DE SISTEMAS DE PODA DE CAFE POR HILERAS Y POR LOTES", *Agronomía Costarricense*, 20(2): 167-172, 1996.
- TEIXEIRA, J. E.: "ENSAIO DE DESBASTE DOS RAMOS INFERIORES DO CAFEIRO ", *Bragantia*, 6(12): 567-582, 1946.