

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS SISTEMAS DE MANEJO DEL CULTIVO DE CAFÉ,
EN COBÁN, ALTA VERAPAZ (2010-2017)
ESTUDIO DE CASO

ARTURO GUILLERMO GELPCKE RIVERA
CARNET 22420-83

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS SISTEMAS DE MANEJO DEL CULTIVO DE CAFÉ,
EN COBÁN, ALTA VERAPAZ (2010-2017)
ESTUDIO DE CASO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
ARTURO GUILLERMO GELPCKE RIVERA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO:	MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. LUIS ROBERTO AGUIRRE RUANO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN

Guatemala 10 de agosto de 2018

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Arturo Guillermo Gelpcke Rivera, carné 22420-83.

Titulado: "Comparación del rendimiento de dos sistemas de manejo del cultivo de café en Cobán, Alta Verapaz (2010-2017).

El cual considero cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Luis Roberto Aguirre Ruano

Colegiado No. 3928

Código URL 11666



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 061107-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Estudio de Caso del estudiante ARTURO GUILLERMO GELPCKE RIVERA, Carnet 22420-83 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS, del Campus Central, que consta en el Acta No. 06221-2018 de fecha 23 de noviembre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS SISTEMAS DE MANEJO DEL CULTIVO DE CAFÉ, EN COBÁN, ALTA VERAPAZ (2010-2017)

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 27 días del mes de noviembre del año 2018.



LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ, DECANA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

Índice

RESUMEN	v
1. Introducción	1
2. Revisión de Literatura	3
3. Contexto	9
3.1 Descripción del Contexto	9
4. Justificación	11
5. Objetivos	12
5.1 Objetivo General	12
5.2 Objetivos Específicos	12
6. Metodología	13
6.1 Diseño de Instrumentos y Procedimientos	13
6.1.1 Identificación de actores involucrados	13
6.2 Proceso de Recolección de Datos	14
6.2.1 Método de observación directa	14
6.2.2 Cronograma	15
6.3 Variables	15
6.4 Análisis de la Información	15
7. Resultados y Discusión	16
7.1 Situación inicial de sistema de producción bajo sombra	16
7.2 Intervención	19
7.3 Comparación de rendimientos	22
7.4 Ventajas y desventajas de ambos sistemas	22
7.4.1 Ventajas y desventajas sistema a cielo abierto	22
7.4.2 Ventajas y desventajas sistema bajo sombra	23
7.5 Comparación de costos de los sistemas	24
8. Conclusiones	26
9. Recomendaciones	27
10. Bibliografía	28

COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS SISTEMAS DE MANEJO DEL CULTIVO DE CAFÉ, EN COBÁN, ALTA VERAPAZ (2010-2017)

Resumen

El estudio se realizó con el objetivo de documentar la comparación del rendimiento de dos sistemas de manejo del cultivo de café, en el municipio de Cobán, Alta Verapaz, en los años (2010-2017). Durante el desarrollo de este estudio se analizaron dos unidades de producción: a cielo abierto y bajo sombra. Como parte del estudio de caso se planteó un objetivo general: determinar y comparar el rendimiento en kg/ha de ambos sistemas y como objetivos específicos establecer ventajas y desventajas de cada sistema de manejo y el costo de cada uno de los sistemas, considerando que el cultivo de café es de suma importancia económica, porque genera ingresos tanto a pequeños como grandes productores. Para recopilar la información se realizaron visitas, se revisaron registros de la finca, se efectuaron entrevistas con personal de campo y administrativo, así como recorridos en campo. Se compararon los rendimientos de café pergamino producido por hectárea, a cielo abierto y bajo sombra, se describen las ventajas y desventajas de ambos sistemas de producción y se presentan los costos de producción de cada uno. Los resultados de este estudio fueron que el sistema a cielo abierto tiene un rendimiento más alto de 28% comparado con el sistema bajo sombra. Aunque con un mayor costo de producción, 9% más que el sistema bajo sombra.

1. Introducción

El café es uno de los principales productos de origen agrícola que se comercializan en los mercados internacionales y con frecuencia contribuye a los rubros de exportación de las regiones productoras. La industria de café mueve actualmente millones de dólares al año, siendo la segunda industria de exportación más importante a nivel mundial. Aproximadamente 125 millones de personas alrededor del mundo vive del cultivo del café. Los productores de café son parte de la historia y de la economía del país, impulsando el desarrollo de Guatemala y de todas aquellas personas que viven del cultivo del café. El café se convirtió en un cultivo comercial hasta 1853. Se popularizó en 1870, cuando el valor de sus exportaciones sobrepasó a las de la cochinilla, un tinte hecho a base de insectos. Este cultivo arrancó en plantaciones de la Costa Sur y la bocacosta de San Marcos y Retalhuleu. Luego, se cultivó en Alta y Baja Verapaz, especialmente a Cobán y San Pedro Carchá, así como en Amatitlán y regiones del Oriente del país. En 1870 iniciaron su cultivo en Antigua Guatemala, Sacatepéquez, un café que ahora es internacionalmente reconocido.

La actividad del sector caficultor guatemalteco ha generado una serie de efectos positivos como la creación de empleos, se calcula que son 400000 empleos generados, 2.5 del Producto Interno Bruto (PIB) significó la producción cafetalera en el 2016, el ingreso de divisas y el aumento en la producción; pero de igual manera ha creado una serie de efectos negativos como los que hoy se viven, en donde los caficultores se han visto obligados a buscar alternativas de manejo, ante la fuerte crisis mundial que atraviesa el mismo. (ANACAFE 2017). Entre los factores que de forma directa afectan al cultivo están; la actual crisis de los precios internacionales, la migración de la mano de obra hacia las áreas urbanas en proceso de industrialización y hacia los Estados Unidos, el costo de la mano de obra, demandas laborales y la intervención de organizaciones que han causado desestabilización justificándose en la lucha social (ANACAFE, 2015).

La interrogante si el uso de sombra para el café, es mejor o no, es motivo de controversia. Si bien todavía existe alguna discusión entre los expertos sobre la necesidad de la sombra para el cultivo del café, es preciso indicar que la tendencia moderna es hacia la no utilización de plantas de sombra, y la inmensa mayoría de las nuevas plantaciones son efectuadas sin esta. Es un hecho

comprobado que el café produce invariablemente mayores rendimientos sin plantas de sombra. Hay que hacer notar que en el caso particular de utilizar plantas de sombra tendrían que ser productivas, poseer similares necesidades de agua y nutrientes ya que de otro modo se originaría un desequilibrio entre el café y estas plantas. Una revisión del aspecto de la sombra del café revela que no hay base razonable o hecho observado para la creencia de que la sombra es una necesidad general para la planta de café, aun cuando se le cultive en altitudes bajas. Se pueden obtener regularmente buenos rendimientos de café en suelos ricos que se encuentren en altitudes elevadas sin sombra, excepto en los lugares donde existe la posibilidad de las heladas, en cuyo caso resulta necesaria una cubierta protectora relativamente densa.

2. Revisión de Literatura

2.1 Cultivo de café

2.1.1 Clasificación botánica

Cuadro 1
Descripción botánica de la planta de café

Categoría	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnolipsida
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	<i>Coffea</i>
Especies	<i>C. arabica</i> , <i>C. Canephora</i> , <i>C. Liberica</i>

(Monroig, 2012)

En la práctica de las actividades de campo para la siembra, cuidado y manejo del cultivo del café, es muy importante contar con una referencia de alternativas que permitan identificar de manera precisa y práctica la recomendación que mejor se adapta a la necesidad de aplicar una determinada tecnología. Todos los sistemas cafetaleros son ecosistemas afectados de diferentes maneras e intensidades, por su ubicación y por las condiciones del ambiente como balance hidrológico, calidad del suelo, cobertura forestal, equilibrio del dióxido de carbono y diversidad biológica de su alrededor (Beer, et. al, 1997). Otra condición que afecta el cultivo el café es el manejo de la sombra, un tema aún discutido. Utilizar o no sombra obliga a cambios sustanciales en el manejo de una plantación de café, que deben tomarse muy en cuenta. El café es originario de regiones africanas de bosques tropicales, de ahí el por qué las primeras plantaciones fueron establecidas bajo sombra, esto para simular su hábitat original (DaMatta y Rodríguez, 2007). En la década de los cincuentas las plantas de café mejoradas obtuvieron buenas producciones a cielo abierto. Lo que propició la eliminación de la sombra en zonas productoras del mundo.

Las principales variedades que se siembran en Guatemala, son Caturra, Catuai, Catimor, Sarchimor Bourbon (Anacafé 2013).

Sistemas de producción de café

Sistemas de producción de café a cielo abierto

El objetivo del sistema de producción de café a cielo abierto es utilizar los recursos disponibles al máximo, para alcanzar mejores rendimientos. Es muy importante estudiar en cada región cafetalera, la relación entre cantidad de luz y el efecto del fertilizante en la producción del café. Es recomendable sembrar cafetales al sol en los suelos que tengan disponibilidad de agua. Es necesario hacer un análisis de suelos para determinar cuál es la fórmula de fertilizante apropiada para ese determinado lugar. Según Beer et al., en cafetales al sol, la producción óptima se da entre los 4 y 5 años y luego de este tiempo, la producción decrece y se recomienda renovar. Es importante tomar en cuenta factores climáticos como temperatura, radiación y disponibilidad hídrica. En zonas altas, por razones de temperatura, el café suele crecer más lento, lo que permite una mayor densidad de siembra. Caso contrario en las zonas bajas, donde el café crece de manera más acelerada y la densidad de siembra es menor. Respecto al régimen de lluvias, es importante contar con la información pluvial de la zona y conocer los meses de poca precipitación para un adecuado manejo de la plantación.

Ventajas y desventajas de producción sin sombra

En la actualidad se utiliza el cultivo de café sin sombra porque se han encontrado los siguientes beneficios: variedades de alta producción, el crecimiento del cafeto es más rápido, densidad de los cafetos, no se requiere poda, hay más fotosíntesis, más respiración y más evapotranspiración. Edgar López comparte un caso en Costa Rica de cultivo al sol, “Otras de las experiencias en Costa Rica, a un plazo de seis cosechas, demostró un efecto para el cultivo al sol. El aumento se reflejó en 296.5 K Oro/Ha/año, 35% más que a la sombra. Lo interesante fue que tal aumento no justificó eliminar la sombra, debido a los factores negativos siguientes: frutos con madurez anormal, debido a la caída causada por la incidencia de la “Mancha de hierro” (*Cercospora coffeicola*). Esto dio frutos de baja calidad. “El rendimiento del beneficiado de café resultó menor con respecto al procedente de las parcelas bajo sombra.” Entre las desventajas de cultivo de café sin sombra existen las siguientes: uso de fertilizantes se incrementa.

El sistema de producción de café con sombra

Este sistema se caracteriza por utilizar árboles que actúan como filtro de luz sobre el cafetal. De esta manera se modifica la intensidad de la luz solar, optimizando la fotosíntesis y respiración. El exceso de radiación solar hace que la producción sea más difícil, por lo que darle sombra al cafeto tiene varios beneficios como prolongar la vida de este. La cubierta vegetal permite conservar la humedad del suelo y también ayuda a regular el agua de lluvia en el suelo. Otras características son que los árboles actúan como barreras rompe vientos, minimizan daños causados por bajas temperaturas, reducen erosión y mantiene fertilidad del suelo.

Llanco asegura que “los resultados obtenidos después de las evaluaciones del experimento, café con sombra y fertilización orgánica, café sin sombra con fertilización orgánica y café sin sombra, se observa que comparando, entre los tratamientos no existe diferencia estadística, lo que indica que entre las tipología de manejo agronómico no muestra diferente influencia sobre la calidad organoléptica de los granos de café en taza” (Llanco, 2014). En su trabajo Mendoza y Centeno (2017) verificaron que “teniendo el mismo manejo y pos-cosecha de las dos muestra, algunas cualidades organolépticas tienen similitudes entre el tratamiento bajo sombrío de *Guamo Inga* sp como en el tratamiento a libre exposición solar.”

El efecto de la sombra sobre el café

En Cenicafé, (Centro Nacional de Investigaciones de Café de Colombia), se han realizado estudios para evaluar el efecto del sombra sobre la producción de café, para lo cual se han empleado especies leguminosas como: guamo (*Inga* sp.), carbonero (*Albizzia carbonaria*), cámbulo (*Erythrina fusca*), chachafruto (*Eythrina edulis*), leucaena (*Leucaena leucocephala*) y especies forestales como nogal (*Cordia alliodora*), pino (*Pinus oocarpa*) y eucalipto (*Eucalyptus grandis*), entre otras, establecidas a diferentes distancias de siembra. Los resultados afirman que la producción de café bajo sombra es menor que a cielo abierto. Pero algunos autores opinan que ambos sistemas pueden producir la misma cantidad, si se dispone de la sombra con la especie y la distancia adecuada. Generalmente, alrededor del mundo, el café arábica se cultiva bajo sombra.

En su investigación, Siavosh Sadeghian Khalajabadi (2011) documentó el efecto del sistema de manejo en la producción y la respuesta al nitrógeno. En los cafetales a cielo abierto,

el promedio de la producción de café pergamino fue mayor que bajo semisombra; tendencia que se conservó durante los cuatro años que se evaluó. Sadeghian Khalajabadi lo relacionó con 3 aspectos de las plantaciones a cielo abierto: una mayor densidad de siembra, un menor nivel de sombra y mejores condiciones ambientales (clima y suelo) (2011). La densidad promedio fue de 8,340 plantas por hectárea en cafetales a cielo abierto y de 6,400 plantas por hectárea en bajo semisombra. Según los resultados de Paulo et al. (2005) y Uribe y Mestre (1988), “el incremento de la población de cafetos conlleva al incremento de la productividad.” Mientras que Prezotti y Da Rocha (2004) “no observaron diferencias significativas de la producción en función de la densidad de plantas”. La radiación solar ha demostrado una relación contraria entre el nivel de la sombra y la producción del café (Farfán y Mestre, 2004). En la investigación de Farfán y Mestre (2004), se evaluaron plantaciones bajo semisombra ubicadas en regiones con déficit hídrico fuerte en algunos meses del año; estas condiciones afectaron negativamente la producción.

Con anterioridad se sembraba el café bajo sombra, ahora es más común plantar sin sombra y aplicar fertilizantes para impulsar una más alta producción, explica la empresa de fertilizantes mexicana Yara. En este sistema, a pleno sol, los distanciamientos entre plantas y surcos permiten mayor flujo del aire dentro de la plantación; lo que a su vez ayuda a reducir problemas con plagas y enfermedades. También ayuda a la recolección de fruto maduro, ya que la distancia entre surcos es mayor. Esto permite mayor facilidad a los cortadores para realizar su trabajo, ya que tiene más espacio para moverse dentro del cafetal. La poda también aumenta la penetración de los aerosoles, eliminando madera vieja y enferma.

La densidad de siembra de los cafetos debe ser lo más cerrada posible, posibilitando que suficiente luz solar llegue para la adecuada maduración de los frutos. Bajo sistemas de producción más intensivos, la densidad es de 4,000 a 5,000 plantas por hectárea bajo sombra y hasta 10,000 plantas por hectárea al sol con doble hilera. Bajo este sistema, es recomendable colocar barreras rompe vientos. Cuando se maneja una alta densidad de plantas, como la mencionada anteriormente, la producción será elevada los primeros años de la vida de la plantación. Es importante prestar especial atención cuando los cafetales están bien establecidos, ya que puede provocar competencia (Yara, México). En su trabajo de investigación Llanco (2014) “determinó que la tipología de café con sombra y fertilización orgánica fue la que

demonstró ser mejor en cuanto a estructura de crecimiento, y la tipología de café sin sombra y con el mismo sistema de aplicaciones de fertilizante fue mayor el incremento de producción.”

Ventajas y desventajas de producción con sombra

La cantidad de luz que recibe el cafetal varía dependiendo de la región donde se encuentra y afecta el cultivo de diferentes maneras. En Brasil, los cafetos adultos obtuvieron bajo rendimiento y fueron atacados severamente por broca. En trabajos experimentales se reportó un incremento del 17% en rendimientos en café a cielo abierto. En el Salvador, comparando dos lotes, uno bajo sombra y otro al sol, donde la producción promedio fue más alta. Se notó en este sistema la bianualidad muy marcada.

Según la investigación realizada por Toledo y Moguel (1996), en manejan 5 tipos de sistema de producción: Sistema rusticano tradicional o de montaña, sistema de policultura tradicional, sistema de policultura comercial, sistema de monocultura bajo sombra y el sistema de monocultura sin sombra. El sistema rusticano tradicional o de montaña es el sistema, en el cual se reemplazan las plantas que ya están en bosque tropical y/o templado por cafetos. La ventaja de este sistema es que afecta muy poco el ecosistema natural. El sistema de policultura tradicional es parecido al rusticano tradicional ya que también se reemplazan plantas por cafetos, pero al mismo tiempo se siembran plantas beneficiosas para el cafetal. En el sistema de policultura comercial se elimina el bosque original para poder sembrar árboles que den sombra al cultivo del café pero a la vez, aportan ingreso, por ejemplo: banano. En el sistema de monocultura bajo sombra se siembran los árboles idóneos para dar sombra al cafetal, por ejemplo: *Inga* sp. El sistema de monocultura sin sombra, contrario a los sistemas anteriormente mencionados, carece completamente de sombra. En este sistema, los cafetos están expuesto al pleno sol. “El sistema de monocultura sin sombra es un sistema de carácter totalmente agrícola, desprovista del carácter agroforestal que se evidencia en otros sistemas anteriormente citados no dispone de cubierta arbórea alguna y los arbustos de café se encuentran expuestos al pleno sol” (Toledo y Moguel, 1996). Con este sistema, la producción necesita de un alto grado de insumos, fertilizantes, plaguicidas y mano de obra a lo largo de la vida útil del cafeto. Según Toledo y Moguel, “la aplicación del sistema Monocultura sin sombra, se alcanza el rendimiento mas alto por hectárea. De acuerdo a el sistema de producción a pleno sol, el café se desarrolla bien en

regiones con suelos que tengan buenas características tanto de fertilidad como físicas un apropiado régimen de lluvia, disponibilidad de energía solar y altas densidades de siembra.”

3. Contexto

La actividad cafetalera es de vital importancia para la economía del país, generando divisas y empleo, además de valiosos servicios ambientales como la recarga hídrica, protección de cuencas y suelos, zonas de biodiversidad y fijación de carbono (Carias, 2016).

A la crisis de los precios del café, se suma el elevado costo de mano de obra en Guatemala, que es de los más altos entre los países productores, así como bajos retornos de inversión, estos factores tienen como consecuencia que nuevas generaciones no están motivadas a trabajar en la producción de café. Razón por la cual es de suma importancia buscar alternativas viables que permitan incrementar la producción nacional por área y así obtener más ingresos. En Guatemala todavía un alto porcentaje de productores de café obtienen bajos rendimientos de café pergamino por hectárea.

Este estudio, en la búsqueda de una alternativa viable y con el fin de aumentar la producción por hectárea, compara el cambio de sistema de producción tradicional de café que se cultiva bajo sombra con otro que se cultiva sin sombra. El propósito de este trabajo de investigación, consiste en ampliar el conocimiento relacionado con la producción bajo sombra y sin sombra (a cielo abierto), en Cobán, Alta Verapaz. Estudios como este, son importantes para los productores, ya que de los resultados, puedan decidir cuál sistema de producción les permita más rendimiento por hectárea.

Bajo estas condiciones en la finca Chichen se realizaron dos unidades de producción. La primera según el método tradicional, en el año 2010, es decir bajo sombra de cuje (*Inga sp.*) con una densidad de sombra de 50% a 60% y la segunda en el año 2013 con el sistema sin sombra con el fin de poder comparar los rendimientos por hectárea de cada uno. En ambos sistemas se realizaron análisis foliares y de suelos, así como monitoreos para definir criterios de fertilización y control de plagas y enfermedades respectivamente.

La finca Chichen, localizada en Cobán, Alta Verapaz, la cual se ubica sobre las coordenadas geográficas, 15° 22'47.69" latitud norte 90° 22'11.40" latitud oeste. Con una altitud de 1424 a 1648 msnm, experimenta temperaturas máximas y mínimas que oscilan entre los 6 °C en los meses de diciembre y enero hasta los 36 °C en los meses de marzo a agosto. Con

una precipitación pluvial media anual de 2523.75 mm y una humedad relativa de 83%. La finca se localiza a 205 km de la ciudad capital de Guatemala ruta a San Juan Chamelco, dista 18 km de la cabecera departamental.

La Finca Chichen, tiene una extensión total de 315 ha, de las cuales 93 ha corresponden a bosque artificial de la especie *Pinus maximinoi*, 11,11 ha de bosque de plantación forestal voluntaria y 98 ha cultivadas con café, con las variedades catuai, catimor e icatu. (*Coffea arábica*), con edades de cultivo de 15 a 20 años y plantaciones nuevas de 2 a 4 años. Con un manejo de podas de ciclo de 4 años y resepas por lotes, 3 fertilizaciones al suelo al año, chapeo a la gramínea 6 veces al año, 4 aplicaciones foliares fitosanitarias y nutricionales por año. Con una producción de 1645 sacos pergamino de 45.45 kg en la cosecha 2016-2017. Su café se clasifica como un estrictamente duro.

Según Holdrige (1982) corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo subtropical (frio).

4. Justificación

El café puede considerarse como uno de los principales productos de consumo mundial. Muchas personas alrededor del planeta están involucradas con café, desde la siembra hasta el consumidor final.

El café es originario de regiones tropicales de África, se cree evolucionó como especie leñosa del sub bosque. Las primeras plantaciones de este cultivo se establecieron bajo sombra, bajo árboles de más altura con la intención de hacerlo más parecido a su hábitat natural. Luego se notó que las plantas de café podían desarrollarse y ser más productivas a pleno sol que cultivándolas bajo sombra. En algunos países como Brasil y Colombia la producción de café a pleno sol ha ganado terreno.

En Guatemala es necesario tener conocimientos sobre este tipo de sistema ya que mucho se ha discutido desde años atrás si la sombra favorece o no a la planta de café, o si por el contrario, le favorece más la exposición a pleno sol.

Existen factores como la incidencia de enfermedades y plagas, los requerimientos nutricionales, la productividad, que alimentan la incertidumbre de cual sistema es mejor. La producción de café a cielo abierto, provoca un mayor consumo de nutrientes a la plantación lo cual se refleja en un incremento en los costos de producción para el productor y está sujeto a más riesgo, por factores como los precios internacionales, el costo de la mano de obra, que año con año se incrementa, los cambios en el clima como consecuencia del cambio climático. Lo que ha provocado floraciones irregulares que inciden en el tiempo que dura la cosecha.

Esta situación ha motivado a la finca Chichen a buscar como incrementar la productividad. Para ello cambiaron al sistema de producción de café a pleno sol. En el año 2013 iniciaron la siembra bajo ese sistema. Los resultados, a criterio del dueño fueron satisfactorios, a la fecha toda la plantación de la finca migró al sistema de producción a pleno sol.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Documentar el rendimiento del cultivo de café al utilizar sistema con sombra tradicional y a cielo abierto.

5.2 Objetivos Específicos

Determinar y comparar el rendimiento de café bajo producción con sombra versus el sistema a cielo abierto.

Establecer las ventajas y desventajas de ambos sistemas.

Comparar los costos de la utilización de cada sistema, de sombra tradicional y cielo abierto.

6. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la elaboración del presente documento fue la de estudio de caso, la cual se enfoca en describir, analizar y discutir un evento del pasado que en este caso fue el (cambio de un sistema) que se realizó un período determinado.

6.1 Diseño de instrumentos y procedimientos

En esta fase se realizaron visitas de campo y se anotaron observaciones de las actividades en la finca, desde la siembra de los lotes hasta su beneficiado, las observaciones de campo fueron enfocadas para recabar información del sistema de producción de café con manejo bajo sombra y sistema de producción a cielo abierto. El procedimiento que se utilizó para recabar la información fue, realizar entrevistas con los actores involucrados que tuvieron alguna participación en las actividades de implementación de ambos sistemas de producción. Los actores claves que se utilizaron para recabar la información fueron; dueño de la finca, asesores técnicos y administradores, a los cuales se les entrevistó, recabando información de temas relacionados como distancias de siembra, distancias entre surcos, siembra de gramínea entre surcos, enfermedades, análisis de suelo, análisis foliar, fertilización, registros de rendimientos por hectárea, con el objeto de conseguir y conocer las experiencias adquiridas, de forma que se pueda recabar toda la información relacionada al tema del documento y con ello poder documentar la experiencia de la Finca, que fue la implementación del sistema de manejo a cielo abierto que inició en el año 2013, sembrando lotes bajo esta modalidad. Para efectos de comparación de rendimientos de producción/ha de café pergamino de ambos sistemas se usaron datos de la cosecha 2014 manejo con sombra, con datos de la cosecha 2017, manejo a cielo abierto.

6.1.1 Identificación de actores involucrados

Para este estudio de caso, fueron tomadas en cuenta todas aquellas personas que tuvieron algún grado de participación en la implementación del sistema de manejo de café a cielo abierto. Con los involucrados que participaron en este proceso se harán entrevistas, con el propietario y el gerente de la finca para conocer aspectos económicos y productivos antes durante y después de la implementación del sistema a cielo abierto. Con el administrador, caporales, encargado del

beneficio para obtener su precepción del sistema. De quienes, fruto de su conocimiento y experiencia brindarán sugerencias de mucho valor.

6.2 Proceso de recolección de datos

Para este proceso se obtuvo autorización de la gerencia de la finca Chichen, con la finalidad de tener acceso tanto al personal que labora en la finca, como a los documentos y registros de los años 2010 al 2017, así como a los diferentes áreas donde se trabajan ambos sistemas. Con estas facilidades se procedió a:

- a) Se recolectó revisó, ordenó la información y documentación de los registros y memorias de labores de la finca de los años 2010-2014, café bajo manejo con sombra que incluye presupuestos, registro de siembra, uso de prácticas culturales, cosecha, rendimiento por lote de café maduro, hasta el beneficiado del café con registro de rendimiento de café maduro a pergamino. Para poder realizar la comparación de producción en kilogramos/hectárea con el sistema a cielo abierto de la finca Chichen 2014–2017, se seguirá el mismo procedimiento de consulta y revisión de registros que se utilizará con el sistema de café bajo sombra. También se revisó y consultó literatura en las asociaciones, centros de investigación de café nacionales y de otros países, sobre el tema de manejo de café al sol y bajo sombra.
- b) Con la información obtenida se procedió a preparar y redactar el informe, durante este proceso pudieran salir a luz importantes cambios, que en el sistema a cielo abierto se debe considerar.

6.2.1 Método de observación directa

Se efectuaron siete visitas a la finca Chichen, a los lotes donde se implementa el sistema a cielo abierto, al área donde se ubica el beneficio de café húmedo, la bodega de café pergamino.

6.2.2 Cronograma de actividades

Cuadro 2

Cronograma de actividades a realizar

ACTIVIDAD	MAYO				JUNIO				JULIO			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Diseño de instrumentos y procedimientos												
Revisión de memorias de labores												
Entrevistas a actores												
Observación directa en campo												
Clasificación de datos												
Análisis de la información												
Informe final												

6.3 Variables

Rendimiento en kilogramos por hectárea bajo sombra y cielo abierto.

Costos de sistema tradicional.

Costos de sistema a cielo abierto.

6.4 Análisis de información

Finalmente con toda la información y documentación obtenida, ordenada y analizada se redactó el informe final, sobre la comparación de sistema de manejo de café a cielo abierto con manejo de café con sombra.

7. Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados de la comparación de dos sistemas de manejo de sombra para el cultivo de café, realizada en la Finca Chichen ubicada departamento de Cobán, Alta Verapaz, las principales actividades son la silvicultura y la producción de café. La topografía es variada, con relieves planos, ondulados y escarpados con pendientes de 8 a 90 % con elevaciones de 1460 hasta 1800 msnm.

Los resultados están conformados por registros de rendimiento e kg/ha en ambos sistemas de sombra (sombra tradicional y a cielo abierto), se da a conocer las ventajas y desventajas del uso de ambos sistemas y se comparan los costos de la utilización de los mismo en la Finca Chichen.

7.1 Situación inicial de sistema de producción bajo sombra

Para el año 2010 la Finca Chichen era una finca que producía café de manera tradicional y con bajo porcentaje de tecnificación agrícola, como se puede observar en la Figura 1. La finca contaba con un sistema de sombra tradicional que para las características climáticas del lugar contaba con algunas ventajas pero a su vez desventajas ya que el exceso de sombra en el cultivo de café, provoca una generación excesiva de follaje pero baja producción del grano en kg/ha y a su vez el manejo tradicional de sombra provocaba una alta humedad relativa lo cual era propicio para generación de hongos u enfermedades.



Figura 1. Café con sombra manejo tradicional de la finca Chichen. (Raul Poou, 2011).

Para esa época en el año 2010 el propietario de la finca Chichen tenía claro que el café de Guatemala es reconocido por su alta calidad, como resultado de varios factores entre los que se pueden mencionar el manejo, la diversidad de micro climas, la cosecha manual del fruto y el manejo post cosecha. Pero a la vez la Finca afrontaba problemas por altos costos de producción y recolección del fruto maduro, bajo rendimiento en kg/ha.

A continuación se puede observar en la Figura 2, como se manejaba la sombra del cultivo del café para el año 2010, el sistema utilizado era bajo sombra y estaba conformada principalmente de cuje y en menor cantidad sombra de plátano, con una cobertura de sombra de 50%, a distancia de 4 x 5 metros. Las variedades que cultivan son Sarchimor, icatu, catuai y catimor con distanciamiento entre surcos de dos metros y entre pantas de un metro.



Figura 2. Siembra de café con sombra Finca Chichen. (Raul Poou, 2010).

El primer paso que tomó la Finca Chichen para realizar el cambio fue tomar la decisión en conjunto el propietario, administrador y técnicos agrícolas de utilizar el mismo manejo agronómico, solo que en esta ocasión implementaría la producción de café a un sistema de cielo abierto. El manejo agronómico de la finca estaba conformado para plantaciones nuevas con la preparación del suelo que incluyó limpia del área, ahoyado, las dimensiones usadas para el mismo fueron de 30-35 cm de profundidad por 30 cm de ancho. Al momento de la siembra aplicaron fertilizante, y nematicida, por la presencia de nematodos del género *Meloydogine spp.*

Se efectuaban análisis de suelos, en base al resultado se aplicaban las formulas recomendadas, en este caso 13-0-17+ Mg. También realizaban fertilización foliar, con el producto Bayfolan.

Para el control de malezas, estas se hacían de forma mecánica, con uso de machete y desmalezadoras de motor (chapeadoras) y química, haciendo aplicaciones de herbicidas, con Gramoxone (Paraquat). Efectuando 3 limpiezas al año.

En cuanto a enfermedades, según los registros el mayor problema lo representaban el ojo de gallo (*Mycena citricolor*) mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) y (*Phoma sp*) se hicieron aplicaciones, varias veces al año. Según los registros se presenta poca incidencia de roya, se mantiene un monitoreo constante y se hacen aplicaciones como prevención.

En lo referente al control de plagas, las plantaciones se ven poco afectadas por las mismas. Se realizaron muestreos para determinar la presencia de estas, encontrándose presencia de broca en secciones determinadas de la finca, se procedió a la aplicación de endosulfan.

El manejo de sombra, poda de mantenimiento, se realizaba cada año después de la cosecha, en los meses de mayo a junio, para regular la cantidad de luz sobre la plantación.

La época de cosecha, que es el primer paso en el proceso del beneficiado del grano maduro. Se inicia en el mes de diciembre llegando hasta mayo. La recolección del fruto, se realiza de forma manual, actividad de mucha importancia, y en la que la finca pone mucha atención para un producto de calidad, se realiza con mano de obra local, personas que viven en aldeas aledañas y miembros de las familias de los colonos.

Para poder realizar la comparación entre ambos sistemas, se escogió y se analizó un lote de una hectárea sembrado durante los meses de junio y julio del año 2010, con otro sembrado a cielo abierto en 2013.

El lote con el sistema bajo sombra se sembró con un distanciamiento de dos metros entre surcos por un metro entre planta para una densidad de 5000 plantas de café/hectárea, con cuje (*Inga sp.*) como sombra permanente a distancias de 4 metros por 5 metros.

Se hicieron dos aplicaciones de fertilizante granulado al suelo por año, 2 onzas cada aplicación, así como dos fertilizaciones foliares con Bayfolan. En la finca Chichen según sus

registros han tenido una fuerte incidencia de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) y (*Phoma sp*).. Estas se han combatido con diferentes fungicidas, con folicur Kocide y-o Alto 1, principalmente Silvacur. Aprovechando la aplicación foliar se combinan el fertilizante y el fungicida. En cuanto a la broca del café (*Hypothenemus hampei*) realizan monitoreos, si la muestra es mayor a 10% aplicaban endosulfan, ahora clorpirifos.

7.2 Intervención

En la etapa de intervención de la Finca Chichen, el proceso hacia la implementación del sistema de producción de café a cielo abierto inició en el año 2012, para ello se visitaron fincas en las cuales se maneja la plantación con el sistema a cielo abierto, donde la producción, de acuerdo a los dueños de las fincas visitadas, era más alta en kg/ha a comparación de los registros de la Finca Chichen. Se tuvieron reuniones con estos productores y con el asesor brasilero Joao Romero, quien les apoya con el sistema, así como con personal operativo de la finca.

La finca Chichen decide manejar la nueva plantación con el sistema a cielo abierto junto con el administrador diseñaron el plan de trabajo ver figura 3. En los registros de la finca y reuniones con los dueños se pudieron conocer cómo se manejaba, que cuando y como se aplicaban los agro insumos.



Figura 3. Plantas de café bajo sistema a cielo abierto. (Raul Poou, 2013).

Como primera acción se buscaron y seleccionaron un grupo de trabajadores de la finca Chichen, quienes fueron a conocer y entender el sistema en una finca donde se cultiva a cielo abierto. En julio del año 2013 se siembran las primeras cuatro hectáreas de la variedad catimor en sistema a pleno sol en un área con topografía ondulada, en un lote ubicado a 1495 msnm, con una precipitación media de 2273 mm, temperatura promedio de 21.15 ° C, con humedad relativa promedio de 80.2%, con vientos promedio de 0.15 km/hr. Con distanciamientos entre plantas de 0.7 metros, entre surcos 3 metros, con densidad por hectárea de 4761 plantas. Así mismo se sembró en asocio gramínea (*Brachiaria ruziziensis*) en las calles, para ayudar en el control de la erosión, reciclaje de nutrientes y control de malezas sin uso de herbicidas, como consecuencia de la cobertura vegetal que queda como resultado del corte de la gramínea sobre los surcos del cafetal. El manejo agronómico, tal como se indica en la página 16, es el mismo que se aplicó en el sistema bajo sombra. Se presentaron cambios en el programa de fertilización, de acuerdo al análisis de suelo, utilizan el procedimiento recomendado por Anacafé, la dosis al suelo fue de 8 onzas por planta distribuidas en 3 aplicaciones. La fertilización foliar dos veces por año, aprovechando la aspersión de fungicidas para el control de enfermedades.

En la finca Chichen es necesario hacer cortes de gramínea cada dos meses. Esto se lleva cabo en forma mecánica. Al eliminar la sombra se presentó un problema con el viento, fue necesario sembrar barreras rompevientos, se utilizó (*Inga sp*) cuje en las áreas donde el viento es más fuerte. La incidencia de (*Phoma sp*) y (*Mycena citricolor*) se redujo.



Figura 4. Cultivo de café bajo sistema a cielo abierto. (Arturo Gelpcke, 2018).

7.3 Comparación de rendimiento sistema bajo sombra con sistema a cielo abierto

Para poder realizar la comparación de ambos sistemas de manejo, se trabajó con los datos de la gerencia y técnico de campo relacionados con el rendimiento de café pergamino por hectárea de la primera cosecha del lote, sembrado en junio y julio de 2010, cosecha del año 2014 manejado con el sistema bajo sombra, con la producción de la primera cosecha sembrado a cielo abierto del lote sembrado en junio y julio de 2013, cosecha 2017.

Cuadro 3
Comparación de rendimiento de café en ambos sistemas

Sistema bajo sombra	Sistema a cielo abierto
Cosecha 2014	Cosecha 2017
1122.96 kg/ ha	1568.45 kg/ha

Como se puede observar en el cuadro 4. Los rendimientos en kg/ha de café utilizando el sistema a cielo abierto superan en un 28% a los rendimientos obtenidos bajo el sistema de sombra tradicional.

Al comparar ambos sistemas podemos observar que el incremento en la producción fue notable ya que para el año 2014 el sistema bajo sombra producía 1122.96 kg/ha de café pergamino y al compararlo con el año 2017 utilizando el sistema de producción a cielo abierto la producción fue de 1568,45 kg/ha, lo cual es una diferencia de 445.49 kg/ha. Este dato de diferencia en producción de 445 kg/ha representaba para el tamaño total de la finca un opción de cómo incrementar su producción y ser más competitivos.

A partir de este cambio de sistema de manejo de la sombra para el café, el rendimiento de café en la finca Chichen ha incrementado en forma considerable. Este aumento de la producción por unidad de área, es importante considerando que la producción de café no depende exclusivamente de la forma del manejo, sino que está relacionada directamente con las condiciones de clima y suelo de la finca.

7.4 Ventajas y desventajas de la utilización de ambos sistemas para el cultivo de café

A continuación se presentan las ventajas y desventajas con la implementación del sistema de producción de café a cielo abierto y se compara con el sistema de producción bajo sombra en la Finca Chichen.

7.4.1 Ventajas y desventajas del sistema a cielo abierto

Cuadro 4

Ventajas y desventajas del sistema a cielo abierto

VENTAJAS DEL SISTEMA A CIELO ABIERTO	DESVENTAJAS DEL MANEJO DEL SISTEMA A CIELO ABIERTO
Incremento en el rendimiento de café en kg/ha.	Se acorta la vida de la plantación.
No se necesita siembra ni manejo de sombra, para la siembra del café.	Por no tener sombra incrementa el crecimiento de la gramínea y se debe utilizar mano de obra o químicos para controlarla.
Redujo la incidencia de patógenos.	Siembra de barreras rompe vientos ya que en el caso de la Finca Chichen es un lugar con muchos vientos y provoca daños en las plantaciones al no contar con barreras vivas.
Una mejor conformación de la planta de café para incrementar la producción en kg/ha.	Incremento en el consumo de fertilizante ya que por las características del suelo y al estar expuestas a cielo abierto las plantas requieren más nutrientes para su desarrollo,
Mejoramiento del suelo por la cantidad de materia orgánica proveniente de las gramíneas muerta, materia orgánica, que se dejan como cobertura.	En época de verano se pierde más rápido la humedad del suelo.
Mayor penetración de luz para la planta	

aumentando la producción de clorofila y a su vez mayor crecimiento.

Aumenta la ventilación entre las calles entre plantas

7.4.2 Ventajas y desventajas del sistema bajo sombra:

Cuadro 5

Ventajas y desventajas del sistema bajo sombra

VENTAJAS SISTEMA BAJO SOMBRA	DESVENTAJAS SISTEMA BAJO SOMBRA
Menos uso de fertilizante por la presencia de materia orgánica proveniente de la sobra.	Competencia entre las plantas de café y los arboles de sobra por nutrientes y agua.
Producción de leña, como subproducto de las podas de mantenimiento.	Más presencia de patógenos, por la humedad que se pueda formar en el área.
Evita el monocultivo.	Menor rendimiento en la producción de café en kg/ha.
Retiene mayor humedad en época de verano.	
Hospedero de aves o especies silvestres en la finca.	

Como se puede observar en la información anteriormente presentada donde se describen las ventajas y desventajas de ambos sistemas para la producción de café se puede observar que una de las ventajas más importantes es el incremento en kg/ha de producción de café, que para el caso de la Finca Chichen se obtuvo en un 28% al utilizar el sistema de producción a cielo abierto, no obstante no debemos de olvidar que la vida útil de la plantación se acorta como una desventaja de este sistema ya que explotamos la planta a su máxima capacidad de producción y regeneración.

7.5 Comparación de costos entre sistema a cielo abierto y bajo sombra

A continuación se presenta en el cuadro 2. Los costos de mano de obra utilizada en la Finca Chichen donde se comparara el costo de utilizar un sistema de producción de café bajo sombra vrs un sistema de producción a cielo abierto.

Cuadro 6

Costos de mano de obra por hectárea del sistema de producción de café bajo sombra y el sistema a cielo abierto

ACTIVIDADES REALIZADAS	BAJO SOMBRA	CIELO ABIERTO
Control de malezas	Q1,179.27	Q.2263.65
Manejo de tejido	Q406.64	Q406.64
Nutrición al suelo	Q278.68	Q424.57
Manejo de sombra	Q1,558.80	Q0.00
Nutrición foliar	Q457.47	Q457.47
Control de plagas y enfermedades (aplicación foliar)	Q0.00	Q0.00
Siembra	Q5250.00	Q4999
Cosecha	Q6,922.45	Q8,426.86
TOTAL	Q16,053.31	Q16,978.19

En el cuadro 6, de acuerdo a los registros de la finca, se muestran los costos de mano de obra para el manejo de una hectárea de café con el sistema bajo sombra con una hectárea de café con manejo a cielo abierto, el rubro control de malezas es el que presenta mayor incremento de costo 6% en el sistema a cielo abierto. Según la información brindada por el administrador la razón se debe a que el control de la gramínea requiere que ésta se corte cada dos meses. La

cosecha, que es el rubro más elevado en ambos sistemas, en el sistema a cielo abierto, incrementa en 17.8 % debido a una mayor producción por hectárea de grano maduro.

Cuadro 7
Costos de insumos sistema bajo sombra y a cielo abierto

	Bajo sombra	Cielo abierto
Fertilizaciones al suelo	Q1,578.13	Q2,797.09
Fertilizaciones foliares	Q171.00	Q171.00
Herbicidas	Q49.16	Q32.78
Fungicidas	Q824.60	Q524.60
Insecticida	Q35.00	Q0.00
Total	Q2,657.89	Q3,525.47

El cuadro 3, muestra los costos de insumos utilizados para el manejo de una hectárea de café con el sistema bajo sombra con una hectárea de café manejados con sistema a cielo abierto, se puede notar que el costo con el sistema a cielo abierto, es más alto. El rubro fertilización al suelo es el que tiene un sobre costo, de acuerdo a la información proporcionada, debido a que es necesario hacer más aplicaciones, mayor dosis por planta, para logra obtener una producción sostenida y extender la vida productiva de la planta.

8. Conclusiones

Se determinó que el rendimiento por hectárea a cielo abierto tuvo un incremento del 28% a comparación del sistema bajo sombra, esto representó producir 445.49 kg por hectárea más que el sistema bajo sombra.

Una de las ventajas de producir café a cielo abierto es el incremento de la producción de café en kilogramos por hectárea, pero se debe tomar en cuenta como desventaja que se incrementa el costo de mantenimiento del cultivo por que las plantas consumen más nutrientes al estar expuesta a cielo abierto.

Para la Finca Chichen, la producción de café a cielo abierto representa Q 1,782.00 por hectárea lo cual es un 9% mayor en comparación al sistema bajo sombra.

9. Recomendaciones

De acuerdo al análisis, el método de manejo de café al sol ofrece a los productores una alternativa recomendable para obtener rendimientos más altos por hectárea. Antes de implementar este sistema debe considerarse el costo adicional que este sistema presenta. Es importante que la finca Chichen continúe con este proceso, recolectando información a fin de hacer comparaciones en años futuros.

Es necesario hacer más estudios de comparación de manejo de sistema al sol en diferentes regiones cafetaleras del país con diferentes variedades, con el fin de adquirir experiencias que puedan contribuir con instrumentos válidos, para productores que quieran producir con este sistema de manejo.

Bibliografía

ANACAFÉ. (2015). Control de enfermedades de café. Consultado el día 10 de febrero del 2017 disponible en:

www.anacafe.org/glifos/index.../Caficultura_ControlEnfermedades

Beer, J.W. et al. (1998). Shade management in coffee and cacao plantations.

Agroforestry Systems, Holanda. Disponible en:

<http://www.sidalc.net/repdoc/A3507I/A3507I.PDF>

Carias. J.A. (2016). Evaluación de métodos de lavado de café en el beneficiado húmedo, finca El Zapote, Cuilapa Santa Rosa (2003 2008) estudio de caso, Ing Agr. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. 58 p.

Davids, K. y Walters, R. Harversting shade vs sun. Coffee Review. Recuperado el 2 de marzo desde: <http://www.coffeereview.com/coffee-reference/from-crop-to-cup/growing-and-harvesting/shade-vs-sun/>

DaMatta, F. M. y Rodríguez, N. (2007). Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del neotrópico. Una visión agronómica y eco-fisiológica. Rev. Agronómica Colombia No. 25 p. 113–123.

Farfán, V., F y Mestre M., A. (2004). Respuesta del café cultivado en un sistema agroforestal a la aplicación de fertilizantes. Cenicafé, Colombia. 173 p.

Fuentes N.J. (2016). Aplicación de Ethepon en cosecha mecanizada de café, en finca La Viña, El Palmar, Quezaltenango (2010-2015) estudio de caso Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. 59 p.

- Gil-Vallejo, L. F. y Leguizamón Caycedo, J. (2000). La Muerte Descendente del Cafeto. Guatemala. Programa de investigación científica, extraído desde: www.cenicafe.org/es/publications/avt0278.pdf
- Laines del Cid, A. Apreciaciones sobre manejo de sombra. Anacafé, Guatemala. Obtenido desde: http://anacafe.org/glifos/index.php?title=Manejo_de_sombra_apreciaciones
- Llanco, J. (2014). Tipología del Manejo Agronómico en el crecimiento, productividad y Calidad Física del Café en el Valle de Santa Cruz, Distrito de Río Tambo, provincia de Satipo y Región Junín Tesis Ing. Agr. Perú 57p.
- Lopez, J. Una estrategia de sostenibilidad en el cultivo del café. Anacafé, Guatemala. Obtenido desde: <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Densidad-de-siembra>
- Mendoza, M. y Centeno, A. (2017). Características organolépticas de la tasa de café variedad Colombia (*Coffea arábica*) producido en sistema agroforestal (*Guamo inga ssp*) y a exposición solar en la vereda Criollo del municipio de Timaná del departamento del Huila. Proyecto de grado para optar por el título de profesional en Agronomía. Universidad Nacional Abierta y a distancia. Colombia 33p.
- Orozco, J.C. (2016). Efecto del uso de ecolotrapas para el control de la broca (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) del café en finca Santa Rosa Palajunoj, El Palmar, Quezaltenango (2007-2010) estudio de caso, Universidad Rafael Landívar, Guatemala. 51p.
- Perfecto, I.; et al. (1996). Shadecoffee: a disappearing refuge for biodiversity. Estados Unidos. Recuperado desde: <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/8533/fcc2413e-fcbe-41fe-a21f-8e573a34e51f.pdf>
- Ramírez, H. (2011). Cultivemos café, sistema de producción. Recuperado el 2 de marzo del 2018 desde: https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/sp_al_sol/P1

Robles, E. (2013). Producción y Exportación del Café Guatemalteco. Guatemala. Recuperado desde: <http://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-y-exportacion-de-cafe-guatemalteco.shtml>

Sadeghian Khalahabadi, Siavosh. (2011). Respuesta de cafetales al sol y bajo semisombra a nitrógeno y su relación con la materia orgánica del suelo. Cenicafe, Medellín. Recuperado el 7 de abril de 2018 desde: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a04v64n01.pdf>

Toledo, V. y Moguel, P. (1996). En busca de un café sostenible en México: La importancia de la diversidad biológica y cultural. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado el 6 de marzo de 2018 desde: <http://www.era-mx.org/documentosinteres/manejosostenible/toledomoguel.html>

Sin autor. Yara. Gestión del cafeto y protección vegetal. México. Recuperado el 5 de marzo de 2018 desde: <http://www.yara.com.mx/crop-nutrition/crops/cafe/informacion-esencial/gestion-del-cafeto-y-proteccion-vegetal/>

Weaver, P.L. y Birdsey A. (1996). Experiencias prácticas y prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales en América Tropical. 36(1):p. 47-58
CIFOR/CATIE/INIA, Costa Rica. Recuperado desde:
[https://books.google.com.gt/books?id=KoAOAQAIAAJ&pg=PA134&lpg=PA134&dq=WEAVER,+P.L.;+BIRDSEY,+A.+Tree+succession+and+management+opportunities+in+coffee+shade+stands.+Turrialba+36\(1\):47-58.+1986.&source=bl&ots=WaridZQQii&sig=ziGIxby5LONZF_KERblNoxLI-Y8&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjP0p71293ZAhXQrVkkKHa6GB-kQ6AEIKTAA#v=onepage&q=WEAVER%2C%20P.L.%3B%20BIRDSEY%2C%20A.%20Tree%20succession%20and%20management%20opportunities%20in%20coffee%20shade%20stands.%20Turrialba%2036\(1\)%3A47-58.%201986.&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=KoAOAQAIAAJ&pg=PA134&lpg=PA134&dq=WEAVER,+P.L.;+BIRDSEY,+A.+Tree+succession+and+management+opportunities+in+coffee+shade+stands.+Turrialba+36(1):47-58.+1986.&source=bl&ots=WaridZQQii&sig=ziGIxby5LONZF_KERblNoxLI-Y8&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjP0p71293ZAhXQrVkkKHa6GB-kQ6AEIKTAA#v=onepage&q=WEAVER%2C%20P.L.%3B%20BIRDSEY%2C%20A.%20Tree%20succession%20and%20management%20opportunities%20in%20coffee%20shade%20stands.%20Turrialba%2036(1)%3A47-58.%201986.&f=false)

Neumann, H. (2011). Uso de Brachiaria ruziziensis y Gandul como cobertura para plantaciones de café. Coffee & Climate. Información obtenida el 20 de mayo de 2018 desde: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjP0p71293ZAhXQrVkkKHa6GB-kQ6AEIKTAA#v=onepage&q=WEAVER%2C%20P.L.%3B%20BIRDSEY%2C%20A.%20Tree%20succession%20and%20management%20opportunities%20in%20coffee%20shade%20stands.%20Turrialba%2036\(1\)%3A47-58.%201986.&f=false](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjP0p71293ZAhXQrVkkKHa6GB-kQ6AEIKTAA#v=onepage&q=WEAVER%2C%20P.L.%3B%20BIRDSEY%2C%20A.%20Tree%20succession%20and%20management%20opportunities%20in%20coffee%20shade%20stands.%20Turrialba%2036(1)%3A47-58.%201986.&f=false)