

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA TRADICIONAL DE AHOYADO VERSUS EL
AHOYADO MECÁNICO CON MOTOTALADRO COMO PARTE DE LA PREPARACIÓN DEL
SUELO PARA LA SIEMBRA DEL CULTIVO DE CAFÉ
(Coffea Arabica.)**

Trabajo de graduación en modalidad trabajo profesional presentado por Byron Oswaldo
González Caxaj

para optar el título universitario de ingeniero en Tecnología Agrícola y Pecuaria en el grado de
Licenciado

Guatemala
2018

**ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA TRADICIONAL DE AHOYADO
VERSUS EL AHOYADO MECÁNICO CON MOTOTALADRO COMO PARTE
DE LA PREPARACIÓN DEL SUELO PARA LA SIEMBRA DEL CULTIVO DE
CAFÉ**

(Coffea Arabica.)

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Trabajo de graduación en modalidad trabajo profesional presentado por Byron Oswaldo
González Caxaj
para optar el título universitario de ingeniero en Tecnología Agrícola y Pecuaria en el grado de
Licenciado

Guatemala
2018

Vo.Bo:

(f) 
Asesor
Ing. Agr. Carlos Aroldo García Paniagua

Tribunal examinador:

(f) 
Ing. Agr. Carlos Aroldo García Paniagua
Examinador

(f) 
Elmer Vitelio Salazar Barrios
Director Área Agrícola
Examinador

(f) 
Fernando Hernández Hernández
Examinador

Guatemala, 3 de octubre de 2018 ✓

ÍNDICE

LISTADO DE TABLAS	VI
LISTADO DE GRÁFICAS	VII
LISTADO DE IMÀGENES	VIII
RESUMEN.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
V. METODOLOGÍA	14
VI. RESULTADOS.....	16
VII. ANÁLISIS DERESULTADOS.....	21
VIII. CONCLUSIONES.....	24
IX. RECOMENDACIONES	25
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
XI. Anexo I.....	27
XII . Anexo II	37

LISTADO DE TABLAS

1. Tabla No.1 media de hoyos realizados por 5 peones Durante 30 días con método tradicional	.....	16
2. Tabla No.2 media de hoyos realizados por 5 peones Durante 30 días con método mecanizado	.....	17
3. Tabla No.3 cálculo de costos con el método Tradicional	.....	18
4. Tabla No.4 cálculo de costos con el método Mecanizado	.....	19
5. Tabla No.5 resultados de hoyos Realizados por el peón 1	.....	27
6. Tabla No.6 resultados de hoyos Realizados por el peón 2	.....	28
7. Tabla No.7 resultados de hoyos Realizados por el peón 3	.....	29
8. Tabla No.8 resultados de hoyos Realizados por el peón 4	.....	30
9. Tabla No.9 resultados de hoyos Realizados por el peón 5	.....	31
10. Tabla No.10 resultados de hoyos Realizados por el peón 6	.....	32
11. Tabla No. 11 resultados de hoyos Realizados por el peón 7	.....	33
12. Tabla No.12 resultados de hoyos Realizados por el peón 8	.....	34
13. Tabla No.13 resultados de hoyos Realizados por el peón 9	.....	35
14. Tabla No.14 resultados de hoyos Realizados por el peón 10	.....	36

LISTADO DE GRÁFICAS

1. Gráfica No.1 comparación de rendimiento (hoyos/persona/hora) entre método convencional y método mecanizado	.....	21
2. Gráfica No.2 comparación costo (quetzales/hoyos) entre métodos	.....	22
3. Gráfica No.3 comparación de tiempo (hoyos/persona/día) entre métodos	.....	23

LISTADO DE IMÀGENES

1	Imagen No. 1 Mototaladro	.....	37
2	Imagen No. 2 Piochín	.....	37
3	Imagen No. 3 Peones trabajando con mototaladro	.....	37
4	Imagen No. 4 Hoyos realizados con mototaladro	.....	38
5	Imagen No. 5 Hoyos realizados con piochín	.....	38
6	Imagen No. 6 Peón ahoyando con el método tradicional	.....	39
7	Imagen No. 7 Hoyo realizado con piochín	.....	39
8	Imagen No. 8 Hoyo realizado con piochín	.....	39

RESUMEN

En Guatemala el sector caficultor por décadas ha dado prosperidad a gran parte de la sociedad del país. En los últimos años este sector ha enfrentado grandes problemas; desde las enfermedades del cultivo hasta la baja en el precio de venta.

Es por ello que varios caficultores decidieron incursionar en la diversificación de los cultivos con otras alternativas tales como el maíz, el frijol, el hule, entre otros. Esto se dio debido a la necesidad de los agricultores de generar ingresos para sostener a sus familias.

Las dificultades que los caficultores han tenido que enfrentar son: la pérdida de cosechas por enfermedades, baja de precio de venta, falta de ingresos, mano de obra deficiente, altos costos de producción y poca tecnificación del cultivo.

En los últimos años, cooperativas de productores, la Asociación Nacional del Café, y otras instituciones nacionales e internacionales se han enfocado a crear nuevas estrategias para apoyar a los caficultores a mejorar su producción y poder bajar sus costos de Producción.

El presente estudio se llevó a cabo en Finca El Retiro coordenadas geográficas (90°25'52"W y 14°28'42"N), municipio de Fraijanes del departamento de Guatemala, en la parte sur del departamento, con una altura promedio de 1700 msnm (metros sobre el nivel del mar), con un suelo franco arcilloso perteneciente a la serie Morán, con fisiografía de Gran Paisaje; Montañas Volcánicas del centro del país y Región: Tierras Altas Volcánicas, con pendientes de semi-onduladas a onduladas, con zona de vida: Bosque Húmedo Montano Bajo subtropical (bh-MB), donde la precipitación promedio es de 1610 mm anuales.

En esta tesis se propone un sistema mecanizado en la preparación de suelo, ahoyado y siembra de café tomando como base el estudio del método actual de preparación de suelo (ahoyado) tradicional con azadón y el método mecanizado utilizando una moto-ahoyadora, con el fin de evaluar el método con el cual se obtienen mejores resultados de rendimiento (hoyos/persona/hora), costos (quetzales/hoyo) y tiempo (hoyos/persona/día).

I. INTRODUCCIÓN

Como bien es sabido en los últimos 10 años la industria cafetalera guatemalteca ha pasado por problemas muy serios; tales como lo han sido el descenso de los precios de venta, el aumento de problemas causados por la Roya, que ha afectado a la mayoría de las áreas cafetaleras del país, así como la falta de personal para realizar las diferentes tareas en el proceso del cultivo de café y elevados costos de producción

Esto ha generado que muchos productores pierdan el interés en el cultivo debido a lo difícil y costoso que se ha convertido todo el proceso.

Es por ello que en la presente tesis se analizó la mecanización del ahoyado debido a que es una de las actividades más caras y difíciles de realizar del proceso de producción del café. Se obtuvieron resultados que permitan definir el método (ahoyado manual y ahoyado mecanizado) más eficiente y económico, para la región de estudio y tratar de implementarlo en todas las zonas cafetaleras de Guatemala.

En las fincas cafetaleras del país la técnica más utilizada para realizar la preparación del suelo específicamente el ahoyado, se utiliza la técnica convencional que consiste en realizar un hoyo con la ayuda de un azadón. Esta práctica se realiza en época lluviosa; los agricultores que se dedican a este cultivo ahoyan un invierno antes de la siembra ya que el suelo tiende a ponerse duro en el verano lo cual dificulta la actividad.

Por el contrario el método mecanizado consiste en realizar el hoyo con ayuda de un mototaladro, el cuál debido a la rapidez y fuerza con el que cuenta hace la tarea más eficiente.

La evaluación comparativa descrita se realizó en Finca El Retiro, considerando las variables rendimiento (hoyos/persona/hora), costos (quetzales/hoyo) y tiempo (hoyos/persona/día).

Los resultados obtenidos indican que es más económico utilizar el método mecanizado en comparación con el método tradicional. Realizar un hoyo con el método mecanizado tiene el valor de Q.0.92 y con el método tradicional un valor de Q.1.59. En tiempo el método mecanizado muestra un rendimiento de 500 hoyos diarios/persona y el método tradicional 101 hoyos diarios/persona.

II. OBJETIVOS

A. General:

Realizar un análisis económico utilizando un método mecanizado para el ahoyado para la siembra de café en comparación a la práctica convencional de los productores.

B. Específico:

1. Determinar los costos por hoyo de los dos métodos de ahoyado a utilizar (ahoyado convencional y ahoyado mecanizado).
2. Cuantificar la producción de hoyos por hora en los dos métodos a utilizar.
3. Evaluar los dos métodos de ahoyado y determinar el que más adapta a la región donde se realizó el estudio.

III. JUSTIFICACIÓN

La mecanización de las actividades en el proceso del cultivo de café establece una ventaja competitiva como lo han demostrado países como Brasil, Costa Rica, Colombia, etcétera. Que han innovado la mecanización de los procesos del Cultivo de café.

“En Colombia se está buscando implantar el uso de máquinas para recolectar su cosecha de café y solucionar definitivamente el perpetuo problema de escasez de mano de obra que cada año pone en riesgo las metas de producción y exportaciones.”¹

“La recolecta mecánica es común en Brasil, Hawái y grandes fincas. También está asociado principalmente con café de consumo. Sin embargo, hay algunas fincas que la usan cuando producen un café de grado de especialidad también.”²

En Guatemala la Asociación Nacional del Café (ANACAFE) ha estudiado la mecanización de la recepa del café, Con el objetivo de reducir los costos en el manejo de tejido productivo del cafeto (podas) evaluando el equipo motorizado denominado "chapeadora" o moto-podadora con sierra circular de disco tornado de nueve pulgadas. Como método tradicional comparativo se empleó el machete recortado, con hoja de 16 pulgadas de longitud, conocido como "cuta", que se obtiene una mejor eficiencia en la poda utilizando el equipo motorizado.

Cada vez son más las actividades del proceso del café que se mecanizan para crear un proceso del cultivo de café eficiente y eficaz.

Las fincas de café en Guatemala están innovando diversos métodos que van desde la siembra hasta el corte y la comercialización.

El Retiro es una finca que su ubicación geográfica permite hacer la propuesta de estudio y está en una fase de siembra del cultivo, realizar esta evaluación del sistema tradicional de ahoyado versus el ahoyado mecánico con mototaladro como parte de la preparación del suelo para la siembra del cultivo de café, es un aporte que puede ser considerado para un mejor rendimiento en otras fincas.

Esta evaluación contribuye significativamente a aumentar la productividad de la actividad del ahoyado, brinda apoyo para crear oportunidades que alivian la escasez de mano de obra.

¹Se acabaron los recolectores de café: Colombia le apunta a máquinas para su cosecha <http://www.portafolio.co/economia/colombia-le-apunta-a-maquinas-para-la-cosecha-de-cafe-499805>

²Recolección a mano vs recolección mecánica: Pros & Contras, <https://www.perfectdailygrind.com/2017/07/recoleccion-mano-vs-recoleccion-mecanica-pros-contras/>

IV. MARCO TEÓRICO

A. El café en Guatemala

En Guatemala, las primeras plantas de café fueron traídas por religiosos durante la conquista española. Esta fue la razón por la cual la mayor parte de las plantaciones se cultivaban en los jardines de los conventos de Santiago de los Caballeros de Guatemala. Sin embargo, luego del terremoto de 1773 las plantaciones que sobrevivieron se trasladaron a la nueva capital.

El café como industria empezó a desarrollarse entre los años 1850 y 1860, ya que las plantaciones se habían extendido hacia otras áreas como el suroeste de Guatemala. Al inicio, el crecimiento fue lento debido a que era un cultivo relativamente nuevo y debido a la escasez de tecnología.

Además, la falta de mano de obra impedía el rápido aumento de la producción del café. Sin embargo, las plantaciones seguían creciendo y para el año 1902 los cultivos más importantes se encontraban en la costa sur.

Las principales características de Guatemala que permitieron la creciente producción del café fueron el aislamiento natural, el clima templado y el suelo fértil, condiciones que luego lo convirtieron en uno de los principales productos de la economía guatemalteca.

B. Botánica del Café

El café pertenece a la familia botánica *Rubiaceae*, que tiene unos 500 géneros y más de 6.000 especies. El género es *Coffea* es el miembro más importante de la familia desde el punto de vista económico ya que alrededor del mundo es el que más se comercializa, del *coffea* parte a varias especies como por ejemplo: Arabica, Canephora y Liberica que de ellas surgen las variedades tales como bourbon y robusta.

Hay probablemente 25 especies principales, todas ellas provienen del África tropical y algunas islas de Océano Índico, en especial Madagascar. Gracias a la gran variedad de plantas y semillas que provienen del género *Coffea*, se ha vuelto difícil clasificar o designar una planta como parte de este género.

Desde el punto de vista económico, las dos especies más importantes son el *Coffea arabica* (café Arábica) – que supone más del 60% de la producción mundial – y el *Coffea canephora* (café Robusta). Otras dos especies que se cultivan en menor escala son el *Coffea alibérica* (café Libérica) y el *Coffea dewevrei* (café Excelsa).

C. Variedades de café

Entre las principales variedades de café que se comercializan alrededor del mundo podemos encontrar:

- **Typica**

Su origen es de Etiopía. Esta planta crece entre 3,5 y 4 metros de altura, posee frutos grandes y poco resistentes al viento. Posee una producción limitada, pero su tasa es de excelente calidad.

- **Bourbon**

Es una planta proveniente de Isla Reunión, Sudáfrica. Da una mejor calidad de café se en alturas de 1.000 y 2.000 metros sobre el nivel del mar. A comparación de la Typica su fruto es más pequeño. Las cerezas maduran rápidamente y en tiempos de lluvia son susceptibles a caer. Su tasa aunque es muy similar a la de Typica, es de una excelente calidad.

- **Caturra**

Este café es proveniente de Brasil y es el resultado de la mutación del bourbon. Se adapta mejor a altitudes entre 500 y 1.700 metros sobre el nivel del mar y es resistente a los vientos. Tiene una maduración rápida y tiene alta productividad.

- **Mundo Novo**

Esta planta proviene de Brasil y es el resultado del cruce de typica y bourbon. La planta de café es resistente a enfermedades y tiene mejor desempeño entre los y 1.700 metros de altura. Una desventaja es que sus granos maduran más lentamente que el promedio de variedades.

- **Catuai**

Esta variedad es también originaria del Brasil, es el resultado de cruzar café tipo mundo novo y caturra. Por encima de los 1000 metros de altura sus plantaciones producen mejor sabor en taza. Sus granos son resistentes a lugares lluviosos y con vientos. La calidad de su tasa es buena.

- **Geisha**

Este tipo de café se ha convertido en el más buscado en los últimos años, debido a su sabor cítrico y cuerpo liviano. Proviene del suroeste de Etiopía, en Abisinia. Su siembra está entre los 1.500 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, y la producción empezó en Panamá, en áreas montañosas con suelos de origen volcánico.

D. Establecimiento del cafetal

Para el establecimiento de un cafetal, es necesario conocer las características y condiciones del suelo (topografía, fertilidad natural y cubierta vegetal), así como las variables generales del clima de la región.

Respecto a estas variedades en el Cuadro 1 se presentan las principales variables del cultivo que se deben de considerar al momento del establecimiento de un cafetal.

Cuadro 1 Principales variables del clima a observar para el establecimiento de un cafetal

Principales variables del clima a observar para el establecimiento de un cafetal (Anacafé; 1991, 1998).			
Factor	Rango	Observaciones	
Temperatura	7- 23 °C	Menor	Causan quemaduras en los brotes nuevos y mayor presencia de Phoma.
		Mayor	Causan deshidratación, formación de flor estrella, mayor incidencia de enfermedades fungosas. Reducción del proceso fotosintético.
Precipitación pluvial	1,000 - 3,000 mm/año	Menor	Limitan el crecimiento, provocan defoliación. Baja producción.
		Mayor	Mayor incidencia de enfermedades fungosas.
Altitud	900 - 1,700 Msnm	Menor	Baja la calidad de la taza e incrementan los costos de producción.
		Mayor	Poco desarrollo de la planta.
Humedad relativa	65 - 85%	Mayor	Mayor incidencia de enfermedades fungosas.
Vientos	20 - 30 Km/hora	Mayor	Provocan daño mecánico y fisiológico, caída de hojas, flores y frutos; deshidratación de yemas florales, hojas tiernas y frutos tiernos.

E. Distancia de siembra

Las altas densidades de población pueden someter a las plantas a condiciones de competencia intensiva, así como a la sobre explotación del suelo, ya que afectan el crecimiento y desarrollo. Las siembras cerradas acortan la vida productiva de la planta, ya que se establece una alta competencia, ocasionándose la pérdida de una gran parte de tejido productivo que se atrofia por la deficiencia en luminosidad y aireación dentro de la plantación.

El distanciamiento de siembra dependerá de la variedad de café y de las condiciones micro-climáticas.

Para las variedades Anacafe 14 y Marsellesa se utiliza una distancia de 0.75*2.25 mts.

F. Habilitación de terreno

Al establecer una nueva plantación en un terreno con montaña, se recomienda dejar árboles silvestres los cuales deben escogerse según su conformación y utilidad en el futuro. Es recomendable manejarlos con distanciamiento adecuado, de tal manera que no afecten el desarrollo de la nueva plantación de café. Además podrá dejarse algunos árboles de mediana altura, para proveer un segundo estrato de sombra.

Si se trata de renovación de cafetales, es aconsejable conservar los árboles de sombra existentes, sean éstos árboles silvestres o leguminosas plantadas. Para el caso de áreas con "guatales" o potreros, deberá dejarse en lo posible arbustos que puedan proveer de sombra a la plantación, mientras se establece y desarrolla la nueva sombra.

G. Trazo y ahoyado

El trazo para la nueva plantación en terrenos con pendientes onduladas y quebrada deberá ser en curvas a nivel o en contorno.

El ahoyado para la siembra debe hacerse con bastante anticipación. El tamaño de los agujeros varía según el tipo de suelo (textura), recomendándose hacerlos de 50 x 50 x 50 centímetros para suelos arcillosos, de 40 x 40 x 40 centímetros para suelos arenosos y de 30 x 30 x 30 centímetros para suelos con textura franca.

De 15 a 30 días antes de la siembra, incorporar en los agujeros de 1 a 4 libras de abono orgánico por planta. La cantidad de abono orgánico a aplicar dependerá del tipo de suelo, la fuente y su disponibilidad.

H. Siembra

La siembra debe hacer al establecerse formalmente las lluvias y por consiguiente, cuando exista humedad suficiente en el suelo (de mayo a julio, según la región), considerando básicamente lo siguiente:

- Sembrar únicamente plantas sanas y vigorosas, con 2 o 3 cruces.
- Al sembrar las plantas, cuidar que éstas no queden demasiado enterradas.
- Evitar que la raíz principal quede doblada, apisonando bien la tierra alrededor del pilón, para evitar cámaras de aire.
- Cuando es almácigo en bolsa, cortar una rodaja en el asiento del pilón de aproximadamente media pulgada de grosor.
- Aplicar dos onzas de roca fosfórica por planta, procurando mezclarla con el suelo y el abono orgánico incorporado previamente.
- Hacer terrazas individuales o continuas y aplicar mulch, para mantener la humedad del suelo.

I. Cuidados posteriores a la siembra

- Complementar los trabajos de conservación de suelos, si el caso lo amerita, con el establecimiento de barreras vivas y/o muertas, coberturas vivas y/o muertas y acequias o zanjas de infiltración.
- En esta etapa de desarrollo del cultivo, es oportuno cultivar alguna leguminosa (frijol) en asocio con el café, al centro de la calle.
- Establecer diferentes tipos de sombra (provisional, temporal y permanente), para el caso de plantaciones establecidas en terrenos limpios.
- Manejo adecuado de las hierbas.
- Revisar la siembra y hacer las resiembras necesarias.
- Monitoreo de plagas y enfermedades.

J. Etapas de la siembra

La formación de raíces, ramas, nudos y hojas, comprende tres etapas: germinación a trasplante (2meses), almácigo (5-6meses) y siembra definitiva a primera floración (11meses).

K. Factores ecológicos

1.La temperatura, es el componente más relacionado con el crecimiento de la planta. Bajas temperaturas propician un desarrollo lento y una maduración de frutos tardía. Por otra parte, las temperaturas altas aceleran la senescencia de los frutos, disminuyen la fotosíntesis, reducen el crecimiento y producción. Además, pueden causar: anomalías en la flor; fructificación limitada; la ocurrencia de enfermedades y susceptibilidad a plagas; afectar la longevidad de la planta, su productividad y rendimiento. Para modificar los efectos de temperaturas altas en el ambiente dentro del cafetal puede establecerse sombra temporal y permanente. El cultivo de café necesita temperaturas mínima de 20 °C y máxima de 25 °C, para lograr su desarrollo y productividad. Los cafetos de la especie *Coffea arabica* crecen y se desarrollan mejor bajo temperaturas que fluctúan entre los 20 y 27°C.

2.El rango de lluvia para el cultivo de café es de 1200 a 1800 mm, para lograr una buena floración se necesitan un promedio de 20 mm bien distribuidos durante el año.

3.La altitud es un factor determinante de la calidad y el sabor del café, coffee club ha realizado una relación entre la altitud y los distintos sabores que puede brindar el café, cual se presenta en la Figura 1.

Figura 1 Sabores según altitud traducido al español adaptado de DT Coffee Club



4. Luminosidad; el origen del cultivo de café es bajo sombra, por lo tanto, es recomendable continuar con esta condición para la producción de café de alta calidad. Cuando la intensidad lumínica es alta se da el cierre de estomas en las hojas del cafeto, para protegerse de una transpiración excesiva, esto trae como consecuencia una disminución en el proceso de fabricación de alimentos de la planta y por ende una baja en producción.

Una intensidad de luz baja y prolongada favorece la incidencia de plagas, da problemas de maduración del grano y, por ende, de recolección.

El cafeto se considera una planta de día corto por lo que necesita de ocho a 13 horas de iluminación para florecer.

5. El viento es otro factor limitante en el cultivo de café, el rango óptimo de velocidad del viento, para el café es de 5 a 15 Km/h; valores más altos provocan alta defoliación y caída de flores y frutos. Los vientos fuertes y frecuentes no son favorables para el desarrollo del cafeto ya que su acción desecadora hace que se intensifique la transpiración y esto causa una deshidratación en las hojas de la planta y su caída.

Otro efecto causado por el viento en época de cosecha es, que el roce continuo entre las ramas laterales donde se produce el café causa el tanto de granos verdes como maduros ocasionando pérdida de frutos. De igual forma, los vientos fuertes parten las ramas del cafeto especialmente cuando la producción es abundante.

6. Humedad Relativa, es el valor de agua en forma de vapor que existe en el aire atmosférico. El rango aceptable para el cultivo de café es de 65 a 85 %. Si la humedad relativa excede el 85 % se afecta la calidad del café y se favorece la incidencia de enfermedades. La humedad ayuda a fraccionar o disipar los rayos solares sirviendo como filtro y disminuyendo la intensidad lumínica.

7. La condición óptima de suelo para el cultivo de café orgánico es con textura franca; pero se adapta a suelos desde Franco Arcillosos hasta Franco Arenoso, con pendiente suave del cinco a 12%. Considerando además sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Propiedades físicas: el suelo ideal para el cultivo de café es uno con 50 cm de profundidad, 50% de porosidad, 45% de sustancia mineral y 5% de materia orgánica. Las características físicas estructurales de los suelos, son mejoradas por la incorporación de materia orgánica, y por la actividad biológica de los microorganismos y fauna menor.

Propiedades químicas: Para el buen crecimiento del cafeto es necesaria la disponibilidad de nutrientes; Que haya sistemas de amortiguamiento que regulan la concentración de los nutrientes como materia orgánica viva o muerta. La descomposición de ciertos compuestos orgánicos, mantienen un nivel adecuado de aniones. La pérdida de materia orgánica, la acidificación, el aumento de la solución de hierro y aluminio, y la presencia de arcilla de baja actividad, en los suelos tropicales, reducen la fertilidad de los mismos.

Propiedades biológicas: En el suelo viven un gran número de organismos grandes y pequeños, que participan activamente en los procesos de transformación de materia orgánica y la transferencia de energía. Son muy importantes para el buen desarrollo de la planta.

8. Acidez o pH, El café tiene un rango óptimo de 5.5 a 6.5, valores debajo o arriba de ellos, afectan el desarrollo normal de raíces, crecimiento y producción.

L. Factores agronómicos o tecnológicos

El tiempo necesario para comenzar a producir, de un cafeto joven, desde que se establece es de tres a cuatro años. A continuación el arbusto puede vivir numerosas décadas. Cuantas décadas viva un cafeto dependerá de los cuidados que se le brinden. Los cuidados que se describen son los indispensables para una plantación altamente productiva. Las actividades agrícolas que se realizan en el cafetal para obtener café cereza son:

1. Selección del Terreno: En el proceso de selección del terreno debe efectuarse un estudio de suelo con miras a determinar si es apropiado para el cultivo conforme a su fertilidad, capacidad de intercambio cationico, retención de humedad, textura, desagüe externo, pendiente, etc.

Es muy importante que se considere todos los factores climatológicos para hacer una decisión más acertada. La pendiente del terreno, para el establecimiento del café, no debe ser mayor del 60 % de manera que permita y facilite las labores agronómicas en el cafetal y así podrá reducirse los costos. La orientación del terreno debe tener en cuenta la dirección y fuerza de los vientos, con el objetivo de considerar el establecimiento de barreras rompe vientos para proteger los cafetos.

2. Preparación del Terreno, Un terreno baldío, se debe hacer una limpia manual, eliminando arbustos que dificulten el trazo y estaquillado del terreno. Si es un área a renovar, el primer paso es la eliminación total de los cafetos viejos y

enfermos, para dejar el hoyo expuesto al sol durante la época seca, es importante eliminar el cafetal y evitar la siembra bajo un cafetal viejo. El trazo y estaquillado dependerá de la variedad de café a establecer, del tipo de manejo agronómico a implementar, de la pendiente del terreno. Es importante de antemano considerar el estaquillado de la sombra temporal y permanente a establecer, la cual dependerá de la altura sobre el nivel del mar del terreno seleccionado.

La época para realizar esta práctica debe coincidir con un tiempo seco, que facilite las tareas y disminuya los riesgos de accidentes a los trabajadores. Dentro de un cafetal orgánico no se debe quemar hojas, ramas ni otro material vegetativo. Estos deben dejarse sobre el terreno para que se descompongan y formen parte del suelo, lo protejan y conserven. Cuando se realiza el desmonte parcial se dejan sólo los árboles más jóvenes, libres de plagas y de mejores características para sombra.

3. El suelo no es solamente el medio de sostén de las plantas sino, el fundamento donde se han de desarrollar. Por tanto, es imprescindible el mantenimiento de su fertilidad, su cuidado, mejoramiento y conservación. Algunas prácticas de conservación de suelos que deben observarse para su implantación según sea necesario son: barreras vegetativas, barreras muertas, plantas de cobertura, zanjas, caminos y veredas al contorno, distancias de siembra, variedad del cafeto, uso de sombra temporal y permanente, incorporación de materia orgánica y uso adecuado de abonos orgánicos.

4. La siembra de cafetos debe coincidir con una época húmeda pero no en exceso. Esto suele variar según las distintas zonas. Es importante que la plantación esté bien establecida antes de la llegada de la época seca para que los arbolitos no sufran un estrés severo.

5. Variedades, para decidir qué variedad de café se va sembrar en la finca, es necesario considerar los factores siguientes: clima de la zona y de la finca en particular, topografía y suelos, altitud, distancia y densidad de siembra y la disponibilidad de la mano de obra. Debe considerarse, además, la adaptación de la planta al área y la resistencia a plagas, así como su comportamiento al sistema y tipo de siembra que se usará.

Otros aspectos a los que hay que prestar atención son: el porte de la planta, producción, rendimientos, tiempo de vida útil, respuesta a la poda, hábitos de maduración tardía o temprana, precocidad de la cosecha, accesibilidad para la recolección, el propósito de la producción y el mercadeo.

6. Distancia de siembra: la distancia de siembra del cafeto debe establecerse con anterioridad a la de la sombra temporal o permanente y así evitar dificultades que tendrán consecuencias adversas en el futuro.

Los distanciamientos de siembra se deciden en base a las variedades a sembrar, en términos amplios son: distancia entre surco y plantas 1 a 2 m, con poblaciones entre 2 500 a 3 333 plantas por mz.

Las distancias cortas tienen la ventaja de acomodar un mayor número de plantas por área lo que se traduce a corto plazo en altas producciones de café, se cubre más rápido el suelo ayudando a controlar los efectos de la erosión y el crecimiento de las malezas; pero poseen la desventaja de poner mayor presión a la fertilidad y disponibilidad de agua en el suelo, requieren manejo de tejido en una etapa más temprana, se auto somborean en exceso y bajan la producción y su tiempo de vida útil, por lo general, es más corto.

V. METODOLOGÍA

Recolección de datos para la comparación de las dos metodologías de ahoyado en campo

A. Materiales:

- Computadora
- Mapas de fincas
- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica
- Mototaladro
- Piochin (azadón)

B. Metodología

Se evaluaron las dos distintas metodologías en el campo a ahoyar, en áreas bajo condiciones similares (franco arcilloso) en finca El Retiro, Fraijanes Guatemala.

C. Fase de campo

Se ubicó el área donde se realizó la prueba (no se tomó en cuenta el tamaño total de la finca). En esta investigación lo importante fue validar la metodología de ahoyado para siembra para ello se elaboraron tablas de rendimiento.

Se realizó en un tiempo de 30 días, con las dos metodologías el sistema tradicional de ahoyado contra el sistema mecanizado

Los dos métodos de ahoyado fueron evaluados en rendimiento y producción (hoyos/persona/hora); costo (quetzales/hoyo); tiempo (horas/manzana ahoyada).

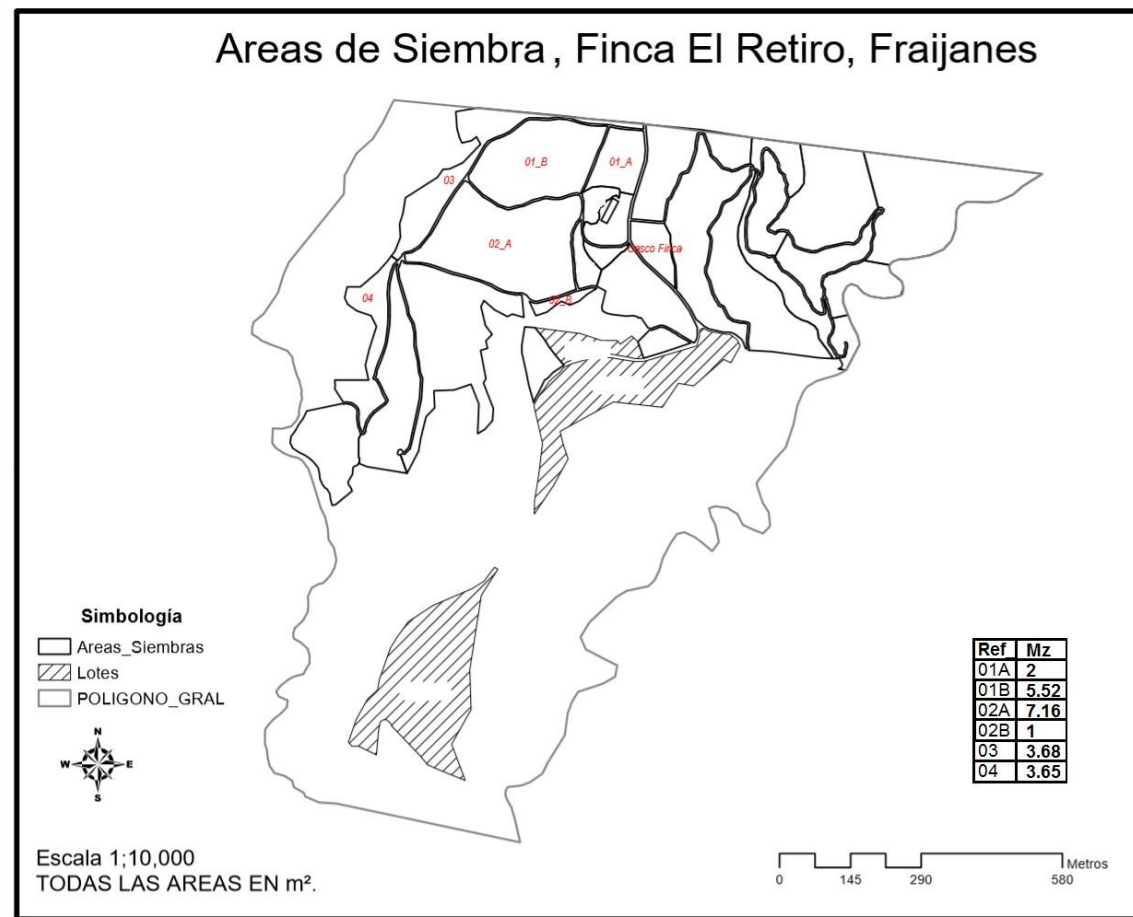
Para la evaluación se requirió de 5 personas para el método mecanizado y 5 personas para el método convencional o manual, con edades de 23 a 28 años, todos trabajadores de campo.

Basta mencionar que en ambos métodos (método mecanizado y método convencional) las dimensiones del agujero fueron las mismas una profundidad de 50 cm x 20 cm de ancho.

La densidad de siembra a utilizada fue de 2.25 entre surco x 0.75 entre planta.

El área donde se evaluó cada método fue la denominada región 1 de la primera fase de siembra que consta de 7.52 manzana, según la densidad de siembra a utilizar (2.25 mts x 0.75 mts) la manzana tiene capacidad de 4000 hoyos. En la Imagen 1 se representa la denominada región 1 con 7.52 manzanas.

Imagen 1 Mapa Finca El Retiro



D. Delimitación

Se realizará en Finca El Retiro, ubicada en municipio de Fraijanes, del departamento de Guatemala, ambos métodos fueron evaluados en 4 regiones que posee Finca El Retiro, cada una con extensión de: región 1(1A y 1B) con 7.52 manzanas, región 2(2A y 2B) con 8.16 manzanas, región3 con 3.68 manzanas y región 4 con 3.64 manzanas, para un total de 23 manzanas, la densidad de siembra a utilizar fue de 2.25 mts x 0.75 mts y cada hoyo con profundidad de 50cm.

VI. RESULTADOS

En la Tabla 1 se representa la media de los resultados obtenidos de los hoyos realizados por cada operador durante 30 días evaluados con el método tradicional.

Tabla 1 Media de hoyos realizados por 5 peones durante 30 días con el método tradicional		
No. Peón	Hoyos * Hora	Hoyos * Día
1	16.95	101.7
2	17.22	103.33
3	17.02	102.13
4	17.15	102.9
5	16.45	98.7
□	16.96	101.75
Fuente: Elaboración propia		

En la Tabla 2 se representa la media de los resultados obtenidos de los hoyos realizados por cada operador con el método mecanizado durante 30 días evaluados.

Tabla 2 Media de hoyos realizados por 5 peones durante 30 días con el método mecanizado		
No. Peón	Hoyos * Hora	Hoyos * Día
1	83.27	499.60
2	81.02	486.13
3	78.45	470.7
4	82.95	497.7
5	87.22	523.33
□	82.58	502.02
Fuente: Elaboración propia		

En la Tabla 3 se representa el cálculo de costos obtenidos en método tradicional por hoyo, los costos del hoyo fueron calculados según la media que se presentaron en el rendimiento (hoyos/persona/día).

Tabla 3 Cálculo de costos con método tradicional		
Datos		
Rendimiento hoyos/persona/día	102	Hoyos
Rendimiento hoyos/persona/hora	17	Hoyos
Vida útil estimada piochín	5000	Hoyos
Valores		
Costo herramienta (piochín)	Q.75.00	
Costo por hoyo		
Costo herramienta (piochín)	Q.0.02	
Costo mano de obra	Q.1.00	
Costo prestaciones (50%)	Q.0.50	
Costos imprevistos (5%)	Q.0.08	
Costo total	Q.1.59	
Fuente: Elaboración propia		

En la Tabla 4 se representa el cálculo de costos obtenidos en método mecanizado por hoyo, los costos del hoyo fueron calculados en base a la media que se presentaron en el rendimiento (hoyos/persona/día).

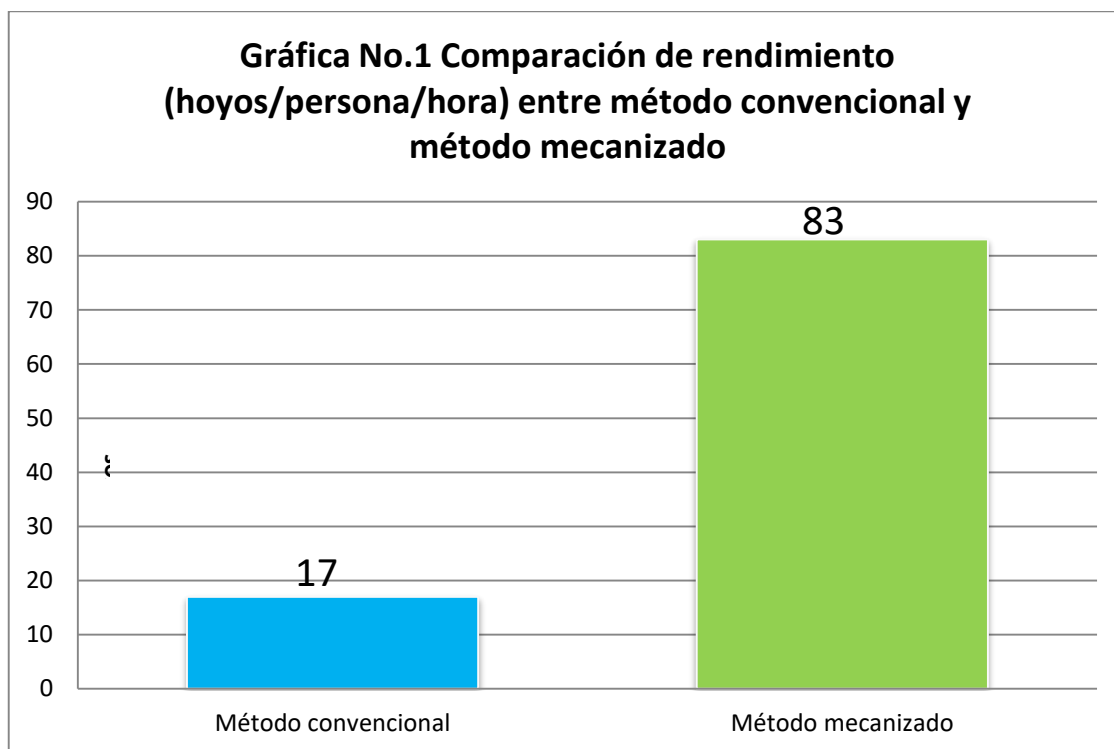
Tabla 4 Cálculo de costos con método mecanizado		
Datos		
Rendimiento hoyos/persona/día	500	Hoyos
Rendimiento hoyos/persona/hora	83	Hoyos
Vida útil estimada mototaladro	1500	Hrs
Hoyos estimados/vida útil	250000	Hoyos
Hoyos útiles/cuchilla	3000	Hoyos
Hoyos útiles/punta de broca	3000	Hoyos
Hoyos útiles/broca	3000	Hoyos
Rendimiento hoyos/gal combustible	675	Hoyos
Valores		
Costo moto ahoyadora	Q. 5,360.00	
Costo cuchilla broca	Q.50.00	
Costo punta broca	Q. 10.00	
Costo de broca	Q. 1,030.93	
Costo mezcla combustible	Q.22.14	Galón
Costo depreciación 5 años	Q. 1, 340.00	
Costo por hoyo		
Costo moto ahoyadora	Q.0.02	
Costo mantenimiento ahoyadora	Q.0.01	
Costo cuchilla broca	Q.0.02	
Costo punta broca	Q.0.0033	

Costo broca	Q.0.34	
Costo combustible	Q.0.03	
Costo mano de obra	Q.0.30	
Costo prestaciones (50%)	Q.0.15	
Costos imprevistos (5%)	Q.0.04	
Costo total	Q.0.92	
Fuente: Elaboración propia		

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

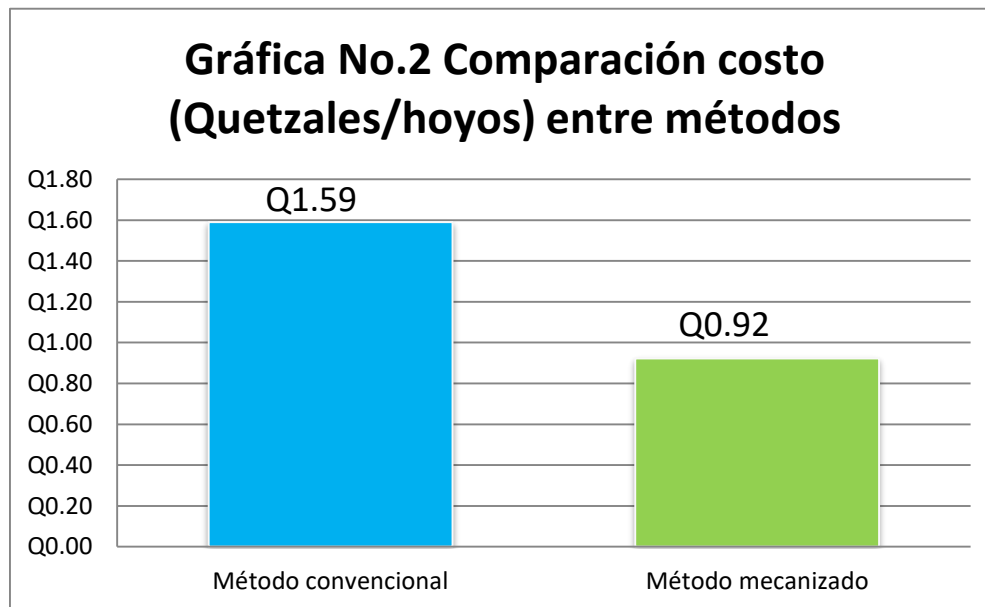
Para el análisis de los resultados se utilizó un cuadro comparativo entre el método convencional (con azadón) y el método mecanizado (Mototaladro), utilizando las variables rendimiento (hoyos/persona/hora), costos (quetzales/hoyo) y tiempo (hoyos/persona/día). Tras la recopilación de los datos de 5 peones utilizando el método convencional y 1 peón utilizando el método mecanizado durante 30 días, se obtuvieron los datos que se presentan en el siguiente trabajo de investigación llevado a cabo en Finca El Retiro, Fraijanes, Guatemala.

En la Gráfica 1 se expresan los datos obtenidos en el campo representados en hoyos hechos por personas por hora. El método mecanizado demuestra mayor eficiencia con respecto al rendimiento. El cálculo de los datos hoyos/hora se basó en 6 horas de trabajo diaria por cada peón.

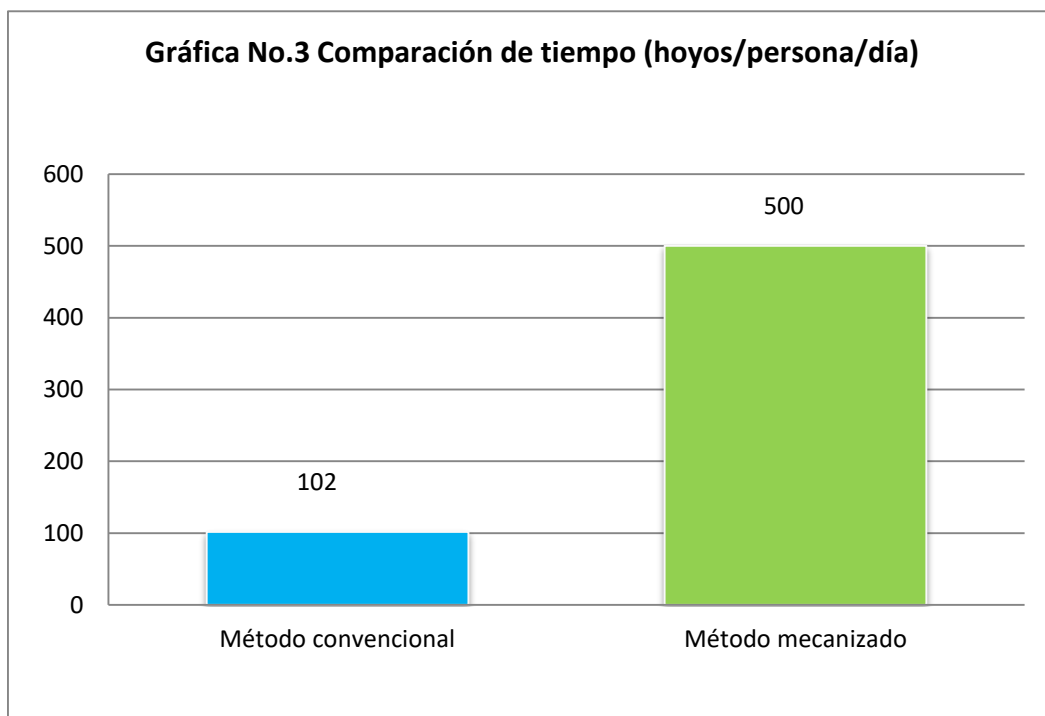


En la Gráfica 2, se expresa los datos obtenidos en campo con respecto a la comparación entre los costos del método convencional y el método mecanizado; para este resultado se tomaron en cuenta factores como lo hoyos que puede hacer un mototaladro durante su vida útil, el costo de mano de obra tanto para el método convencional, como el método mecanizado.

Se pudo observar que el costo por hoyo del método mecanizado es menor al costo por hoyo del método convencional; debido a la eficacia con la que trabaja un mototaladro. A pesar de que el costo de la compra del mototaladro es alto a comparación del costo de compra de un azadón, el mototaladro tiene mejor rendimiento y esto provoca que el costo por hoyo sea menor.



En Gráfica 3 se expresan los resultados obtenidos en campo, al comparar los hoyos hechos por una persona al día utilizando cada uno de los métodos respectivamente. Estos datos se obtuvieron según a una jornada de trabajo de 6 horas diarias. Se determinó que el método mecanizado fue el que presentó mayor rendimiento.



VIII. CONCLUSIONES

Con el método mecanizado se trabajó con eficiencia y eficacia; ya que posee un rendimiento alto, lo cual ocasiona que sus costos por hoyo sean bajos, lo cual alivia el problema de la escasez de mano de obra.

El costo del método mecanizado es de Q.0.92 por hoyo y el costo del método convencional es de Q.1.59 por hoyo, lo cual demuestra que el método mecanizado es el idóneo para los productores que no tengan un presupuesto grande o para los que desean ahorrar en sus presupuestos. El método mecanizado es 72.82% más barato que el método convencional

La producción de hoyos en el método mecanizado por hora fue de 83 hoyos, mientras que la producción de hoyos por hora en el método convencional fue de 17 hoyos. Esto significa que el método mecanizado fue 488% más productivo por hora hombre.

Tanto el método mecanizado como el método convencional se adaptan a la región en donde se realizó la investigación, con el método mecanizado se obtiene una mejor preparación de suelo y a que el volumen de tierra que se mueve es mayor al que se mueve con el método convencional.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el ahoyado ya sea del método convencional como del método mecanizado en épocas lluviosas ya que el suelo tiende a ponerse más blando y hay una efectividad mayor en el trabajo.

La primera inversión para mecanizar esta fase de la preparación de suelo para la siembra de café puede que sea alta, pero el rendimiento y el bajo costo por hoyo lo recompensa, es recomendable mecanizar procesos en el cultivo de café.

Unido a la escasez de mano de obra y costos elevados de producción, varios caficultores se han cuestionado renovar cafetales o seguir en el cultivo de café. Solo los caficultores que han innovado en la mecanización de sus procesos obtendrán bajos costos y mejores resultados.

Mecanizar esta fase de preparación de suelo contribuye a utilización de menos personal y ese poco personal obtiene mayores ganancias por mayor productividad.

Evaluar este tipo de estudio en otras condiciones para determinar si es factible o no.

Evaluar la huella de carbono que emite el mototaladro.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sacco F., Belik W, Velleda N., (2011) *La Caficultura en Brasil Evolución, situación actual y nuevos retos cara al futuro*, Argentina: Universidad Nacional de la Plata, Recuperado de <http://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/v12n23a05/177>
2. Gómez O (2010) *Guía para la Innovación de La Caficultura de lo convencional a lo orgánico*, El Salvador: FUNDESYRAM, Recuperado de https://bootcoffee.com/wp-content/uploads/2014/10/GUIA_CAFE_OK.pdf
3. Regina W (2001.), *Historia del Café en Guatemala*, Guatemala, Editorial Villegas
4. Gómez O.(2010),*Botánica de la planta de Café*, El Salvador, FUNDESYRAM, Recuperado de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php>
5. Instituto de Innovación Agraria – INIA (2011), *Tecnología en Café*, Lima Perú, Recuperado de <http://www.inia.gob.pe/tecnologias/cultivos/132-cat-tecnologias/cultivos/393-tecnologia-en-cafe>

XI. Anexo I

Tabla 5 Resultados de hoyos realizados por el peón 1

AHOYADO MECANIZADO (MOTOTALADRO)							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	69	70	71	68	69	68	415
2	70	70	69	68	68	68	413
3	71	68	68	68	71	69	415
4	80	79	83	82	82	80	486
5	80	80	81	83	85	82	491
6	80	82	82	80	80	80	484
7	85	84	85	83	84	84	505
8	83	82	82	81	84	80	492
9	83	85	83	83	83	84	501
10	85	88	83	83	82	83	504
11	80	83	84	85	86	84	502
12	83	85	83	84	83	83	501
13	83	82	84	85	83	82	499
14	83	83	84	85	84	84	503
15	83	84	84	83	83	83	500
16	86	84	84	85	88	88	515
17	86	88	88	85	88	84	519
18	88	84	84	86	88	85	515
19	85	84	87	88	87	85	516
20	85	85	84	85	84	88	511
21	85	85	86	86	85	86	513
22	88	88	87	85	88	88	524
23	86	85	86	84	86	87	514
24	84	88	86	88	87	85	518
25	88	86	85	87	84	86	516
26	85	88	88	88	86	88	523
27	87	88	87	88	86	88	524
28	87	88	84	87	87	88	521
29	87	87	88	87	88	88	525
30	89	87	86	87	87	87	523
TOTAL	2494	2500	2496	2497	2506	2495	14988
X	83.1333333	83.3333333	83.2	83.2333333	83.5333333	83.1666667	499.6
HOYOS X HORA	83.27						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Resultados de hoyos realizados por el peón 2

AHOYADO MECANIZADO (MOTOTALADRO)							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	81	81	81	80	81	82	486
2	82	81	81	82	81	80	487
3	81	80	81	82	81	80	485
4	81	80	80	82	81	80	484
5	81	80	81	82	81	80	485
6	81	80	80	81	81	80	483
7	81	81	81	82	81	80	486
8	82	81	81	80	82	80	486
9	81	80	81	82	80	80	484
10	82	80	82	81	81	80	486
11	81	80	81	81	80	80	483
12	81	80	82	80	81	81	485
13	81	80	82	81	81	81	486
14	80	80	81	82	83	80	486
15	81	80	82	81	80	82	486
16	81	82	81	81	80	81	486
17	82	80	80	81	83	81	487
18	81	82	82	80	82	80	487
19	81	81	82	81	81	80	486
20	80	80	82	81	80	82	485
21	80	83	81	81	80	81	486
22	81	81	82	83	83	81	491
23	80	80	82	81	82	81	486
24	81	80	82	82	81	82	488
25	81	80	80	81	82	81	485
26	80	80	82	82	82	81	487
27	82	80	81	80	82	82	487
28	82	81	82	82	82	81	490
29	81	80	82	82	80	81	486
30	80	81	82	82	82	82	489
TOTAL	2430	2415	2440	2439	2437	2423	14584
X	81.00	80.50	81.33	81.30	81.23	80.77	486.1333333
HOYOS X HORA	81.02						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Resultados de hoyos realizados por el peón 3

AHOYADO MECANIZADO (MOTOTALADRO)							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	62	62	62	62	62	62	372
2	62	62	62	62	62	62	372
3	62	62	62	62	62	62	372
4	62	62	62	62	62	62	372
5	62	62	62	62	62	62	372
6	62	62	62	62	62	62	372
7	62	62	62	62	62	62	372
8	62	62	62	62	62	62	372
9	62	62	62	62	62	62	372
10	62	62	62	62	62	62	372
11	62	62	62	62	62	62	372
12	62	62	62	62	62	62	372
13	62	62	62	62	62	62	372
14	62	62	62	62	62	62	372
15	62	62	62	62	62	62	372
16	62	62	62	62	62	62	372
17	62	62	62	62	62	62	372
18	62	62	62	62	62	62	372
19	62	62	62	62	62	62	372
20	62	62	62	62	62	62	372
21	62	62	62	62	62	62	372
22	62	62	62	62	62	62	372
23	62	62	62	62	62	62	372
24	62	62	62	62	62	62	372
25	62	62	62	62	62	62	372
26	62	62	62	62	62	62	372
27	62	62	62	62	62	62	372
28	62	62	62	62	62	62	372
29	62	62	62	62	62	62	372
30	62	62	62	62	62	62	372
TOTAL	1860	1860	1860	1860	1860	1860	11160
X	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	62.00	372
HOYO X HORA	78.45						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Resultados de hoyos realizados por el peón 4

AHOYADO MECANIZADO (MOTOTALADRO)							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	82	83	82	84	83	82	496
2	83	82	84	82	82	83	496
3	83	82	84	83	82	82	496
4	82	84	82	84	82	82	496
5	83	83	82	84	83	83	498
6	83	83	84	83	82	83	498
7	84	82	83	83	84	83	499
8	83	84	83	82	83	83	498
9	82	83	83	83	84	83	498
10	83	84	83	83	84	83	500
11	83	83	82	83	85	83	499
12	82	84	83	82	83	83	497
13	83	83	83	83	82	83	497
14	84	82	83	84	83	82	498
15	83	82	82	83	83	82	495
16	82	83	83	83	82	83	496
17	83	84	83	84	85	83	502
18	83	83	83	83	83	83	498
19	84	82	83	85	82	83	499
20	83	83	83	84	83	83	499
21	83	84	82	83	83	82	497
22	83	82	83	84	84	83	499
23	84	83	82	83	82	83	497
24	83	84	83	83	82	83	498
25	83	83	83	84	83	83	499
26	81	84	82	83	83	84	497
27	83	84	82	83	81	84	497
28	85	83	83	82	82	83	498
29	83	83	82	84	83	82	497
30	82	83	82	83	84	83	497
TOTAL	2488	2492	2482	2497	2487	2485	14931
X	82.93	83.07	82.73	83.23	82.90	82.83	497.7
HOYOS X HORA	82.95						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Resultados de hoyos realizados por el peón 5

AHOYADO MECANIZADO (MOTOTALADRO)							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	88	86	88	86	88	88	524
2	87	86	88	86	88	86	521
3	88	87	86	88	86	88	523
4	88	88	86	87	88	87	524
5	86	86	88	88	88	86	522
6	88	87	88	86	87	86	522
7	88	87	86	88	86	88	523
8	87	86	88	86	87	86	520
9	88	88	87	86	86	87	522
10	87	86	88	88	86	88	523
11	88	88	88	86	87	88	525
12	88	86	86	87	87	88	522
13	86	87	88	87	87	87	522
14	87	88	86	88	86	86	521
15	87	86	87	87	88	88	523
16	87	88	87	88	87	86	523
17	88	87	88	87	86	88	524
18	87	88	86	88	88	87	524
19	86	87	86	88	88	86	521
20	88	88	88	86	87	88	525
21	86	88	88	88	88	86	524
22	88	87	86	86	88	87	522
23	87	86	88	87	88	87	523
24	88	86	88	86	88	88	524
25	88	87	88	87	87	88	525
26	88	88	88	86	88	87	525
27	88	88	86	88	88	88	526
28	88	86	88	88	88	88	526
29	88	88	86	87	88	86	523
30	88	88	88	88	88	88	528
TOTAL	2624	2612	2617	2612	2620	2615	15700
X	87.47	87.07	87.23	87.07	87.33	87.17	523.3333333
HOYOS X HORA	87.22						
Fuente: Elaboración propia							

Tabla 10 Resultados de hoyos realizados por el peón 6

AHOYADO MANUAL							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	16	17	16	18	17	16	100
2	17	16	18	16	16	17	100
3	17	16	18	17	16	16	100
4	16	18	16	18	16	16	100
5	17	17	16	18	17	17	102
6	17	17	18	17	16	17	102
7	18	16	17	17	18	17	103
8	17	18	17	16	17	17	102
9	16	17	17	17	18	17	102
10	17	18	17	17	18	17	104
11	17	17	16	17	19	17	103
12	16	18	17	16	17	17	101
13	17	17	17	17	16	17	101
14	18	16	17	18	17	16	102
15	17	16	16	17	17	16	99
16	16	17	17	17	16	17	100
17	17	18	17	18	19	17	106
18	17	17	17	17	17	17	102
19	18	16	17	19	16	17	103
20	17	17	17	18	17	17	103
21	17	18	16	17	17	16	101
22	17	16	17	18	18	17	103
23	18	17	16	17	16	17	101
24	17	18	17	17	16	17	102
25	17	17	17	18	17	17	103
26	15	18	16	17	17	18	101
27	17	18	16	17	15	18	101
28	19	17	17	16	16	17	102
29	17	17	16	18	17	16	101
30	16	17	16	17	18	17	101
TOTAL	508	512	502	517	507	505	3051
X	16.93	17.07	16.73	17.23	16.90	16.83	101.7
HOYOS X HORA	16.95						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Resultados de hoyos realizados por el peón 7

AHOYADO MANUAL							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	18	16	18	16	18	18	104
2	17	16	18	16	18	16	101
3	18	17	16	18	16	18	103
4	18	18	16	17	18	17	104
5	16	16	18	18	18	16	102
6	18	17	18	16	17	16	102
7	18	17	16	18	16	18	103
8	17	16	18	16	17	16	100
9	18	18	17	16	16	17	102
10	17	16	18	18	16	18	103
11	18	18	18	16	17	18	105
12	18	16	16	17	17	18	102
13	16	17	18	17	17	17	102
14	17	18	16	18	16	16	101
15	17	16	17	17	18	18	103
16	17	18	17	18	17	16	103
17	18	17	18	17	16	18	104
18	17	18	16	18	18	17	104
19	16	17	16	18	18	16	101
20	18	18	18	16	17	18	105
21	16	18	18	18	18	16	104
22	18	17	16	16	18	17	102
23	17	16	18	17	18	17	103
24	18	16	18	16	18	18	104
25	18	17	18	17	17	18	105
26	18	18	18	16	18	17	105
27	18	18	16	18	18	18	106
28	18	16	18	18	18	18	106
29	18	18	16	17	18	16	103
30	18	18	18	18	18	18	108
TOTAL	524	512	517	512	520	515	3100
X	17.47	17.07	17.23	17.07	17.33	17.17	103.3333333
HOYOS X HORA	17.22						
Fuente: Elaboración propia							

Tabla 12 Resultados de hoyos realizados por el peón 8

AHOYADO MANUAL							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	17	17	17	16	17	18	102
2	18	17	17	18	17	16	103
3	17	16	17	18	17	16	101
4	17	16	16	18	17	16	100
5	17	16	17	18	17	16	101
6	17	16	16	17	17	16	99
7	17	17	17	18	17	16	102
8	18	17	17	16	18	16	102
9	17	16	17	18	16	16	100
10	18	16	18	17	17	16	102
11	17	16	17	17	16	16	99
12	17	16	18	16	17	17	101
13	17	16	18	17	17	17	102
14	16	16	17	18	19	16	102
15	17	16	18	17	16	18	102
16	17	18	17	17	16	17	102
17	18	16	16	17	19	17	103
18	17	18	18	16	18	16	103
19	17	17	18	17	17	16	102
20	16	16	18	17	16	18	101
21	16	19	17	17	16	17	102
22	17	17	18	19	19	17	107
23	16	16	18	17	18	17	102
24	17	16	18	18	17	18	104
25	17	16	16	17	18	17	101
26	16	16	18	18	18	17	103
27	18	16	17	16	18	18	103
28	18	17	18	18	18	17	106
29	17	16	18	18	16	17	102
30	16	17	18	18	18	18	105
TOTAL	510	495	520	519	517	503	3064
X	17.00	16.50	17.33	17.30	17.23	16.77	102.1333333
HOYOS X HORA	17.02						
Fuente: Elaboración propia							

Tabla 13 Resultados de hoyos realizados por el peón 9

AHOYADO MANUAL							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	17	16	17	17	18	18	103
2	17	18	17	18	17	17	104
3	17	17	16	16	18	17	101
4	18	17	16	17	16	17	101
5	16	16	17	18	17	16	100
6	16	17	16	17	17	17	100
7	17	16	17	16	18	16	100
8	17	17	17	16	17	17	101
9	18	17	18	16	18	16	103
10	18	18	17	17	18	16	104
11	17	17	17	18	16	18	103
12	18	17	16	18	17	16	102
13	18	18	17	17	16	17	103
14	17	17	18	18	18	17	105
15	18	16	17	18	17	16	102
16	17	17	16	17	16	18	101
17	17	17	16	18	17	17	102
18	18	16	17	18	18	17	104
19	16	17	17	19	17	17	103
20	18	16	16	17	17	16	100
21	17	18	17	17	17	18	104
22	18	17	17	16	18	18	104
23	18	18	19	18	18	18	109
24	17	17	16	17	18	19	104
25	17	18	16	19	17	17	104
26	17	18	17	16	18	19	105
27	17	16	19	17	19	17	105
28	18	17	17	18	16	16	102
29	17	18	17	19	17	18	106
30	17	17	18	17	17	16	102
TOTAL	518	511	508	520	518	512	3087
X	17.27	17.03	16.93	17.33	17.27	17.07	102.9
HOYOS X HORA	17.15						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Resultados de hoyos realizados por el peón 10

AHOYADO MANUAL							
DIA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL/HOYOS
1	17	16	17	18	17	18	103
2	16	18	17	18	18	17	104
3	17		16	17	18		68
4	18	16	17	16	18	17	102
5		17		16	17	18	68
6	17		17	18	18	18	88
7	17	17	16	17	17	18	102
8	17	16	17	17	16	17	100
9	18	16	17	17	17	17	102
10	18	17	16	17	17	18	103
11	18	17	18	16	17	16	102
12	17	17	16	16	16	17	99
13	17	17	17	17	18	16	102
14	16	16	17	16	17	17	99
15	16	17	16	17	17	16	99
16	18	17	17	17	18	17	104
17	17	16	17	16	17	17	100
18	18	17	18	17	16	18	104
19	17	16	17	19	17	18	104
20	17		19	16	17	19	88
21	19	17	16	19	16	16	103
22	16	18	17	17	16		84
23	17	19	17	18	17	19	107
24	18	16	17	17	16	19	103
25	16	17	17	19	18	17	104
26	19	18	18	17	19	17	108
27	17	16	17	16	17	17	100
28	18	19	18	17	16	17	105
29	18	17	16	17	19	17	104
30	17	18	16	16	17	18	102
TOTAL	501	458	491	511	514	486	2961
X	16.70	15.27	16.37	17.03	17.13	16.20	98.7
HOYOS X HORA	16.45						
Fuente: Elaboración propia							

XII . Anexo II

Imagen 1 Mototaladro



Imagen 2. Piochín



Imagen 3. Peones trabajando con mototaladro



Imagen 4. Hoyos realizados con mototaladro



Imagen 5. Hoyo realizado con mototaladro



Imagen 6. Peón ahoyando con método tradicional (piochín)



Imagen 7. Hoyo realizado con piochín



Imagen 8. Hoyo realizado con piochín

