



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO EN AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD**

**ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD DE  
CAFETALES EN POCHOTITAN, TLAPACOYAN,  
VERACRUZ**

**JONATHAN EDILBERTO MÁRQUEZ DE LA CRUZ**

**T E S I S**  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO**

2019

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION**


En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Jonathan Edilberto Márquez de la Cruz, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser participe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis Análisis de la sustentabilidad de cafetales en Pochotitan Tlapacoyan, Veracruz

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 10 de Julio de 2019



Firma del  
Alumno (a)



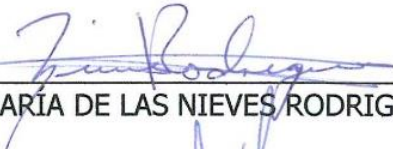
Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza  
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: **Análisis de la sustentabilidad de cafetales en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz** realizada por el alumno: **Jonathan Edilberto Márquez de la Cruz** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO (A)

  
\_\_\_\_\_  
DRA. MARÍA DE LAS NIEVES RODRIGUEZ MENDOZA

ASESOR (A)

  
\_\_\_\_\_  
DR. JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO

ASESOR (A)

  
\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ LUIS GARCÍA CUÉ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Agosto de 2019.

# **ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD DE CAFETALES EN POCHOTITAN, TLAPACOYAN, VERACRUZ**

Jonathan Edilberto Márquez de la Cruz, M. en C.  
Colegio de Postgraduados, 2019

## **RESUMEN**

El objetivo de la presente investigación fue analizar la sustentabilidad de fincas cafetaleras en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz. El motivo fue que no hay suficiente información científica relacionada con el tema en la localidad y esta investigación puede aportar datos interesantes de esta importante zona agrícola. La metodología fue mixta (cuantitativa y cualitativa) y experimental, los datos se obtuvieron a partir de un taller participativo, también por muestreos de vegetación y suelo en cuatro tipos de sistemas de producción de café (organo mineral, agroecológico con mínimo manejo, convencional y agroecológico) en las cuatro estaciones del año y por último mediante un cuestionario aplicado a los encargados de estos sistemas de producción. En el laboratorio se hicieron pruebas químicas, físicas y biológicas del suelo. Los datos del cuestionario se analizaron con estadísticos descriptivos y las variables de cada estación del año se sometieron a pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (Test de Bartlett), posterior se realizó un Análisis de varianza y pruebas de comparación de medias de Tukey apoyados en el programa estadístico SAS (versión 9.4). La diversidad vegetal se analizó con el Índice de Sorensen. Los resultados indican que la finca con valores óptimos en las variables químicas, físicas y biológicas es la agroecológica, también fue la más sustentable. El tipo de suelo, estado de cultivo y diversidad vegetal es similar en todas las fincas. Se encontraron variaciones de características químicas y biológicas entre fincas y entre estaciones del año. Los productores de las fincas agroecológicas se sienten satisfechos con su sistema de producción, no así el productor convencional.

**Palabras clave:** suelo, sustentabilidad, café.

# **ANALYSIS OF THE SUSTAINABILITY OF CAFETALES IN POCHOTITAN, TLAPACOYAN, VERACRUZ**

Jonathan Edilberto Márquez de la Cruz, M. en C.  
Colegio de Postgraduados, 2019

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to analyze the sustainability of coffee farms in Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz. The reason was that there is not enough scientific information related to the subject in the locality and this research can provide interesting data on this important agricultural area. The methodology was mixed (quantitative and qualitative) and experimental, the data were obtained from a participatory workshop, also by sampling vegetation and soil in four types of coffee production systems (mineral organ, agroecological with minimal management, conventional and agroecological) in all four seasons of the year and finally through a questionnaire applied to those in charge of these production systems. Chemical, physical and biological soil tests were carried out in the laboratory. The questionnaire data were analysed with descriptive statistics and the variables for each season were tested for normality (Shapiro-Wilk) and homocedasticity (Bartlett Test), a variance analysis was performed and Tukey-average comparison tests supported by the SAS statistical programme (version 9.4). Plant diversity was analysed with the Sorensen Index. The results indicate that the farm with optimal values in chemical, physical and biological variables is agroecological, it was also the most sustainable. Soil type, farming status and plant diversity is similar on all farms. Variations in chemical and biological characteristics were found between farms and between seasons. Producers of agro-ecological farms are satisfied with their production system, not the conventional producer.

**Keywords:** soil, sustainability, coffee.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la vida y permitir llegar hasta este momento tan importante en mi vida.

Al Colegio de postgraduados por ser mi casa de estudios estos dos años y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por todos los apoyos brindados para poder realizar esta investigación.

A todos los profesores del postgrado de agroecología y sustentabilidad por la confianza brindada y por la familia agroecológica que formamos.

A todos mis compañeros del postgrado de agroecología y sustentabilidad por la bonita amistad que formamos y por todo el apoyo brindando.

A la Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza, porque más que mi consejera se convirtió en una persona muy especial en mi vida, me apoyó y comprendió en los momentos más duros en todo este proceso, por lo que le estaré eternamente agradecido, también por brindarme toda la confianza requerida desde que iniciamos este proyecto, sin su apoyo incondicional y sin sus conocimientos este trabajo no hubiera tenido éxito.

Al Dr. Julio Sánchez Escudero, una persona que admiro mucho por ser un excelente ser humano, por habernos hecho sentir el amor por la agroecología y por ser un coordinador tan capaz que estoy seguro que marcará huella en el postgrado de agroecología y sustentabilidad.

Al Dr. José Luis García Cué porque más que mi profesor lo considero mi amigo, una persona que estimo mucho y con la que aprendí demasiado, gracias a sus conocimientos y aportaciones culminamos el trabajo con éxito.

Al M.C. Juan Ángel Tinoco Rueda, una persona maravillosa y muy comprometida con su trabajo, un profesor el cual admiro mucho por esa entrega y preparación en su trabajo.

A todos los productores de café de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz, que gracias a su confianza y apoyo pudimos realizar este trabajo.

## DEDICATORIA

A Dios por darme las fuerzas para levantarme día con día y por cuidar de mi familia siempre.

A mi hijo Jony por ser el mejor regalo que Dios me pudo haber dado, el me inspira para levantarme todos los días con energía y salir adelante a enfrentar la vida. Mi corazón te pertenece hijo.

A mi esposa Denisse por toda paciencia que me tuvo todos estos años, por su amor incondicional y por la bonita familia que formamos junto con nuestro hijo.

A mis padres por todo su amor incondicional y estar ahí cuando más los necesitaba. MUCHAS GRACIAS.

A mis hermanas Saira y Cristal, mejores hermanas Dios no me pudo haber dado, por todo su apoyo, comprensión y amor mostrado en todo este proceso. Gracias por estar conmigo cuando más me hicieron falta. Las quiero mucho.

A mi sobrinita y ahijada Regina, una niña tan dulce y tierna la cual considero como mi hija.

A la Dra. Nieves, una persona la cual mi familia y yo admiramos mucho como profesora y como ser humano, buena esposa, madre, abuelita y amiga. Mi familia y yo le estaremos eternamente agradecidos.

A mis abuelitos Pancho †, Nata, Felipa y Fortino, estoy eternamente agradecido con Dios por haberme mandado a unos abuelitos tan buenos a los cuales quiero con toda mi alma.

A los productores de café de la comunidad de Pochotitan, Don Toñito, Don Cheto, Doña Reyna y Don Rafael, porque se convirtieron en muy buenos amigos en todo este proceso, sin sus conocimientos este proyecto no hubiera sido exitoso, gracias por la confianza mostrada y por sus buenas atenciones en todo el trabajo de campo.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
LISTA DE CUADROS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Objetivos.....	4
1.3 Hipótesis .....	4
1.4 Justificación .....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
2.1. El café en el contexto mundial .....	6
2.2. Importancia de la producción de café para México.....	6
2.3. Sustentabilidad de los agroecosistemas cafetaleros .....	7
2.4. Calidad del suelo .....	10
2.5. Propiedades físicas del suelo .....	11
2.6. Propiedades químicas del suelo .....	12
2.7. Propiedades biológicas del suelo .....	13
2.8. Diversidad vegetal en el cultivo de café.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1. Área de estudio.....	15
3.2. Delimitación de la zona de estudio .....	18
3.3. Selección de fincas .....	21
3.4. Metodología general .....	21



3.4.1. Análisis de información social.....	22
3.4.2. Análisis de la Sustentabilidad .....	27
3.4.3. Análisis de vegetación .....	30
3.4.4. Respiración microbiana .....	31
IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1 Información social.....	34
4.2. Sustentabilidad de fincas cafetaleras en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz .....	61
4.3. Diversidad vegetal de fincas cafetaleras en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz. ....	89
4.4. Respiración microbiana en suelos de fincas cafetaleras en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.....	95
V. CONCLUSIONES.....	105
VI. LITERATURA CITADA.....	106
ANEXOS .....	117

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Metodología para aplicar y analizar el cuestionario. ....	25
Cuadro 2. Fecha de visitas y muestreo de suelo en las cuatro fincas cafetaleras de estudio en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz. ....	28
Cuadro 3. Análisis químicos y físicos del suelo realizados en laboratorios. ....	29
Cuadro 4. Matriz FODA de la Organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L.....	37
Cuadro 5. Frecuencia del trabajo de los integrantes de las fincas cafetaleras.	41
Cuadro 6. Frecuencia de insumos utilizados en el manejo de la finca .....	42
Cuadro 7. Variedades de café que tienen los productores en su finca .....	44
Cuadro 8. Variedades de cítrico que tienen los productores en su finca.....	46
Cuadro 9. Plagas y enfermedades de plátano .....	49
Cuadro 10. Frecuencia de las emociones sentidas por los productores entrevistados sobre su finca.....	53
Cuadro 11. Frecuencia sobre las relaciones interpersonales que tienen las personas entrevistadas con su comunidad. ....	53
Cuadro 12. Frecuencia de actividades que los productores realizan con su comunidad.....	54
Cuadro 13. Uso que los productores entrevistados les dan a sus ingresos provenientes de sus fincas cafetaleras.....	55
Cuadro 14. Frecuencia de actividades que realizan los productores para desarrollarse personalmente. ....	56
Cuadro 15. Frecuencia del estado físico de los productores para desarrollarse en la finca cafetalera. ....	56
Cuadro 16. Frecuencia de actividades que realizan los productores para estar mejor físicamente. ....	57
Cuadro 17. Frecuencia del poder de toma de decisiones que tienen los productores. ....	58
Cuadro 18. Frecuencia de inclusión social que sienten las personas entrevistadas con respecto a su comunidad. ....	59

Cuadro 19. Frecuencia de derechos que tienen las personas entrevistadas en su comunidad. ....	60
Cuadro 20. Análisis de varianza de las propiedades químicas y físicas del suelo por estación del año entre en las cuatro fincas cafetaleras. ...	65
Cuadro 21. Análisis de varianza de las propiedades químicas y físicas del suelo por finca en las cuatro estaciones del año. ....	66
Cuadro 22. Análisis químico de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y bases intercambiables en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año. ....	77
Cuadro 23. Interacción entre fincas cafetaleras y periodos del año de variables químicas y físicas del suelo en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.	87
Cuadro 24. Textura en suelos de fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz. ....	87
Cuadro 25: Número de especies compartidas, índice de Sorensen y Porcentaje en cuatro fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año. ....	93
Cuadro 26. Respiración microbiana acumulada en 21 días de fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año. ....	101

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de sistemas de producción de café identificados en México (Moguel y Toledo (1999)). .....	8
Figura 2: Ubicación de Tlapacoyan en el estado de Veracruz (INEGI, 2009) ..	18
Figura 3: Ubicación de Pochotitan en Tlapacoyan, Veracruz. ....	20
Figura 4: Método del zig-zag para la toma de muestras en suelo de fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz. ....	28
Figura 5: Diseño y tipo de muestreo de vegetación en cada finca cafetalera de estudio en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz. ....	31
Figura 6: Género de los productores entrevistados.....	38
Figura 7: Estado civil de los productores.....	39
Figura 8: Máximo de estudio de los productores.....	40
Figura 9: Tipo de finca con la que cuentan para producir .....	41
Figura 10: Meses del año con manejo de arvenses en el cultivo de café, cítrico y plátano de las fincas evaluadas en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz. ....	43
Figura 11: Calidad de suelo in situ en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.....	61
Figura 12: Salud de cultivos in situ en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.....	63
Figura 13: Diversidad vegetal <i>in situ</i> en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.....	64
Figura 14: Análisis de carbón orgánico en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año. ....	67
Figura 15: Carbón orgánico en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.....	68
Figura 16: Análisis de materia orgánica en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año. ....	70

Figura 17: Materia orgánica en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.....	72
Figura 18: Análisis de Nitrógeno en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año. ....	73
Figura 19: Nitrógeno en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.....	75
Figura 20: Capacidad de Intercambio Catiónico en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.....	81
Figura 21: Calcio intercambiable en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.....	82
Figura 22: Magnesio Intercambiable en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.....	83
Figura 23: Análisis de pH en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.....	85
Figura 24: Porcentaje de agregados en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan.....	88
Figura 25: Número de especies vegetales en las cuatro estaciones del año en diferentes fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.	91
Figura 26: Número de especies vegetales en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo presentadas en las cuatro estaciones del año.....	92
Figura 27: Comportamiento del índice de Sorensen en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo en las cuatro estaciones del año.	94
Figura 28: Evolución acumulada de C-CO <sub>2</sub> durante la incubación in vitro de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de primavera de la comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.....	96

Figura 29: Evolución acumulada de C-CO <sub>2</sub> durante la incubación in vitro de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de Verano de la comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.....	97
Figura 30: Evolución acumulada de C-CO <sub>2</sub> durante la incubación in vitro de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de otoño de la comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.....	98
Figura 31: Evolución acumulada de C-CO <sub>2</sub> durante la incubación in vitro de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de Invierno de la comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.....	100
Figura 32: Respiración microbiana acumulada en 21 días en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo. ....	103

## I. INTRODUCCIÓN

En México, la producción de café se establece como una de las principales actividades agrícolas, brindando empleo a más de 486 mil pequeños productores y grupos indígenas, también cobra importancia ya que más del 90 % es café bajo sombra diversificada, rico en materia orgánica, biológicamente activo, con buena capacidad de reciclaje y retención de nutrimentos lo cual lo hace un agroecosistema sustentable (Gliessman, 1998; Altieri y Nicholls, 2002; Rivera, Nikolskii, Castillo, Ordáz, Díaz y Guajardo, 2013; Ruelas, Nava, Cervantes y Barradas, 2014; Figueroa, Pérez y Godínez, 2015; Gerónimo, Torres, Pérez, De la Cruz, Ortiz y Cappello, 2016).

Veracruz es el segundo productor nacional de café en México, este cultivo tiene gran importancia económica, sociocultural y ambiental para el estado, los municipios de Atzalan, Tlapacoyan, Misantla, Huatusco, Coatepec, Córdoba y Zongolítica destacan como los principales productores de café con manejo diversificado de árboles para sombra (Nava, 2012; Escamilla, Escamilla, Gómez, Tuxtla, Ramos y Pino, 2012; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], 2013; López, Escamilla, Zamarripa y Cruz, 2016).

Año con año la demanda de café se hace más exigente en los principales estados productores de café como Veracruz, Chiapas, Oaxaca, en rendimientos y calidad, por lo que los productores están optando por un manejo más intensivo y con un uso irracional de insumos de síntesis química, sin embargo estas prácticas afectan a los agroecosistemas cafetaleros causando efectos negativos como: deterioro de los recursos naturales (suelo, agua), pérdida de biodiversidad (especies vegetales útiles, microfauna, etc.) y pérdida de la cultura tradicional cafetalera (Ferrerías *et al.*, 2009; Durango, Uribe, Henríquez y Mata, 2014).

El cultivo de café tiene una alta importancia cultural y ambiental para las comunidades del municipio de Tlapacoyan, Veracruz, sin embargo este municipio presenta las problemáticas de la cafeticultura ya mencionadas, además de que se está perdiendo la diversificación productiva y se está conformando un sistema de

monocultivo desplazando al café, donde el principal recurso natural más afectado es el suelo (Collet, Jiménez y Azzu., 2007; Cruz, Leos, Uribe y Rendón, 2016).

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes de la naturaleza, ya que provee múltiples beneficios ecológicos como producción de biomasa vegetal, hábitat de macro organismos y micro organismos y beneficios sociales como fuente de materia prima, sin embargo, en general es el principal recurso natural más afectado por las prácticas intensivas agrícolas de la cafecultura, mantener la calidad de suelo es indispensable para conservar la sustentabilidad de los agroecosistemas cafetaleros (García, Ramírez y Sánchez, 2012; Vallejo, 2013).

La calidad del suelo no es estable y sus características pueden cambiar en un corto periodo de tiempo, lo cual dependerá del uso y manejo que se le dé, por lo que para preservarlo es indispensable implementar técnicas sustentables, por tal motivo es importante evaluarlas en tiempo y espacio de acuerdo al tipo de sistema de producción de café para poder ver que parámetros se ven afectados negativamente y proponer mejoras (Navarrete, Vela, López y Rodríguez, 2011).

En este contexto, en la presente investigación se hace un análisis de sustentabilidad en fincas cafetaleras con diferente sistema de producción en las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño de 2018 e invierno de 2019) en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. Para la evaluación de sustentabilidad se tomaron en cuenta indicadores químicos, físicos y biológicos del suelo, diversidad vegetal en las fincas y también se determinó la calidad de vida de los productores de acuerdo al manejo de su cafetal.

### **1.1 Planteamiento del problema**

La cafecultura es una de las actividades no solo económica sino social y culturalmente más importantes en las comunidades de Tlapacoyan, Veracruz, ya que su cultivo ha subsistido por más de 100 años y ha generado una identidad sociocultural de las comunidades de la zona, además de proveer, como un agroecosistema de café múltiples servicios ambientales para esta región (Cruz, Uribe, Leos, Rendón y Cruz, 2015).



Cabe indicar que tradicionalmente, estos agroecosistemas de las comunidades de Tlapacoyan, son dinámicos y complejos, presentan una alta riqueza sociocultural y son resilientes por la de diversificación productiva que presentan en la: asociación café-plátano-cítrico, sin embargo, para incrementar los rendimientos, están adoptando tecnologías de uso de insumos químicos lo que pone en peligro su sustentabilidad al incidir de esa manera sobre los recursos naturales (Cruz *et al.*, 2015; Salgado, 2014).

Esta forma asociativa del café solo se conservan en la parte media y alta del municipio de Tlapacoyan, sin embargo muchos productores de la parte media ya comienzan a sustituirlo por sistemas de monocultivo solo de plátano o cítrico, lo cual está causando problemas ambientales como la deforestación de árboles nativos que fungían como sombra para el café, contaminación ambiental a causa del uso irracional de los insumos de síntesis química, degradación del suelo y pérdida de la biodiversidad y todo lo cual está afectando diversos aspectos que determinan la calidad de vida del agricultor (Cruz *et al.*, 2015)

Las prácticas no sustentables de los agroecosistemas cafetaleros afectan principalmente a los microorganismos del suelo (Di Ciocco, Sandler, Falco y Coviella, 2014), estos son responsables en gran parte de la fertilidad del suelo por lo que los convierte en indicadores idóneos de sustentabilidad de los agroecosistemas, sin embargo son altamente sensibles a manejos antropogénicos, respondiendo a escalas de tiempo más cortas a comparación con variables físicas y químicas del suelo (Ferrerías, *et al.*, 2009; Vallejo, 2013; Di Ciocco, *et al.*, 2014; Paolini, 2017).

Todas estas problemáticas conllevan a hacer un análisis de sustentabilidad en diferentes sistemas de producción de café en las cuatro estaciones del año, una vez determinados los indicadores cada productor puede visualizar el estado de su finca, observando que atributos del suelo o del cultivo andan bien o mal y así poder proponer recomendaciones más viables y que estén en función en cumplir una sustentabilidad multidimensional, estudiando ámbitos sociales, ambientales,

culturales, económicos y que les genere una mejor calidad de vida (Altieri y Nicholls, 2002).

En este contexto en el presente trabajo, se realiza la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué sistema de producción de café presenta las características más deseadas para su producción y que se refleje en la sustentabilidad del agroecosistema y la mejora de la calidad de vida de los campesinos (as) en Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz?

## **1.2 Objetivos**

### **General**

Analizar la sustentabilidad de sistemas cafetaleros en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.

### **Específicos**

1. Determinar la influencia que existe entre el manejo del cafetal y la calidad de vida de los cafetaleros.
2. Evaluar la sustentabilidad y calidad del suelo en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.
3. Relacionar la biodiversidad y salud de los cultivos en la eficiencia productiva de las fincas.

## **1.3 Hipótesis**

### **General**

La sustentabilidad de los cafetales de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz está en función de las prácticas agroecológicas que se lleven a cabo en el agroecosistema.

### **Particulares**

1. El manejo del cafetal influye en la calidad de vida de los productores de Pochotitan.
2. La sustentabilidad y la calidad del suelo están en función del manejo que se lleve a cabo en el cafetal.
3. Las fincas con mayor diversidad y salud de los cultivos son las más eficientes en la producción de café.

#### **1.4 Justificación**

Roncancio (2012) mencionó que, debido a la complejidad estructural y florística de los árboles de sombra, las plantaciones de café tradicional tienen, relativamente una alta biodiversidad, ya que la plantación tradicional de café es el resultado de varios estratos vegetativos en el agroecosistema. Esta compleja estructura ofrece espacio, para la vida y desarrollo de una variedad de organismos, por lo tanto, la diversidad biológica puede proveer importantes retornos económicos para los cultivadores de café, debido al mayor número de productos que se pueden generar y obtener.

Por su parte, Collet *et al.* (2007) añaden que la erradicación de la pobreza está íntimamente ligada al uso y al manejo consiente de la biodiversidad agrícola, ya que esta puede mejorar la seguridad alimentaria, la nutrición y la salud de los productores.

Considerando lo anterior y después de realizar una profusa revisión en diferentes fuentes documentales de revistas nacionales e internacionales y de tesis, se destaca que no existe información específica sobre la evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema café en el municipio de Tlapacoyan, el cual es de las principales regiones cafetaleras del estado de Veracruz, pero también de las zonas más vulnerables a la desaparición del cultivo y su pérdida de sustentabilidad, por lo que considerando la problemática descrita en la introducción, se hizo pertinente realizar esta investigación y aportar sobre su biodiversidad, tipo de manejo y como los campesinos podrían incidir para formar sus propios indicadores en la evaluación de sus cafetales tradicionales.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El café en el contexto mundial

El cultivo de café apareció por primera vez en Etiopía, aún es muy relativo el descubrimiento de este, pero existen dos teorías aceptadas, la primera menciona que fue descubierto por un pastor, el observó que sus cabras se ponían muy inquietas cuando consumían un fruto rojo; mientras que la segunda teoría resalta que este fue descubierto por monjes que lo utilizaban para generarse insomnio en horas de trabajo por la noche (Mariel y Noel, 2010; Alulima, 2012).

Las dos especies de café más importantes para el mundo desde el punto de vista comercial son; *Coffea arábica* con más del 60 % de la producción en el mundo y *Coffea Canephora* (CENACAFÉ, 2016; OIC, 2018).

El café es uno de los productos primarios más importantes a nivel mundial, es segundo en valor generador de divisas después del petróleo para países del tercer mundo, toda la cadena de producción de la cafeticultura genera empleo a millones de personas y es un producto básico que se comercializa en principales mercados como la bolsa de Nueva York, los principales países productores de café arábica y robusta son Brasil, Vietnam, Colombia e Indonesia (Bedoya y Salazar, 2014; OIC, 2018).

### 2.2. Importancia de la producción de café para México

México ocupa el noveno lugar como productor de café verde y exporta a 45 países de los cinco continentes, siendo Estados Unidos, Bélgica y Alemania sus principales compradores (SAGARPA, 2015; Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria [CEDRSSA], 2018).

La cafeticultura mexicana genera 121 millones de jornales en 56 zonas de 391 municipios del país donde la producción del café se concentra principalmente en Chiapas, Veracruz Oaxaca y Puebla, estos representan el 91 % de la producción, el 82 % de la superficie y el 80 % en número de productores (SAGARPA, 2010; Palomares *et al.*, 2012).

En México la producción de café se establece cómo una de las principales actividades agrícolas, da empleo a más de 486 mil pequeños productores y grupos indígenas, y cobra gran importancia porque más del 90% es café bajo sombra diversificado, lo que lo hace un sistema más sustentable (Villatoro, 2014; Figueroa *et al.*, 2015).

La cafecultura en México y en especial la tradicional, es una actividad que resalta por las prácticas de manejo sustentable, ya que durante el proceso de producción destaca, la predominancia de café con sombra, la conservación del suelo, biodiversidad, agua, se promueve los ciclos biogeoquímicos, la reforestación, así como un menor uso de insumos de síntesis química y quizás por ello, México sea el principal productor y exportador de café orgánico, ya que este tipo de agroecosistemas pueden adaptarse más rápidamente a los manejos orgánicos, aunado a la cosmovisión indígena y el gran esfuerzo de tales agricultores (Akaki, 2009; SAGARPA, 2010; Escamilla *et al.*, 2005 y SAGARPA, 2015).

Sin embargo, CAFÉS DE MÉXICO (2015) resalta que a pesar de que, en México, “el café ha sido parte importante para el desarrollo de los estados productores y la situación que se vive en este momento es confusa, se concluye una realidad y se puede resumir en una producción baja y por ende la necesidad de invertir en el sector primario, para conservar la actividad del cultivo”.

### **2.3. Sustentabilidad de los agroecosistemas cafetaleros**

En México se presentan cinco tipos de agroecosistemas de producción de café (Moguel y Toledo (1999):

- **Rústico:** el café es sembrado bajo la sombra de los árboles originales de la selva tropical. Este tipo de sistema está asociado a un bajo uso de insumos.
- **Policultivo tradicional:** el café es sembrado bajo el bosque original, con otro tipo de cultivos de frutas y maderas. Se caracteriza por ser un sistema más complejo.

- **Policultivo comercial:** los árboles originales del bosque son reemplazados por otras especies útiles como sombrío.
- **Sombrío de una sola especie:** se usan los árboles de especies leguminosas como sombrío solamente.
- **Monocultivo sin sombra:** sistema de intensificación, sin sombra, el cual requiere de más insumos y fertilizantes.

Los tipos de sistemas de producción de café que hay en México se muestran en la Figura 1:

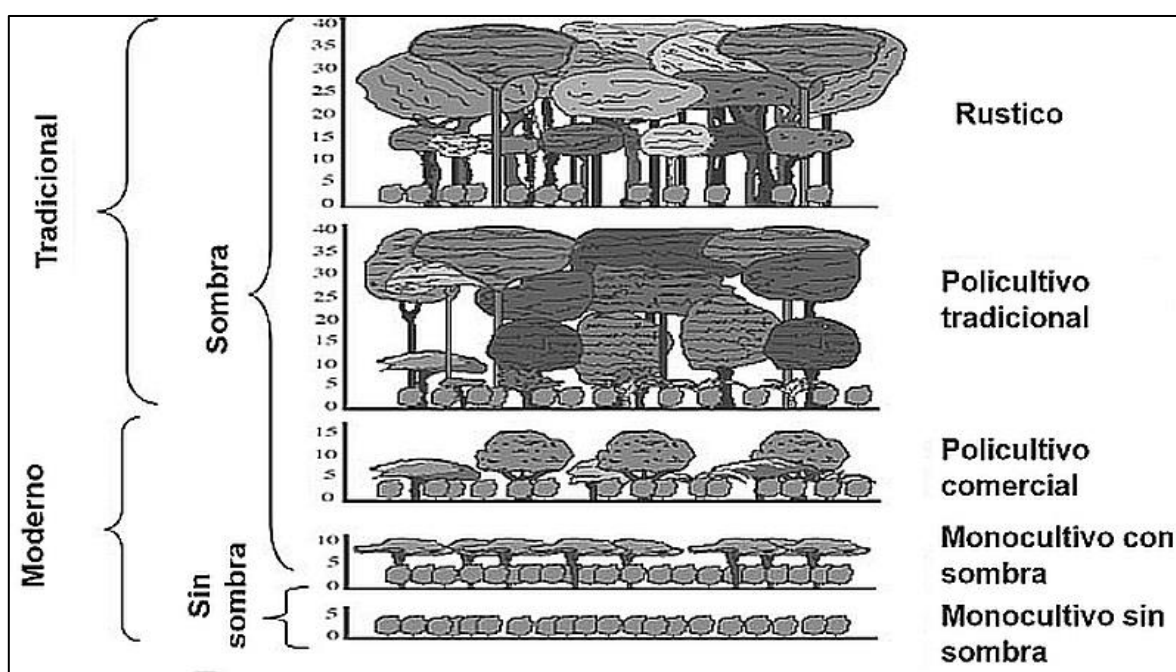


Figura 1: Tipos de sistemas de producción de café identificados en México (Moguel y Toledo (1999).

Gliessman (1998) y Altieri y Nicholls,(2002) clasifican el cultivo de café como un agroecosistema sustentable, por la diversificación de árboles que lo caracteriza, rico en materia orgánica gracias a la biodiversidad que lo circunscribe, biológicamente activo, con buena capacidad de reciclaje y retención de nutrimentos.

Un café sustentable debe ser producido usando métodos que conserven el suelo y agua, con una importante biodiversidad biológica promoviendo los ciclos biogeoquímicos, la reforestación, menor uso de insumos de síntesis química y que

aumente la calidad de vida de los agricultores y la sociedad, además un café sustentable debe de considerar toda estructura y funcionamiento del agroecosistema, produciendo otros bienes y servicios bajo toda la cubierta arbustiva (Akaki, 2009; Moguel y Soto, 2013).

Para que un café se considere sustentable, debe de cumplir con criterios fundamentales no solo en la cuestión productiva, sino también el en procesamiento y en la comercialización, estos criterios caracterizan a un café sustentable por ser ambientalmente sano, socialmente justo y económicamente viable, además de incluir aspectos éticos como solidaridad, respeto, integridad cooperación etc. (Moguel y Soto, 2013)

Los agroecosistemas cafetaleros de México son sustentables debido a que se ubican en lugares estratégicos para la captación de agua y conservación de la diversidad, estos se caracterizan por producirse bajo sombra siendo los agroecosistemas agrícolas más biodiversos y sustentables del país (Fonseca, 2006; Merlin, 2015).

Los agroecosistemas cafetaleros cultivados bajo sombra garantizan la sustentabilidad de la finca, esta práctica, apoya la biodiversidad y brinda al medio ambiente y a los productores una amplia gama de servicios, sin embargo cabe resaltar que los productores que presentan este tipo de agroecosistema cafetalero son los que se encuentran socialmente más marginados y más empobrecidos económicamente (Jha *et al.*, 2011 y Ruelas *et al.*, 2014)

Los agroecosistemas cafetaleros presentan varias dimensiones de sustentabilidad, pero cabe resaltar que hay dos muy importantes: el primero se basa en un modelo de sustentabilidad relacionada con preservar el medio ambiente mientras que el segundo modelo se basa en una sustentabilidad más relacionada con los modos de vida del campesino, el conservar su identidad como cafetalero, mantener sus prácticas tradicionales, etc. (Machado y Ríos, 2016).

#### **2.4. Calidad del suelo**

El suelo es un recurso natural muy importante ya que es la base fundamental de las explotaciones agropecuarias y forestales, también porque permite el desarrollo de los seres vivos (animales, plantas, personas) (García, Ramírez y Sánchez, 2012).

La calidad del suelo es la capacidad que tiene un suelo para realizar todas sus funciones y donde la planta tenga todas las condiciones para tener un óptimo desarrollo, por lo tanto, la calidad de suelo es un concepto indispensable y de crucial importancia para realizar evaluaciones de sustentabilidad en los sistemas. Los indicadores para evaluar calidad de suelo son herramientas significativas para las buenas decisiones en el manejo a pequeñas y a grandes escalas, el estudio dependerá de cada agroecosistema y de los recursos que se tengan presentes (García *et al.*, 2012 y Vallejo, 2013)

La calidad del suelo no es estable y puede cambiar en un corto periodo de tiempo, esto dependerá del uso y manejo que se le dé y para preservarla es indispensable implementar técnicas sustentables, las propiedades químicas y biológicas son las más vulnerables a cambios por el manejo dado del suelo, algunas de las más importantes son materia orgánica, pH, nitrógeno y actividad biológica, (Navarrete *et al.*, 2011).

Los indicadores para evaluar la calidad del suelo deben ser capaces de profundizar el contexto actual del suelo respecto a todas las funciones que realiza (propiedades, procesos y características), poder ver los impactos positivos o negativos que se están teniendo para poder realizar una intervención y maximizarlos o minimizarlos, identificar los puntos que inciden en la sustentabilidad y poder tomar decisiones viables (García *et al.* 2012).

Las evaluaciones de calidad de suelo cobran importancia porque contribuyen analizar la sustentabilidad de los agroecosistemas, con esto se puede entender y revertir los deterioros antropogénicos y ambientales del suelo, los suelos con una mayor calidad contribuyen a tener una alta productividad y maximizar su capacidad



de resiliencia, se destacan indicadores químicos y biológicos ya que representan los principales pasos metabólicos (Ferrerías *et al.*, 2009 y Navarrete *et al.*, 2011).

## **2.5. Propiedades físicas del suelo**

Las propiedades físicas del suelo están relacionadas estrechamente con el manejo que el hombre le da, estas propiedades también se corresponden a ciertas características como retención de humedad, permeabilidad, plasticidad, disposición de las raíces para penetrar el suelo, retención de nutrientes aireación, etc., a veces no se tienen los conocimientos o recursos para el manejo de las propiedades físicas por lo que tienden a degradarse, por lo tanto es de gran importancia conocer las características físicas de suelo para que estas sean sustentables (León *et al.*, 2011 y Urbina, 2015).

Algunas de las propiedades físicas más importantes son; la textura, los agregados y la densidad aparente.

La textura se define como la proporción de compuestos inorgánicos como arena, limo y arcilla existente en los horizontes del suelo, los suelos con textura franca son los ideales para cafetales (Valencia, 1999; Gisbert *et al.*, 2010; FAO, 2018).

La densidad aparente indica el peso del suelo sobre el volumen, mientras esta se eleva indica una mayor compactación del suelo y conforme se ve reducida menos compacto será. El suelo con una densidad aparente reducida no significa necesariamente un ambiente benéfico para las plantas, también la densidad aparente es un buen indicador de aireación, porosidad e infiltración, así mismo, estudios afirman que una densidad aparente de suelo menores a uno son los ideales para cafetales (Salamanca, Sadeghian y Amézquita, 2004; Rubio, 2010; FAO, 2018).

Los agregados del suelo son agrupaciones formadas por partículas orgánicas (materia orgánica etc.) y minerales (arena, limo, arcilla). En el proceso de formación de agregados intervienen factores bióticos como plantas y animales y abióticos como humedad, aireación, mineralogía, etc. (Velasco, 2014 y FAO, 2018).

## **2.6. Propiedades químicas del suelo**

La química de los suelos estudia principalmente la composición, propiedades y reacciones químicas, algunas de las más importantes para evaluar la calidad de un suelo son el carbón orgánico, materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo, potasio y capacidad de intercambio catiónico (CIC), etc. (Rubio, 2012)

El carbón orgánico es uno de los principales indicadores de fertilidad del suelo, ya que este lo establece la materia orgánica y por lo tanto tiene efectos benéficos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, las plantas fijan el carbono de la atmosfera, esto lo hacen por el proceso de fotosíntesis y lo transportan al suelo por medio de materia muerta, los microorganismos del suelo descomponen estos residuos y lo convierten en materia orgánica (Eyherabide, 2014 y FAO, 2018).

Uno de los mejores indicadores de estabilidad de suelo es la materia orgánica, esta se define como los residuos vegetales y animales que hay en un suelo e influye significativamente en propiedades químicas físicas y biológicas del suelo, permite que las partículas minerales se mantengan unidas cuando algún fenómeno actúa para desestabilizarla por lo que favorece una mejor estructura y es el principal sustrato para el desarrollo de cafetos, el porcentaje óptimo de materia orgánica para el agroecosistema café es de más de 12 % (Valencia, 1999; Pulido, et al, 2009; Sarandón y Flores, 2009)

El pH (potencial de hidrógeno) es el principal indicador de disponibilidad de nutrientes de un suelo para las plantas, ya que influye en la movilidad, disponibilidad y solubilidad de ellos, un suelo ácido genera baja producción vegetal y causa deficiencias nutrimentales como calcio, magnesio, potasio y fósforo, el cultivo de café arábica se desarrolla mejor en suelos de pH de 5.5 a 6.5 (Geissert y Barois, 2012 y FAO, 2018).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la capacidad de un suelo para retener nutrientes (Ca, Mg, Na, K, NH<sub>4</sub> etc.) (FAO, 2018).

El nitrógeno se encuentra naturalmente en la atmósfera, este no puede ser asimilado directamente por las plantas, por lo tanto, ellas trabajan mutuamente con algunas bacterias fijadoras de nitrógeno, es también uno de los nutrimentos de mayor importancia para las plantas y es asimilado en forma catiónica de amonio  $\text{NH}_4^+$  o aniónica de nitrato  $\text{NO}_3^-$ . El nitrógeno óptimo para cafetales es de 3.5 g/kg de suelo (Valencia, 1999; Celaya y Castellanos, 2011; FAO, 2018).

La conductividad eléctrica es un buen indicador para analizar la situación actual del suelo ya que permite identificar los puntos críticos para evaluar la sustentabilidad y hace referencia a los factores que puede incidir en la relación suelo-planta como la disponibilidad de agua y nutrimentos (Romero *et al.*, 2009 y FAO, 2018).

El fósforo es un elemento crucial para las plantas, este es necesario para el crecimiento y potencial genético, gran parte del fósforo en los ecosistemas terrestres se encuentra en el suelo y este varía entre 100 a 3000 ppm de suelo. La fuente más importante de fósforo está en los residuos vegetales y animales los cuales desprenden ácidos nucleicos, fosfolípidos y ésteres que representan gran parte del fósforo total (Castellanos, 2000; Cerón y Aristizábal, 2012).

El potasio es uno de los tres nutrientes que más requiere la planta en mayor cantidad, este elemento es asimilado por la planta en forma de catión  $\text{K}^+$ , también es el mineral que menos dificultad de disponibilidad tiene, esto debido a que los suelos presentan provisiones aceptables, este nutriente no presenta problemas ecológicos cuando se sale del sistema suelo, por lo que no es tóxico para el medio ambiente ni para ecosistemas acuáticos (Castellanos, 2000)

## **2.7. Propiedades biológicas del suelo**

La microfauna edafológica contribuye a generar una mayor sustentabilidad en todos los agroecosistemas ya que son los primordiales agentes del reciclado de nutrientes como carbono, nitrógeno, azufre y fósforo, en un ecosistema los procesos microbianos constituyen un factor importante en la calidad y sustentabilidad de suelo (García, 2011; Correa, 2013; Orozco, 2016).

La biología del suelo funge en actividades importantes en la composición y características de este, los organismos descomponen la materia orgánica de restos animales y vegetales y liberan los nutrientes para que estos puedan ser asimilables por las plantas, mientras que otros organismos como las lombrices le proporcionan una mejor estructura al suelo, algunos indicadores biológicos ideales para medir la calidad de un suelo son la biomasa y respiración microbiana (Vallejo, 2013 y FAO, 2018).

### **2.8. Diversidad vegetal en el cultivo de café**

Los cafetales bajo sombra albergan una gran diversidad de especies vegetales como herbáceas, arbustos y árboles, estos preservan la composición y estructura de bosques y selvas, por lo tanto proporcionan una gran variedad de servicios al ambiente como regulación del clima, hábitats para muchas especies animales y ciclos biogeoquímicos estables (Ruelas, 2014; CONABIO, 2015;

La diversificación de cultivos en el café adquiere importancia ya que le añade otras actividades donde el productor puede salir beneficiado como (alimentos, fibras, materiales de construcción, plantas medicinales, ornamentales etc.) aparte de una mayor diversificación proporciona mayores servicios ambientales y sustentabilidad al agroecosistema (CONABIO-CONANP-SEMARNAT, 2008 y Fury, 2016).

En México el 90 % de los cafetales son establecidos bajo sombra con una estructura diversificada, la región centro del estado de Veracruz se considera una de las regiones más importantes en la producción de café bajo sombra diversificada, en esta destacan los sistemas de producción bajo sombra tradicional y comercial (CONABIO, 2015 y Sánchez, Mendoza y García, 2017)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudio**

##### **3.1.1. Municipio de Tlapacoyan, Veracruz**

El área de estudio de la investigación fue Tlapacoyan, Veracruz (Figura 2), se eligió este municipio porque es de las principales regiones cafetaleras del estado de Veracruz, donde sus condiciones climáticas permiten la asociación de una gran variedad de cultivos de sombra para el café y porque es de las zonas más vulnerables a la desaparición del cultivo de café y pérdida de sustentabilidad. No se encontraron muchas fuentes que documentaran esta importante zona agrícola, por lo que se hizo pertinente realizar en esta zona la investigación.

#### **Ubicación**

El municipio de Tlapacoyan, Veracruz se ubica en las coordenadas 19° 58' N y 97° 13' O, la altura va de 80 a 900 msnm y colinda al norte con el estado de Puebla y el municipio de Martínez de la Torre; al este con los municipios de Martínez de la Torre y Atzalan; al sur con los municipios de Atzalan, Jalacingo y el estado de Puebla; al oeste con el estado de Puebla (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]) (Figura 2).

#### **Clima**

El clima es cálido húmedo con lluvias todo el año (48%), semicálido húmedo con lluvias todo el año (40%) y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (12%) (INEGI, 2009).

#### **Fisiografía**

El relieve de Tlapacoyan de Tlapacoyan se divide en:

Llanura costera del golfo Norte (53 %) y Eje Neovolcánico (47 %) (INEGI, 2009).

## **Geología**

El subsuelo de Tlapacoyan está conformado por: Roca: Ígnea extrusiva: ceniza volcánica (56%), basalto (14%) y toba acida (8%). Sedimentaria: lutita-arenisca (6%) y caliza (5%) Suelo: aluvial (7%) (INEGI, 2009).

## **Edafología**

Los suelos identificados en el municipio de Tlapacoyan son: Phaeozem (56%), Andosol (15%), Luvisol (9%), Regosol (5%), Fluvisol (4%), Acrisol y (4%) y Vertisol (3%) (INEGI, 2009).

## **Hidrografía**

Las principales corrientes de agua del municipio de Tlapacoyan son; *Región hidrológica*: Tuxpan-Nautla (100%), *Cuenca*: Rio Nautla y Otros (100%), *Subcuenca*: Rio María de la Torre (64%) y Rio Bobos (36%), *Corrientes de agua*: Perennes: Cañas, Bobos (Nautla), María de la Torre y Alseseca, *Intermitentes*: Dos Arroyos, Itzapa y Buenavista (INEGI, 2009).

## **Uso del suelo y vegetación**

El principal uso de suelo del municipio de Tlapacoyan es para la agricultura con un 74 %, posteriormente pastizal con un 22 % y por último zona urbana con 4%.

El uso potencial para la agricultura incluye, la agricultura mecanizada continua (57%), para la agricultura con tracción animal continua (10%), para la agricultura manual continua (20%), no apta para la agricultura (13) (INEGI, 2009).

El uso potencial pecuario básicamente se tiene para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (57%), para el establecimiento de praderas cultivadas con tracción animal (10%), para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal (15%), para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (5%), no apta para uso pecuario (13%) (INEGI, 2009).

## **Principales cultivos**

En el municipio de Tlapacoyan se tiene limón en 10,807 hectáreas, plátano con 1,985 hectáreas, y naranja con 1,987 hectáreas sembradas (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave [CEIEG]), 2016).

El café también es uno de los cultivos más importantes que tiene Tlapacoyan, sin embargo, este se encuentra en la parte media y alta del municipio y hay poca información que contabilice el número de hectáreas o productores de café (Cruz *et al.*, 2015).

## **Ganadería y avicultura**

La principal actividad ganadera del municipio de Tlapacoyan es la producción de bovino con 308 t, porcino con 134.1 t, Ovino con 14.7 t, mientras que la principal actividad avícola es la producción de gallinas con 27.6 t y guajolotes con 2.6 t (CEIEG, 2016).

## **Información sociodemográfica**

Tlapacoyan cuenta con 61,794 habitantes que representa el 0.76 % de la población estatal, de los cuales 29,898 son hombres y 31,896 son mujeres. La tasa de analfabetismo es del 9.7 %. El 51.7 % de las personas se encuentran en situación de pobreza moderada y el 25.8 % se encuentran en situación de pobreza extrema y el grado de rezago social es bajo, el grado de marginación es medio, el 33 % de la población de 15 años o más tiene primaria incompleta (CEIEG, 2016).

Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (2019), el estado de Veracruz actualmente cuenta con programas como:

- Crédito ganadero a la palabra.
- Fertilizantes.
- Precios de garantía a productos alimentarios básicos.

- Producción para el bienestar.
- Agromercados sociales y sustentables.
- Programa de apoyo a productores de café

De los programas anteriores, Programa de apoyo a productores de café, antes Programa de apoyo a pequeños productores y plan integral de atención al café (PROCAFÉ-PIAC) fue el principal programa con el que contaban los productores en Veracruz, este brindaba como apoyo: semillas certificadas, viveros certificados, asistencia técnica y variedades mejoradas de café.

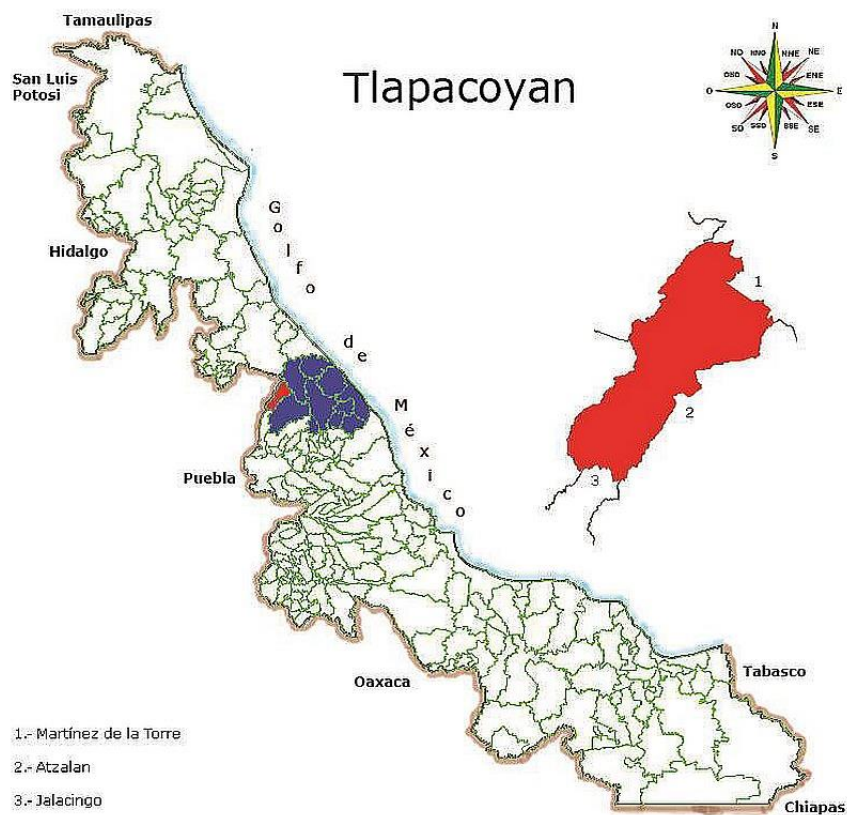


Figura 2: Ubicación de Tlapacoyan en el estado de Veracruz (INEGI, 2009)

### 3.2. Delimitación de la zona de estudio

La estrategia metodológica que se siguió para la delimitación de la zona de estudio, consistió en elegir alguna organización de productores de café que tuviera pertinencia en la región, posteriormente de ellos, seleccionar una comunidad y por último evaluar los principales sistemas de producción de café presentes en esa comunidad.



Los criterios para elegir la organización de productores a trabajar fueron:

- Impactos positivos dentro y fuera de Tlapacoyan.
- Interrelación con todas las comunidades cafetaleras de Tlapacoyan.
- Gestión con los principales programas estatales y federales agrícolas en apoyo al café.
- Instalaciones dentro del municipio de Tlapacoyan.

Por su parte los criterios para elegir la comunidad de estudio fueron:

- Principales sistemas de producción de Tlapacoyan presentes en la comunidad.
- Infraestructura del trabajo de campo de la organización presente en la comunidad.
- Cercanía con el municipio de Tlapacoyan.
- Disposición de los productores para realizar la investigación.

Asimismo, los que permitieron elegir los principales sistemas de producción comprendieron:

- Similares condiciones climáticas.
- Cercanía entre ellas.
- Similares tipos de relieves.
- Disponibilidad de productores para ser entrevistados.

Los resultados de tal evaluación preliminar, mostraron que la organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L., y la comunidad de Pochotitan reunieron los requisitos planteados para la selección y posteriormente se designaron los sistemas a evaluar.

### **Organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L.**

Esta organización se constituyó el 8 de noviembre del 2016, las oficinas se encuentran ubicadas en calle 21 de marzo, esq. 12 de octubre, colonia Benito Juárez en la ciudad de Tlapacoyan, trabaja especialmente con cultivos de café, plátano y pimienta.

En la actualidad la organización cuenta con 206 socios provenientes de distintas comunidades del municipio de Tlapacoyan, Veracruz.

### **Comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz**

La comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz se encuentra ubicada en las coordenadas 19° 54' 45'' Norte y 97° 12' 45'' Oeste a una altura de 550 msnm a dos kilómetros de la ciudad de Tlapacoyan (Figura 3).

Pochotitan cuenta con 429 habitantes y se considera una zona tipo rural. En la localidad hay 210 hombres y 219 mujeres. Cerca del 2% de la población es indígena, cuenta con 166 viviendas y presenta un grado de marginación alto y un grado de rezago social bajo (INEGI, 2015).

La comunidad cuenta con 279 habitantes adultos y 53 de estos son mayores de 60 años. 50 personas de 15 años y más no presentan escolaridad y 36 son analfabetas (INEGI, 2015).



Figura 3: Ubicación de Pochotitan en Tlapacoyan, Veracruz.

### **3.3. Selección de fincas**

Se seleccionaron cuatro fincas con diferente sistema de producción: convencional (CVC) organo-mineral (O-M), agroecológico con mínimo manejo (MIN-MAN) y agroecológico (AEC) esto debido a que son los cuatro sistemas de producción de café que más sobresalen en la región de Tlapacoyan según la información que se recabó en diversas fuentes documentales y a las entrevistas abiertas que se tuvo en algunas comunidades cafetaleras de Tlapacoyan con informantes clave (agente municipal, presidente de la organización de productores de café representante de la comunidad, personas de la tercera edad, etc.).

Como parte de la investigación se hizo un taller participativo en la Organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L. ya que es la organización con más trabajo en la producción y calidad del café de Tlapacoyan y la que cumplió con los criterios de elección de organización antes mencionados, aquí se eligió a la comunidad de Pochotitan ya que fue la que también cumplió con los criterios antes mencionados.

De acuerdo las características de la finca y a los criterios de selección de fincas antes mencionados, se seleccionaron al azar los sistemas de producción a evaluar. Se entrevistaron a los dueños, se les comento sobre el proyecto de investigación y se les solicito su autorización para trabajar en sus fincas.

### **3.4. Metodología general**

La presente investigación es un estudio de caso sobre la sustentabilidad en los cuatro sistemas de producción de café en Pochotitan, Tlapacoyan. Se apoya de metodologías cuantitativas y cualitativas así como experimentales. La metodología planteada en la investigación consta de cuatro partes:

1. Análisis de información social.
2. Sustentabilidad *in situ* a través de información del cuestionario. Además, análisis de las propiedades químicas y físicas del suelo por finca, estación del año y el comportamiento finca-estación.
3. Análisis de vegetación por finca y por estación del año.

4. Análisis de respiración microbiana por finca y por estación del año.

### **3.4.1. Análisis de información social**

#### **Entrevistas semi-estructuradas**

Las entrevistas semi estructuradas se hicieron con la finalidad de recolectar información con informantes clave sobre el contexto actual de la cafecultura en la región de estudio.

La guía de preguntas fue:

- Tipos de sistemas de producción presentes en la región de Tlapacoyan.
- Cultivos asociados para la sombra del café.
- Historia de los cafetales
- Programas gubernamentales presentes en la región.
- Condiciones edafoclimáticas de la región.
- Organizaciones de productores de café presentes en la región.

Las entrevistas se hicieron en diciembre de 2017 mediante un recorrido de campo por las comunidades cafetaleras del municipio de Tlapacoyan, Veracruz.

#### **Observación participante**

Se propuso la observación participante como método cualitativo para recoger datos sobre las personas de la comunidad, las relaciones en que se desenvuelven los productores, la cultura, forma de pensar etc. Esta se llevó a cabo en diferentes etapas:

1. Taller participativo con los Integrantes de la Organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L. En dicho taller participaron académicos y alumnos del Colegio de Postgraduados en el mes de abril de 2017. El programa se pone en el apartado de anexo (Cuadro A7)
2. Obtención de muestras de suelo y vegetación en cuatro períodos del año.

3. Estancia de dos semanas en la comunidad de Pochotitan con los productores en el mes de noviembre de 2018.

Se observaron las actitudes de los Integrantes de la Organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L en el Taller.

En las otras actividades, se tomaron en cuenta todos los acontecimientos surgidos en la comunidad y en las fincas durante la estancia: comportamiento de los agricultores, estados de ánimos, forma de contestar las preguntas, veracidad de la información contestada, relaciones interpersonales entre ellos con los demás productores y personas de la comunidad etc.

### **FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas)**

En el taller participativo con los Integrantes de la Organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L y con académicos y alumnos del Colegio de Postgraduados se hizo un análisis FODA. Meraz (2018) mencionó que el FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) es una herramienta analítica que permite trabajar con toda la información que posee algún actor social evaluando fortalezas y debilidades externas y oportunidades y amenazas externas.

En una mesa redonda se les hizo a los productores una serie de preguntas por cada tipo de causa, para poder obtener la información. De fortalezas de la organización se les pregunto:

- ¿Qué ventajas tiene la organización?
- ¿Qué hace que su organización sea mejor que cualquier otra?
- ¿Qué productos siembran diferentes a los de otros productores?
- ¿Qué percibe la gente sobre los productos que ustedes ponen en el mercado?

Para obtener la información de debilidades se les preguntó:

- ¿Qué se puede mejorar?

- ¿Que se debería evitar?
- ¿Qué percibe la gente del mercado como una debilidad de sus productos?
- ¿Qué factores reducen las ventas o el éxito de su producto?

Para obtener las oportunidades se les preguntó:

- ¿A qué buenas oportunidades se enfrenta la organización?
- ¿La organización en que contribuye para la economía del país?
- ¿Qué cambios en las prácticas de producción se están presentando que le ayude a mejorar sus productos?
- ¿Qué apoyos has recibido que ayuden a mejorar su producción?

Para poder obtener la información de amenazas se les preguntó:

- ¿A qué obstáculos se enfrenta la organización?
- ¿Qué están haciendo los competidores?
- ¿Los requerimientos de productos están cambiando?
- ¿Pueden algunas de las debilidades afectar seriamente la organización?

Por cada pregunta se dio la oportunidad a todos los productores que contestaran dando sus puntos de vista, opiniones y comentarios. Con esta información se plantearon los indicadores a estudiar para poder evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción cafetaleros.

## **Cuestionario**

En noviembre de 2018, se diseñó un cuestionario con el objetivo de identificar la sustentabilidad de los productores de café de Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz. La metodología para aplicar y analizar el cuestionario se encuentra en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Metodología para aplicar y analizar el cuestionario.**

Sección	Objetivo	Tipo de pregunta	Estadística usada
I Preguntas sociodemográficas.	Obtener datos sociodemográficos de los agricultores en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.	1 Dicotómica 2 Múltiples 3 Abiertas	Univariada
II Plan de manejo de la finca en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.	Describir el plan de manejo de las fincas cafetaleras en Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz.	18 Múltiples 2 Likert	Univariada Bivariada
III Sustentabilidad de suelos de cafetales en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.	Evaluar la calidad del suelo <i>in situ</i> en cafetales de fincas de Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz.	10 Múltiples	Univariada Bivariada
IV Salud del cultivo de café en fincas de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.	Determinar la salud en cultivos de cafetales <i>in situ</i> de fincas de Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz.	5 Múltiples	Univariada Bivariada
V Diversidad vegetal en fincas de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.	Establecer la diversidad vegetal de cultivos en cafetales <i>in situ</i> en fincas de Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz.	4 Múltiples	Univariada Bivariada
VI Calidad de vida de productores con respecto al manejo de la finca en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.	Estimar la calidad de vida de los productores con respecto al manejo de su finca en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.	3 Múltiples 3 Dicotómicas 10 Likert 1 Abiertas	Univariada Bivariada

### Pruebas aplicadas al cuestionario

El cuestionario fue sometido a diferentes pruebas para cumplir con investigación de tipo social (Vicencio, 2011). Por eso, se realizaron algunas pruebas: expertos, piloto, validez del contenido y fiabilidad alfa de Cronbach que se explican a continuación.

La prueba de expertos se hizo con especialistas en Estadística, Agroecología, Recursos Naturales, Edafología, Sustentabilidad y Metodología de la investigación, profesores: Dr. José Luis García Cué, Dr. Julio Sánchez Escudero, Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza, M.C. Juan Ángel Tinoco Rueda, Ingeniera Denisse Ivvet Varela Pérez, productores de café: María Elena Espejo Reyes, María Lucina Espejo Reyes; Productores de cítricos: Esteban Rodríguez y Edilberto Márquez Quiroz. Los expertos expresaron:

- El cuestionario como bastante practico y completo.

- Mencionaron que se aplicara directamente al productor y que fuera de preferencia en las tardes después de las labores de trabajo.
- Resaltaron algunas recomendaciones de lenguaje local para que los productores pudieran entender la pregunta.
- Sugirieron el cambio de estructura de diferentes preguntas.

La prueba piloto se hizo con algunos docentes y alumnos del Colegio de Postgraduados y productores de la comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz. Las sugerencias vertidas fueron:

- Cambiar preguntas con el mismo sentido
- Mejorar la redacción de las preguntas ya que algunas personas no entendían preguntas o algunas estaban con un lenguaje muy técnico.
- Simplificar el cuestionario y hacerlo más sencillo y práctico para el buen entendimiento
- Aplicar el cuestionario de forma personal a cada productor para poder resolver dudas.

La validez del contenido del cuestionario se hizo mediante una revisión de cada pregunta y cada sección del cuestionario contrastándolo con los objetivos de la investigación. Después de esta prueba se concluyó que el cuestionario cumplió perfectamente con los objetivos planteados en la investigación.

Se hizo la prueba de fiabilidad Alfa de Cronbach apoyado del paquete estadístico IBM-SPSS V24. Se obtuvo un valor de 0.898 de un máximo de 1, según Hernández *et al.* (2010:302) el cuestionario es fiable.

### **Análisis estadístico del cuestionario**

Los análisis de la información del cuestionario llevaron los siguientes pasos:



- Se capturó la información en el paquete Microsoft Excel 2013.
- Se trabajó con el programa estadístico SAS (versión 9.4) importando los datos desde Excel 2013 para el análisis de datos.
- Se analizó la información a través de métodos estadísticos descriptivos univariados: frecuencia, medidas de tendencia central, medidas de dispersión.
- Se utilizaron los paquetes Microsoft Excel y Microsoft Word 2013 para elaborar Cuadros, Figuras y gráficas.

### **3.4.2. Análisis de la Sustentabilidad**

El análisis de la sustentabilidad se hizo de dos formas:

- A través de información obtenida por la aplicación del cuestionario a los productores *in situ*.
- Análisis de las propiedades químicas y físicas del suelo por finca, estación del año y el comportamiento finca-estación.

#### **Sustentabilidad *in situ* de las fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

Las respuestas de las secciones III, IV y V del cuestionario se van aprovechar para evaluar la sustentabilidad *in situ* de las fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz, estas se apoyaron en la metodología de Altieri y Nicholls (2002).

Para el análisis de la sustentabilidad cada pregunta tenía cinco escalas de respuesta (1, 3, 5, 8, 10), siendo uno el valor menos deseable, cinco un valor medio y 10 el valor deseado.

Las fincas con valores de calidad de suelo o de salud del cultivo inferior a cinco se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad.

Las fincas con valores de calidad de suelo y/o de salud de cultivo con promedio de cinco se encuentran en el umbral de sostenibilidad.

Las fincas cuyos valores son más altos que cinco son consideradas "faros agroecológicos", en los cuales se pueden estudiar las interacciones y sinergismos ecológicos del agroecosistema (Altieri y Nicholls, 2002).

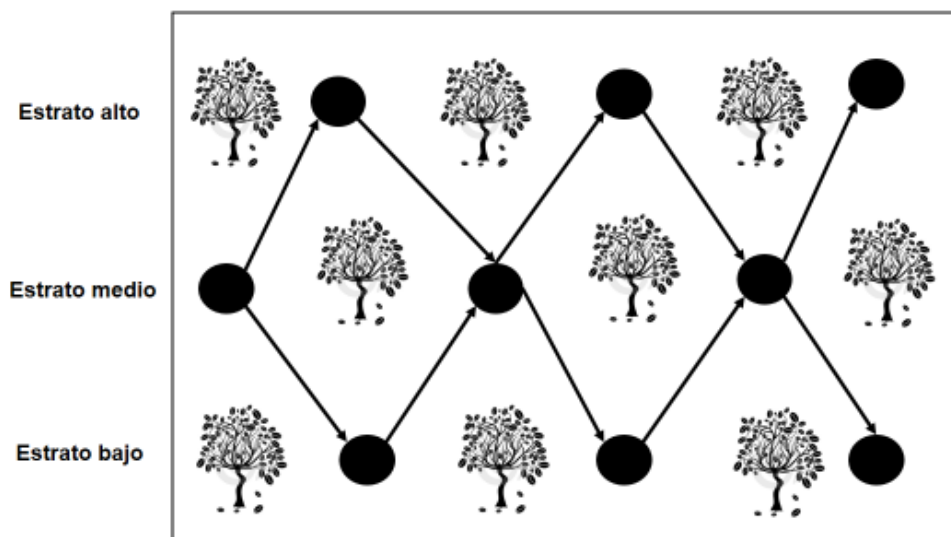
### **Análisis de propiedades físicas y químicas del suelo**

Con la finalidad de tener una muestra representativa de las condiciones de las fincas durante todo un año, las visitas y muestreos se hicieron en función de las estaciones del año. Las fechas se indican en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Fecha de visitas y muestreo de suelo en las cuatro fincas cafetaleras de estudio en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

Estación de año	Fecha de visita
Primavera	Abril de 2018
Verano	Julio de 2018
Otoño	Septiembre de 2018
Invierno	Noviembre de 2019

El tipo muestreo fue sistemático, cada finca se seccionó en tres estratos alto, medio y bajo. En cada sección se utilizó el método de zig-zag a una profundidad de 25 cm, y se tomaron tres sub-muestras por cada estrato (alto-medio-bajo) (Figura 4) lo que resultó al final tres muestras compuestas por cada finca. Para obtener la muestra se utilizó una barrena tipo espiral que permite un muestreo más rápido, económico y homogéneo.



**Figura 4: Método del zig-zag para la toma de muestras en suelo de fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

Las muestras se etiquetaron, se transportaron al Colegio de Postgraduados, se secaron a la sombra y se llevaron al laboratorio de Génesis y Clasificación de suelos para los análisis correspondientes.

En el laboratorio de Génesis se les hicieron a los suelos pruebas físicas (agregados, textura y densidad aparente) y químicas (materia orgánica, pH, capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica, nitrógeno, fosforo, potasio soluble y bases intercambiables) como se muestra en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Análisis químicos y físicos del suelo realizados en laboratorios.**

Tipo de análisis	Variables	Unidad de medida	Método
Químicos	pH	pH	pH-H <sub>2</sub> O
	Conductividad Eléctrica	dS m <sup>-1</sup>	Extracto de saturación 1:2
	Capacidad de intercambio catiónico	cmol+kg <sup>-1</sup>	Acetato de amonio
	Carbono Orgánico	%	Walkley-Black
	Materia orgánica	%	Walkley-Black
	Nitrógeno	gkg <sup>-1</sup>	micro-Kjeldahl
	Fósforo	ppm	Olsen
	Potasio Soluble	ppm	Extracto de saturación 1:2
	Potasio Intercambiable	cmol+kg <sup>-1</sup>	Acetato de amonio
	Sodio Intercambiable	cmol+kg <sup>-1</sup>	Acetato de amonio
	Calcio Intercambiable	cmol+kg <sup>-1</sup>	Acetato de amonio
	Magnesio Intercambiable	cmol+kg <sup>-1</sup>	Acetato de amonio
	Físicos	Densidad Aparente	gcm <sup>3</sup>
Textura		%	Pipeta
Agregados		%	Tamiz

### Análisis de datos

Los datos obtenidos de propiedades químicas y físicas del suelo se capturaron en Excel 2013. Después, se exportaron para su análisis al SAS (versión 9.4).

A las variables físicas y químicas se le aplicaron pruebas de normalidad a través del Test de Shapiro-Wilk ( $\alpha=0.05$ ). Las variables que se comportaron de acuerdo a la distribución normal fueron sometidas a Análisis de la Varianza (ANOVA) con ( $\alpha=0.05$ ). Las variables que no cumplieron con el requisito, fueron sometidas a transformaciones por logaritmos naturales (ln) o (ln+1) si tiene valores cercanos al cero) como lo sugiere DEHUM (2009) y se repitió la prueba de normalidad.

Más adelante, se propusieron dos Análisis de la Varianza para:

- Identificación de las diferencias existentes entre períodos del año por finca.
- Identificación de las diferencias existentes entre fincas en cuatro periodos del año (primavera, verano, otoño e invierno).

Después, cada variable fue sometida a pruebas homocedasticidad por el Test de Levene ( $\alpha=0.05$ ) y de independencia de los datos. A continuación, se aplicaron pruebas de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

Asimismo, se propuso otro ANOVA mediante dos factores en todas las variables químicas y físicas para estudiar simultáneamente los efectos de las dos fuentes de variación (finca y periodo). Los paquetes Microsoft Excel y Microsoft Word 2013 complementaron la presentación de datos obtenidos a través de Cuadros, Figuras y gráficas.

### **3.4.3. Análisis de vegetación**

Con la finalidad de relacionar el número de especies vegetales con la eficiencia productiva de las fincas se tomaron fotografías de las diferentes especies vegetales que cada finca tenía. Las visitas y muestreos se hicieron en función de las estaciones del año.

El diseño de muestreo fue sistemático y de tipo cuadrante (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Para esta etapa de la investigación, se formó un cuadrante de cinco metros cuadrados en cada esquina de la parcela y otro en medio lo que dio por total cinco cuadrantes en cada finca (Figura 5).

En cada cuadrante se diferenciaron las especies, se les tomo fotografía y se numeraron dando también un nombre de campo, posteriormente se contabilizó el número de especies por finca.

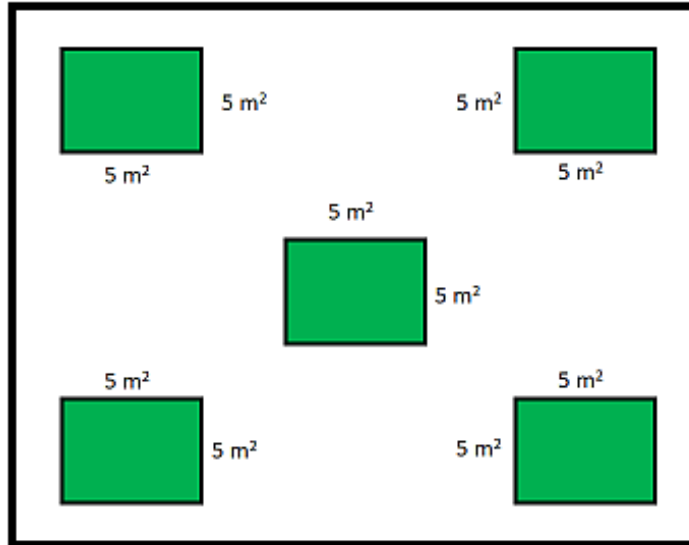


Figura 5: Diseño y tipo de muestreo de vegetación en cada finca cafetalera de estudio en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.

Con el índice de Sorensen se relacionó el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios, esto con el fin de medir la similitud de especies compartidas entre sitios (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2004).

Fórmula para calcular el índice de Sorensen:

$$I_s = \frac{2c}{a+b}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas.

El índice de Sorensen se aplicó a las especies diferenciadas en cada estación del año.

#### 3.4.4. Respiración microbiana

Dentro de las pruebas biológicas se determinó respiración microbiana, el procedimiento estuvo basado en Anderson (1982).

El tipo de muestreo fue sistemático y se llevó a cabo en las cuatro estaciones del año.

El suelo que se utilizó para esta prueba fue el mismo que se muestreo para análisis fisicoquímico

El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados campus Montecillo.

En frascos de vidrios de 500 ml con tapa de rosca se agregaron 30 g de suelo (cuatro repeticiones por muestra) y se humedeció con 9 ml de agua destilada llegando a una capacidad de retención de 50 a 60 %, se colocaron cuatro frascos como testigos. Después de cinco horas se introdujeron frascos de vidrio de 25 ml con 15 ml de NaOH 1 M. Las muestras fueron mantenidas a una temperatura promedio entre 25° C de A los tres días de incubación se tomaron 5 ml de NaOH de los frascos, se vaciaron a matraces de 50 ml, se agregó 1 ml de Carbonato de Sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) al 2 % y una gota de fenolftaleína al 1 % y se tituló con Ácido Clorhídrico (HCl) a 0.5 M. Cada 72 h se determinó el C-CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> generado hasta llegar a los 21 días. La cantidad de CO<sub>2</sub> liberado se calculó mediante la fórmula:

$$mg C - CO_2 = \frac{(VB - VM)(MHCl)(6)}{s}$$

donde:

VB= volumen de HCl consumidos para titular el blanco

VM= volumen de HCl consumidos para titular la muestra

MHCl= concentración de ácido clorhídrico.

6= Peso equivalente del carbono

S= peso de la muestra en gramos

Los resultados obtenidos en la ecuación se transformaron en  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ .

### **Análisis de datos de respiración microbiana**

Los datos obtenidos de respiración microbiana en cada estación del año se capturaron en Excel 2013 y se exportaron para su análisis al SAS (versión 9.4).

Las variables de respiración microbiana fueron sometidas a pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk). Después, se eligió trabajar con un Análisis de Varianza (ANOVA) con ( $\alpha=0.05$ ), donde se hicieron pruebas de homocedasticidad por el Test de Bartlett y se comprobó normalidad e independencia en los residuos. Más adelante, se hicieron pruebas de comparación de medias de Tukey con ( $\alpha=0.05$ ).

Los paquetes Microsoft Excel y Microsoft Word 2013 complementaron la presentación de datos obtenidos a través de Cuadros, Figuras y gráficas.

## **IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Información social**

#### **Entrevistas semi-estructuradas**

En diciembre de 2017 se aplicaron las entrevistas semi-estructuradas a informantes clave de las comunidades cafetaleras de Tlapacoyan.

Los informantes destacaron cuatro sistemas de producción de café en todas las comunidades de Tlapacoyan: convencional, organo-mineral, agroecológico con mínimo manejo y agroecológico.

Los principales cultivos de sombra con el que se asocia al café son el plátano y los cítricos, sin embargo comentaron los informantes que hay fincas con más diversidad de árboles de sombra para el café como: Chalahuite, cedro, mata caballo, zapote mamey, etc.

La cafeticultura tiene más de 100 años en Tlapacoyan, las fincas son heredadas de sus bisabuelos, sin embargo, desde hace unos años el café ha perdido valor por los bajos precios del mercado y las plagas que han afectado en gran medida al cultivo.

El Instituto Mexicano del Café (INMECAFÉ) fue la dependencia que más apoyó la cafeticultura de la región según los informantes, sin embargo comentaron que después de la desaparición de este el café dejó de ser un cultivo potencial en el municipio.

También resaltaron que se han creado varias organizaciones de productores de café pero que no todas han tenido éxito, algunos de los principales problemas que han tenido ha sido: la desconfianza de los productores por parte de los programas del gobierno, el desconocimiento para acceder a ciertos apoyos gubernamentales y los engaños que han sufrido por parte de autoridades que solo los estafaron.

Muchos de los entrevistados presentaron desconfianza en dar información, pero al darse cuenta de que era una investigación de tesis, decidieron colaborar de mejor



forma. También, solicitaron que se les entregue los resultados de la información obtenida.

### **Observación participante**

En el taller participativo con los integrantes de la Organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L., se destacó una participación muy productiva por parte de la mayoría de los socios productores que asistieron, fueron un total de 25 personas. Al principio les daba temor contestar a las preguntas que se les hacía para recabar información, sin embargo conforme fueron avanzando las presentaciones dadas por los profesores y alumnos del Colegio de Postgraduados, los productores se mostraron con más confianza y tuvieron una participación más profunda de cada temática dada.

Los productores comentaron que en la toma de muestras de suelo y vegetación, en las visitas a las fincas tratarían de estar presentes y si no podía mandaba algún familiar a ayudar.

En la estancia de dos semanas hechas por el alumno, se apoyó con el corte de café, manejo de fertilización y corte de plátano, corte de cítrico, el trabajo de campo no solo fue con los productores de la investigación sino con otros diferentes presentes en la comunidad, siempre hubo un respeto por parte de ellos y hubo un gesto de apoyo en lo que se necesitara.

En esta estancia se aplicó el cuestionario a los cuatro productores dueños de las fincas en donde se hizo la investigación, cada que se hacía una entrevista se alargaba el tiempo estipulado de aplicación, ya que los productores comenzaban a realizar preguntas extras a las del estudio, daban sus opiniones y después de terminar siempre tenían la disposición de invitar algún tipo de alimento, al principio parecía una simple entrevista pero conforme se iban preguntando los ítems de sustentabilidad mostraban gran interés y al final se terminaba platicando sobre diversos temas de la situación actual de la agricultura mostrando gran importancia de la información que se les brindaba.

A los productores con los que se trabajó se les hizo muy interesante la investigación, cada vez que se visitaba a la comunidad se notaban contentos y había mucha disponibilidad por parte de ellos en cualquier cosa que se necesitaba.

Todos los productores mostraron su apoyo y mencionaron que cualquier duda o asesoría con respecto a la producción estarían ahí para seguir apoyando en esta y en otras investigaciones que pudieran realizarse.

### **Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)**

En abril de 2018 se tuvo la oportunidad de hacer un taller con 25 socios de la organización de productores de Tlapacoyan, S.P.R. de R.L. Con este taller mediante lluvia de ideas se identificaron que fortalezas tenían ellos como organización, con estas fortalezas que oportunidades tenían, también identificaron las debilidades y amenazas.

En los siguientes párrafos se destacan los factores más importantes de la matriz FODA obtenida en el taller de la Organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L. (Cuadro 4).

- **Fortalezas:** Conocimiento sobre el manejo del cafetal, Intercambio de experiencias entre productores, inclusión de productores a la organización de diferentes comunidades, trabajo definido mediante metas, diversificación de productos agrícolas en los cafetales.
- **Debilidades:** Organización muy joven, falta de capacitación en el llenado de documentos, productores de edad avanzada, problemas fitosanitarios.
- **Oportunidades:** Apoyos gubernamentales, apoyo técnico de ingenieros agrónomos calificados, oportunidades de mercado a mayores escalas.
- **Amenazas:** Fenómenos naturales (huracanes, tormentas, etc.), cambio climático, cambios en los programas para el campo en cada sexenio, inseguridad (secuestros, extorciones, delincuencia).

**Cuadro 4. Matriz FODA de la Organización de productores de Tlapacoyan S.P.R de R.L.**

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento sobre el manejo del cafetal.</li> <li>• Agrado por trabajar en equipo dentro de la organización.</li> <li>• Manejo similar en la mayoría de los cafetales.</li> <li>• Intercambio de conocimiento entre productores.</li> <li>• Adaptación a la geografía en los diferentes relieves del lugar.</li> <li>• Intercambio de experiencias entre productores.</li> <li>• Inclusión de productores a la organización de diferentes comunidades.</li> <li>• Trabajo definido mediante metas.</li> <li>• Conocimiento del trabajo que cada productor realiza.</li> <li>• Diversificación de productos agrícolas en los cafetales.</li> <li>• Cadenas cortas de comercialización.</li> <li>• Valoración del cultivo de café.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyos gubernamentales.</li> <li>• Apoyo técnico de ingenieros agrónomos.</li> <li>• Paquetes tecnológicos en el cultivo de café.</li> <li>• Influencia en la economía del país.</li> <li>• Oportunidades de mercado a mayores escalas.</li> <li>• Favoritismo del mercado exterior por productos de la zona.</li> <li>• Posibilidad de procesar materia prima de alimentos para agregar valor agregado y entrar en nuevos mercados.</li> </ul>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización muy joven.</li> <li>• Dudas cuando algún proyecto sale mal.</li> <li>• Falta de capacitación al llenado de documentos.</li> <li>• Productores de edad avanzada.</li> <li>• Falta de interés de los jóvenes en el campo.</li> <li>• Mala calidad del café.</li> <li>• Problemas fitosanitarios.</li> <li>• Intermediarismo en las cadenas de comercialización.</li> <li>• Bajo precio del café.</li> <li>• Falta de conocimiento para el manejo de tecnologías avanzadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenómenos naturales (huracanes, tormentas, etc.) afectan los cultivos.</li> <li>• Pago de impuestos por parte de la organización.</li> <li>• Cambio climático.</li> <li>• Precios inestables en el cultivo de café.</li> <li>• Cambios de programas para el campo en cada sexenio.</li> <li>• El mercado exige rendimiento y no peso.</li> <li>• Inseguridad en la comunidad (secuestros, extorsiones, delincuencia).</li> <li>• Migración de jóvenes agrícolas por falta de oportunidades.</li> <li>• Política económica del gobierno (acuerdos de TLC)</li> </ul>

## Manejo del cafetal y calidad de vida. Caso: productores de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.

En este apartado se muestran los resultados del cuestionario aplicado a los productores encargados de los sistemas de producción evaluados (Organo-mineral, agroecológico con mínimo manejo, convencional y agroecológico). Se describe de manera general los datos sociodemográficos, información del manejo de la finca cafetalera, contexto de la sustentabilidad *in situ* (calidad del suelo, salud de cultivos y biodiversidad vegetal) y los resultados de la calidad de vida de los productores con base al manejo del cafetal.

### Datos sociodemográficos

La edad mínima de los productores entrevistados fue de 51 años mientras que la edad máxima fue de 70 años, teniendo un promedio de 63 años, la variación entre edades es baja según el coeficiente de variación (13.03 %).

Los productores son del municipio de Pochotitan, Veracruz, tres nacieron dentro de la comunidad y el 1 en la ciudad de Tlapacoyan.

El 75 % de ellos fueron del sexo masculino y el 25 % fueron del sexo femenino (Figura 6). A nivel internacional solo del 20 % al 35 % de las fincas cafetaleras familiares se encuentran a cargo de mujeres (Organización Internacional del Café, 2018).

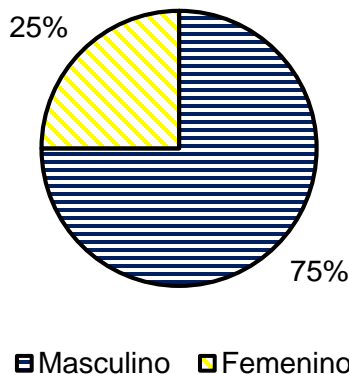


Figura 6: Género de los productores entrevistados

El 50 % de los productores son casados, el 25 % son solteros y otro 25 % son viudos (Figura 7)

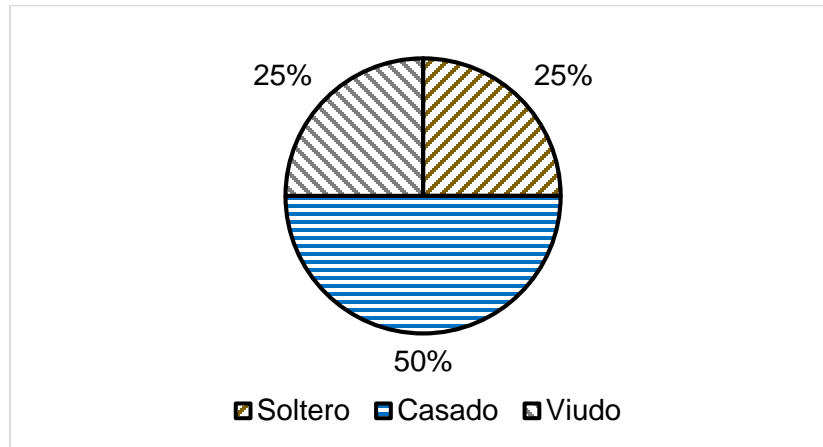
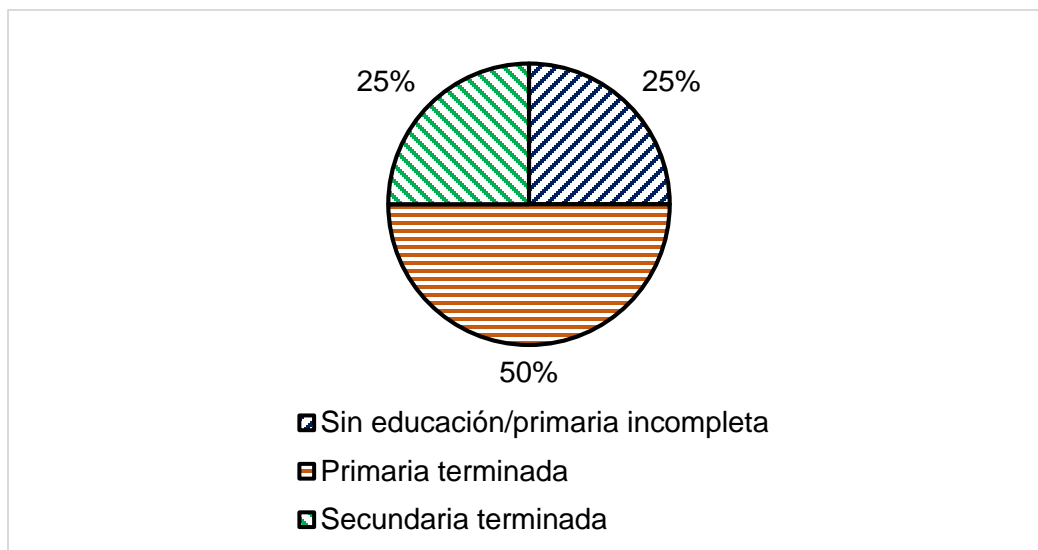


Figura 7: Estado civil de los productores.

El 50 % de los productores tienen la primaria terminada, el 25 % no tiene educación o tiene la primaria incompleta y el otro 25 % tiene hasta la secundaria terminada (Figura 8). En Cuetzalan, Puebla la edad la escolaridad de los cafecultores es de nivel básico con una media de 5.6 años de escolaridad (Benítez, Jaramillo, Escobedo y Mora, 2015). En Capulapa y Zapoapan (comunidades en el centro de Veracruz) la escolaridad promedio de los cafecultores son de 6 años (primaria terminada) (Hernández, Nava, Díaz, Pérez y Escamilla, 2011). La baja escolaridad es una de las principales características que presentan los sistemas cafetaleros en México y que ponen en riesgo al sistema por las nuevas innovaciones y tecnologías que surgen (Figuroa, Pérez y Godínez, 2015).



**Figura 8: Máximo de estudio de los productores.**

El 50 % de los productores tiene 50 años trabajando la finca cafetalera, el 25 % 55 años y el otro 25 % 30 años.

### **Plan de manejo de la finca en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz**

En el manejo de la finca, los principales encargados son el padre y el hijo (a) con 33.3 % cada uno, mientras que la madre y el tío (a) ocuparon el 16.6 % cada uno. Las mujeres enfrentan ciertas limitantes para poder encargarse del manejo de las fincas cafetaleras, una de las principales es que son encargadas de las labores domésticas del hogar y aun con esto a nivel mundial son responsables del 70 % de la mano de obra en la producción del café (Cárcamo, Vázquez, Zapata, Nazar, 2010 y OIC, 2018).

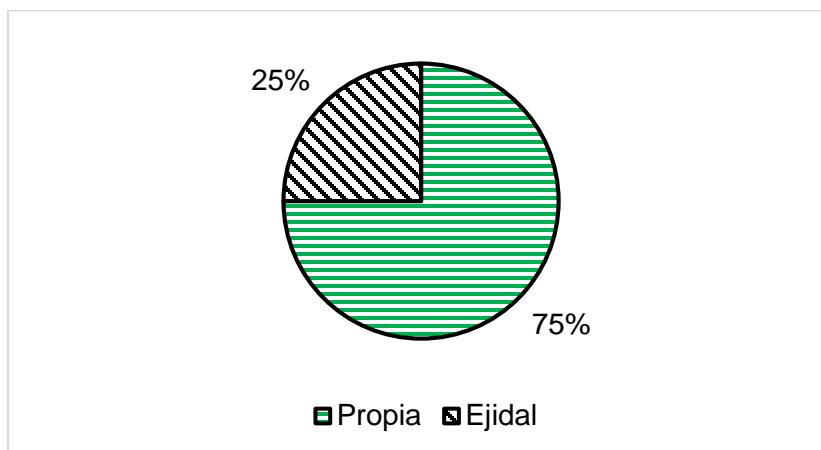
De los integrantes de familia que trabajan en las fincas cafetaleras, se destaca que el papá, la mamá y los hijos trabajan poco, mientras que las hijas, tíos, tías, abuelos y abuelas nunca trabajan en la finca. Se tuvo un alto coeficiente de variación en papá, hijos, tíos y tías, por lo que la variación de las respuestas de los productores entrevistados fue alta (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Frecuencia del trabajo de los integrantes de las fincas cafetaleras**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escala	Media	Mediana	Desv.		Evaluación
						Tip.	C.V.	
Papá	1	5	5	2.75	2.5	2.06	74.9	Poco
Mamá	1	3	5	2.5	3	1	40	Poco
Hijos	1	5	5	2.75	2.5	2.06	74.9	Poco
Hijas	1	1	5	1	1	0	0	Nunca
Tíos	1	5	5	2	1	2	100	Nunca
Tías	1	3	5	1.5	1	1	66.7	Nunca
Abuelos	1	1	5	1	1	0	0	Nunca
Abuelas	1	1	5	1	1	0	0	Nunca

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nunca, 2. Muy poco, 3. Poco, 4. Constantemente, 5. Siempre.

En relación al tipo de finca con que cuentan los productores entrevistados, se destaca que el 75 % de la finca es de propiedad privada mientras que el 25 % es ejidal (Figura 9). En los municipios cafetaleros de México el sector ejidal representa el 48.7 %, la propiedad privada 37.7 % y la comunal 12.7 %. (Robles, 2011).



**Figura 9: Tipo de finca con la que cuentan para producir**

Las actividades agrícolas desarrolladas en la finca cafetalera indican que el 57.1 % es agricultura y el 42.8 % es avicultura. La asociación café-gallinas es una alternativa económicamente viable para satisfacer necesidades alimenticias como huevo para autoconsumo, los sistemas avícolas con café de Pochotitan Tlapacoyan son parecidos a los encontrados en Tepetzingo, Huatusco Veracruz, donde se caracterizan por ser sistemas avícolas de traspatio, gallinas criollas, instalaciones rústicas, etc. (Sánchez y Torres, 2014; Sánchez, Morales, Bucio y Díaz, 2015)

De la frecuencia de insumos utilizados en el manejo de la finca, los productores mencionan utilizar mucho los fertilizantes químicos, el coeficiente de variación fue moderadamente bajo por lo que las respuestas en esta escala no variaron tanto, esto se debe a que todos los productores entrevistados utilizan algún fertilizante químico para la producción de plátano, mencionan utilizar poco herbicidas químicos, fungicida químicos e insecticida químico, el coeficiente de variación es alto por lo que algunos productores si difirieron su respuesta, mencionan utilizar muy poco compostas y estiércol y nada de Biopreparados y caldos minerales (Cuadro 6). Los fertilizantes químicos se consideran poco recomendables para la cafecultura en México, esto porque el café es un cultivo sociocultural y de importancia en la producción orgánica (Gómez, Pérez y Escamilla, 2017).

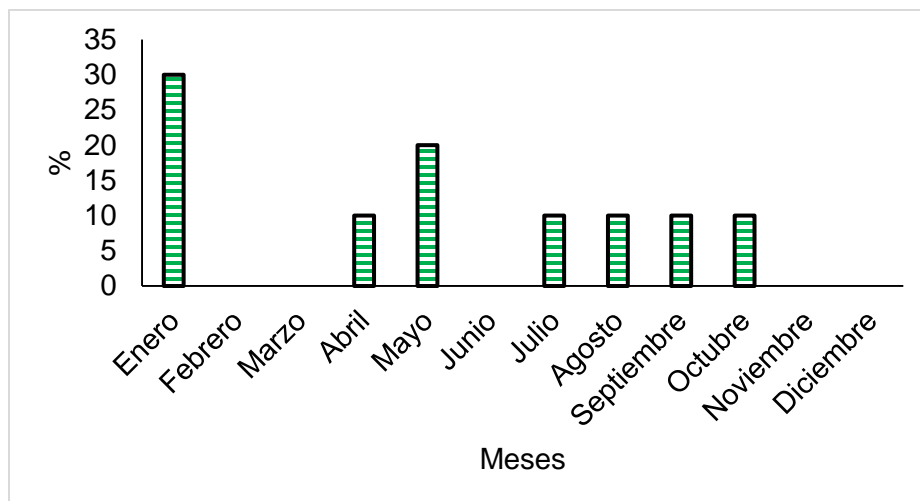
**Cuadro 6. Frecuencia de insumos utilizados en el manejo de la finca**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv.		Evaluación
						Tip.	C.V.	
Fertilizante químico	2	5	5	3.75	4	1.5	40	Mucho
Herbicida químico	1	5	5	3	3	2.309	77	Poco
Fungicida químico	1	5	5	3	3	2.309	77	Poco
Insecticida químico	1	5	5	3	3	2.309	77	Poco
Compostas	1	5	5	2.5	2	1.914	76.6	Muy poco
Estiércol animal	1	3	5	1.75	1.5	0.95	54.3	Muy poco
Biopreparados	1	5	5	2	1	2	100	Nada
Caldos minerales	1	5	5	2	1	2	100	Nada

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nada, 2. Muy poco, 3. Poco, 4. Mucho, 5. Demasiado.

En cada una de las fincas se hace el manejo de arvenses, el 50 % de arvenses se hace en los meses de enero y Mayo, mientras que el resto se hacen en los meses de abril, julio, agosto, septiembre y octubre (Figura 10). En el estado de Veracruz el control de arvenses para cafetales se realiza en los meses de marzo, junio, julio y octubre y este depende de los factores climáticos del lugar, regularmente se hacen de tres a ocho chapeos dependiendo de la edad de los cafetales (INIFAP, 2017).





**Figura 10: Meses del año con manejo de arvenses en el cultivo de café, cítrico y plátano de las fincas evaluadas en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

De los residuos inorgánicos que tienen los productores después de realizar el manejo en su finca, el principal residuo son las bolsas con un 66.6 % el resto son plásticos (16.6%) y vidrio con un 16.6%.

Los lugares donde se depositan los residuos orgánicos que utilizan los productores después de realizar sus labores en la finca es el basurero (66.6%), le sigue la finca (16.6%) o los queman (16.6%).

Los productores para evitar cierta contaminación por parte de los residuos inorgánicos, lo que hacen es lavar y tirar con un 50 %, mientras que el resto lo queman y tiran (16.6%), reciclan (16%) o simplemente no aplican ningún mecanismo (16.6%).

### **Plan del manejo de café en la comunidad de Pochotitan**

De acuerdo a lo obtenido en relación al número de árboles por finca, el 25% de ellos menciona tener 280 árboles, mientras que el 75 % tiene de 1000 a 1200 árboles. En Capulapa, Veracruz la densidad promedio de árboles de café es de 2804 árboles por hectárea (Hernández *et al.*, 2011).

El número de renovaciones de plantas de café por año que hacen los productores son, el 25 % renueva 50 árboles, el 50 % renueva 100 árboles mientras que otro 25 % renueva 150 árboles.

Las variedades de café con que cuentan los productores son: Mundo Novo, Caturra y Costa Rica con un 76.7 % en las fincas cafetaleras (Cuadro 7). En el municipio de Tlapacoyan sobresalen las variedades Garnica, Caturra, Mundo Novo, Arábica, Bourbon y Típica mientras que en el estado de Veracruz las principales variedades cultivadas son Typica, Bourbon y Caturra (Cruz *et al.*, 2016 y López *et al.*, 2016).

**Cuadro 7. Variedades de café que tienen los productores en su finca**

<u>Ítems</u>	<u>Porcentaje</u>
Mundo novo	23%
Caturra	30.70%
Bourbon	7.60%
Catimor	7.60%
Costa Rica	23.07%
Garnica	7.60%

El rendimiento de café ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) entre las fincas es: 50 % de los productores cuentan con  $800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , el 25 %  $600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  y el otro 25 %  $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ . En el estado de Veracruz el rendimiento promedio es de  $2003 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , este supera el rendimiento nacional que es de  $1540 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  (INIFAP, 2017). El rendimiento de café está determinado por factores climáticos, tecnología, tipo de manejo de producción y escala (Benítez *et al.*, 2015).

El 75 % de los productores destina toda su producción de café a venta mientras que el 25 % ocupa  $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  para autoconsumo.

El 93 % de los productores mencionan que los meses más productivos de café son: octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero. Los demás meses los usan para dar mantenimiento a cafetales y fertilización de los cultivos. Lo anterior coincide con Cruz *et al.* (2016) donde expresan que los productores de Tlapacoyan hacen el manejo de poda en los meses de julio y agosto, después de la cosecha, quitando ramas dañadas, no productivas, enfermas, etc. (INIFAP, 2017) por otro lado, el 66.6

% de los productores fertilizan entre los meses de julio y octubre el cultivo de café en función de la edad de los cafetales.

### **Manejo de plagas y enfermedades en café**

Los productores consideran que la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es la principal plaga que tienen. El 80 % la combaten mediante métodos físicos como trampeo en árboles, pero también un 20 % la combaten mediante métodos químicos (aplicación de insecticidas) principalmente en los meses de marzo, abril, agosto y septiembre.

Diversos autores consideran que la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es la principal plaga que tiene el cultivo de café a nivel mundial, para su control se han adaptado técnicas que van desde los insecticidas químicos, control biológico y métodos físicos como instalación de trampas en los árboles (Cruz, Barrera, Jiménez, Valenzuela, Cruz, Cerdán y Alvarado, 2017).

La roya (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Brome) es la principal enfermedad que presentan el 100 % de los productores, 33.3 % de métodos para combatir esta plaga son químicos, 33.3 % son físicos (manejo de sombra, deshierbe, deshoje, etc.) y el último 33.3 % mediante métodos biológicos (aplicación de caldos sulfocalcio, caldos bordelés, etc.). La roya (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Brome) es la enfermedad más importante en el mundo, esta impide a la planta producir el grano, es la peor afectación de los cafetales desde su aparición en América y afecta al 85 % de los cafetales en Veracruz (CEDRSSA, 2014; Figueroa, Pérez y Godínez, 2015; Gómez *et al.*, 2017).

El 100 % de los productores combate la roya en los meses de agosto y septiembre que son los meses más lluviosos y donde la roya (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Brome) al ser un hongo presenta más incidencia. La dispersión de la roya se da con mayor incidencia en factores ambientales de viento y lluvia (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA], 2016).

El 100 % de los productores hacen poda de formación, desarrollo y saneamiento en el manejo del café.

El 60 % de los productores cosechan café en los meses de octubre, noviembre y diciembre. La maduración del fruto de café no se da de manera uniforme en el árbol, por lo que resulta indispensable hacer varios cortes por cosecha (INIFAP, 2017)

### **Plan del manejo de cítrico en la comunidad de Pochotitan**

El cítrico en la comunidad de Pochotitan abarca diversas variedades de limón, naranja y mandarina, sin embargo los productores solo dieron información específica de la naranja ya que es el principal cítrico que utilizan como sombra para el café.

Entre los productores, uno menciona que tiene 28 árboles, otro tiene 120 árboles mientras que los dos últimos tienen de 250 a 300 árboles.

El 50 % de los productores solo hacen cinco renovaciones de árboles de naranja al año.

Las variedades de naranja con las que cuentan los productores, son de azúcar con un 50 % en todas las fincas cafetaleras, Tangerina 12.5% y Gafa 37.5% (Cuadro 8). Las principales variedades de naranja que hay en Tlapacoyan son: Valencia, Imperial y de Azúcar (Cruz *et al.*, 2016).

**Cuadro 8. Variedades de cítrico que tienen los productores en su finca**

<u>Ítems</u>	<u>Porcentaje</u>
Tangerina	12.50%
Azúcar	50%
Gafa	37.50%

El 50 % de los productores tiene rendimiento de 2000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, el 25 % tiene rendimiento de 15000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y el otro 25 % tiene rendimientos de 200 kg ha<sup>-1</sup> año. México ocupa el quinto lugar como productor de naranja en el mundo siendo Veracruz, Sonora, Nuevo León, Yucatán, Tamaulipas, San Luis Potosí, Tabasco

entre otros los principales estados productores del país con un rendimiento promedio de 14.2 toneladas ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (INIFAP, 2017).

Cabe resaltar que todos los productores mencionan que la producción de cítrico se destina para venta por lo que nada va para autoconsumo.

El 90.9 % de los productores mencionaron que los meses de noviembre, diciembre y enero son los más productivos. Los meses más productivos en el estado de Veracruz son diciembre, enero y febrero (Barrón y Hernández, 2014).

Algunos encuestados no expresaron información sobre el manejo de plagas y enfermedades del cítrico. Algunos productores no hacen un manejo de estos. El 100 % de los productores hacen podas de formación, desarrollo y saneamiento en el cultivo de cítrico.

La poda de naranja, se hace en los meses de agosto y septiembre, unos meses antes de que inicie la floración.

Solo el 25 % de los productores realizan fertilización de cítrico en los meses de agosto, septiembre y octubre que es cuando inicia la floración. En general es recomendable aplicar la fertilización en julio cuando inician las lluvias y en noviembre cuando comienza la fructificación (INIFAP, 2017).

El 87.5 % de los productores cosechan naranja en los meses de noviembre y diciembre. El fruto de naranjo en el estado de Veracruz necesita alrededor de 11 meses desde la floración a la cosecha para alcanzar el estado óptimo de madurez comercial, esto cuando la relación de azúcares/acidez es de 8.5/1, y la fruta tiene 45 % o más de jugo (INIFAP, 2017).

### **Plan de manejo del plátano en la comunidad de Pochotitan**

Solo uno de los productores tiene 1000 árboles de plátano y tres en promedio 1500 árboles. El plátano es uno de los principales cultivos en México, de este dependen más de 70, 000 familias en 19 estados del país (Canto, 2013 y Manzo *et al.*, 2016).

El plátano es un cultivo anual por lo que cada año hay que volver a trasplantar o dejar los brotes para que vuelva a renacer la planta. Los plátanos son cultivos que se reproducen a través de propagación vegetativa mediante hijuelos que se generan de la planta madre (Susan, Noa y Flores, 2017).

Las variedades de plátano con que cuentan los productores de Pochotitan, son el Dominico con un 80 % y Macho en un 20%. En el municipio de Tlapacoyan sobresalen las variedades Dominico, Blanco, Macho, Enano, Morado y Roatán (Cruz *et al.*, 2016 y Susan, *et al.*, 2017).

El 25 % de los productores tiene rendimiento de 15000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, otro 25 % tiene rendimiento de 13000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, otro 25 % tiene rendimiento de 8000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y el otro 25 % tiene rendimientos de 1500 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. México ocupa el doceavo lugar como productor de plátano en el mundo, los principales estados productores son: Chiapas, Veracruz, Tabasco, Michoacán y Colima con un rendimiento promedio de 29,002 kg/ha/año (INIFAP, 2017)

Cabe resaltar que todos los productores entrevistados mencionan que toda la producción de plátano se destina para venta.

Los meses del año con mayor producción de plátano en la comunidad de Pochotitan, son mayo, julio y noviembre.

### **Manejo de plagas y enfermedades del plátano**

La principal plaga que tienen los productores en el plátano es el nematodo de la raíz (*Radopholus similis*) con un 67 % mientras que la segunda plaga es la tusa (*Thomomys umbrinus*) con 33 % (Cuadro 9). Dentro de las afectaciones de manera general que tiene el cultivo de plátano en Tlapacoyan es el nematodo de la raíz (*Radopholus similis*), la tusa (*Thomomys umbrinus*) y el moco causado por la bacteria (*Erwinia caratovora*), estas plagas afectan principalmente a la raíz y principalmente son tratadas con productos químicos (Susan, *et al.*, 2017).

**Cuadro 9. Plagas y enfermedades de plátano**

Ítem	Porcentaje
Tusa	33%
Nematodo de la raíz	67%

El 50 % de los métodos con que se combaten estas plagas son físicos, 33 % son químicos y 17 % son biológicos.

La sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) es la principal enfermedad que tiene el 100 % de los productores entrevistados, el 40 % de los métodos que se utilizan son químicos (fungicidas, etc.) mientras que el 60 % de los métodos son biológicos (aplicaciones de caldos sulfocalcio, árboles que inhiben a la enfermedad, etc.) La sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) es el principal problema que presenta el cultivo de plátano y afecta a la mayoría de los países productores (Canto, 2013; Álvarez, Pantoja, Gañan y Ceballos, 2013; Manzo et al., 2016; Susan et al., 2017).

El 66.6 % de los productores menciona a agosto, septiembre y octubre como los meses donde se lleva acabo el control de la sigatoka, cabe resaltar que estos son los meses más lluviosos y donde se presenta en mayor grado la enfermedad de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). La enfermedad es más agresiva en los meses lluviosos, esto debido a una constante humedad en las hojas lo que favorece la liberación de las esporas del hongo (Álvarez et al., 2013).

El 100 % de los productores hacen podas de formación, desarrollo y saneamiento en el cultivo de plátano. Solo el 62.5 % lo hacen en los meses de febrero, abril, junio y octubre. La cosecha se lleva a cabo en todos los meses del año.

### **Evaluación *in situ* de las fincas**

En los siguientes tres apartados se muestran los resultados de las respuestas que los productores expresaron con base a una evaluación *in situ* en sus fincas, las respuestas estuvieron dadas en escalas y la evaluación que se muestra está determinada por la mediana; asimismo, se calculó el coeficiente de variación en el análisis de las respuestas dadas, por lo que en todos los casos que se describen, cuando se indica que este coeficiente fue cero, bajo o moderadamente bajo, resulto;

respectivamente, que todos los productores contestaron la misma respuesta, que la mayoría de los productores contestaron de forma similar o solo un productor contestó diferente, en contraste cuando ese indicador fue alto o intermedio, respectivamente, quizás algún o algunos productores contestaron de forma diferente de acuerdo a las escalas dadas.

### **Calidad de suelos *in situ* de cafetales en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz**

La estructura de los suelos es friable y granular, los agregados mantienen la forma después de aplicar presión suave, aún humedecidos. El coeficiente de variación es bajo (12.8 %) por lo que la mayoría de los productores contestaron de forma similar.

Los suelos no son compactos, pero el agua aún mantiene cierta resistencia a infiltración. El coeficiente de variación es bajo (11.8 %) por lo que la mayoría de los productores contestaron de forma similar.

Los suelos presentan una profundidad de 10-20 cm según la opinión que dieron los productores. El coeficiente de variación es moderadamente bajo (28.6 %) por lo que quizás algún productor contestó de forma diferentes con respecto a las escalas dadas.

Los residuos en los suelos se descomponen con facilidad. El coeficiente de variación es bajo (16.3 %) por lo que la mayoría de los productores contestó de forma similar.

Los suelos de las fincas cafetaleras son oscuros y con olor agradable a tierra mojada. El coeficiente de variación es moderadamente bajo (25.3 %) por lo que quizás algún productor contestó de forma diferente de acuerdo a las escalas dadas.

La retención de humedad en los suelos de las fincas evaluadas se mantiene durante la época seca. Los desarrollos de raíces tienen un crecimiento en no más de 20 cm de profundidad. Los suelos tienen a lo más 50 % de cobertura y no presentan erosión.



La actividad biológica de lombrices y artrópodos es alta. La apreciación de los productores es similar.

Algunas opiniones de los productores coinciden con Ruelas (2014) donde la cafecultura, en el centro de Veracruz (donde está Tlapacoyan) no entra en conflicto con la preservación de los recursos naturales (suelo, agua, aire, etc.) ya que el sistema por si solo provee una gran diversidad de servicios ecosistémicos.

### **Evaluación *in situ* de la salud del cultivo de cafetales en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz**

La evaluación de apariencia muestra que los cafetales son verdes claros, solo con algunas decoloraciones. El coeficiente de variación es de cero, por lo que todos los productores contestaron la misma respuesta de acuerdo a las escalas.

Los cafetales son cultivos muy densos pero no uniformes, con ramas y tallos aún delgados. El coeficiente de variación es de cero, por lo que todos los productores contestaron la misma respuesta de acuerdo a las escalas.

Los productores consideran que los cafetales sufren en épocas de seca o muy lluviosas y se recuperan lentamente. Algunas plantas presentan entre el 20 % y 45 % síntomas de algún tipo de enfermedad. Además, los cafetales presentan un bajo rendimiento con relación al promedio de la zona.

### **Evaluación *in situ* de diversidad vegetal de cafetales en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz**

La diversidad genética es alta con promedio de cuatro variedades. El coeficiente de variación es moderadamente bajo (35.3 %) por lo que algún productor contestó de forma diferente con respecto a las escalas dadas.

De acuerdo a la evaluación sobre diversidad vegetal, las fincas cafetaleras están compuestas con más de tres especies de sombra. El coeficiente de variación es bajo (22.4 %) por lo que la mayoría de los productores contestó de forma similar.

Según la evaluación sobre diversidad natural circundante, las fincas están rodeadas por otros cultivos, campos baldíos o carreteras. El coeficiente de variación es intermedio (54.5 %) por lo que algunos productores contestaron de forma diferentes con respecto a las escalas dadas.

Las fincas están en transición a orgánico con mínimo uso de agroquímicos. El coeficiente de variación es intermedio (49.4 %) por lo que algunos productores contestaron de forma diferente con respecto a las escalas dadas.

### **Calidad de vida de productores de café en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz**

Se analizaron las emociones sentidas por los cuatro productores de café como un parámetro de calidad de vida (Cuadro 10).

En la encuesta se resaltó que los productores se sienten frecuentemente tranquilos, seguros, motivados, ansiosos, el coeficiente de variación fue bajo por lo que la mayoría de los productores contestaron similar con respecto a estas escalas. También sienten frecuentemente un auto-reconocimiento por lo que hacen en su finca. Siempre se sienten satisfechos alegres y generosos. Los productores de café del centro de Veracruz le dan al cultivo un valor paisajístico y cultural, esto los motiva a preservarla, reconocen que el café es parte de la identidad regional por lo que se sienten satisfechos formar parte de este cultivo (Ruelas *et al.*, 2014).

Además, se destaca que los productores se sienten algunas veces estresados, depresivos y nerviosos con el manejo de su cafetal.

**Cuadro 10. Frecuencia de las emociones sentidas por los productores entrevistados sobre su finca.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escala	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Satisfecho	3	5	5	4.5	5	1	22.2	Siempre
Auto-reconocimiento	3	5	5	4	4	1.15	28.8	Frecuentemente
Estresado	1	4	5	2.75	3	1.25	45.5	Algunas veces
Depresivo	1	4	5	2.5	2.5	1.29	51.6	Algunas veces
Alegre	3	5	5	4.25	4.5	0.95	22.4	Siempre
Generoso	3	5	5	4.25	4.5	0.95	22.4	Siempre
Tranquilo	3	5	5	4	4	0.81	20.3	Frecuentemente
Seguro	3	4	5	3.5	3.5	0.57	16.3	Frecuentemente
Nervioso	3	3	5	3	3	0	0.0	Algunas veces
Motivado	3	5	5	3.75	3.5	0.95	25.3	Frecuentemente
Ansioso	2	4	5	3.25	3.5	0.95	29.2	Frecuentemente

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Algunas veces, 4. Frecuentemente, 5. Siempre.

En las relaciones interpersonales se destaca una relación excelente con la familia, vecinos, amigos, otros productores, trabajadores dentro de la finca y personas de la comunidad, el coeficiente de variación es bajo por lo que las respuestas de los productores respecto a las escalas fueron similar (Cuadro 11)

La escala de evaluación de relación con alguna organización es buena, algunos productores mencionan no creer en las organizaciones. Las relaciones sociales que se crean dentro y fuera de la finca intensifican los mecanismos de reciprocidad y de cooperación y sirven de soporte en momentos críticos para el agricultor (Machado *et al.*, 2015).

**Cuadro 11. Frecuencia sobre las relaciones interpersonales que tienen las personas entrevistadas con su comunidad.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Familia	5	5	5	5	5	0	0.0	Excelente
Vecinos	4	5	5	4.75	5	0.5	10.5	Excelente
Amigos	4	5	5	4.75	5	0.5	10.5	Excelente
Otros productores	4	5	5	4.75	5	0.5	10.5	Excelente
Trabajadores dentro de mi finca	3	5	5	4.5	5	1	22.2	Excelente
A una organización	2	5	5	3.25	3	1.25	38.5	Buena
Personas de la comunidad	4	5	5	4.5	4.5	0.57	12.7	Excelente

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Mala, 2. Regular, 3. Buena, 4. Muy buena, 5. Excelente.

En las actividades que los productores realizan dentro de la comunidad, expresaron que algunas veces participan en fiestas del pueblo, eventos religiosos, vacaciones con la familia y convivio con los amigos, el coeficiente de variación es bajo por lo que la mayoría de las personas contestó similar respecto a las escalas (Cuadro 12)

**Cuadro 12. Frecuencia de actividades que los productores realizan con su comunidad.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Fiestas del pueblo	2	4	5	2.75	2.5	0.95	34.5	Algunas veces
Eventos deportivos	1	4	5	2.25	2	1.25	55.6	Casi nunca
Eventos religiosos	2	4	5	3	3	0.81	27.0	Algunas veces
Vacaciones con la familia	2	3	5	2.75	3	0.5	18.2	Algunas veces
Convivio con amigos	2	3	5	2.5	2.5	0.57	22.8	Algunas veces

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Algunas veces, 4. Frecuentemente, 5. Siempre.

También, opinan que casi nunca participar en eventos deportivos, el coeficiente de variación es medio por lo que algunos productores si contestaron diferentes con respecto a los otros (Cuadro 12).

En el uso que los productores le dan a sus ingresos, consideran utilizarlo en alimentación, salud, jornales y fertilizantes, mencionan utilizar poco en educación, vestimenta, servicios básicos de vivienda, semillas, plantas, gasolina, plaguicidas, equipo de trabajo, celular, refrigerador. Utilizan muy poco en eventos sociales y pago de agua, capacitación, compra de televisión de paga, estéreo, vehículo y nada en computadoras, tabletas, horno de microondas y clima (Cuadro 13)

El coeficiente de variación es alto en educación, a pesar de que la evaluación resultó que los productores gastan poco en esta, pero algunos tienen hijos estudiando la universidad por lo que estos productores si mencionaron gastar mucho en esto.

El coeficiente de variación también fue alto den uso de plaguicidas ya que algunos productores si utilizan mucho para su manejo, pero otros no utilizan nada, en uso de vehículo también resultó alto, a pesar de que la evaluación fue de muy poco uso de ingresos en vehículos ya que la mayoría no tiene otros si gastan mucho ya que cuentan con camionetas o vehículos pesados.

El 75 % de los productores mencionan tener otros ingresos diferentes al de la finca cafetalera mientras que el resto menciona que no.

El 20 % son propietarios de negocios, otro 20 % son jornaleros, otro 20 % venta de mano de obra y otro 20 % son de remesas

En las actividades que realizan los productores para desarrollarse personalmente, la evaluación indica que algunas veces tienen acceso a nuevas tecnologías (celular, computadoras, equipo sofisticado de trabajo de campo, etc.), oportunidades de trabajo, adaptarse a nuevas situaciones, desarrollo de trabajo competente y resolver problemas y resaltan una evaluación de casi nunca de capacitación (Cuadro 14).

**Cuadro 13. Uso que los productores entrevistados les dan a sus ingresos provenientes de sus fincas cafetaleras.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Alimentación	3	5	5	3.75	3.5	0.95	25.3	Mucho
Educación	1	5	5	2.75	2.5	1.7	61.8	Poco
Salud	3	4	5	3.5	3.5	0.57	16.3	Mucho
Vestimenta	2	3	5	2.75	3	0.5	18.2	Poco
Servicios básicos de vivienda	2	3	5	2.75	3	0.5	18.2	Poco
Eventos sociales	2	3	5	2.25	2	0.5	22.2	Muy poco
Jornales	2	5	5	3.5	3.5	1.29	36.9	Mucho
Agua	2	2	5	2	2	0	0.0	Muy poco
Semillas	2	3	5	2.5	2.5	0.57	22.8	Poco
Plantas	2	4	5	3	3	0.81	27.0	Poco
Gasolina	1	4	5	2.75	3	1.5	54.5	Poco
Fertilizante	2	4	5	3.25	3.5	0.95	29.2	Mucho
Plaguicidas	1	5	5	3	3	1.82	60.7	Poco
Equipo de trabajo	2	4	5	3	3	1.15	38.3	Poco
Capacitación	1	3	5	1.75	1.5	0.95	54.3	Muy poco
Celular	1	4	5	2.75	3	1.25	45.5	Poco
Televisión de plasma	1	2	5	1.5	1.5	0.57	38.0	Muy poco
Estéreo	2	2	5	2	2	0	0.0	Muy poco
Vehículo	1	4	5	2.25	2	1.5	66.7	Muy poco
Computadora	1	1	5	1	1	0	0.0	Nada
Tabletas	1	1	5	1	1	0	0.0	Nada
Horno de microondas	1	1	5	1	1	0	0.0	Nada
Refrigerador	2	3	5	2.75	3	0.5	18.2	Poco
Clima	1	1	5	1	1	0	0.0	Nada

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nada, 2. Muy poco, 3. Poco, 4. Mucho, 5. Demasiado.

**Cuadro 14. Frecuencia de actividades que realizan los productores para desarrollarse personalmente.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Capacitación	1	3	5	2	2	0.81	40.5	Casi nunca
Acceso a nuevas tecnologías (celular, computadoras, equipo sofisticado de trabajo de campo, etc.)	1	3	5	2.5	3	1	40.0	Alguna veces
Oportunidades de aprendizaje	1	3	5	2.5	3	1	40.0	Alguna veces
Adaptarse a las situaciones.	2	3	5	2.75	3	0.5	18.2	Alguna veces
Desarrollo de trabajo competente	2	4	5	2.75	2.5	0.95	34.5	Alguna veces
Resolver problemas	3	4	5	3.25	3	0.5	15.4	Alguna veces

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Algunas veces, 4. Frecuentemente, 5. Siempre.

En el estado físico que presentan los productores para desarrollarse en la finca cafetalera, la evaluación indica que algunas veces se sienten cansados, con energía, con presión arterial alta, agitado, sin fuerzas y enfermos, esto debido a que la mayoría de los productores son de edad avanzada. Sin embargo los productores se sienten frecuentemente saludables (Cuadro 15).

**Cuadro 15. Frecuencia del estado físico de los productores para desarrollarse en la finca cafetalera.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Cansado	2	3	5	2.75	3	0.5	18.2	Algunas veces
Con energía	3	4	5	3.25	3	0.5	15.4	Algunas veces
Saludable	2	4	5	3.25	3.5	0.95	29.2	Frecuentemente
Con presión arterial alta	2	3	5	2.5	2.5	0.57	22.8	Algunas veces
Agitado	2	4	5	3	3	0.81	27.0	Algunas veces
Sin fuerzas	2	4	5	2.75	2.5	0.95	34.5	Algunas veces
Enfermo	2	4	5	2.75	2.5	0.95	34.5	Algunas veces

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Algunas veces, 4. Frecuentemente, 5. Siempre.

En las actividades que realizan los productores para estar mejor físicamente, la evaluación señala que siempre toman el aseo personal, frecuentemente tienen hábitos alimenticios saludables, visitan al médico y trabajan, mencionan que casi nunca caminan, corren o practican algún deporte (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Frecuencia de actividades que realizan los productores para estar mejor físicamente.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Hábitos alimenticios saludables	4	4	5	4	4	0	0.0	Frecuentemente
Caminar	2	4	5	2.5	2	1	40.0	Casi nunca
Correr	1	4	5	2.25	2	1.25	55.6	Casi nunca
Practicar algún deporte	1	4	5	2.25	2	1.25	55.6	Casi nunca
Aseo personal	5	5	5	5	5	0	0.0	Siempre
Visita al médico	3	4	5	3.75	4	0.5	13.3	Frecuentemente
Trabajo	3	5	5	4	4	1.15	28.8	Frecuentemente

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Algunas veces, 4. Frecuentemente, 5. Siempre.

En el poder de toma de decisión que tienen los productores entrevistados en su comunidad o en su finca, la evaluación destaca que frecuentemente tienen elección de pasar tiempo libre con la familia, elección de pasar tiempo libre consigo mismo, tener intereses personales, defender sus ideas u opiniones, organizar la vida según su forma de pensar, tener metas en el trabajo, decidir insumos a utilizar y decidir forma de manejo, sin embargo la evaluación señaló que casi nunca tienen poder de decisión en el precio de su producto (Cuadro 17).

La opinión de los productores sobre el cambio de manejo de su cafetal con agroquímicos a otro donde se usen productos orgánicos y prácticas tradicionales indica que, el 50 % de los productores menciona que sí, mientras que el otro 50 % menciona que no, los que menciona que si dicen que es porque los producto orgánicos mantienen el suelo en buen estado, los insumos no son nocivos para las personas y se cuida el medio ambiente, mientras que los que mencionan que no dicen que es por la baja productividad que tendrían al principio y por la falta de conocimiento de fabricar sus propios insumos orgánicos.

**Cuadro 17. Frecuencia del poder de toma de decisiones que tienen los productores.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Elección de pasar tiempo libre con la familia	3	4	5	3.5	3.5	0.57	16.3	Frecuentemente
Elección de pasar tiempo libre consigo mismo.	3	4	5	3.5	3.5	0.57	16.3	Frecuentemente
Tener Intereses personales.	3	4	5	3.5	3.5	0.57	16.3	Frecuentemente
Defender sus ideas.	3	4	5	3.75	4	0.5	13.3	Frecuentemente
Defender opiniones.	3	4	5	3.75	4	0.5	13.3	Frecuentemente
Organizar la vida según su forma de pensar.	3	5	5	3.75	3.5	0.95	25.3	Frecuentemente
Tener metas en el trabajo	3	5	5	3.75	3.5	0.95	25.3	Frecuentemente
Decidir precio del cultivo.	1	3	5	2	2	0.81	40.5	Casi nunca
Decidir insumos a utilizar.	3	5	5	4	4	0.81	20.3	Frecuentemente
Decidir forma de manejo.	3	5	5	3.75	3.5	0.95	25.3	Frecuentemente

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Algunas veces, 4. Frecuentemente, 5. Siempre.

En la inclusión social las personas entrevistadas indicaron que en su comunidad frecuentemente se respetan sus ideas, religión y sienten apoyo familiar. Algunas veces la comunidad los integra para actividades sociales, sienten apoyo, casi nunca tienen problemas para ir a cualquier parte de la comunidad o existen barreras físicas, culturales o sociales para desempeñarse en la comunidad y nunca son rechazados por los demás. El coeficiente de variación salió moderadamente medio en barreras sociales, físicas y culturales para desempeñarse en la comunidad y rechazo por los demás, lo que indica que probablemente se deba a que algunos productores si sienten una mínima inclusión social en estos ítems (Cuadro 18).



**Cuadro 18. Frecuencia de inclusión social que sienten las personas entrevistadas con respecto a su comunidad.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Respetan sus ideas	3	4	5	3.5	3.5	0.57	16.3	Frecuentemente
Lo integran dentro de la comunidad para actividades sociales.	3	4	5	3.25	3	0.5	15.4	Algunas veces
Respetan su religión.	4	5	5	4.25	4	0.5	11.8	Frecuentemente
Siente apoyo.	3	4	5	3.25	3	0.5	15.4	Algunas veces
Lo informan sobre aspectos comunitarios	3	5	5	3.75	3.5	0.95	25.3	Frecuentemente
Tiene problema en ir a cualquier parte de la comunidad	1	2	5	1.5	1.5	0.57	38.0	Casi nunca
Siente apoyo familiar.	4	5	5	4.25	4	0.5	11.8	Frecuentemente
Existen barreras físicas, culturales o sociales para desempeñarse en la comunidad	1	3	5	2	2	0.81	40.5	Casi nunca
Es rechazado por los demás.	1	2	5	1.25	1	0.5	40.0	Nunca

Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Algunas veces, 4. Frecuentemente, 5. Siempre.

El 50 % de las personas entrevistadas tiene como único apoyo gubernamental el programa de pensión a la tercera edad.

De acuerdo a los derechos que tienen las personas entrevistadas en su comunidad, la evaluación señala que frecuentemente su familia y la comunidad respetan su intimidad, frecuentemente los informan sobre los derechos de la comunidad, algunas veces tienen limitación por algún derecho legal, nunca tienen dificultad para defender sus derechos y tampoco nunca sufren situaciones de explotación, violencia o abuso y siempre la comunidad respeta sus posesiones (Cuadro 19).

**Cuadro 19. Frecuencia de derechos que tienen las personas entrevistadas en su comunidad.**

Ítems	Mínimo	Máximo	Escalas	Media	Mediana	Desv. Tip.	C.V.	Evaluación
Su familia respeta su intimidad.	4	5	5	4.25	4	0.5	11.8	Frecuentemente
La comunidad respeta su intimidad.	4	5	5	4.25	4	0.5	11.8	Frecuentemente
Lo informan sobre los derechos de la comunidad.	4	5	5	4.25	4	0.5	11.8	Frecuentemente
Tiene dificultad para defender sus derechos.	1	2	5	1.25	1	0.5	40.0	Nunca
La comunidad respeta sus posesiones.	4	5	5	4.75	5	0.5	10.5	Siempre
Tiene limitación por algún derecho legal.	1	3	5	2.25	2.5	0.95	42.2	Algunas veces
Sufre situaciones de explotación, violencia o abuso.	1	1	5	1	1	0	0.0	Nunca

**Los ítems se evaluaron de acuerdo a la mediana con las siguientes escalas 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Algunas veces, 4. Frecuentemente, 5. Siempre.**

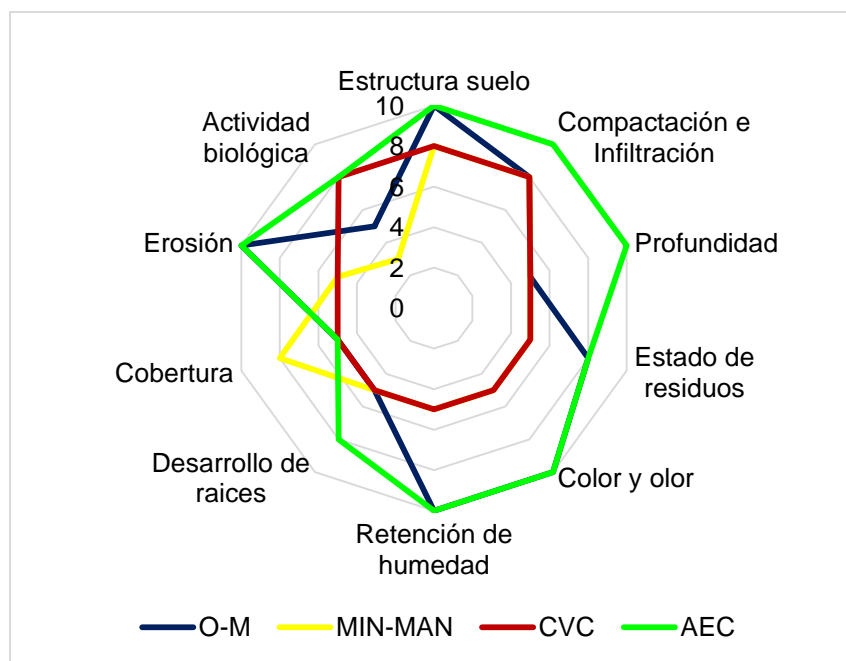
## 4.2. Sustentabilidad de fincas cafetaleras en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz

### Sustentabilidad *in situ*

En este apartado se muestran los resultados del manejo de la evaluación de la calidad del suelo *in situ* en las fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz, a través de los datos obtenidos en la aplicación del cuestionario.

La evaluación de la calidad de suelo es un proceso de conocimiento tradicional y es eficaz para conocer la sustentabilidad de las prácticas de manejo del suelo (Navarrete *et al.*, 2011 y Vallejo, 2013)

Para hacer dicha evaluación, se tomaron en cuenta las opiniones de los productores sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo. La evaluación de la calidad del suelo se muestra en la Figura 11.



**Figura 11: Calidad de suelo in situ en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**  
O-M= Organo-Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

La finca AEC presentó una mayor calidad de suelo, tuvo la mayor puntuación (valor de 10) en estructura de suelo, compactación e Infiltración, profundidad, color y olor,

retención de humedad y erosión, valores de 8 en estado de residuos, desarrollo de raíces y actividad biológica y solo obtuvo un valor de 3 en cobertura vegetal. El productor explicó que el valor bajo en cobertura vegetal se debe a : alto porcentaje de sombra que tiene en su cafetal que impide a las herbáceas desarrollarse y al manejo de residuos de la poda de sus árboles frutales.

La finca O-M obtuvo valores de 10 en estructura de suelo, retención de humedad y erosión, valores de 8 en compactación e infiltración, estado de residuos y cobertura, valores de 5 en profundidad, desarrollo de raíces, cobertura, actividad y biológica.

La finca CVC, en opinión del productor, solo tuvo valores de 8 en estructura del suelo, compactación e infiltración y actividad biológica, en las demás propiedades tuvo valores de 5.

La finca MIN-MAN obtuvo valores de 8 en estructura del suelo, compactación e infiltración y cobertura. En las demás propiedades tuvo valores de 5 a excepción de actividad biológica y cobertura con un valor de 3. La finca AEC presenta un mayor porcentaje de sombra lo que le impide a muchas especies vegetales sobre el suelo desarrollarse.

### **Salud de cultivos**

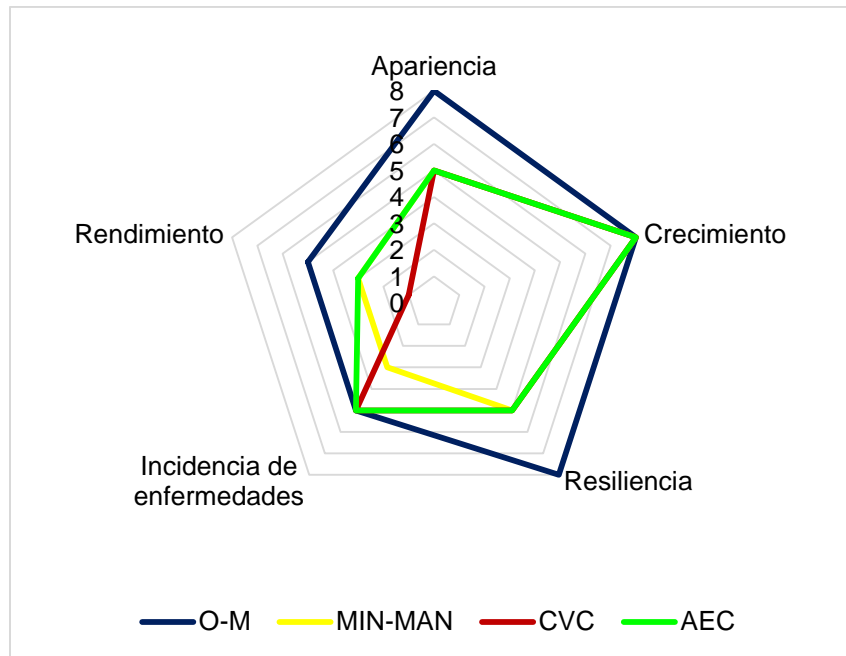
La evaluación *in situ* de la salud de los cultivos se muestra en la Figura 12. En los siguientes párrafos, se explica a mayor detalle las características de cada una de ellas.

La finca con mayores valores fue la O-M teniendo valores de 8 en crecimiento, apariencia y resiliencia y obtuvo valores de 5 en incidencia de enfermedades y rendimiento.

La finca con valores más altos después de la O-M fue la AEC con valores de 8 en crecimiento, valores de 5 en apariencia, resiliencia e incidencia de enfermedades y un valor de 3 en rendimiento.

La finca MIN-MAN tuvo valores de 8 en crecimiento, 5 en apariencia, resiliencia y 3 en incidencia de enfermedades y rendimiento.

La finca CVC tuvo una tendencia parecida a la MIN-MAN teniendo valores de 8 en crecimiento, 5 en apariencia, resiliencia e incidencia de enfermedades y 1 en rendimiento.



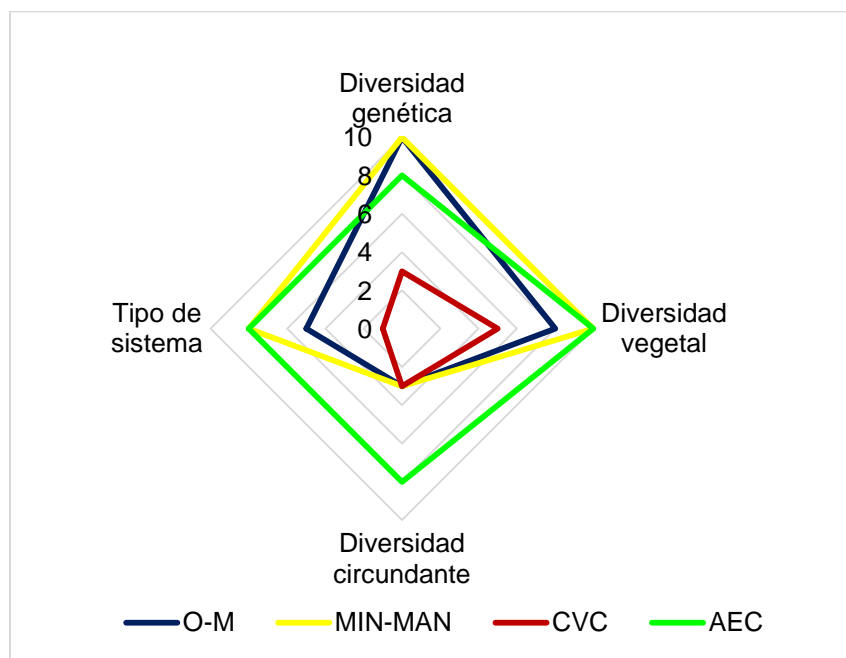
**Figura 12: Salud de cultivos in situ en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**  
 O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

### Diversidad vegetal *in situ* de fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz

En este apartado se muestran los resultados de la evaluación de diversidad vegetal *in situ* en las fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz (Figura 13).

La diversidad vegetal en finca la AEC tuvo valores de 10 en diversidad vegetal y 8 en diversidad genética, diversidad circundante y tipo de sistema. Después siguió la finca MIN-MAN con valores de 10 en diversidad genética y diversidad vegetal, 8 en tipo de sistema y 3 en diversidad circundante. La finca O-M tuvo una tendencia parecida a la anterior con 10 en diversidad genética, 8 en diversidad vegetal, 5 en tipo de sistema y 3 en diversidad circundante. La finca con menores valores fue la

CVC con 5 en diversidad vegetal, 3 en diversidad circundante y diversidad genética y por último 1 en tipo de sistema.



**Figura 13: Diversidad vegetal *in situ* en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**  
 O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

Las fincas con valores de calidad de suelo y/o de salud del cultivo inferior a 5 se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad. Las fincas cuyos valores son más altos que 5 son consideradas "faros agroecológicos", en los cuales se pueden estudiar las interacciones y sinergismos ecológicos del agroecosistema (Altieri y Nicholls, 2002).

Las fincas con promedios más altos fueron la AEC con un valor de 7.84 y la O-M con un valor de 7.15, estas fincas son consideradas como faros agroecológicos (Altieri y Nicholls, 2002).

La finca MIN-MAN obtuvo un promedio de 5.89, por lo tanto, se encuentra en el umbral de sustentabilidad.

La finca con menor promedio fue la CVC con un valor de 5 por lo tanto se encuentra por debajo del umbral de sustentabilidad.

Alexander y Mora (2012) realizaron una evaluación de sustentabilidad de cafetales en Caldas, Colombia, donde evaluaron cafetales con manejo orgánico, manejo campesino y manejo empresarial utilizando la metodología de Altieri y Nicholls (2002) concluyeron que el cafetal orgánico presenta una mejor calidad de suelo que las demás fincas, esto coincide con los datos encontrados en Pochotitan, ya que la finca AEC también presentó los valores más altos en calidad de suelo y es la finca con un manejo más orgánico que las demás fincas.

### **Análisis físicos y químicos del suelo**

En este apartado, se hace un análisis de la sustentabilidad del suelo a través de variables químicas y físicas por estación del año y por finca cafetalera.

Se llevaron a cabo tres análisis: por período, por finca y período-finca. Se aplicaron pruebas de normalidad a todas las variables y el fósforo, potasio soluble y potasio intercambiable por periodo entre fincas no se comportaron con una distribución normal, por lo que se procedió a su transformación por logaritmos naturales (ln) (Cuadro A5 y A6 del apartado de anexo). Después, se hizo un Análisis de la Varianza (ANOVA) con ( $\alpha=0.05$ ) de todas las variables, pruebas de homogeneidad de varianzas e independencia de los datos. Los resultados más destacados obtenidos, se explican a continuación.

El análisis de varianza en los cuatro periodos del año muestra diferencias altamente significativas entre fincas por estación del año en algunas variables químicas como carbón orgánico, materia orgánica, nitrógeno sodio y calcio (Cuadro 20).

**Cuadro 20. Análisis de varianza de las propiedades químicas y físicas del suelo por estación del año entre en las cuatro fincas cafetaleras.**

<b>Periodo</b>	<b>CO</b>	<b>MO</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>KS</b>	<b>CIC</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>DA</b>
Primavera	**	**	**	ns	ns	ns	ns	*	**	*	*	ns	ns
Verano	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	*	ns	ns
Otoño	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Invierno	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

CO= Carbón orgánico, MO= Materia orgánica, N= Nitrógeno, P= Fósforo, KS= Potasio soluble, CIC= Capacidad de intercambio catiónico, K= Potasio intercambiable, Na=Sodio, Ca=Calcio, Mg= Magnesio, CE= Conductividad eléctrica, DA= Densidad aparente, \*, \*\* = significativo  $P \leq 0.05, 0.01$ , respectivamente, ns= no significativo a  $P \geq 0.05$ .

El análisis de varianza en las cuatro fincas cafetaleras muestra diferencias altamente significativas en las cuatro estaciones del año por finca cafetalera en algunas variables químicas como: carbón orgánico, materia orgánica, nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico, sodio, calcio y magnesio (Cuadro 21).

**Cuadro 21. Análisis de varianza de las propiedades químicas y físicas del suelo por finca en las cuatro estaciones del año.**

Finca	CO	MO	N	P	KS	CIC	K	Na	Ca	Mg	pH	C.E	DA
O-M	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MIN-MAN	ns	ns	*	*	**	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns
CVC	*	*	**	ns	ns	**	ns	**	**	*	ns	ns	ns
AEC	**	**	**	ns	*	ns	ns	**	**	**	*	ns	ns

O-M= Organo mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC=agroecológico, CO= Carbón orgánico, MO= Materia orgánica, N= Nitrógeno, P= Fósforo, KS= Potasio soluble, CIC= Capacidad de intercambio catiónico, K= Potasio intercambiable, Na=Sodio, Ca=Calcio, Mg= Magnesio, CE= Conductividad eléctrica, DA= Densidad aparente, \*, \*\* = significativo  $P \leq 0.05$ ,  $0.01$ , respectivamente, ns= no significativo a  $p \geq 0.05$ .

A continuación, se explicarán con mayor detalle cada uno de los análisis de las variables físicas y químicas estudiadas.

### **Carbón orgánico por estación del año**

El análisis estadístico de carbón orgánico de los suelos por estación del año entre fincas cafetaleras, indico diferencias estadísticas en algunos periodos (Figura 14).

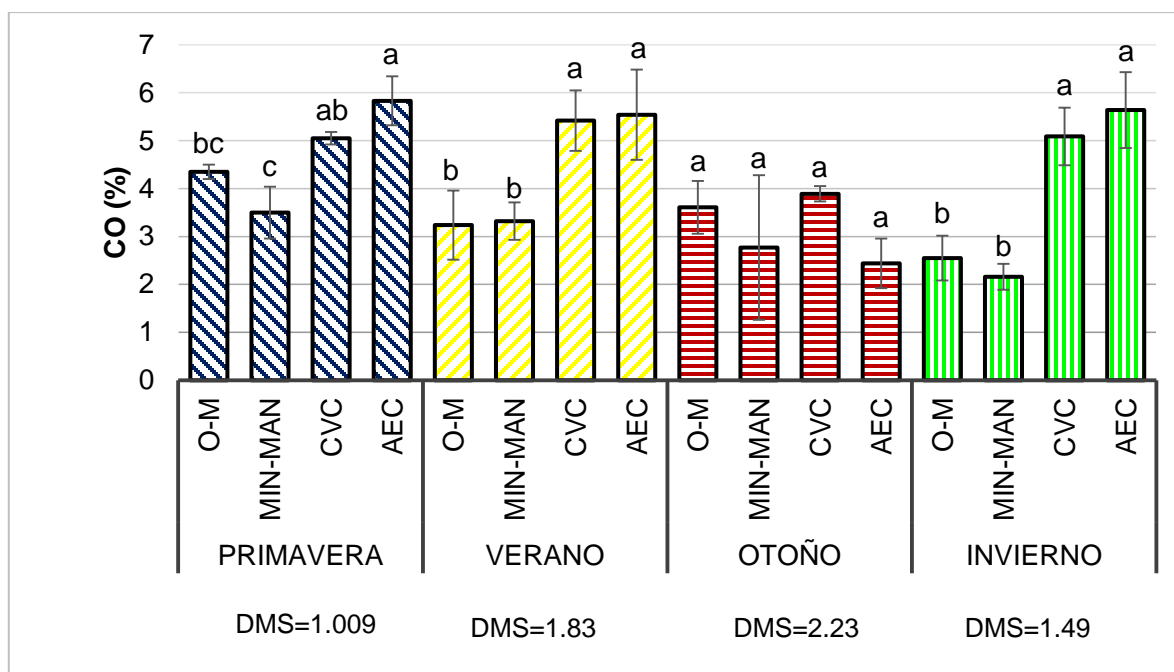
El período de primavera presentó diferencias estadísticas entre las fincas, la finca que presentó mayor porcentaje fue la AEC con 5.83 %, siguió la finca CVC con 5.05 %, la finca O-M con 4.35 % y por último la finca MIN-MAN con 3.5 %. El periodo de verano también presentó diferencias estadísticas entre fincas, las fincas con valores más altos fueron la AEC con 5.54 % y la CVC 5.42 %, el menor valor lo obtuvo la finca MIN-MAN con 3.32 %.

El periodo de otoño no presentó diferencias estadísticas en carbón orgánico, los valores fueron de 2.44 a 3.61 % teniendo mayor cantidad de carbón la finca O-M y el menor valor la finca AEC.



El periodo de invierno si presentó diferencias estadísticas entre fincas, las fincas que presentaron mayor valor de carbón orgánico fueron la AEC con 5.64 % y 5.09 % mientras que las menores fueron la O-M con 2.55 % y la MIN-MAN con 2.16 %.

La mayoría de las fincas tuvo valores de carbón orgánico arriba del 3 % lo que es superior por lo encontrado en fincas intensivas y tradicionales de café en Colombia con valores de 2.28 a 2.87 % (Valbuena, Rodríguez y Suárez, 2017).



**Figura 14: Análisis de carbón orgánico en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico. DMS= Diferencia mínima significativa.

### Carbón orgánico por finca cafetalera

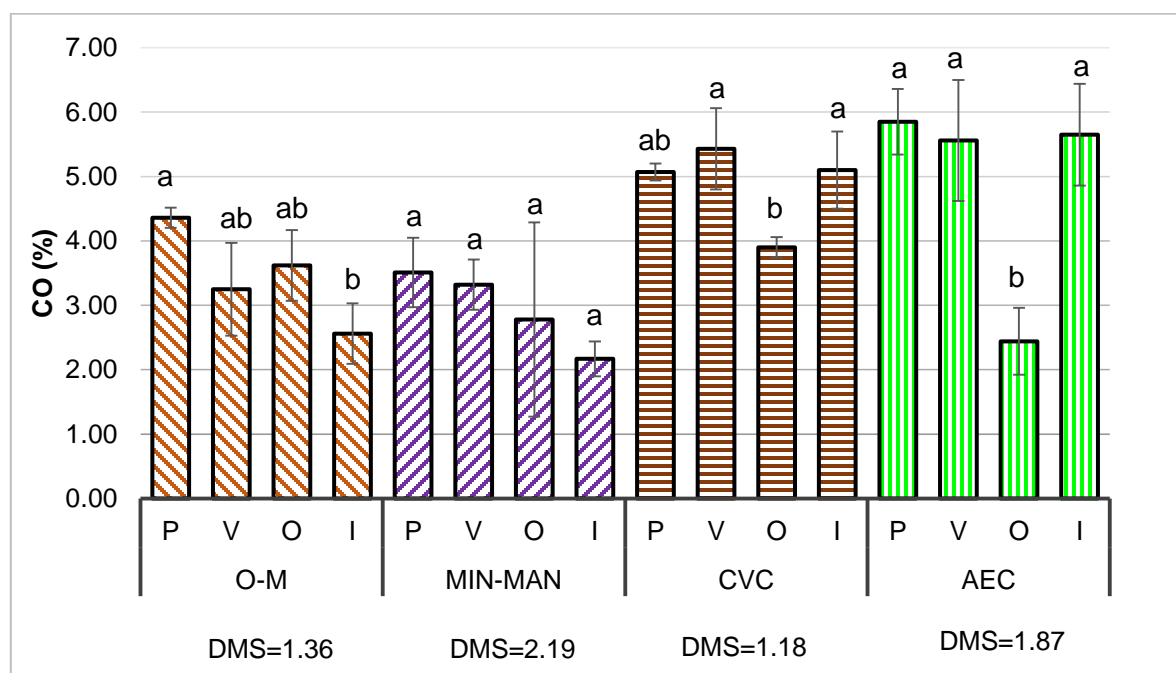
El análisis estadístico de carbón orgánico de los suelos por finca cafetalera indicó diferencias estadísticas entre periodos en algunas fincas (Figura 15).

La finca O-M si presentó diferencias estadísticas, el mayor valor lo tuvo primavera con 4.36 % mientras que el menor valor lo tuvo invierno con solo 2.56 %.

La finca MIN-MAN no presentó diferencias estadísticas entre periodos. Los valores más altos fueron en primavera con 3.51 % mientras que el menor fue invierno con 2.17 %.

La finca CVC si presentó diferencias entre periodos, verano e invierno fueron los periodos con valores más altos 5.43 % y 5.1 %, mientras que otoño fue el periodo con menor valor con 3.9 %.

La finca AEC también presentó diferencias estadísticas entre periodos, primavera, verano e invierno fueron similares estadísticamente con valores de 5.85 %, 5.56 %, 5.65 %, mientras que otoño fue el periodo con menor valor 2.44 %.



**Figura 15: Carbón orgánico en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico P= Primavera, V= Verano, O= Otoño, I= Invierno. DMS= Diferencia mínima significativa.

### Materia orgánica por estación del año

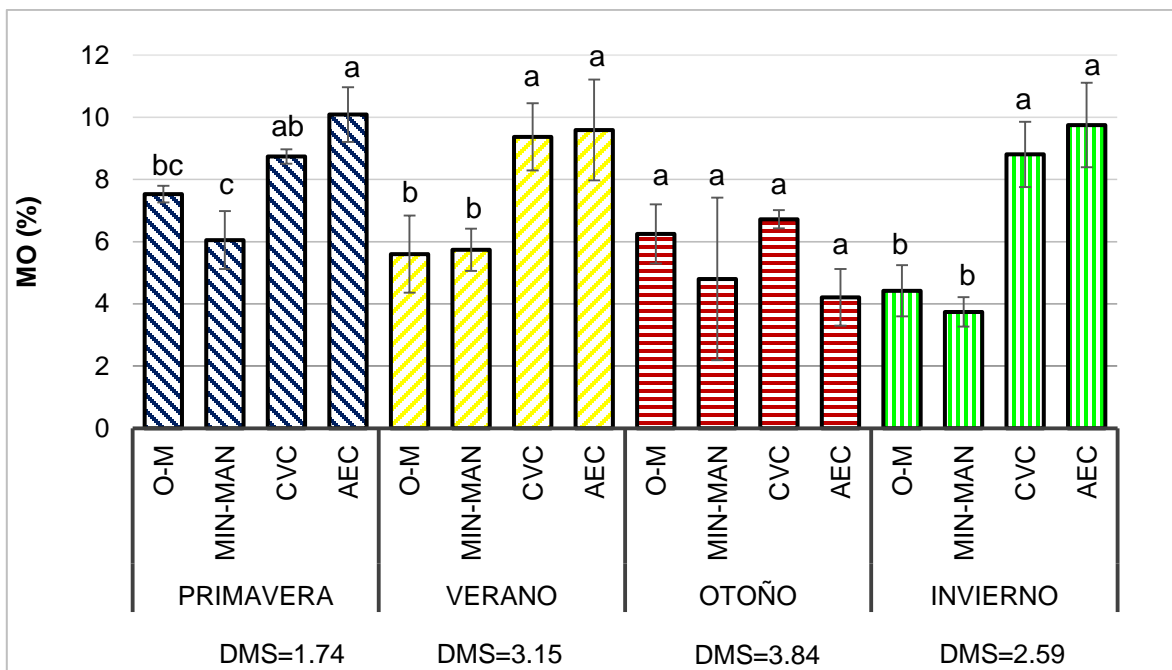
Los datos de materia orgánica por estación del año demostraron diferencias significativas entre fincas (Figura 16).

En el periodo de primavera la finca que presentó mayor valor de materia orgánica fue la AEC con 10.09 % siendo estadísticamente similar con la finca convencional que tuvo un valor de 8.74 %. El menor valor lo obtuvo la finca MIN-MAN con 6.05 %.

En el periodo de verano, los valores más altos los presentaron las fincas AEC y CVC con 9.59 % y 9.37 %. Los menores los presentaron las fincas MIN-MAN y O-M con 5.74 % y 5.6 %, estas dos últimas con una alta pendiente.

En el periodo de otoño no hubo diferencias estadísticas, el rango fue de 4.21 a 6.72 % teniendo el mayor valor la finca CVC y el menor valor la finca AEC. En este periodo fue donde hubo una temporada de mucha lluvia.

En el periodo de invierno también se presentaron diferencias estadísticas entre fincas, los mejores valores los presentaron las fincas AEC y CVC con 9.75 % y 8.81 % mientras que los menores valores los presentaron las fincas O-M y MIN-MAN con 4.42 % y 3.74 %. Haciendo un análisis por temporada se observa que en primavera hay mayor cantidad de materia orgánica en los suelos, le sigue verano (Figura 16).



**Figura 16: Análisis de materia orgánica en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico. DMS= Diferencia mínima significativa.

El promedio de materia orgánica a nivel nacional es de 3.08 % (SAGARPA Y FAO, 2012) esto es similar a la finca de MIN-MAN quien tuvo el valor más bajo de materia orgánica con 3.74 % pero es diferente a las otras fincas cafetaleras como la agroecológica quien tuvo valores de hasta 10.09 %, esto puede explicarse debido a que las fincas cafetaleras en zonas de altura poseen porcentajes altos de materia orgánica debido a su alta diversificación vegetal u asociación con especies arbóreas para sombra (Gliessman, 1998 y Altieri y Nicholls, 2002). En la zona de Turrialba y Orosi donde los porcentajes de materia orgánica en cafetales de sistemas orgánicos y a pleno sol fueron de 9.09 % y 9.02 %, presentan valores similares la finca CVC que se maneja con un sistema intensivo, sin embargo al igual que en el estudio obtuvo valores arriba de 8 y 9 % en los periodos de primavera, verano e invierno, esto puede deberse a todos los residuos dejados por las podas, al historial del suelo y a una afectación en los microorganismos por otros factores por lo que la descomposición de la materia orgánica se torna lenta, provocando la acumulación de la misma (Chavarría *et al.*, 2012).

La finca AEC presentó valores arriba del 10 % de materia orgánica, esto es un porcentaje similar a cafetales establecidos en bosques de niebla donde se han encontrado valores de 11.63 % (Chavarría *et al.*, 2012).

### **Materia orgánica por finca cafetalera**

El análisis estadístico del porcentaje de materia orgánica por finca cafetalera demostró diferencias estadísticas entre periodos (Figura 17)

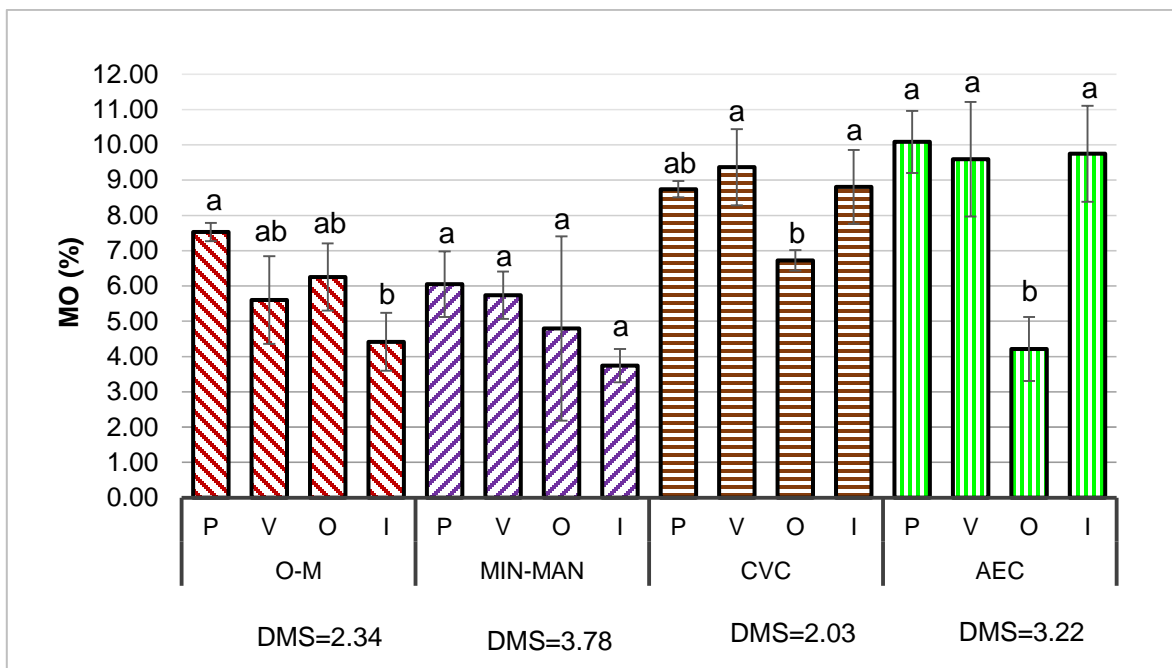
La finca O-M presentó diferencias estadísticas en las cuatro estaciones del año. El periodo con mayor cantidad de materia orgánica fue primavera con 7.53 % siendo estadísticamente similar a verano con 5.6 % y otoño con 6.25 %.

La finca MIN-MAN no presentó diferencias estadísticas entre periodos. El rango fue de 3.74 % a 6.05 %, en primavera aumento en invierno disminuyo.

La finca CVC si presentó diferencias estadísticas entre periodos. Los periodos con mayor materia orgánica fueron verano con 9.37 %, invierno con 8.81 % y primavera con 8.74 %.

La finca AEC también tuvo diferencias estadísticas entre periodos, en primavera se obtuvo 10.09 % y siendo estadísticamente similar a invierno con 9.75 % y verano con 9.59 %.

La evaluación de la calidad del suelo a largo plazo es importante para mejorar los sistemas de manejo y hacerlos más sustentables (Vallejo, 2013).



**Figura 17: Materia orgánica en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico P= primavera, V= verano, O= otoño, I= invierno. DMS= Diferencia mínima significativa.

### Nitrógeno, Fósforo y Potasio en las estaciones del año

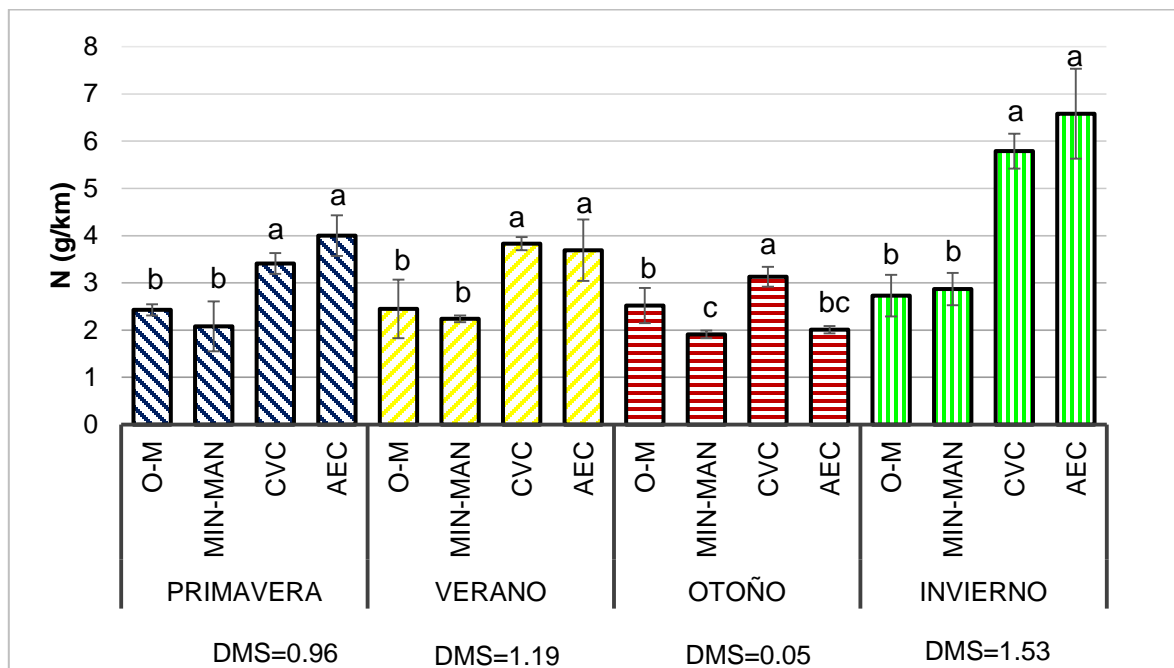
Los datos de nitrógeno por estación del año tuvieron diferencias estadísticas entre fincas (Figura 18), sin embargo, en fósforo y potasio no hubo diferencias estadísticas por estación entre fincas cafetaleras.

En el periodo de primavera se presentaron diferencias estadísticas de nitrógeno entre fincas, las fincas AEC y CVC presentaron los mayores valores con 4 y 3.41 g kg<sup>-1</sup> siendo similares estadísticamente. Los valores más bajos los obtuvieron las fincas O-M con 2.43 g kg<sup>-1</sup> y MIN-MAN con 2.08 g kg<sup>-1</sup>.

En el periodo de verano también hubo diferencias estadísticas de nitrógeno entre fincas. Los valores más altos fueron de la CVC con 3.83 g kg<sup>-1</sup> y la AEC con 3.69 g kg<sup>-1</sup>, mientras que la O-M con 2.45 g kg<sup>-1</sup> y la MIN-MAN con 1.91 g kg<sup>-1</sup>.

El periodo de otoño también presentó diferencias estadísticas de nitrógeno entre fincas, siendo la finca CVC la de mayor valor con 3.13 g kg<sup>-1</sup>.

El nitrógeno en el periodo de invierno de igual forma presentó diferencias estadísticas y tuvo una tendencia similar a primavera y verano, los mayores valores fueron en las fincas AEC y CVC con 6.58 g kg<sup>-1</sup> y 5.79 g kg<sup>-1</sup> respectivamente.



**Figura 18: Análisis de Nitrógeno en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico. DMS= Diferencia mínima significativa.

En fincas orgánicas de café en Veracruz, se encontró en promedio 4 g kg<sup>-1</sup> de N (Rosas *et al.*, 2008), valores más bajos de lo reportado en la presente investigación, sin embargo son varios los factores que influyen en este. En las fincas O-M y MIN-MAN presentan valores menores a 3 g kg<sup>-1</sup> pero el valor es similar a lo encontrado en las fincas CVC y AEC donde algunos valores se acercaron a 4 g kg<sup>-1</sup> y en invierno tuvieron arriba de 5 g kg<sup>-1</sup>.

La finca que tiene un mínimo manejo (MIN-MAN), porque la dueña es una persona mayor que no tiene a disposición gente que le ayude, presento los valores más bajos de N en todos los periodos en otoño con 1.91 g kg<sup>-1</sup> sin embargo, se encuentra en una escala alta de Nitrógeno según los rangos interpretativos a nivel nacional (SAGARPA y FAO, 2012), mientras que la mayoría de las fincas superan el 2.5 g kg<sup>-1</sup> de nitrógeno lo que indican que se encuentran en un nivel muy alto de en suelo.

Los datos transformados de fósforo y potasio no mostraron diferencias estadísticas (Cuadro A5). En los siguientes párrafos se muestran los datos reales de fosforo y potasio por estación del año en las cuatro fincas cafetaleras.

En el periodo de primavera el rango de fósforo fue de 22.48 a 43.62 ppm, teniendo el mayor valor la finca O-M y el menor valor la finca CVC.

En el periodo de verano la finca O-M obtuvo el valor más alto con 32.39 ppm. La finca AEC obtuvo los valores más altos en el periodo de otoño con 31.57 ppm, mientras que en el periodo de invierno la finca O-M vuelve a tener el valor más alto con 56.15 ppm.

En fincas orgánicas de café en Veracruz se han encontrado valores de 21 ppm, este dato se encuentra en el rango de lo encontrado en las fincas de Pochotitan en todo el año que fue de 7.3 a 56 ppm (Rosas, Escamilla y Ruiz, 2008)

El valor más bajo de fosforo lo tuvo la finca MIN-MAN en otoño con 7.36 ppm y 10.61 ppm en invierno, por lo tanto, según los rangos interpretativos para el fósforo total a nivel nacional esta finca tuvo valores medios, las demás fincas tuvieron valores altos ya que superaron los 11 ppm (SAGARPA y FAO, 2012).

La cantidad de potasio en primavera fue de 16.62 a 61.48 ppm teniendo el mayor valor la finca O-M y el menor valor la finca MIN-MAN, en verano el rango fue de 9.66 a 83.52 ppm teniendo el mayor valor la finca O-M y el menor valor la finca MIN-MAN, en otoño el rango de potasio fue de 13.14 a 39.83 ppm teniendo el mayor valor la finca AEC y el menor valor la finca O-M y por último en el periodo de invierno el rango fue de 1.16 a 6.57 ppm teniendo el mayor valor la finca O-M y el menor valor la finca MIN-MAN.

### **Nitrógeno Fósforo y Potasio por finca cafetalera.**

El nitrógeno y el potasio transformado a logaritmo natural si mostraron diferencias estadísticas por finca cafetalera entre estaciones del año (Figura 19) a diferencia del fósforo donde no se encontraron estas diferencias.

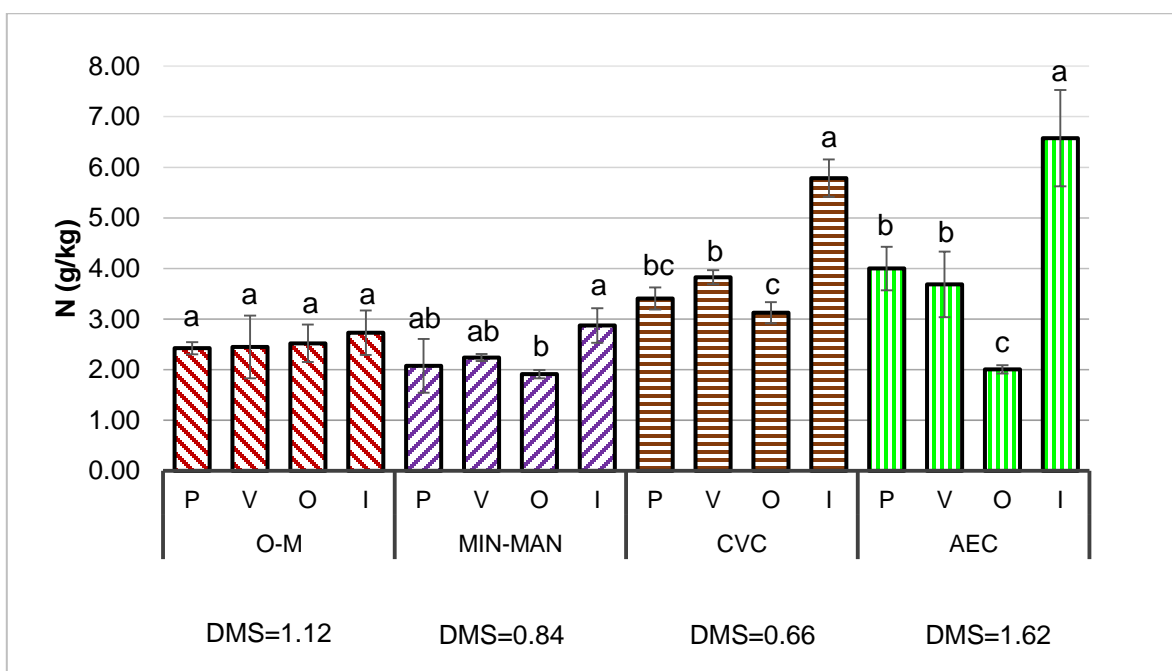


La finca O-M no presentó diferencias estadísticas de nitrógeno entre periodos, el rango de nitrógeno fue de 2.43 a 2.73 g kg<sup>-1</sup> siendo invierno el de mayor valor y primavera el de menor valor.

La finca MIN-MAN si presentó diferencias estadísticas siendo invierno el periodo con mayor valor con 2.87 g kg<sup>-1</sup> y siendo similar estadísticamente a verano con 2.24 g kg<sup>-1</sup> y primavera con 2.08 g kg<sup>-1</sup>.

La finca CVC también presentó diferencias estadísticas entre periodos. El periodo con mayor valor fue invierno con 5.79 g kg<sup>-1</sup> y fue estadísticamente diferente a los demás periodos.

La finca AEC también presentó diferencias estadísticas entre periodos, invierno fue el periodo que presentó mayor valor y fue diferente estadísticamente a los demás periodos con un valor de 6.6 g kg<sup>-1</sup>.



**Figura 19: Nitrógeno en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey (P≤0.05). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico P= Primavera, V= Verano, O= Otoño, I= Invierno. DMS= Diferencia mínima significativa.

En fósforo no se presentaron diferencias estadísticas, la finca O-M presentó valores de 17.65 a 56.15 ppm siendo verano el periodo con menor valor e invierno el periodo con mayor valor. La finca MIN-MAN presentó valores de 7.36 a 24.49 ppm, siendo otoño el periodo con menor valor y primavera el periodo con mayor valor. La finca CVC presentó valores de 15.24 a 48.26 ppm siendo otoño el periodo con mayor valor e invierno el periodo con mayor valor. La finca AEC presentó valores de 16.87 a 31.57 ppm, siendo el periodo de invierno el de menor valor y el periodo de otoño el de mayor valor.

En el potasio, la finca O-M presentó valores de 6.76 a 83.64 ppm, siendo el periodo de invierno el de menor valor y el periodo de verano el de mayor valor. La finca MIN-MAN presentó valores de 1.15 a 19.01 ppm, siendo invierno el periodo de menor valor y otoño el periodo con mayor valor. La finca CVC presentó valores de 5.91 a 29.27 ppm, siendo invierno el periodo con menor valor y primavera el periodo con mayor valor. La finca AEC presentó valores de 3.79 a 47.08, siendo invierno el periodo con menor valor y primavera el periodo con mayor valor.

### **Capacidad de Intercambio Catiónico y cationes intercambiables en las estaciones del año**

En cationes intercambiables como sodio, calcio y magnesio se encontraron diferencias estadísticas entre fincas por periodo en algunas estaciones del año (Cuadro 22).

El ANOVA de la variable K fue transformado por logaritmos naturales ( $\ln+1$ ) y se muestra en el apartado de anexo en el Cuadro A6.

**Cuadro 22. Análisis químico de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y bases intercambiables en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Periodo	Finca	CIC cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	Na cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	Ca cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	Mg cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>
Primavera	O-M	33.93±4.83 a	0.33±0.06 b	5.04±3.70 ab	26.46±4.10 ab
	MIN-MAN	29.67±6.38 a	0.38±0.04 ab	1.59±0.39 b	15.88±7.80 b
	CVC	28.27±2.71 a	0.39±0.02 ab	5.27±1.1 ab	24.56±8.10 ab
	AEC	34.40±2.82 a	0.46±0.01 a	9.86±0.90 a	38.26±2.20 a
	R <sup>2</sup>	0.34	0.64	0.75	0.71
	C.V	14.12	10.67	37.20	23.3
	DMS	11.65	0.1	5.29	16.01
	O-M	25.07±8.69 a	0.45±0.27 a	1.54±0.40 b	11.78±7.3 a
Verano	MIN-MAN	19.40±5.44 a	0.34±0.02 a	1.08±0.04 b	9.33±7.9 a
	CVC	23.80±1.74 a	0.40±0.01 a	1.91±0.60 b	9.14±3.2 a
	AEC	33.87±6.88 a	0.48±0.2 a	4.66±1.20 a	21±8.40 a
	R <sup>2</sup>	0.51	0.17	0.85	0.41
	C.V	24.43	33.12	31.2	55.28
	DMS	16.31	0.36	1.87	18.52
	O-M	25.67±8.75 a	0.11±0.07 a	1.87±0.4 a	12.75±8.70 a
	MIN-MAN	22.93±4.49 a	0.13±0.02 a	1.68±0.3 a	14.27±6.20 a
Otoño	CVC	35.53±9.04 a	0.19±0.03 a	1.81±0.2 a	14.36±4.07 a
	AEC	31.87±10.88 a	0.21±0.11 a	1.48±0.7 a	10.06±2.60 a
	R <sup>2</sup>	0.33	0.33	0.12	0.11
	C.V	29.71	44.53	28.9	45.80
	DMS	22.53	0.18	1.29	15.42
	O-M	44.87±6.57a	0.22±0.05 a	3.39±2.52 ab	14.75±4.20 a
	MIN-MAN	36.14±8.63 a	0.24±0.05 a	2.25±0.70 b	14.27±5.40 a
	CVC	59.03±10.62 a	0.27±0.01 a	5.61±1.30 ab	23.41±6.01 a
Invierno	AEC	48.25±18.87 a	0.30±0.02 a	7.51±1.50 a	25.58±4.20 a
	R <sup>2</sup>	0.41	0.47	0.69	0.59
	C.V	25.73	15.14	35.40	26.01
	DMS	31.67	0.1	4.35	13.27

O-M= Organo mineral, MIN-MAN= Agroecológico mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico. Medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey P ≤0.05). C.V= Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinación, DMS= Diferencia mínima significativa.

De tabla anterior se destaca que los valores más altos de CIC los presenta la finca AEC, esto coincide con lo reportado por Cardona y Sadeghian (2005) quienes encontraron los valores más altos en fincas bajo sombra en comparación con las expuestas a sol, la finca AEC es la que presenta mayor cantidad de sombra.

Según los rangos interpretativos para CIC en el periodo de primavera los valores de CIC se mantuvieron altos, en verano solo la finca AEC y O-M se mantuvieron altos mientras que las fincas MIN-MAN y CVC se mantuvieron en un nivel medio, en otoño la finca MIN-MAN siguió manteniendo un nivel medio mientras que las demás fincas mantuvieron un nivel alto y en invierno las fincas AEC, O-M y CVC mantuvieron valores muy altos mientras que la finca MIN-MAN mantuvo valores altos (SAGARPA y FAO, 2012).

Los valores de potasio no mostraron una distribución normal por lo que fueron transformados a logaritmo natural para poder hacer el análisis de varianza, sin embargo no mostraron diferencias estadísticas (Cuadro A6).

La finca que presento los valores altos de Potasio en todos los periodos fue la AEC ya que superó los  $0.6 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  de suelo. Lo anterior está dentro de los rangos interpretativos de Potasio intercambiable a nivel Nacional (SAGARPA y FAO, 2012).

Todas las fincas tuvieron valores bajos de sodio en el periodo de primavera y verano mientras que en otoño e invierno tuvieron valores muy bajos según los rangos interpretativos para sodio intercambiable (SAGARPA y FAO, 2012).

En los siguientes párrafos se muestran los resultados del calcio por estación del año entre fincas cafetaleras.

En el periodo de primavera el calcio presentó diferencias estadísticas entre fincas, el mayor valor lo obtuvo la finca AEC con  $9.86 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  mientras que el menor valor lo obtuvo la finca MIN-MAN con  $1.59 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ .

En el periodo de verano se detectaron diferencias estadísticas entre fincas, siendo diferente estadísticamente y con mayor valor la finca AEC con un valor de  $4.66 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  con respecto a las demás fincas.

En el periodo de otoño, el calcio no presentó diferencias estadísticas entre fincas, el rango fue de  $1.48$  a  $1.87 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ , siendo la finca O-M la de mayor valor y AEC la de menor valor.

El periodo de invierno si presentó diferencias estadísticas y siguiendo la misma tendencia que primavera, teniendo el mayor valor la finca AEC con  $7.51 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ .

Según los rangos interpretativos de suelos a nivel nacional las fincas presentaron valores muy bajos de calcio en el periodo de otoño mientras que en los periodos de primavera e invierno solo las fincas CVC y AEC tuvieron valores de 5 a  $<10 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  por lo que obtuvieron valores medios (SAGARPA y FAO, 2012).

El magnesio intercambiable solo presentó diferencias estadísticas en el periodo de primavera. El mayor valor lo obtuvo la finca AEC con  $38.26 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  y la cuál fue estadísticamente similar a las fincas O-M con  $26.46 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  y CVC con  $24.56 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$

El periodo de verano no presentó diferencias estadísticas de magnesio entre fincas. El rango fue de 9.14 a  $21 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ , siendo la finca AEC la de mayor valor y la finca CVC la de menor valor.

El periodo de otoño tampoco presentó diferencias estadísticas de magnesio entre fincas. El rango fue de 10.06 a  $14.36 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ , siendo la finca CVC las de mayor valor y la finca AEC la de menor valor.

El periodo de invierno siguió la misma tendencia que verano y otoño donde no de presentaron diferencias estadísticas de magnesio entre fincas. El rango fue de 14.27 a  $25.58 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ , siendo la finca AEC la de mayor valor y MIN-MAN la de menor valor.

Todas las fincas tuvieron valores mayores a  $3 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  de magnesio en los cuatro periodos, por lo que según los rangos interpretativos para Magnesio se consideran altos (SAGARPA y FAO, 2012).

### **Capacidad de intercambio catiónico y cationes intercambiables por fincas cafetaleras**

La capacidad de intercambio catiónico (Figura 20), calcio (Figura 21) y magnesio (Figura 19) tuvieron diferencias estadísticas por finca cafetalera entre estaciones

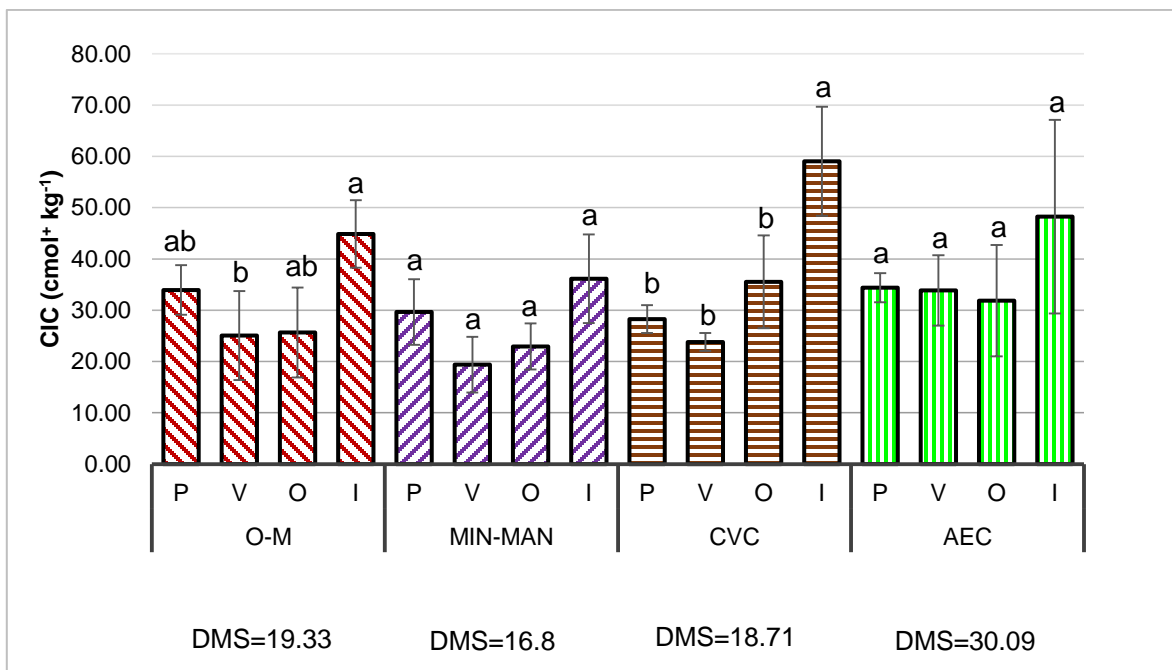
del año a diferencia del potasio y sodio donde no se presentaron estas diferencias estadísticas.

La finca O-M si presentó diferencias estadísticas de CIC entre periodos. El periodo con mayor valor fue invierno con  $44.87 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  y fue estadísticamente similar a primavera con  $33.93 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  y a otoño con  $25.67 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  pero diferente estadísticamente a verano el cual tuvo los menores valores con  $25.07 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ .

La finca MIN-MAN fue similar estadísticamente en todos los periodos de CIC de suelo. El rango fue de 19.4 a  $36.14 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  siendo invierno el periodo de mayor valor y verano el periodo del menor valor.

La finca CVC si presentó diferencias estadísticas de CIC entre periodos. El periodo con mayor valor y diferente estadísticamente a los demás periodos fue invierno con  $59.03 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ , los demás periodos fueron similares estadísticamente.

La finca AEC no presentó diferencias estadísticas de CIC entre periodos. El rango fue de 31.87 a  $48.25 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  siendo el periodo invierno el de mayor valor y otoño el de menor valor.



**Figura 20: Capacidad de Intercambio Catiónico en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico P= Primavera, V= Verano, O= Otoño, I= Invierno. DMS= Diferencia mínima significativa.

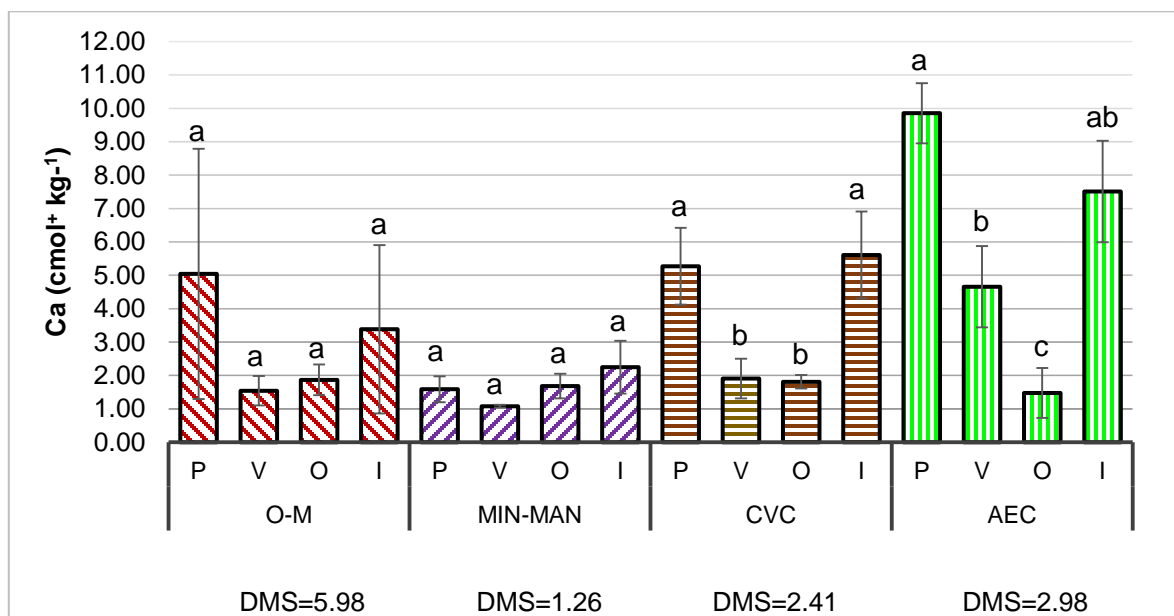
En los siguientes párrafos se muestran los resultados del calcio por finca cafetalera entre las cuatro estaciones del año, los resultados se encuentran en la Figura 18. La finca O-M no presentó diferencias estadísticas de calcio entre periodos. El rango fue de 1.54 a 5.04  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$  siendo el periodo de primavera el de mayor valor y el periodo de otoño el de menor valor.

La finca AEC tampoco presentó diferencias estadísticas de calcio entre periodos. El rango fue de 1.08 a 2.25  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$  siendo el periodo de invierno el de mayor valor y el periodo de verano el de menor valor.

La finca CVC si presentó diferencias estadísticas de calcio entre periodos. Los periodos con mayores valores fueron invierno con 5.61  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$  y primavera con 5.27  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$ , estos fueron similares estadísticamente y diferentes con los demás periodos.

La finca AEC también presentó diferencias estadísticas de calcio entre periodos. El mayor valor lo obtuvo el periodo de primavera con 9.86  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$  y fue

estadísticamente similar al periodo de invierno con  $7.51 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ , de ahí fue diferente estadísticamente a los demás periodos.



**Figura 21: Calcio intercambiable en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico P= Primavera, V= Verano, O= Otoño, I= Invierno. DMS= Diferencia mínima significativa.

En los siguientes párrafos se muestran los resultados del magnesio por finca cafetalera entre las cuatro estaciones del año, los resultados se encuentran en la Figura 22.

La finca O-M no presentó diferencias estadísticas de magnesio entre periodos. El rango fue de  $11.78$  a  $26.46 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  siendo el periodo de primavera el de mayor valor y el periodo de verano el de menor valor.

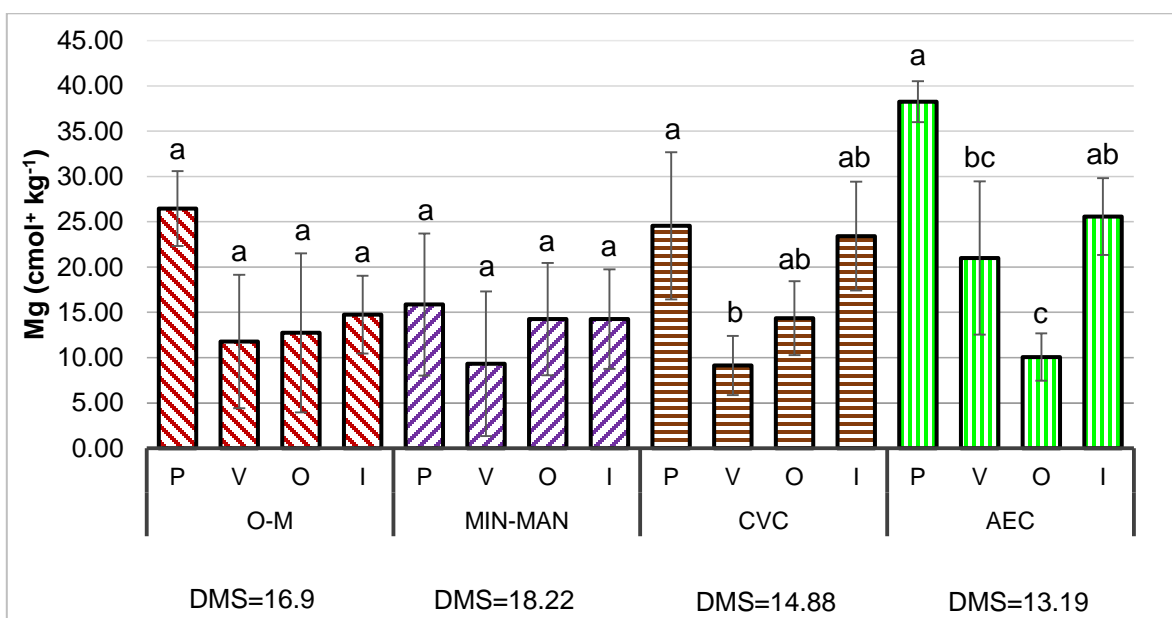
La finca MIN-MAN tampoco presentó diferencias estadísticas de magnesio entre periodos. El rango fue de  $9.33$  a  $15.88 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  siendo primavera el periodo de mayor valor y verano el de menor valor.

La finca CVC si presentó diferencias estadísticas de magnesio entre periodos. El periodo con mayor valor fue primavera con  $24.56 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ , este fue similar



estadísticamente a invierno con  $23.41 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  y otoño con  $14.36 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  pero fue diferente estadísticamente a verano quien presentó el menor valor con  $9.14 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ .

La finca AEC también tuvo diferencias estadísticas de magnesio entre periodos. El periodo de mayor valor fue primavera con  $38.26 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ , este periodo fue similar estadísticamente a invierno quien tuvo un valor de  $25.08 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  pero diferente estadísticamente a los demás periodos.



**Figura 22: Magnesio Intercambiable en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico P= Primavera, V= Verano, O= Otoño, I= Invierno. DMS= Diferencia mínima significativa.

### pH en las cuatro estaciones del año

El periodo de primavera si presentó diferencias estadísticas de pH entre fincas (Figura 23), las fincas con mayores valores de pH y similares estadísticamente fueron la AEC con 6.7, O-M con 5.93 y CVC con 5.87.

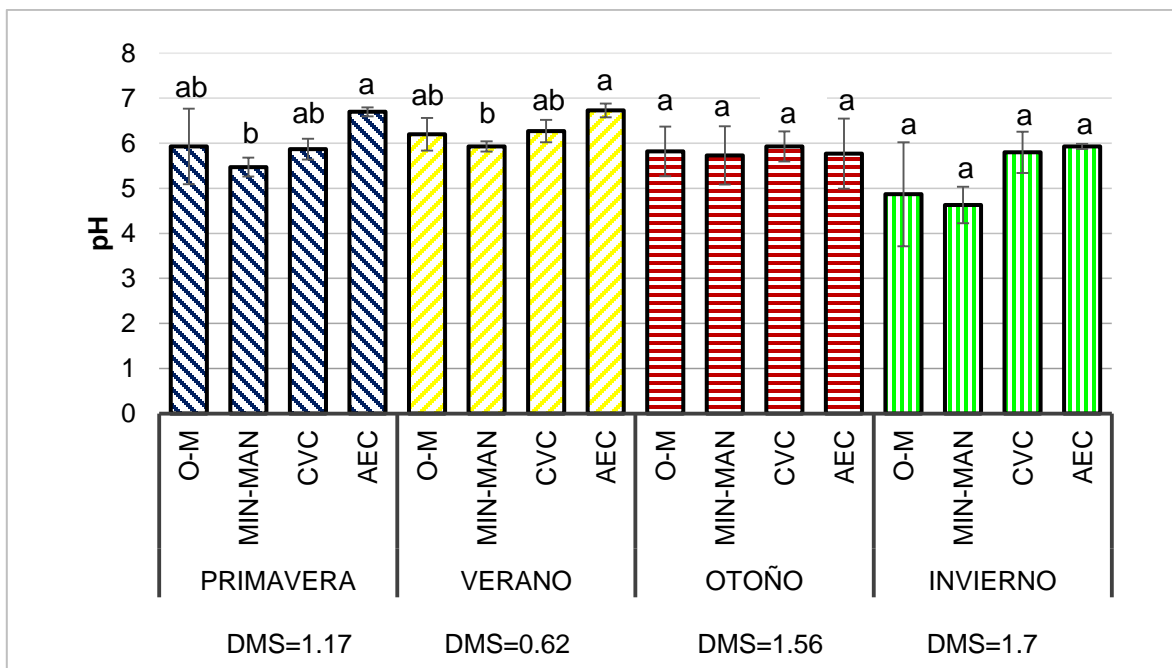
En el periodo de verano también hubo diferencias estadísticas de pH entre fincas, teniendo los mayores valores y siendo similares estadísticamente las fincas AEC con 6.73, CVC con 6.27 y O-M con 6.2.

El periodo de otoño no presentó diferencias estadísticas de pH en ninguna de las fincas, el rango fue de 5.73 a 5.93 teniendo la finca CVC el mayor valor y la finca MIN-MAN el menor valor.

El periodo de invierno tampoco presentó diferencias estadísticas de pH entre fincas, el rango fue de 4.63 a 5.93, teniendo el mayor valor la finca AEC con 5.93 y el menor valor la finca MIN-MAN.

El cultivo de café arábica se desarrolla mejor en suelos de pH de 5.5 a 6.5, (Geissert y Barois, 2012), la mayoría de los valores estuvieron en este rango, a excepción de las fincas O-M y MIN-MAN quien en invierno presentaron valores por debajo de este rango.

Los valores de pH se diferencian con un estudio realizado en la zona de Turrialba y Orosi donde se midió la calidad de suelo en café orgánico, sostenible y convencional, y se mostraron valores de pH por debajo de 5 (Chavarría *et al.*, 2012). También se diferencian de pH en cafetales orgánicos en varias regiones cafetaleras del país donde el rango de pH fue de 4.7 a 5 (Rosas *et al.*, 2008).



**Figura 23: Análisis de pH en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico. DMS= Diferencia mínima significativa.

### Análisis de pH por finca cafetalera

El pH por finca cafetalera en las cuatro estaciones del año solo mostró diferencias estadísticas en las fincas O-M y AEC.

### Densidad aparente por estación del año

La densidad aparente no tuvo diferencias estadísticas por estación del año entre fincas cafetaleras. El valor mínimo fue  $0.99 \text{ g cm}^{-3}$  y el máximo  $1.1 \text{ g cm}^{-3}$

El periodo de primavera tuvo un rango de densidad aparente de  $0.99$  a  $1.06 \text{ g cm}^{-3}$  teniendo el mayor valor las fincas O-M y MIN-MAN y el menor valor la finca AEC.

El periodo de verano tuvo un rango de densidad aparente de  $1$  a  $1.1 \text{ g cm}^{-3}$  tendiendo el mayor valor la finca O.M y el menor valor la finca AEC.

El periodo de otoño tuvo un rango de densidad aparente de  $0.99$  a  $1.08 \text{ g cm}^{-3}$  presentando el mayor valor la finca MIN-MAN y el menor valor la finca CVC.

El periodo de invierno tuvo un rango de densidad aparente de 1.01 a 1.1 g cm<sup>-3</sup> teniendo el mayor valor la finca O-M y el menor valor la finca AEC.

La densidad aparente más alta las presentaron las fincas O-M y MIN-MAN lo que indica que el grado de compactación es más alto en estas fincas que en las demás (FAO, 2018). Esto también tiene que ver con que son las que tienen una pendiente de 60°.

La finca que obtuvo el valor más bajo fue la AEC el cual es la finca con mayor porcentaje de sombra, esto coincide con lo reportado por Cardona y Sadeghian (2005) quienes hicieron una evaluación de propiedades físicas de café teniendo los valores más bajos de densidad aparente en cafetales con más sombra a comparación de cafetales a libre exposición donde se encontraron los valores más altos.

La densidad aparente en todas las fincas y en los periodos tuvo un rango de 0.99 a 1.10 g cm<sup>-3</sup>, este valor es similar a la densidad aparente reportada por Valbuena *et al.* (2017) en sistemas intensivos (1.08 g cm<sup>-3</sup>) y campesinos ( 1.09 g cm<sup>-3</sup>) de producción de café.

### **Interacción entre fincas cafetaleras y periodos del año de variables químicas y físicas del suelo en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

El carbón orgánico, la materia orgánica, el nitrógeno y el calcio presentan una interacción altamente significativa entre finca y periodo (Cuadro 23).

Se puede resaltar que algunas variables presentan diferencias estadísticas entre periodos del año y fincas cafetaleras como: CIC, Na, Mg, pH, sin embargo no se presenta una interacción significativa.

**Cuadro 23. Interacción entre fincas cafetaleras y periodos del año de variables químicas y físicas del suelo en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

Fuente de variación	CO	MO	N	P	KS	CIC	K	Na	Ca	Mg	pH	CE	DA
Finca	**	**	**	ns	ns	*	ns	*	**	**	**	*	**
Periodo	**	**	**	ns	ns	**	ns	**	**	**	**	ns	ns
Finca*Periodo	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
C.V.	16.10	16.1	13.3	83	130	25.1	191	27.08	39.07	34.1	8.74	63.23	5.60
R <sup>2</sup>	0.84	0.84	0.93	0.40	0.40	0.68	0.39	0.73	0.82	0.70	0.61	0.43	0.39
Media general	4.03	6.9	3.22	26	0.64	33.3	1.44	0.3	3.53	17.9	5.84	0.26	1.04

CO= Carbón orgánico, MO= Materia orgánica, N= Nitrógeno, P= Fósforo, KS= Potasio soluble, CIC= Capacidad de intercambio catiónico, K= Potasio intercambiable, Na=Sodio, Ca=Calcio, Mg= Magnesio, CE= Conductividad eléctrica, DA= Densidad aparente, \*, \*\* = significativo  $P \leq 0.05, 0.01$ , respectivamente, ns= no significativo a  $P \geq 0.05$ .

### Textura de las fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan.

Las fincas O-M, CVC y AEC presentan la misma clase textural la cual corresponde a un suelo Franco arcillo limoso (Cuadro 24).

La finca MIN-MAN a diferencia de las otras fincas presentó una clase textural de Franco arcilloso

**Cuadro 24. Textura en suelos de fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

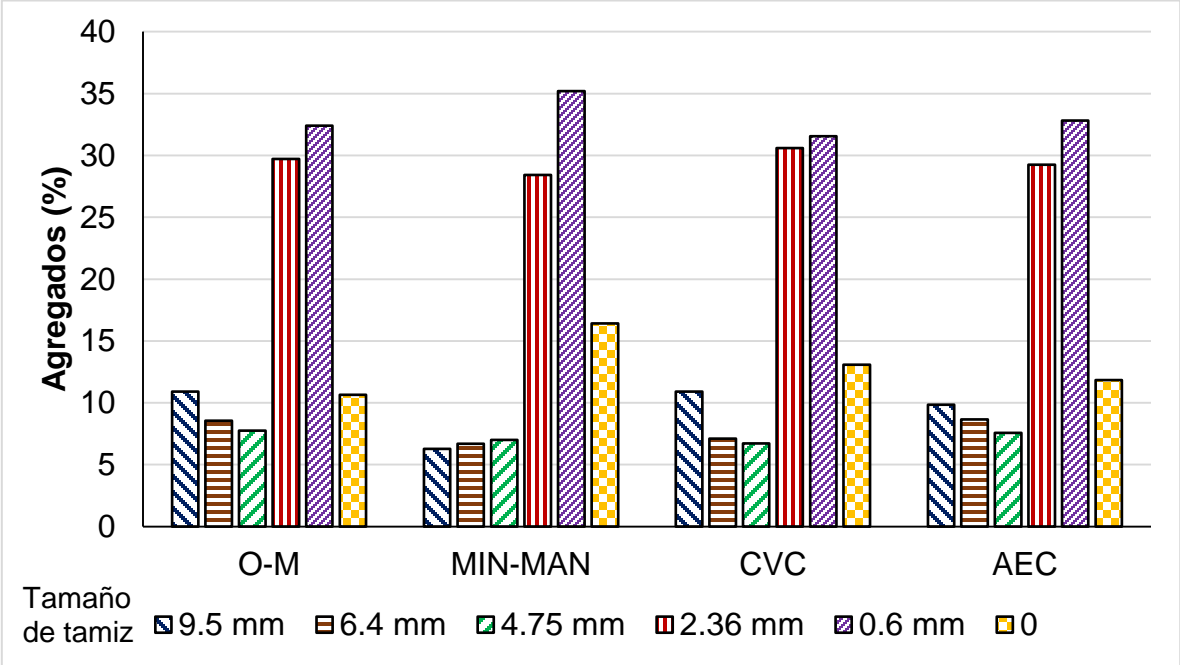
Finca	Arena %	Limos %	Arcillas %	Clase textural
O-M	10.06	51.38	38.55	Franco arcillo limoso
MIN-MAN	21.33	43.30	35.36	Franco arcilloso
CVC	13.20	50.39	36.40	Franco arcillo limoso
AEC	15.20	55.54	29.25	Franco arcillo limoso

O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

### Análisis de agregados en las fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz

El porcentaje de agregados en fincas cafetaleras con diferente manejo, muestra un mayor porcentaje en el tamiz de 0.6 mm en todas las fincas. El segundo tamiz con mayor porcentaje se presentó en el de 2.36 mm teniendo entre este y el tamiz de 0.6 más del 60 % en cada finca. El tamíz que siguió fue el de 9.5 mm estando en un rango del 5 al 15 %. Y el tamiz con un menor porcentaje en todas las fincas a excepción de la del MIN-MAN fue el de 4.75 mm (Figura 24).

Cabe resaltar que todos los porcentajes de agregados tuvieron un comportamiento similar en todas las fincas, de acuerdo a lo observado se podría decir que el grado de agregación fue moderada y del tipo granular (FAO, 2018).



**Figura 24: Porcentaje de agregados en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan.**  
 O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

### **4.3. Diversidad vegetal de fincas cafetaleras en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

Por finca hay una diversificación de especies. Con el índice de Sorensen se relacionó el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios, esto con el fin de medir la similitud de especies compartidas entre sitios (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2004).

Las fincas con mayor número de especies vegetales y con un comportamiento similar fueron las de MIN-MAN y O-M teniendo 29 y 28 especies vegetales en primavera, 28 y 27 especies vegetales en verano, 24 y 22 especies vegetales en Otoño y 22 y 18 especies vegetales en invierno (Figura 25).

La finca MIN-MAN tiene un manejo menos complejo que las demás fincas, solo se le da un mínimo de fertilización al plátano (cultivo de sombra para el café) y labores culturales de manejo de arvenses muy escasas por lo que la diversificación vegetal es más abundante y en mayor cantidad que las demás fincas, López y Williams (2006) quienes hicieron un estudio de evaluación de riqueza de especies de plantas leñosas de cafetales en Xalapa, Veracruz observaron en cafetales activos 55 especies de árboles y en cafetales abandonados 61 especies, destacando más especies en cafetales abandonados.

Cabe resaltar que las fincas MIN-MAN y O-M aunque presenten distintos manejos se encuentran en condiciones similares ya que las dos fincas están ubicadas en las mismas coordenadas, presentan pendientes de 60° (MIN-MAN) y 55° (O-M) lo que hace que no halla gran variación de especies vegetales entre ambas, aunque si es importante aclarar que aunque comparten casi el mismo número de especies la finca MIN-MAN presenta más cobertura vegetal debido al poco manejo de arvenses.

Las fincas con un menor número de diversificación vegetal son la AEC y la CVC.

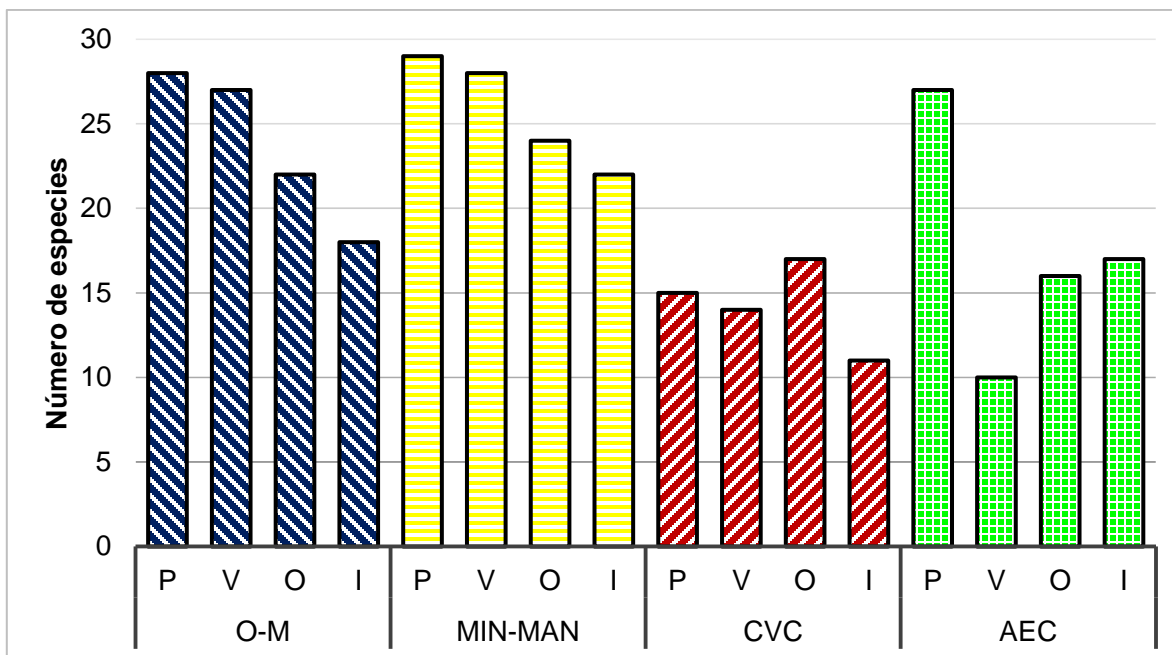
La finca AEC solo presentó valores similares a la de MIN-MAN y CVC en el periodo de primavera con 27 especies vegetales, en los demás periodos obtuvo valores similares a la convencional con 10 especies vegetales en verano, 16 especies

vegetales en otoño y 17 especies vegetales en invierno. Cabe resaltar que la finca AEC conserva más especies vegetales útiles para el campesino que las otras fincas y son muy pocas las herbáceas mejor conocidas como “malezas” que compiten con el sistema de producción de café, por el contrario la mayoría de las herbáceas tienen un uso comestible, medicinal u ornamental en la finca AEC que cualquier otra finca, Leyequien y Toledo (2009) en cafetales con sombra diversificada (diseño de producción similar al agroecológico) encontraron que la mitad de la diversidad vegetal son alimentos para el ser humano.

La finca CVC fue la que presentó una diversidad vegetal más baja a comparación de las demás fincas con valores de 15 especies vegetales en primavera, 14 especies vegetales en verano, 17 especies vegetales en otoño y 11 especies vegetales en invierno, Boggiano y Berretta (2006) mencionan que las fincas con un manejo más convencional y gran uso de herbicidas perturban de manera violenta la vegetación y con esto la desaparición de especies, también Medrano *et al.* (2010) hicieron una caracterización de flora en cafetales de dos comunidades de la República de Dinamarca encontrando un número reducido de especies en sistemas convencionales.

La diversificación de especies vegetales entre fincas estuvo condicionada por factores antropocéntricos, factores ambientales y factores económicos, esto debido a que la finca agroecológica preserva más especies forestales que le dan una mayor cantidad de sombra al cafetal e inhibe la aparición de herbáceas a diferencia de las otras fincas que tienen menos especies forestales lo cual el sol entra en mayor cantidad y provoca el apareamiento de más número de especies vegetales pequeñas, también el cambio de clima y precipitación afectaron la composición florística de las fincas y por último el manejo dado a cada parcela, algunos productores utilizan en gran medida herbicidas letales, otros dejan a las herbáceas crecer y otros utilizan técnicas más culturales como chapeo y azadoneo, Martínez *et al.* (2007) hicieron un estudio sobre la “flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla” y resaltan que los cafetales varían en composición y estructura florística y cuya diversidad está ligada a ámbitos sociales, económicos y ecológicos.





**Figura 25: Número de especies vegetales en las cuatro estaciones del año en diferentes fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico, P=primavera, V=verano, O=otoño, I=invierno.

De acuerdo al número de especies vegetales presentadas por estación del año en las cuatro fincas cafetaleras de estudio (Figura 26), el periodo de primavera fue el que presentó valores más altos en la mayoría de las fincas destacando las fincas O-M, MIN-MAN y AEC a diferencia de la CVC.

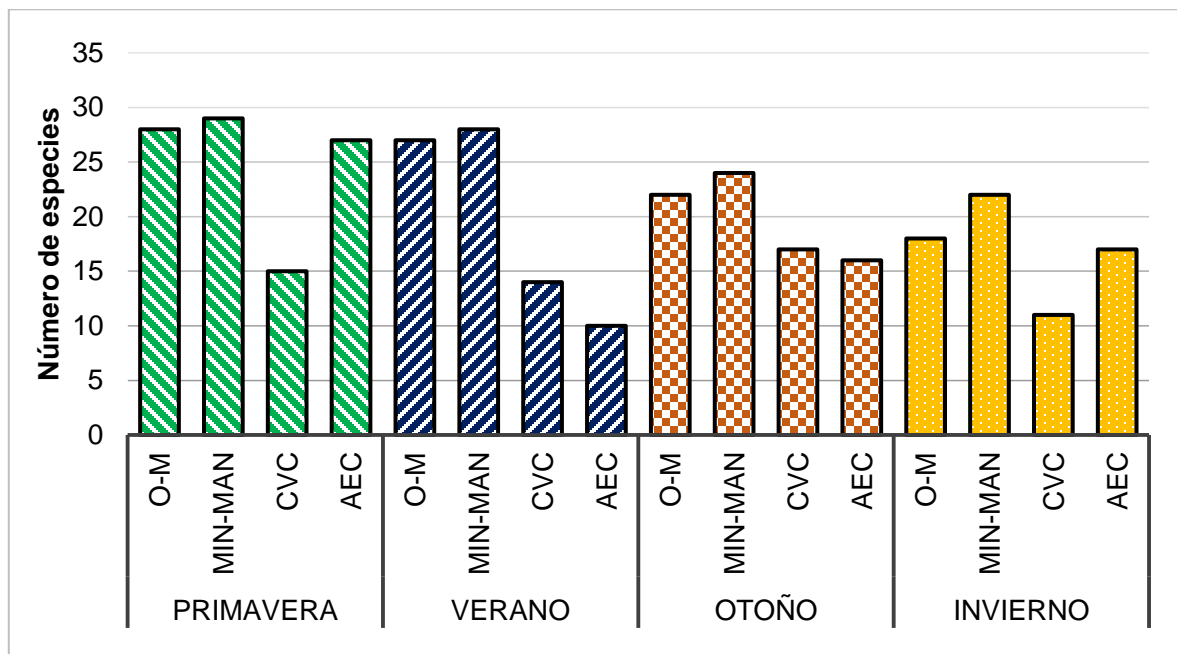
La primavera es una de las estaciones con más luz durante el día, por tal motivo muchas plantas se adaptan a estas condiciones para poder desarrollarse mejor por lo que puede ser uno de los factores del porque se hallan más especies vegetales en este periodo que en los otros (Gliessman, 2002).

El segundo periodo con mayor diversificación vegetal fue verano presentando valores más altos en la finca O-M y MIN-MAN con respecto a las fincas CVC y AEC.

El tercer periodo con mayor diversificación vegetal fue otoño siguiendo la misma tendencia de número de especies entre fincas teniendo los mayores valores para MIN-MAN y O-M, cabe resaltar que el periodo de otoño fue el más constante entre los cuatro periodos, ya que hubo muy poca variación entre el número de especies entre fincas.

El periodo con una menor diversificación vegetal fue invierno observando nuevamente una mayor variación entre el número de especies entre fincas cafetaleras siguiendo la misma tendencia de los tres periodos anteriores donde los mayores valores los obtuvieron las fincas MIN-MAN y O-M.

En las cuatro fincas durante las cuatro estaciones del año se encontraron 61 especies vegetales. Medrano *et al.* (2010) encontraron 410 especies vegetales en zonas cafetaleras de Juancalito y Soliman en la Republica Dominicana.



**Figura 26: Número de especies vegetales en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo presentadas en las cuatro estaciones del año.**

O-M= Organo-Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

En el periodo de primavera las fincas con mayor índice de Sorensen las presentaron la (O-M y MIN-MAN) con 0.67 seguido de la (O-M y AEC) con 0.58 (Cuadro 25)

En el periodo de verano las fincas con mayor índice de Sorensen las presentaron la (O-M y CVC) con 0.63 y la (O-M y MIN-MAN) con 0.58.

En el periodo de otoño las fincas con mayor índice de Sorensen las presentaron la (O-M y MIN-MAN) con 0.78 y (CVC y AEC) con 0.67.

En el periodo de invierno las fincas con mayor índice de Sorensen las presentaron la (O-M y AEC) con 0.69 y (O-M y MIN-MAN) con 0.65.

La finca que más compartió especies vegetales con las demás fincas (índice de Sorensen) fue la Organo Mineral. Villaviciencio y Valdéz (2003) hicieron una comparación entre el sistema rusticano de café y la selva mediana subperennifolia en San Miguel, Veracruz resaltando que los índices de diversidad vegetal mostraron diferencias estadísticas en riqueza y equidad de especies entre el sistema rusticano de café (menor valor) y la selva mediana subperennifolia (mayor valor).

**Cuadro 25: Número de especies compartidas, índice de Sorensen y Porcentaje en cuatro fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Periodo	Fincas	Número especies compartidas	Índice de Sorensen	Porcentaje
Primavera	O-M y MIN-MAN	19	0.67	66.66
	O-M y CVC	9	0.42	41.86
	O-M y AEC	16	0.58	58.18
	MIN-MAN y CVC	10	0.45	45.45
	MIN-MAN y AEC	12	0.43	42.85
	CVC y AEC	11	0.52	52.38
Verano	O-M y MIN-MAN	16	0.58	58.18
	O-M y CVC	13	0.63	63.41
	O-M y AEC	6	0.32	32.43
	MIN-MAN y CVC	8	0.38	38.09
	MIN-MAN y AEC	4	0.21	21.05
	CVC y AEC	5	0.42	41.66
Otoño	O-M y MIN-MAN	18	0.78	78.26
	O-M y CVC	12	0.62	61.53
	O-M y AEC	10	0.53	52.63
	MIN-MAN y CVC	12	0.59	58.53
	MIN-MAN y AEC	9	0.45	45
	CVC y AEC	11	0.67	66.66
Invierno	O-M y MIN-MAN	13	0.65	65
	O-M y CVC	6	0.41	41.37
	O-M y AEC	12	0.69	68.57
	MIN-MAN y CVC	8	0.48	48.48
	MIN-MAN y AEC	10	0.51	51.28
	CVC y AEC	7	0.50	50

O-M= Organo-Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

Los periodos donde se presentaron el mayor número de especies compartidas fueron en otoño e invierno los cuales fueron los periodos más húmedos (Figura 27).

El periodo de verano fue el que presentó un menor grado de índice de Sorensen en la mayor parte de las fincas.

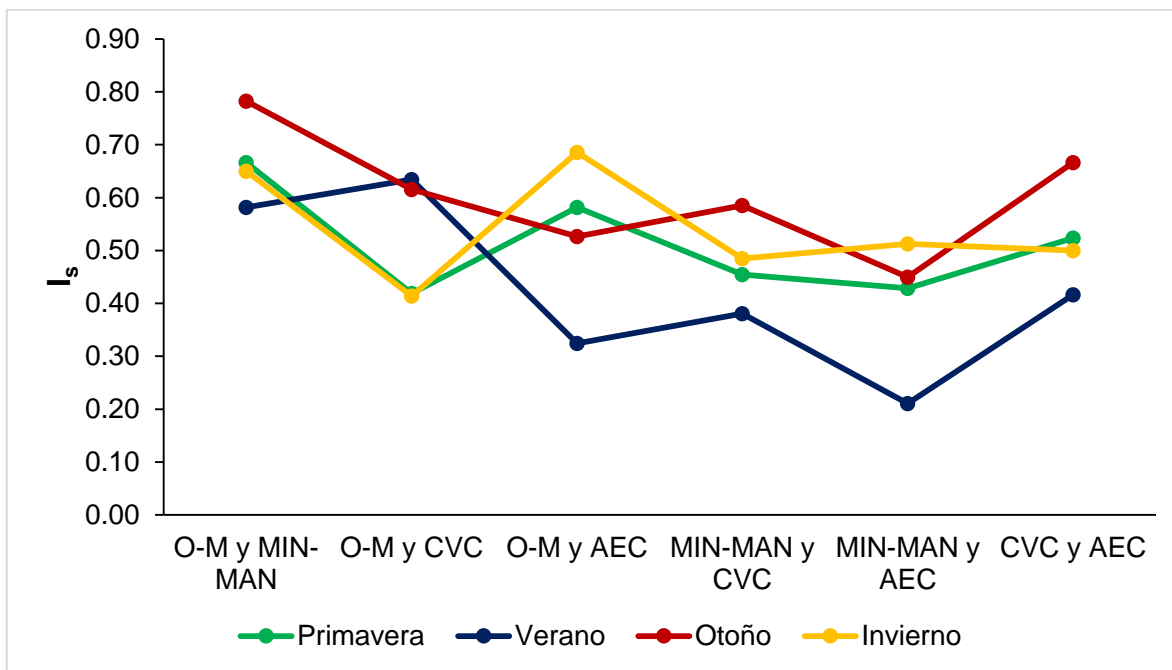


Figura 27: Comportamiento del índice de Sorensen en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo en las cuatro estaciones del año.

O-M= Organo-Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

#### **4.4. Respiración microbiana en suelos de fincas cafetaleras en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

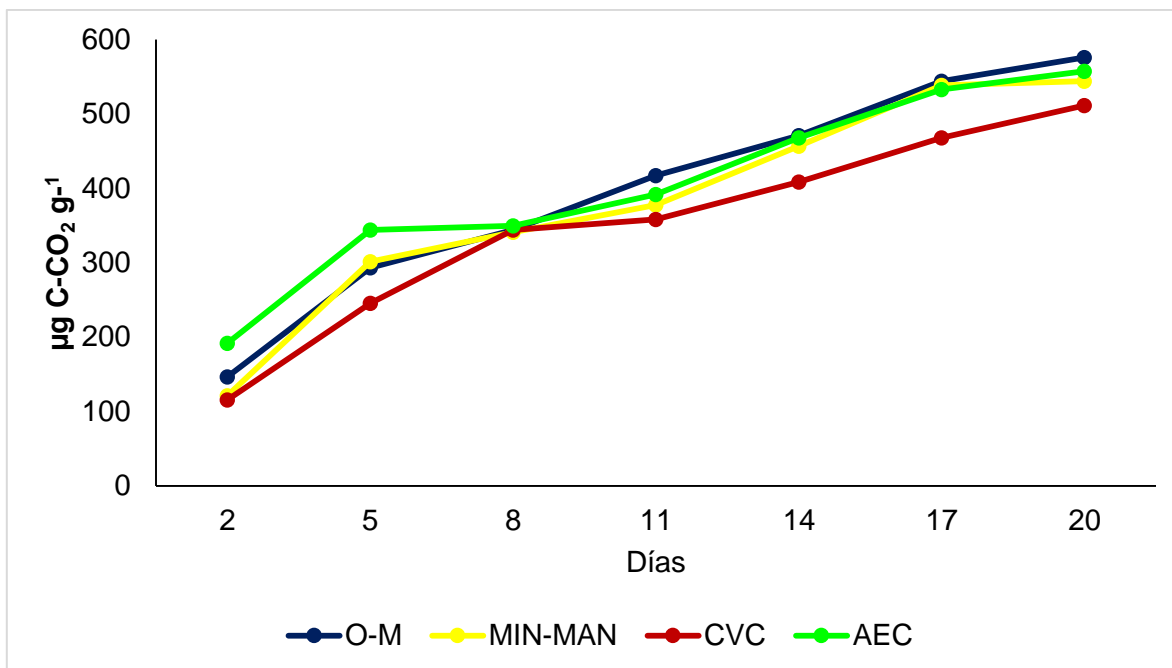
En este apartado se muestran los resultados de respiración microbiana por estación del año y por finca cafetalera de la evaluación en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.

En el primer muestreo que fue a los dos días de iniciada la incubación el periodo de primavera tiene valores que van entre 110 y 190  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  (Figura 28) y de ahí a los 11 días hay una evolución notable en la hasta el día 11; Al parecer la mayor actividad microbiana se presentó en la finca O-M como se observa en la Figura 28 hasta el último día de medición. Cabe resaltar que la respiración microbiana fue disminuyendo en los últimos días, motivo por el cual se decidió que hasta los 21 días se midiera.

La respiración microbiana es uno de los indicadores más sensibles a los cambios a través del tiempo, donde los primeros días habrá un proceso de mineralización rápida debido a la descomposición de compuestos fácilmente disponibles y conforme pase los días este se tornará más lento indicando la disminución de nutrientes para los microorganismos (Lerch *et al.*, 1992 y Acosta *et al.*, 2006)

La finca CVC presentó los valores más bajos en todos los días de medición, y en los últimos días a pesar que incrementaba ya era mucho menor que en la primera etapa del experimento.

Esta evolución está relacionada con el manejo de residuos orgánicos de un agroecosistema, esto representa una medición más integral de la respiración del suelo (Guerreo, Quintero, Espinoza, Valdéz y Sanchez, 2012). Podría pensarse que el suelo que viene de la finca AEC contenía mayor cantidad de residuos orgánicos que favorecen la actividad microbiana y en consecuencia la respiración de los microorganismos a diferencia de las otras fincas.

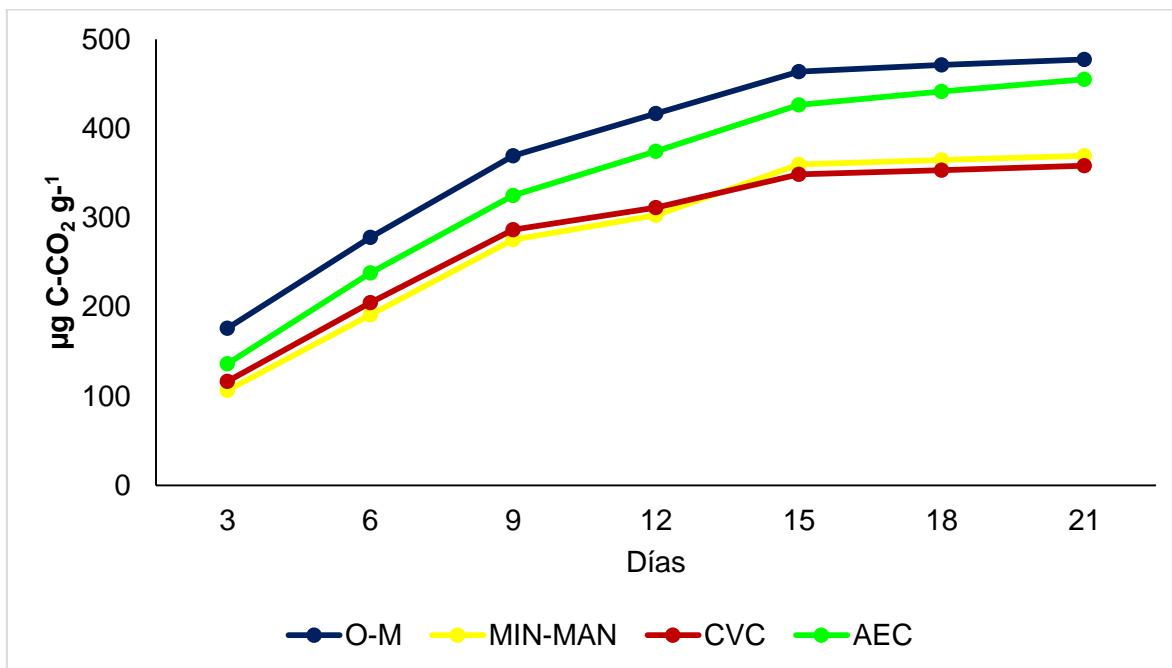


**Figura 28: Evolución acumulada de C-CO<sub>2</sub> durante la incubación *in vitro* de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de primavera de la comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**  
 O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

En los siguientes párrafos se muestra la evolución acumulada de  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  durante la incubación *in vitro* de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de verano (Figura 29). En este periodo fue cuando se presentaron las temperaturas más altas en las fincas, y se atrasó el periodo de lluvias. El suelo de la finca Organo mineral presentó valores más altos en todas las mediciones que se hicieron por día, el primer día de medición tuvo un valor de  $180 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ , la segunda finca con más valor fue la AEC con  $140 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ , a diferencia del periodo de primavera la respiración en todas las fincas se estabilizó a los 15 días de incubación.

Esta disminución en los valores de C-CO<sub>2</sub> son producto de una reducción de materiales fácilmente degradables por los microorganismos (azúcares, lípidos, fenoles, etc.,) provocando la estabilización al final del proceso (Guerrero *et al.*, 2012).

La acumulación de  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  siguió la misma tendencia que en el periodo de primavera donde el suelo tuvo más actividad microbiana al final fue la O-M, luego la AEC, posteriormente la MIN-MAN y por último la CVC.



**Figura 29: Evolución acumulada de C-CO<sub>2</sub> durante la incubación in vitro de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de Verano de la comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

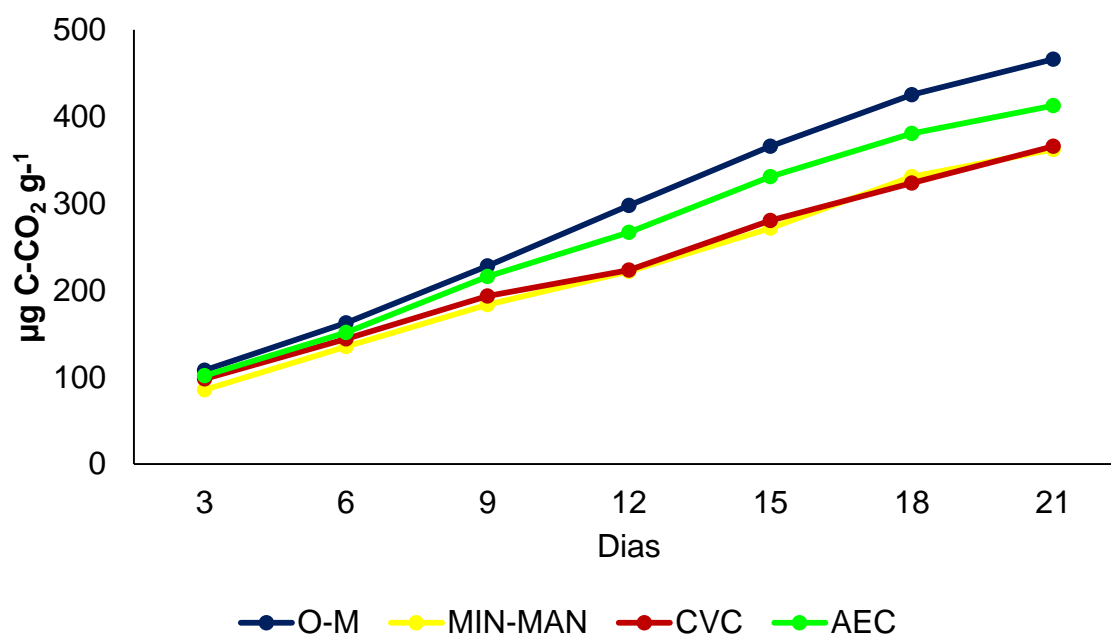
A continuación se muestra la evolución acumulada de  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  durante la incubación in vitro de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de otoño (Figura 30).

En este periodo hubo valores muy similares en la primera lectura, teniendo aun así el mayor valor la finca O-M con  $110 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ , seguido de la finca convencional y AEC con  $100 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  y por último la finca MIN-MAN con valor de  $90 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ .

Guerreo *et al.* (2012) encontraron una mayor cantidad de C-CO<sub>2</sub> desprendido en *Lupinus montanus* Kunth verde que la misma especie pero transformada como compost maduro y vermicompost. El lupinus verde, vermicompost y compost

tuvieron un máximo de 649.44, 474.61 y 381.99 mg de CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> durante 30 días de incubación con diferencias estadísticas.

El periodo de otoño, que fue el más lluvioso, los suelos presentaron menor actividad que en verano, por los valores iniciales y finales, a pesar que parecía en la gráfica que la tendencia de las líneas era a aumentar., ya que después de los 21 días la respiración microbiana de los suelos no se estabilizaba. Pájares *et al.* (2010) encontraron que la mayor evolución temporal de emisiones de CO<sub>2</sub> en suelos con diferentes manejos en el volcán Tláloc mostró un aumento en los meses más lluviosos y una disminución en los meses más secos.



**Figura 30: Evolución acumulada de C-CO<sub>2</sub> durante la incubación in vitro de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de otoño de la comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**

O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

En el periodo de invierno los valores más altos e iguales entre sí en la primera lectura los tuvieron las fincas AEC y CVC con un valor de 190 µg C-CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> (Figura 31).

En este periodo, a diferencias de los otros, el suelo que presento los valores más altos durante toda la incubación el de la finca AEC, siguiendo el suelo de la finca CVC. Los resultados obtenidos son opuestos a los que reportan Cardona y



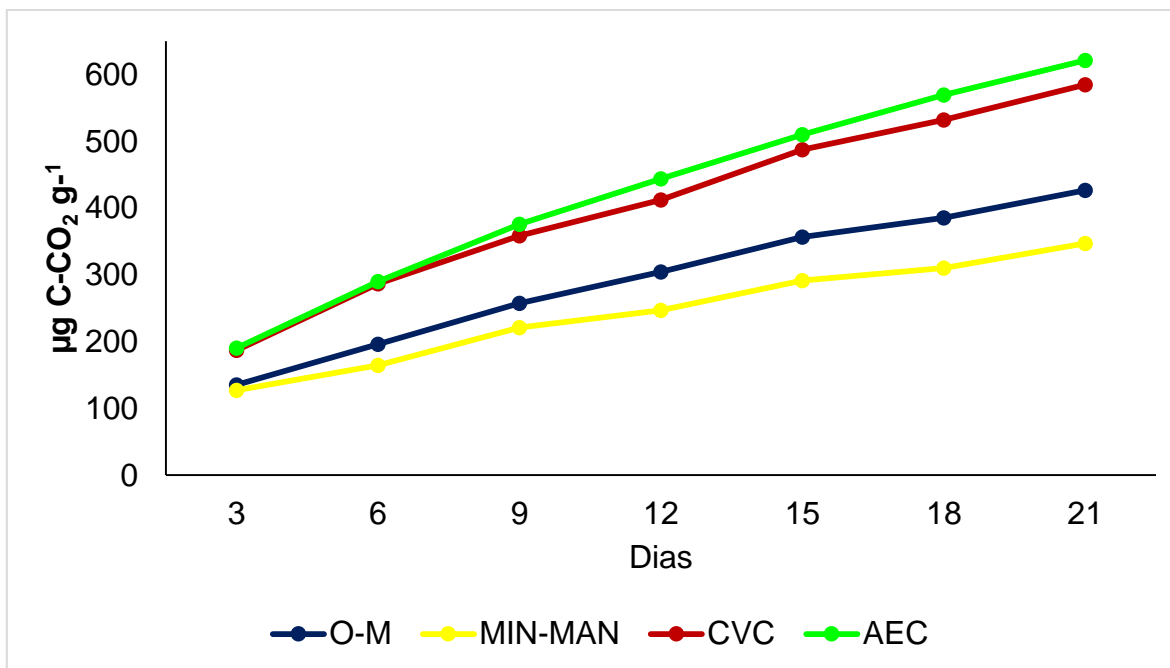
Sadeghian (2005) quienes indican una mayor respiración microbiana en suelos de agroecosistemas cafetaleros bajo exposición a sol que en agroecosistemas cafetaleros con sombra, su hipótesis indica que puede deberse a la temperatura y al posible aumento generado por una mayor fertilización nitrogenada. Sin embargo los valores encontrados están en los mismo límites reportados por Chavarria *et al.* (2012) donde en suelo de café en bosque es de 0.64 mg C-CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> y en suelos de café a pleno sol 0.44 mg C-CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> día.

La finca AEC presenta una mayor cantidad de sombra a comparación de las otras fincas estudiadas. Velmourougane (2015) encontró una población microbiana significativamente mayor en agroecosistemas cafetaleros con una baja y alta elevación con sombra gruesa a diferencias de agroecosistemas cafetaleros con elevación baja y sin sombra.

En un estudio donde se evaluó respiración microbiana bajo distintos manejos (pastizal natural, agricultura reciente y agricultura continua) se encontró que la respiración microbiana del suelo fue significativamente mayor en el pastizal natural que en sistemas con agricultura (Di Ciocco *et al.*, 2014).

La finca O-M presentó los valores más altos en los tres primeros periodos a diferencia de las demás fincas. Esto puede deberse al manejo orgánico dado por el productor. La actividad microbiana es más alta en suelos con manejo orgánico o diversificado que en los suelos con manejo convencional, esto debido a un reciclaje de nutrientes más rápido y a una mejor estructura (FAO, 2003)

Los suelos de la finca agroecológica a la que se le hace un mínimo manejo y no se aplican agroquímicos presentó los valores de respiración microbiana mas bajos en comparación que las demás fincas en la mayoría de los periodos, por lo que podemos considerar que un manejo con más mano de obra en una finca es positivamente correlacional a la respiración microbiana del suelo.



**Figura 31: Evolución acumulada de C-CO<sub>2</sub> durante la incubación in vitro de muestras de suelos de fincas cafetaleras en el periodo de Invierno de la comunidad de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.**  
 O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico.

Los valores puntuales de respiración microbiana a los 21 días (último día de muestreo) por estación del año entre fincas, se sometieron a pruebas de normalidad y homogeneidad de las varianzas, después se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias de Tukey con ( $\alpha=0.05$ ) y se encontró que: los suelos muestreados en primavera, verano y otoño al final no presentan diferencias estadísticas entre fincas (Cuadro 26).

En el periodo de invierno es donde se detectaron diferencias estadísticas, siendo los suelos provenientes de la finca CVC y la AEC los que presentaron mayor respiración microbiana. Ambos suelos son los más activos microbiológicamente sin embargo se contradice con los que indica Paolini (2017), que la respiración basal varió de 35.8 y 110.7 mg C - CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> en siete días de incubación, siendo mayor la finca orgánica en comparación con la finca tradicional y convencional.

La incorporación de materiales orgánicos incrementan la microbiota del suelo debido a que se agregan nuevas fuentes de carbono (Celis, Zandoval y Zagal, 2009).

En un estudio comparativo de tres sistemas de manejo de suelos (Bosque, café, café-banano) en Turrialba, Costa Rica, se determinó respiración microbiana en un periodo de 8 días de incubación el cual tuvo promedios de 580  $\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ , aun así no se encontraron diferencias estadísticas entre sistemas (Durango, Uribe, Henríquez y Mata, 2015).

Pájaros, Gallardo y Etchevers (2010) encontraron una mayor respiración en suelos con manejo de pino-encino y pastizal culminal a diferencia de suelos con manejo de pino reforestado, tepetate desnudo y formaciones halófitas del exlago de Texoco en un transecto del volcán Tláloc.

**Cuadro 26. Respiración microbiana acumulada en 21 días de fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Periodo	Finca	$\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$	Periodo	Finca	$\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$
<b>Primavera</b>	O-M	570±170 a	<b>Otoño</b>	O-M	460±20 a
	MIN-MAN	540±90 a		MIN-MAN	360±20 a
	CVC	511±70 a		CVC	360±30 a
	AEC	550±150 a		AEC	411±60 a
	R <sup>2</sup>	0.04		R <sup>2</sup>	0.6
	C.V	24.17		C.V	10.31
	DMS	340		DMS	108
<b>Verano</b>	O-M	470±80 a	<b>Invierno</b>	O-M	420±70 b
	MIN-MAN	360±30 a		MIN-MAN	340±30 b
	CVC	350±9 a		CVC	580±70 a
	AEC	450±30 a		AEC	620±30 a
	R <sup>2</sup>	0.66		R <sup>2</sup>	0.84
	C.V	10.98		C.V	12.01
	DMS	110		DMS	150

O-M= Organo mineral, MIN-MAN= Agroecológico mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico. Medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey P  $\leq 0.05$ ). C.V= Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinación, DMS= Diferencia mínima significativa.

En los siguientes párrafos se muestra la respiración microbiana acumulada en 21 días por finca cafetalera entre estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz tal como lo indica la Figura 32.

La finca O-M no presentó diferencias estadísticas entre periodos, el rango fue de 420 a 580  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  acumulado, siendo el periodo de primavera el de mayor valor y el periodo de invierno el de menor valor.

La finca MIN-MAN si presentó diferencias estadísticas entre periodos, el periodo con un mayor valor fue primavera con 540  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  acumulado, mientras que los otros periodos se comportaron diferentes estadísticamente pero similares entre sí, siendo invierno el de menor valor con 340  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  acumulado.

La finca CVC también presentó diferencias estadísticas entre periodos, el periodo de mayor valor fue invierno con 580  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  acumulado, este fue similar estadísticamente a primavera con 511  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  acumulado. El periodo con un menor valor fue verano con 360  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  acumulado.

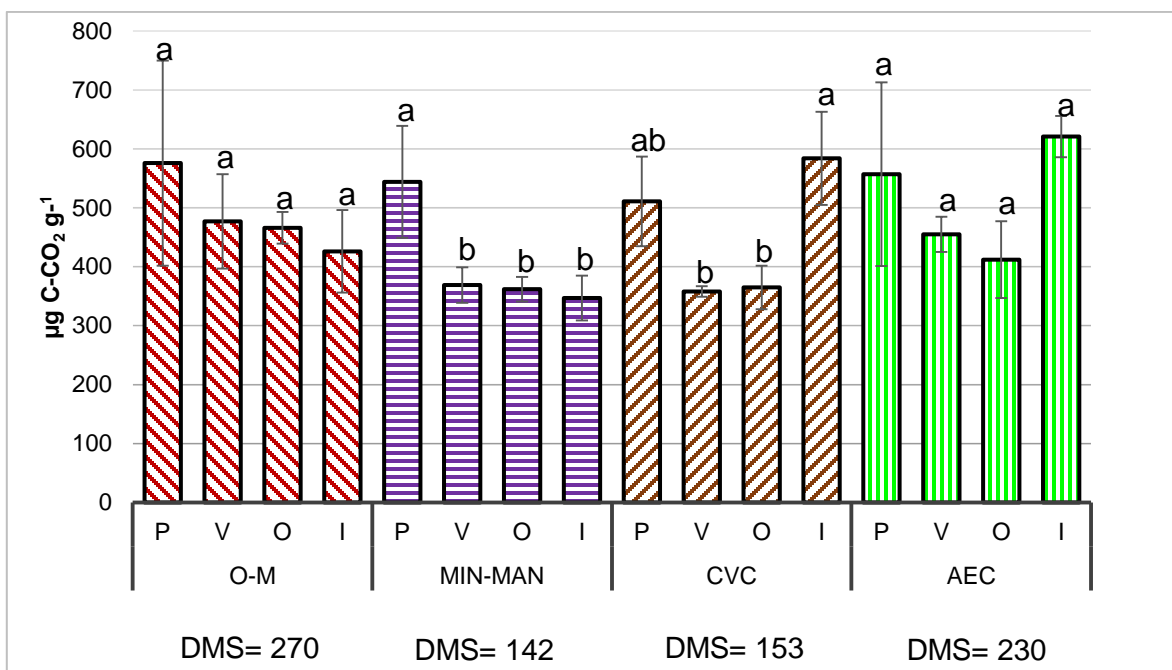
La finca AEC no presentó diferencias estadísticas entre periodos, el rango fue de 411 a 620  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$  acumulado, siendo el periodo de invierno el de mayor valor y el de otoño el de menor valor.

Las fincas O-M y AEC son las que se mantuvieron con valores más altos y más estables en todos los periodos a diferencia de las fincas MIN-MAN y CVC que tuvieron un comportamiento más variado y con menos valores entre los periodos.

Los microorganismos cumplen la función de descomponer los residuos orgánicos del suelo, por lo que es de crucial importancia estudiar su actividad de manera estacional, también para que puedan cumplir todo este proceso necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación ya que estos factores determinan las variaciones de respiración microbiana (Acosta *et al.*, 2006 y Zhu *et al.*, 2009).

La respiración microbiana es variable en tiempo y espacio, por lo tanto es importante conocer los factores que determinan esta variación para lograr una sustentabilidad del sistema (Zhu *et al.*, 2009).

Bae *et al* (2013) hicieron un estudio de comparación en las variaciones estacionales de respiración microbiana del suelo en un bosque secundario y dos sistemas agroforestales dominados por *Gmelina arborea* y *Dipterocarps* en Filipinas, encontraron que la respiración del suelo fue generalmente mayor en la estación húmeda que en la seca.



**Figura 32: Respiración microbiana acumulada en 21 días en las cuatro estaciones del año de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en cuatro fincas cafetaleras con diferente manejo.**

Valores con la misma letra en el mismo periodo, son estadísticamente similares con base a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Las barras de error indican la desviación estándar. O-M= Organo Mineral, MIN-MAN= Agroecológico con mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico, P= Primavera, V= Verano, O= Otoño, I= Invierno. DMS= Diferencia mínima significativa.

## **Contraste de resultados con hipótesis**

La hipótesis general que se plantea en la investigación “La sustentabilidad de los cafetales de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz está en función de las prácticas agroecológicas que se lleven a cabo en el agroecosistema no se rechaza. Porque los resultados obtenidos en la evaluación *in situ* del suelo donde se estudió calidad del suelo, salud de los cultivos y diversidad vegetal; al igual que en las variables químicas, físicas y biológicas del suelo por finca cafetalera y por estación del año, la finca con valores más óptimos de sustentabilidad fue la finca agroecológica.

La hipótesis particular que se plantea en la investigación “el manejo del cafetal influye en la calidad de vida de los productores de Pochotitan” no se rechaza. Porque los resultados obtenidos en el cuestionario muestran que algunos productores si difieren su opinión en algunos parámetros de calidad de vida con respecto al tipo de sistema de producción con el que cuentan.

La hipótesis particular que se plantea en la investigación “La sustentabilidad y la calidad del suelo están en función del manejo que se lleve a cabo en el cafetal” no se rechaza, debido a que los análisis estadísticos destacaron diferencias significativas y altamente significativas entre fincas con diferente manejo en varios indicadores de sustentabilidad.

La hipótesis particular que se plantea en la investigación “Las fincas con mayor diversidad y salud de los cultivos son las más eficientes en la producción de café” se rechaza. Esto debido a que las fincas MIN-MAN y O-M fueron las que presentaron mayor valor de diversidad vegetal y la finca O-M fue la que presentó mayor salud de cultivos *in situ*, sin embargo no fueron las más productivas de café.

## V. CONCLUSIONES

La sustentabilidad de los cafetales de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz está en función de las prácticas agroecológicas que se lleven a cabo en el agroecosistema.

Las fincas tienen similar número de árboles de café y los rendimientos son bajos con respecto a otras regiones cafetaleras, las variedades de café con las que cuentan son Caturra, Mundo novo y Costa Rica. Las principales afectaciones que presentan los productores en las fincas cafetaleras son la roya y la broca.

El cultivo de plátano y cítrico son los cultivos de sombra para el café, sin embargo la finca agroecológica con mínimo manejo y agroecológica presentan más diversificación de sombra para el café con otro tipo de árboles: frutales, maderables, ornamentales, etc.

Un aspecto importante que se consideró en esta investigación fue el sentir de los productores de café sobre la actividad que ellos realizan, resaltando que el manejo del cafetal si influye en la calidad de vida de los productores.

Se encontraron diferencias de contenido de carbón orgánico, materia orgánica, fósforo, sodio, calcio y magnesio entre fincas cafetaleras en algunas estaciones del año.

Se identificaron variaciones de carbón orgánico, materia orgánica, nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico, sodio, calcio, magnesio y pH entre estaciones del año en algunas fincas cafetaleras.

La finca agroecológica y la organo-mineral se encuentran dentro de rango agroecológico de acuerdo a la evaluación in situ.

Según el índice de Sorensen la finca organo-mineral fue la que compartió más especies vegetales con todas las fincas en todas las estaciones.

La respiración microbiana varió de acuerdo a la estación del año y localización de las fincas cafetaleras. La finca agroecológica presentó los valores más altos de actividad microbiana.

## VI. LITERATURA CITADA

- Acosta, Y., Cayama, J., Gómez, E., Reyes, N., Rojas, D., García, H. (2006). Respiración microbiana y prueba de fitotoxicidad en el proceso de compostaje de una mezcla de residuos orgánicos. *Multiciencias*, 6, 220–227.
- Akaki. P. (2009). LOS ESPACIOS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ SUSTENTABLE EN MÉXICO EN LOS INICIOS DEL SIGLO XXI. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, vol. 4, núm. 7, pp. 116-156 Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México.
- Altieri, M.A.; Nicholls, C.I. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de sostenibilidad en cafetales. *Agroecología*, 64:19-24.
- Alulima, M. C. (2012). Alternativas agroecológicas para el cultivo de café. Universidad de Cuenca, facultad de ciencias agropecuarias. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3251/1/TESIS.pdf>
- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañan, L., Ceballos, G. (2013). La Sigatoka negra en plátano y banano. Centro Internacional de agricultura tropical.
- Bae, K., Koo, D., Timothy, L., y Lee, Y. (2013). Seasonal variation of soil respiration rates in a secondary forest and agroforestry systems. *Agroforest Syst*, 87, 131–139. <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9530-8>
- Barrón, M., H. J. (2014). Productores y cortadores de naranja , una relación fallida . El municipio de Álamo Temapache , Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6), 1097–1109.
- Bedoya, M. y Salazar, R. (2014). Optimización del uso de fertilizantes para el cultivo de café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2012), 1433–1439.
- Benitez, E., Jaramillo, J., Escobedo, S., Mora, S. (2015). Caracterización de la producción y del comercio de café en el municipio de Cuetzalan, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(2), 181–198.
- Boggiano, P., Berreta, E. (2000). Factores que afectan la biodiversidad vegetal del campo natural. XXI Reuniao Do Grupo Técnico Em Forrageiras Do Cone Sul - Grupo Campos Desafios e Oportunidades Do Bioma Campos Frente a Expansao e Intensificat;Ao Agrícola.



- CAFÉS DE MÉXICO (2015). Consultado 1/05/2017. Recuperado de <http://www.cafesdemexico.com/index.php/19-revistas/34-cafes-de-mexico-diciembre-2014-enero-2015.html>
- Calderón, A., Moreno, M., & Barra, E. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, 36(5), 605–620.
- Canto, B. (2013). Programa Integral para el Manejo del Cultivo de Plátano , Impulsando las Buenas Prácticas de Campo e Inocuidad Basados en la Investigación y Aplicación de Herramientas Biotecnológicas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 31, 38–39.
- Cárcamo N., Vázquez, V., Zapata, E., Nazar, A. (2010). Género, trabajo y organización. Mujeres cafetaleras de la unión de productores orgánicos San Isidro Siltepec, Chiapas. *Estudios Sociales*, 18(36), 156–176.
- Cardona, D. y Sadeghian, S. (2005). Ciclo de nutrimentos y actividad microbiana en cafetales a libre exposición solar y con sombrío de *Inga spp.* 56(2), 127–141.
- Cardona, D., Sadeghian, S. (2005). Evaluación de propiedades físicas y químicas de suelos establecidos con café bajo sombra y a plena exposición solar. *CENICAFÉ*, 56(4), 348–364.
- Castellanos, J.Z.; J.X. Uvalle-Bueno y A. Aguilar S. 2000 Manual de. Interpretación de Análisis de suelo y agua 2ª. Edición, México. Pag. 34-51.
- Celaya, M., Castellanos, A. (2011). MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO EN EL SUELO DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS. *Terra Latinoamericana*, vol. 29, núm. 3, pp. 343-356
- Celis, J., Sandoval, M., y Zagal, E. (2009). Actividad respiratoria de microorganismos en un suelo patagónico enmendado con lodos salmonícolas. *Arch Med Vet*, 279, 275–279.
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2014). Producción y mercado de café en el mundo y en México, 1–18.
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2018). El café en México diagnóstico y perspectiva. Secretaría de Economía.

- Centro Nacional de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Café (CENACAFE) (2016). Consultado 16/04/19. Recuperado de: <http://www.cenacafe.org.mx/lineas.html>
- Cepeda, J., Gómez, D., Nicholls, C. (2014). La estructura importa: abejas visitantes del café y estructura agroecológica principal (EAP) en cafetales. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(December), 241–250.
- Collet, L; Jiménez, J; Azzu, N. (2007). La biodiversidad agrícola, contexto internacional, definición y servicios ecológicos – ejemplos de América Central. Servicio de semillas y recursos fitogenéticos (AGPS, FAO).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2015. Consultado 17/05/19. Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/pdf/bosques\\_selvas\\_cafes\\_chiapas.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/pdf/bosques_selvas_cafes_chiapas.pdf)
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (CEIEG). (2016). Consultado 12/04/2019. Recuperado de: <http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2016/05/Tlapacoyan.pdf>
- Cruz, A., Barrera, J., Jimenez, J., Valenzuela, J., Cruz, P., Cerdán, C., Alvarado, C. (2017). Evaluación de tres tipos de trampas, efecto de altura y evaporación del atrayente para la broca de café *Hypothenemus hampei* en la finca Vegas, Veracruz, México. *Fitosanidad*, 21(2), 53–60.
- Cruz, R., Leos, J., Uribe, M., Rendón, R. (2016). Evaluación financiera y socioeconómica del sistema agroforestal tradicional café-plátano-cítricos en Tlapacoyan, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16, 3287–3299.
- Cruz, R., Uribe, M., Leos, J., Rendón, R., Cruz, A. (2015). Tipología de unidades de producción familiar del sistema agroforestal tradicional café-plátano-cítricos en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(3), 323–324.
- Chavarria, N., Tapia, A., Soto, G., Virginio, E. (2012). Efecto de diferentes sistemas de manejo sobre la calidad del suelo, en fincas cafetaleras de la zona de Turrialba y Orosi. *Inter Sedes*, 13(January), 85–105.

- DEHUM (2009). Departamento de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia. Tema 3. ANOVA y tablas de Contingencia. Consultado el 01 de febrero de 2019. Recuperado en: <https://www.um.es/documents/4874468/10368639/emc.tema3.pdf/ba8fe3c9-6a41-4cf1-bc60-9c6e26268d9a>
- Di Ciocco, A., Sandler, V., Falco, L., Coviella, C. (2014). Actividad microbológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico- químicas. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 46, 73–85.
- Durango, W., Uribe, L., Henríquez, C., Mata, R. (2014). Respiración , biomasa microbiana y actividad fosfatasa del suelo en dos agroecosistemas y un bosque en turrialba. *Agronomía Costarricense*, 39(1), 37–46.
- Escamilla, E., Escamilla, S., Gómez, J., Tuxtla, M., Ramos, J., Pino, J. (2012). Uso tradicional de tres especies de insectos comestibles en agroecosistemas cafetaleros del estado de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 101–109.
- Escamilla. P; Ruíz. R; Díaz. P; Landeros. S; Platas. R; Zamarripa. C; Gonzáles. H. (2005). El agroecosistema café orgánico en México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* No. 76p . 5-16.
- Eyherabide, M., Saíenz, H., Barbieri, P., Echeverría, E. (2014). COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA DETERMINAR CARBONO ORGÁNICO EN SUELO. *CIENC SUELO (ARGENTINA)* 32(1): 13-19, 2014.
- Ferreras, L., Toresani, S., Bonel, B., Fernández, E., Bacigalupo, S., Faggioli, V y Beltán. (2009). Parámetros químicos y biológicos como indicadores de calidad del suelo en diferentes manejos. 27(C), 103–114.
- Figuroa, E., Pérez, F., Godínez, L. (2015). La producción y el consumo del café. ECORFAN.
- Figuroa, E., Pérez, F., Montoya, L. (2019). Importancia de la comercialización del café en México, 4–7.
- Fonseca. S. (2006). El café de sombra: un ejemplo de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*, núm. 80, pp. 19-31. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Distrito Federal, México.
- García, R., Ochoa, O. (n.d.). ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL CAFÉ ( *Coffea arabica*) EN VENEZUELA.
- García, Y., Ramírez, W., Sánchez, S.(2012). Indicadores de la calidad de los

- suelos : una nueva manera de evaluar este recurso., 35(2), 125–138.
- Geissert, D., Barois, I. (2012). ¿Cupe importancia tiene conocer la acidez del suelo? INECOL A.C.
- Gerónimo, J., Torres, M., Pérez, M., De la Cruz, A., Ortiz, C., Capetillo, S. (2016). Caracterización de aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* y su patogenicidad hacia *Hypothenemus hampei*, en Tabasco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 28–35.
- Gisbert, J., Ibañez, S., Moreno, H. (2010). La textura de un suelo. Departamento de producción vegetal, Escuela técnico superior de ingenieros agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia.
- Gliessman, S. 1998. *Agroecology: ecology processes in sustainable agriculture*, ANNN Arbor Press, Michigan, pp. 369.
- Gliessman, S.R. (2002). *Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura sostenible*. Turrialba, Costa Rica. ISBN 9977-57-385-9. Obtenido de <http://caminosostenible.org/wpcontent/uploads/BIBLIOTECA/Agroecologia.Pprocesos%20Ecologicos%20en%20Agricultura%20Sostenible.pdf> Consultado 24/07/2016
- Gómez, A., Williams, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 7–15.
- Gómez, I., Pérez, E., Escamilla, E., Martínez, M. Carrión, G., Hernández, T. (2017). Selección in vitro de microparásitos con potencial de control biológico sobre roya del café (*Hemileia vastatrix*). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36(1), 172–183. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1708-1>
- Guerrero, P., Quintero, R., Espinoza, V., Benedicto y Sánchez, M. (2012). Respiración de CO<sub>2</sub> como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de Lupinos. *TERRA*, 30, 355–362.
- Hernandez, J., Nava, M., Díaz, S., Pérez, E., Escamilla, E. (2011). Migración internacional y manejo tecnológico del café en dos comunidades del centro de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 807–818.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., Baptista-Lucio, P. (2010) *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Quinta edición por McGRAW – HILL.
- Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. (2004).

Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. 185-204 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI). (2009). Consultado 15/06/2019. Recuperado de: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/30/30183.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/30/30183.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI). (2015). Consultado 15/06/2019. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=30&mun=183>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2013) CAFETICULTURA EN LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ. Diagnóstico , productividad y servicios ambientales Centro de Investigación Regional Golfo Centro, 1–36.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2017). Directorio. Agenda Técnica Veracruz.

Jha, S., Bacon, C. M., Philpott, S. M., Rice, R. A., Méndez, V. E., & Läderach, P. (2011). A Review of Ecosystem Services , Farmer Livelihoods , and Value Chains in Shade Coffee Agroecosystems. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1309-3>

León, J., Mora, J. (2012). Evaluación de la sustentabilidad de cafetales en Caldas, Colombia. *Agroforestería Neotropical*, (2), 68–78.

Lerch, R. N., K. A. Barbarick, L. E. Sommers, and D. G. Westfall. 1992. Sewage sludge proteins as labile carbon and nitrogen sources. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 56: 1470-1476

Leyequien, E., Toledo, V. (2009). Floras y aves de cafetales: ensambles de biodiversidad en paisajes humanizados. *Biodiversitas*, 83, 7–10.

López, A., Williams, L. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, núm. 78, pp. 7-15

López, F., Escamilla, E., Zamarripa, A., Cruz, J. (2016). Producción y calidad en variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Rev. Fitotec. Mex.*, 39(3), 297–304.

- Machado, M., Nicholls, C., Márquez, S., Turbay, S. (2015). Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce , Colombia , con un enfoque agroecológico. *IDESIA*, 33(1), 69–84.
- Machado, M., Rios, L. (2016). Sostenibilidad en agroecosistemas de café de pequeños agricultores : revisión sistemática. *IDESIA*, 34, 15–24.
- Manzo, G., Orozco, M., Martínez, L., Garrido, E., Canto, B. (2016). Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano ( *Musa sp.* ) en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 32, 89–107.
- Mariel, A. y Noel, N. (2010). El café y sus diversas aplicaciones en la pastelería. (Trabajo Final de la Carrera Técnico Superior en Gestión Gastronómica). Instituto Superior N° 4044 “SOL” Seminario de Integración.
- Martínez, M., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., Cruz, A. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla , México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 15–40.
- Medrano, S., Serra, C., García, B., Camilo, J. (2010). Caracterización de la flora y fauna de las zonas cafetaleras de Juancalito y Soliman. *Proceedings of the Caribbean Food Crops Society*, 46, 132–144.
- Meraz, J.M. (2018). PROPUESTA DE UN SISTEMA DE OBJETOS DE APRENDIZAJE ABIERTOS (SiGOAA) BASADO EN LA METODOLOGÍA PADDIEM. Tesis inédita de Maestría en Ciencias. Programa de Socioeconomía, Estadística e Informática- Cómputo Aplicado. Colegio de Postgraduados. pp 136-145
- Merlín, Y. (2016). Café sustentable , más allá de su producción y exportación. *El Gourmet*, 27–32.
- Moguel, P. y V.M. Toledo. (1999). Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13(4): 11-21.
- Moguel, P., Soto, L. (2013). Tome café, tome conciencia: concepto, principios y ética de la cafecultura sustentable. 18-21.
- Mostacedo, B., Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible.
- Nava, M. (2012). Migración internacional y cafecultura en Veracruz , México. *Migraciones Internacionales*, 6, 139–171.

- Navarrete, A., Vela, G., López, J., Rodríguez, M. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. *Contactos*, 80, 29–37.
- Navarrete, A., Vela, G., López, J., Rodríguez, M. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. *Contactos*, 80, 29–37.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2003) Consultado 18/05/2019. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s00.htm#Contents><http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s00.htm#Contents>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2009) Consultado 18/05/2019. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2012) Consultado 18/05/2019. Recuperado de: [https://www.fao-evaluacion.org.mx/rn/ind\\_fin/suelos/Documento\\_metodologico\\_suelos\\_20121212.pdf](https://www.fao-evaluacion.org.mx/rn/ind_fin/suelos/Documento_metodologico_suelos_20121212.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2018) Consultado 24/11/2018. Recuperado de: [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s06.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2018) Consultado 24/11/2018. Recuperado de: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2018) Consultado 24/11/2018. Recuperado de: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-biologicas/es/>
- Organización Internacional del Café (OIC). (2018). Igualdad de género en el sector cafetalero. Consejo Internacional Del Café.
- Orozco, A., Valverde, M., Martínez, R., Chávez, C., Benavidez, R. (2016). Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana* 34: 441-456.
- Pájares, S., Gallardo, J., Etchevers, J. (2010). Indicadores bioquímicos en suelos de un transecto altitudinal en el eje neovolcánico mexicano. *Agrociencia* 44,

261–274.

- Palomares. R; Gonzalez. S; Mireles. R- (2012). Investigación café orgánico en México. Consultado 5/11/17. Recuperado de: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/05/cafe-organico-terminado.pdf>
- Paolini, J. E. (2017). Actividad microbiológica y biomasa microbiana en suelos cafetaleros de los Andes venezolanos. *Terra Latinomaericana*, 36, 13–22.
- Pulido, M., Lobo, D., Lozano, Z. (2009). ASOCIACIÓN ENTRE INDICADORES DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL Y LA MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS AGRÍCOLAS DE VENEZUELA. *Agrociencia* 43: 221-230.
- Rivera, M., Nikolskii, I., Castillo, M., Ordaz, V., Díaz, G., Guajardo, R. (2013). Vulnerabilidad de la producción del café (*Coffea arabica* L.) al cambio climático. *Terra Latinoamericana*, 31, 305–313.
- Robles, H. (2011). Los Productores de Café en México : Problemática y Ejercicio del Presupuesto. Reporte 14.
- Romero, M., Santa María, D., Zafrán, C. (2009). BIOINGENIERÍA Y SUELO: ABUNDANCIA MICROBIOLÓGICA, pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA BAJO TRES ESTRATOS DE EROSIÓN. *Umbral Científico*, núm. 15, junio, 2009, pp. 67-74
- Roncancio. A. (2012). Caficultura y desarrollo sostenible en el municipio de Córdoba, Quindío. Tesis de Maestría. Facultad de ciencias contables, económicas y administrativas. Universidad de Manizales, Colombia.
- Rosas, J., Escamilla, E., Ruiz, O. (2008). Relación de los nutrimentos del suelo con las características físicas y sensoriales del café orgánico. *Terra Latinoamericana*, 26, 375–384.
- Rubio, A. (2010). La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornoques. Proyecto Fin de Carrera.
- Rubio, J.(2012). Las propiedades químicas de los suelos. Consultado 12/0517. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/jhonjairorubio/las-propiedades-quimicas-del-suelo>
- Ruelas, L., Nava, M., Cervantes, J., Barradas, V. (2014). Importancia ambiental de los agroecosistemas cafetaleros bajo sombra en la zona central montañosa del estado de Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 20(3), 27–40.



- Salamanca, A., Sadeghian, S., Amézquita, E. (2004). Densidad aparente de dos suelos de la zona cafetera y efecto sobre el crecimiento del cafeto. *CENICAFÉ*, 55(4), 330–340.
- Salgado, R. (2014). Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos. *Estudios Sociales*, 23, 114–140.
- Sánchez, M., Morales, V., Bucio, L., Díaz S. (2015). PRODUCCIÓN DE HUEVO EN CAFETALES: UNA OPCIÓN DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA. *Agroproductividad*. 72-75
- Sánchez, S., Mendoza, A., García, R. (2017). Diversificación de la sombra tradicional de cafetales en Veracruz mediante especies maderables. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(40), 7–17.
- Sarandón, S., Flores, C. (2009). EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN AGROECOSISTEMAS: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA. *Agroecología* 4: 19-28,
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2009). Consultado 17/06/2009. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura#341>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2010). Consultado 5/11/17. Recuperado de: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/2010/abril/Documents/B150.pdf>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2015). Consultado 7/11/17. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/comercio-exterior-del-cafe-mexicano>
- Susan, P., Noa, J., Flores, N. (2017). Estado del Cultivo de Plátano (*Musa sp*) en el Municipio de Tlapacoyan, Veracruz. *UV Serva*, (4), 81–83.
- Urbina, E. (2015). Propiedades físicas del suelo. Unidad de aprendizaje: edafología. Centro Universitario UAEM Tenazingo, Universidad Autónoma del estado de México.
- Valbuena, O., Rodríguez, W., Suárez, J. (2017). Calidad de suelos bajo dos esquemas de manejo en fincas cafetaleras del sur de Colombia. *Agron. Mesoam.*, 28(1), 131–140. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21092>
- Valencia, G. (1999). Fisiología, Nutrición y Fertilización del cafeto.

- Vallejo, V. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. *Colombia Forestal*, 16, 83–99.
- Vázquez, I., Castillo, O., Valdez, J., Zavala, J., M. J. (2011). Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños héroes, Tenosique, Tabasco, México. *Polibotánica*, 32, 41–61.
- Velmourougane, K. (2015). Shade Trees Improve Soil Biological and Microbial Diversity in Coffee Based System in Western Ghats of India. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s40011-015-0598-6>
- Velzasco, A. (2014). Estabilidad de los agregados de un suelo quemado a diferentes intensidades de fuego dieciocho años después de un incendio forestal. *Cuadernos de investigación geográfica*, 40 (2), 333-352.
- Vicencio, L. (2011). La investigación en las ciencias sociales. México: Trillas, 172 p.
- Villatoro, M. O. L. (2014). Diagnostico Agroecológico de cafetales orgánicos en San Bartolomé, Loxicha, Pochutla, Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México, México.
- Villavicencio, L., Valdez, J. (2003). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San miguel, Veracruz, México. *Agrociencia*, 37(1996), 413–423.
- Zhu, J., Yan, Æ. Q., Fan, Æ. A., Yang, K., y Hu, Æ. Z. (2009). The role of environmental , root , and microbial biomass characteristics in soil respiration in temperate secondary forests of Northeast China. *Trees*, 23, 189–196. <https://doi.org/10.1007/s00468-008-0267->

## ANEXOS

### Colegio de Postgraduados

#### Maestría en Agroecología y Sustentabilidad

Lic. Jonathan Edilberto Márquez de la Cruz

Cuestionario sobre el nivel de sustentabilidad de las fincas en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.

Los datos obtenidos en este cuestionario se utilizarán con fines académicos. La investigación forma parte del proyecto de tesis para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Agroecología y Sustentabilidad en el Colegio de Postgraduados, Montecillo.

**Objetivo:** Evaluar la sustentabilidad de cafetales en fincas de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.

**Instrucciones generales:** Lea y conteste cada una de las preguntas de cada sección.

#### I PREGUNTAS SOCIODEMOGRÁFICAS

**Objetivo:** Obtener datos sociodemográficos de los agricultores en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.

**Instrucciones:** Escriba la respuesta de las siguientes preguntas, en algunas de ellas existen paréntesis ponga una (x) donde corresponda.

\_\_\_ P01. Nombre del entrevistado (Opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_ P02. Edad (Años cumplidos): \_\_\_\_\_

\_\_\_ P03. Género: 1. ( ) Masculino. 2. ( ) Femenino.

\_\_\_ P04. Estado Civil:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) Soltero.

2. ( ) Casado.

3. ( ) Unión libre.

4. ( ) Otro. (Especifique). \_\_\_\_\_

\_\_\_ P05. Máximo de estudio de la persona entrevistada:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) Sin educación/primaria incompleta.

2. ( ) Primaria terminada.

3. ( ) Secundaria incompleta.

4. ( ) Secundaria terminada.

5. ( ) Preparatoria incompleta.

6. ( ) Preparatoria terminada.

7. ( ) Universidad incompleta. (Especifique carrera) \_\_\_\_\_

8. ( ) Universidad terminada. (Especifique carrera) \_\_\_\_\_

9. ( ) Otro. (Especifique.) \_\_\_\_\_

\_\_\_ P06. Lugar de nacimiento: \_\_\_\_\_

\_\_\_ P07. Años trabajando la finca: \_\_\_\_\_

## II PLAN DE MANEJO DE LA FINCA EN POCHOTITAN, TLAPACOYAN, VERACRUZ.

**Objetivo:** Describir el plan de manejo de las fincas cafetaleras en Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz.

P08. Encargados en el manejo de la finca.  
(Elija una o varias opciones).

\_\_\_ P0801. ( ) Padre.

\_\_\_ P0802. ( ) Madre.

\_\_\_ P0803. ( ) Abuelo (a).

\_\_\_ P0804. ( ) Hijo (a).

\_\_\_ P0805. ( ) Tío (a).

\_\_\_ P0806. ( ) Otro (Especifique). \_\_\_\_\_

\_\_\_ P09. Tiempo de encargado en el manejo de la finca.  
(Elija una sola opción).

1. ( ) 1-2 años

2. ( ) 3-5 años.

3. ( ) 6-10 años.

4. ( ) 11-20 años.

5. ( ) Más de 20 años

P10. Opine sobre la frecuencia del trabajo de las siguientes personas en su finca:  
(Marque con una "x" cada ítem según su opinión).

	Ítems	1.-Nunca	2.-Muy poco	3.-Poco	4.- Constantemente	5.-Siempre
___P1001	Papá					
___P1002	Mamá					
___P1003	Hijos					
___P1004	Hijas					
___P1005	Tíos					
___P1006	Tías					
___P1007	Abuelos					
___P1008	Abuelas					
___P1009	Otro (especifique)					

\_\_\_ P11. La tierra que tiene para producir en su finca es:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) Propia.

2. ( ) Ejidal.

3. ( ) Comunal.  
 4. ( ) Otra (Especifique).\_\_\_\_\_

P12. Actividades agropecuarias desarrolladas en la finca y alrededor de ella.  
 (Elija una o varias opciones).

- \_\_\_ P1201. ( ) Agricultura.  
 \_\_\_ P1202. ( ) Ganadería.  
 \_\_\_ P1203. ( ) Avicultura.  
 \_\_\_ P1204. ( ) Apicultura.  
 \_\_\_ P1205. ( ) Pesca.  
 \_\_\_ P1206. ( ) Otro (Especifique). \_\_\_\_\_

P13. ¿Cuál es el rendimiento, venta y autoconsumo de sus cultivos en su finca?  
 (Especifique en animales y cultivos).

Cultivo	Rendimiento (Kg)	Venta (Kg)	Autoconsumo (Kg)
Café	1301a _____	1301b _____	1301c _____
Cítrico	1302a _____	1302b _____	1302c _____
Plátano	1303a _____	1303b _____	1303c _____
Otro (especifique)_____	1304a _____	1304b _____	1304c _____

P14. Describa los meses del año con mayor y menor producción y beneficios económicos:  
 (Marque con una "x" cada ítem según su opinión).

	Cultivo	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Meses del año con más producción	Café 14a01__												
	Cítrico 14a02__												
	Plátano 14a03__												
Meses del año con menor producción	Café 14b01__												
	Cítrico 14b02__												
	Plátano 14b03__												
Meses del año con mayor beneficio económico	Café 14c01__												
	Cítrico 14c02__												
	Plátano 14c03__												
Meses del año con menor beneficio económico	Café 14d01__												
	Cítrico 14d02__												
	Plátano 14d03__												

P15. Insumos utilizados en el manejo de su finca:  
 (Marque con una "x" cada ítem según su opinión).

Ítems		1.-Nada	2.-Muy poco	3.-Poco	4.-Mucho	5.-Demasiado
___ P1501	Fertilizante químico					
___ P1502	Herbicida químico					
___ P1503	Fungicida químico					
___ P1504	Insecticida químico					
___ P1505	Compostas					
___ P1506	Estiércol animal					
___ P1507	Biopreparados					
___ P1508	Caldos minerales					
___ P1509	Otro (especifique)___					

P16. ¿Cuántos árboles de plátano, café y cítricos tienen y renuevan en un año?  
(Ponga la cantidad en el Cuadro).

Ítems	Número en la finca	Número renovaciones por año
Café	1601a _____	1601b _____
Cítrico	1602a _____	1602b _____
Plátano	1603a _____	1603b _____
Otro (especifique)_____	1604a _____	1604b _____

P17. ¿Qué variedades de café tiene en su finca y cuál es el número por tipo de variedad?  
(Elija una o varias opciones y escriba el número sobre la línea)

___ 170101 ( ) Mundo Novo	___ 170102 ¿Cuántas? _____
___ 170201 ( ) Caturra	___ 170202 ¿Cuántas? _____
___ 170301 ( ) Bourbon	___ 170302 ¿Cuántas? _____
___ 170401 ( ) Catimor	___ 170402 ¿Cuántas? _____
___ 170501 ( ) Costa Rica	___ 170502 ¿Cuántas? _____
___ 170601 ( ) Otro (especifique) _____	___ 170602 ¿Cuántas? _____

P18. ¿Qué variedades de plátano tiene en su finca y cuál es el número por tipo de variedad?  
(Elija una o varias opciones y escriba el número sobre la línea)

___ 180101 ( ) Dominicó	___ 180102 ¿Cuántas? _____
___ 180201 ( ) Bolsano	___ 180202 ¿Cuántas? _____
___ 180301 ( ) Morado	___ 180302 ¿Cuántas? _____
___ 180401 ( ) Macho	___ 180402 ¿Cuántas? _____
___ 180501 ( ) Otro (especifique) _____	___ 180502 ¿Cuántas? _____

P19. ¿Qué variedades de cítrico tiene en su finca y cuál es el número por tipo de variedad?  
(Elija una o varias opciones y escriba el número sobre la línea)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 190101 ( ) Tangerina                | <input type="checkbox"/> 190102 ¿Cuántas? _____ |
| <input type="checkbox"/> 190201 ( ) De azúcar                | <input type="checkbox"/> 190202 ¿Cuántas? _____ |
| <input type="checkbox"/> 190301 ( ) Valencia                 | <input type="checkbox"/> 190302 ¿Cuántas? _____ |
| <input type="checkbox"/> 190401 ( ) Otro (especifique) _____ | <input type="checkbox"/> 190402 ¿Cuántas? _____ |

P20. Describa plan de manejo de café de su finca.

P20a1. Plagas del café. (Elija una o varias opciones).

- P20a101 ( ) Broca  
 P20a102 ( ) Minador de la hoja  
 P20a103 ( ) Palomilla de la raíz  
 P20a104 ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P20a2. Control de plagas de café. (Elija una o varias opciones y escriba cuales plagas sobre la línea)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> P20a20101 ( ) Químico   | <input type="checkbox"/> P20a20102 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P20a20201 ( ) Físico    | <input type="checkbox"/> P20a20202 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P20a20301 ( ) Biológico | <input type="checkbox"/> P20a20302 ¿Cuáles? _____ |

P20b1. Enfermedades del café. (Elija una o varias opciones).

- P20b101 ( ) Roya  
 P20b102 ( ) Antracnosis  
 P20b103 ( ) Ojo de gallo  
 P20b104 ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P20b2. Control de enfermedades de café. (Elija una o varias opciones y escriba cuales enfermedades sobre la línea)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> P20b20101 ( ) Químico   | <input type="checkbox"/> P20b20102 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P20b20201 ( ) Físico    | <input type="checkbox"/> P20b20202 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P20b20301 ( ) Biológico | <input type="checkbox"/> P20b20302 ¿Cuáles? _____ |

P20c. Tipo de poda realizada al café. (Elija una o varias opciones).

- P20c01 ( ) Formación  
 P20c02 ( ) Desarrollo  
 P20c03 ( ) Saneamiento  
 P20c03 ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P21. Describa plan de manejo de plátano de su finca.

P21a1. Plagas del plátano. (Elija una o varias opciones).

- P21a101 ( ) Tusa
- P21a102 ( ) Nematodo de la raíz
- P21a103 ( ) Barrenador
- P21a104 ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P21a2 Control de plagas de plátano. (Elija una o varias opciones y escriba cuales plagas sobre la línea)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> P21a20101 ( ) Químico   | <input type="checkbox"/> P21a20102 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P21a20201 ( ) Físico    | <input type="checkbox"/> P21a20202 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P21a20301 ( ) Biológico | <input type="checkbox"/> P21a20302 ¿Cuáles? _____ |

P21b1. Enfermedades del plátano. (Elija una o varias opciones).

- P21b101 ( ) Ahongado
- P21b102 ( ) Antracnosis
- P21b103 ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P21b2. Control de enfermedades del plátano. (Elija una o varias opciones y escriba cuales enfermedades sobre la línea)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> P21b20101 ( ) Químico   | <input type="checkbox"/> P21b20102 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P21b20201 ( ) Físico    | <input type="checkbox"/> P21b20202 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P21b20301 ( ) Biológico | <input type="checkbox"/> P21b20302 ¿Cuáles? _____ |

P21c. Tipo de poda realizada al plátano. (Elija una o varias opciones).

- P21c01 ( ) Formación.
- P21c02 ( ) Desarrollo.
- P21c03 ( ) Saneamiento.
- P21c04 ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P22. Describa plan de manejo del cítrico de su finca.

P22a1 Plagas del cítrico. (Elija una o varias opciones).

- P22a101 ( ) Seca palo.
- P22a102 ( ) Minador de los cítricos.
- P22a103 ( ) araña roja.
- P22a104 ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P22a2. Control de plagas del cítrico. (Elija una o varias opciones y escriba cuales plagas sobre la línea)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> P22a20101 ( ) Químico.   | <input type="checkbox"/> P22a20102 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P22a20201 ( ) Físico.    | <input type="checkbox"/> P22a20202 ¿Cuáles? _____ |
| <input type="checkbox"/> P22a20301 ( ) Biológico. | <input type="checkbox"/> P22a20302 ¿Cuáles? _____ |



P22b1. Enfermedades del cítrico. (Elija una o varias opciones).

- P22b101 ( ) Virus de la tristeza.  
 P22b102 ( ) Antracnosis.  
 P22b103 ( ) Negrilla.  
 P22b104 ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P22b2. Control de enfermedades del cítrico. (Elija una o varias opciones y escriba cuales enfermedades sobre la línea)

- P22b20101 ( ) Químico.  P22b20102 ¿Cuáles? \_\_\_\_\_  
 P22b20201 ( ) Físico.  P22b20202 ¿Cuáles? \_\_\_\_\_  
 P22b20301 ( ) Biológico.  P22b20302 ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

P22c. Tipo de poda realizada al cítrico. (Elija una o varias opciones).

- P22c01 ( ) Formación.  
 P22c02 ( ) Desarrollo.  
 P22c03 ( ) Saneamiento.  
 P22c04 ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P23. Describa el calendario de actividades de los diferentes cultivos que tiene en su finca: (Marque con una "x" cada ítem según su opinión).

ACTIVIDADES	CULTIVO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Poda	Café 23a01____												
	Cítrico 23a02____												
	Plátano 23a03____												
Control de malezas	Café 23b01____												
	Cítrico 23b02____												
	Plátano 23b03____												
Fertilización	Café 23c01____												
	Cítrico 23c02____												
	Plátano 23c03____												
Control de plagas	Café 23d01____												
	Cítrico 23d02____												
	Plátano 23d03____												
Control de enfermedades	Café 23e01____												
	Cítrico 23e02____												
	Plátano 23e03____												
Cosecha	Café 23f01____												
	Cítrico 23f02____												
	Plátano 23f03____												

P24. ¿Qué residuos inorgánicos tiene después de realizar actividades en su cafetal?

(Elija una o varias opciones).

- P2401. ( ) Plástico  
 P2402. ( ) Vidrio  
 P2403. ( ) Bolsas  
 P2404. ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

P25. ¿Dónde deposita estos residuos inorgánicos?

(Elija una o varias opciones).

- P2501. ( ) Basurero.  
 P2502. ( ) Drenaje.  
 P2503. ( ) finca.  
 P2504. ( ) Quemado.  
 P2505. ( ) Río.  
 P2506. ( ) Otro. (Especifique). \_\_\_\_\_

P26. ¿Qué mecanismos utiliza para evitar cierta contaminación por parte de los residuos?

(Elija una o varias opciones).

- P2602. ( ) Ninguno.  
 P2603. ( ) Lavar y tirar.  
 P2604. ( ) Quemar y tirar.  
 P2605. ( ) Reciclar.  
 P2606. ( ) Otro. (Especifique). \_\_\_\_\_

### III SUSTENTABILIDAD DE SUELOS DE CAFETALES DE POCHOTITAN, TLAPACOYAN, VERACRUZ.

**Objetivo:** Evaluar la calidad del suelo *in situ* en cafetales de fincas de Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz.

**Instrucción:** Explique sobre su tipo de suelo.

\_\_\_P27. Estructura de suelo:

(Elija una sola opción).

1. ( ) Suelo polvoso.
2. ( ) Suelo polvoso, se aprecian muy pocos gránulos visibles.
3. ( ) Suelo suelto con pocos gránulos que se rompen al aplicar presión suave.
4. ( ) Suelo con gránulos más visibles y que comienzan a mantener su forma después de aplicar cierta presión.
5. ( ) Suelo friable y granular, los agregados, mantienen la forma después de aplicar presión suave, aún humedecidos.
6. ( ) Otro (especifique) \_\_\_\_\_

\_\_\_P28. Compactación e infiltración de su suelo:

(Elija una sola opción).

1. ( ) Compacto, se anega.
2. ( ) Compacto, el agua se infiltra muy lentamente.
3. ( ) Presencia de capa compacta delgada, el agua se infiltra lentamente.
4. ( ) Suelo no compacto pero el agua aún mantiene cierta resistencia de infiltración.
5. ( ) Suelo no compacto, el agua se infiltra sin problema.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P29. Profundidad de su suelo:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) Subsuelo casi expuesto
2. ( ) Suelo superficial delgado, con menos de 10 cm.
3. ( ) Suelo más profundo de 10 a 20.
4. ( ) Suelo más profundo, con más de 20 a 30 cm.
5. ( ) Suelo muy profundo.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P30. Estado de residuos de su suelo:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) No hay presencia de residuos dentro de la finca.
2. ( ) Presencia de muy pocos residuos orgánicos que no se descomponen.
3. ( ) Presencia de residuos orgánicos que se descomponen muy lentamente.
4. ( ) Presencia de residuos que se descomponen con facilidad.
5. ( ) Presencia de residuos en gran cantidad que se descomponen con facilidad.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P31. Color y olor de su suelo:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) Suelo pálido, con mal olor.
2. ( ) Suelo pardo claro o rojizo, con poco olor.
3. ( ) Suelo más oscuro, con poco olor a tierra mojada.
4. ( ) Suelo oscuro con olor agradable a tierra mojada.
5. ( ) Suelo negro o pardo oscuro, con olor a tierra mojada.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P32. Retención de humedad de su suelo:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) No hay retención de humedad.
2. ( ) Se retiene muy poca humedad y se seca rápido.
3. ( ) Hay retención de humedad pero dura muy pocos días.
4. ( ) Suelo permanece seco solo durante la época seca.
5. ( ) Suelo mantiene humedad durante la época seca.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P33. Desarrollo de raíces de su suelo:

(Elija una sola opción).

1.  Las raíces se desarrollan superficialmente exponiendo a la acame de la planta
2.  Las raíces se desarrollan en no más de 10 cm de profundidad.
3.  Raíces con crecimiento en no más de 20 cm de profundidad.
4.  Raíces con un desarrollo más normal, algunas más profundas que otras.
5.  Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas, con abundante presencia de raíces finas.
6.  Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P34. Cobertura de su suelo:

(Elija una sola opción).

1.  No se permiten cultivos de cobertura.
2.  Hay pocos cultivos de cobertura.
3.  El suelo tiene un 50 % de cobertura.
4.  En el suelo hay cobertura y se selecciona.
5.  Toda la cobertura se selecciona.
6.  Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P35. Erosión de su suelo:

(Elija una sola opción).

1.  Erosión severa, se nota arrastre de suelo y presencia de cárcavas y canalillos.
2.  Erosión evidente.
3.  Erosión evidente pero poca.
4.  No hay mayores señales de erosión.
5.  El suelo no está erosionado.
6.  Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P36. Actividad biológica de su suelo:

(Elija una sola opción).

1.  Sin signos de actividad biológica, no se observan lombrices o invertebrados (insectos, arañas, centípidos, etc.)
2.  Se observan muy poca actividad biológica, solo algunas lombrices y artrópodos.
3.  Se observa una actividad biológica normal a las demás fincas en cuestión de lombrices e insectos.
4.  Mucha actividad biológica, abundantes lombrices y artrópodos.
5.  Amplia biodiversidad de organismos vivos y actividad de ellos.
6.  Otro (especifique)\_\_\_\_\_

#### **IV SALUD DEL CULTIVO DE CAFÉ EN FINCAS DE POCHOTITAN, TLAPACOYAN, VERACRUZ.**

**Objetivo:** Determinar la salud en cultivos de cafetales *in situ* de fincas de Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz.

**Instrucción:** Le pedimos que explique sobre la salud de su cafetal:

\_\_\_P37. Apariencia de su cafetal:

(Elija una sola opción).

1.  Cultivo clorótico o descolorido, con signos severos de deficiencia de nutrimentos
2.  Cultivo con decoloraciones amarillas o naranjas, con deficiencia solo de algunos nutrimentos.
3.  Cultivo verde claro, con algunas decoloraciones.
4.  Follaje verde intenso, sin signos de deficiencia.
5.  Cultivo sano y con brillo en las hojas.
6.  Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P38. Crecimiento de su cafetal:

(Elija una sola opción).

1.  Cultivo raquítrico.
2.  Cultivo nada denso y de crecimiento pobre, casi no hay desarrollo de ramas.
3.  Cultivo poco denso, de crecimiento pobre. Tallos y ramas cortas y quebradizas.
4.  Cultivo más denso, pero no uniforme y con ramas y tallos aún delgados.
5.  Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento, con ramas y tallos gruesos y firmes.
6.  Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P39. Resistencia o tolerancia a estrés (sequías, lluvias intensas, plagas, etc.) de su cafetal:

(Elija una sola opción).

1.  Susceptibles, la planta muere.
2.  Susceptibles, no se recuperan bien después de un estrés.
3.  Sufren en época seca o muy lluviosa, se recuperan lentamente.
4.  Soportan sequía y lluvias intensas, recuperación rápida.
5.  No hay ningún tipo de afectación después de lluvias o sequías intensas.
6.  Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P40. Incidencia de enfermedades de su cafetal:

(Elija una sola opción).

1.  Susceptibles, todo el cafetal se enferma.
2.  Susceptible a enfermedades, más del 50 % de plantas con síntomas.
3.  Entre 20-45% de plantas con síntomas de leves a severos.
4.  Resistentes, menos del 20% de plantas con síntomas leves.
5.  Resistente, menos del 5 % de plantas con síntomas leves.
6.  Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P41. Rendimiento de su cafetal:

(Elija una sola opción).

1.  Muy bajo con relación al promedio de la zona.

2. ( ) Bajo con relación al promedio de la zona.
3. ( ) Medio, aceptable con relación al promedio de la zona.
4. ( ) Bueno o alto, con relación al promedio de la zona.
5. ( ) Demasiado alto con relación al promedio de la zona.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

## V DIVERSIDAD VEGETAL EN FINCAS DE POCHOTITAN, TLAPACOYAN, VERACRUZ.

**Objetivo:** Establecer la diversidad vegetal de cultivos en cafetales *in situ* en fincas de Pochotitán, Tlapacoyan, Veracruz.

**Instrucción:** Le pedimos que nos oriente sobre la diversidad vegetal en su finca.

\_\_\_P42. Diversidad genética de su cafetal:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) Pobre, domina una sola variedad de café.
2. ( ) Muy baja, dos variedades
3. ( ) Baja, tres variedades.
4. ( ) Alta, cuatro variedades.
5. ( ) Demasiada, 5 o más variedades.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P43. Diversidad vegetal de su cafetal:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) Monocultivo sin sombra.
2. ( ) Con solo una especie de sombra.
3. ( ) Con dos especies de sombra.
4. ( ) Con tres especies de sombra
5. ( ) Con más de tres especies de sombra.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P44. Diversidad natural circundante de su cafetal:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) No hay cultivos de origen natural.
2. ( ) Rodeado por otros cultivos, campos baldíos o carretera.
3. ( ) Rodeado al menos en un lado por vegetación natural.
4. ( ) Rodeado al menos en un 50 % de sus bordes por vegetación natural.
5. ( ) Rodeado con más del 75 % de vegetación natural.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

\_\_\_P45. Tipo de sistema de manejo en que se encuentra su cafetal:  
(Elija una sola opción).

1. ( ) Monocultivo convencional, manejado con agroquímicos.
2. ( ) Monocultivo convencional con mínimas prácticas ecológicas.

3. ( ) Sistema de producción con una combinación de agroquímicos con productos ecológicos.
4. ( ) En transición a orgánico, con mínimo uso de agroquímicos.
5. ( ) Orgánico diversificado.
6. ( ) Otro (especifique)\_\_\_\_\_

**VI CALIDAD DE VIDA DE PRODUCTORES CON RESPECTO AL MANEJO DE LA FINCA EN POCHOTITAN, TLAPACOYAN, VERACRUZ.**

**Objetivo:** Estimar la calidad de vida de los productores con respecto al manejo de su finca en Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz.

**A. Bienestar emocional (BE).**

P46. Opine sobre la frecuencia de las siguientes emociones que siente por su finca. (Marque con una “x” cada ítem según su opinión)

Ítems		1. Nunca	2. Casi nunca.	3. Algunas veces	4. Frecuentemente	5. Siempre
___ P4601	Satisfecho					
___ P4602	Auto-reconocimiento					
___ P4603	Estresado					
___ P4604	Depresivo.					
___ P4605	Alegre					
___ P4606	Generoso					
___ P4607	Tranquilo					
___ P4608	Seguro					
___ P4609	Nervioso					
___ P4610	Motivado					
___ P4611	Ansioso					
___ P4612	Otro (especifique)					

**B. Relaciones interpersonales (RI).**

P47. Opine sobre la frecuencia según sus relaciones interpersonales con las siguientes personas en su comunidad. (Marque con una “x” cada ítem según su opinión).

Ítems		1. Mala	2. Regular	3. Buena	4. Muy buena	5. Excelente	No aplica
___ P4701	Familia						
___ P4702	Vecinos						
___ P4703	Amigos						
___ P4704	Otros productores						
___ P4705	Trabajadores dentro de mi finca.						
___ P4706	A una organización						
___ P4707	Personas de la comunidad						
___ P4708	Otro (especifique)_____						

P48. Opine sobre la frecuencia de actividades que realiza con personas de su comunidad. (Marque con una "x" cada ítem según su opinión).

Ítems		1. Nunca	2. Casi nunca.	3. Algunas veces	4. Frecuentemente	5. Siempre
<input type="checkbox"/> P4801	Fiestas del pueblo					
<input type="checkbox"/> P4802	Eventos deportivos					
<input type="checkbox"/> P4803	Eventos religiosos					
<input type="checkbox"/> P4804	Vacaciones con la familia					
<input type="checkbox"/> P4805	Convivio con amigos					
<input type="checkbox"/> P4806	Otro (especifique)					

### C. Bienestar Material (BM).

P49. Opine sobre la frecuencia de cómo gasta los ingresos que obtiene de su finca por las siguientes razones. (Marque con una "x" cada ítem según su opinión)

Ítems		1.-Nada	2.-Muy poco	3.-Poco	4.-Mucho	5.-Demasiado
<input type="checkbox"/> P4901	Alimentación					
<input type="checkbox"/> P4902	Educación					
<input type="checkbox"/> P4903	Salud					
<input type="checkbox"/> P4904	Vestimenta					
<input type="checkbox"/> P4905	Servicios básicos de vivienda					
<input type="checkbox"/> P4906	Eventos sociales					
<input type="checkbox"/> P4907	Jornales					
<input type="checkbox"/> P4908	Agua					
<input type="checkbox"/> P4909	Semillas					
<input type="checkbox"/> P4910	Plantas					
<input type="checkbox"/> P4911	Gasolina					
<input type="checkbox"/> P4912	Fertilizante					
<input type="checkbox"/> P4913	Plaguicidas					
<input type="checkbox"/> P4914	Equipo de trabajo					
<input type="checkbox"/> P4915	Capacitación					
<input type="checkbox"/> P4916	Celular					
<input type="checkbox"/> P4917	Televisión de plasma					
<input type="checkbox"/> P4918	Estéreo					
<input type="checkbox"/> P4919	Vehículo					
<input type="checkbox"/> P4920	Computadora					
<input type="checkbox"/> P4921	Tabletas					
<input type="checkbox"/> P4922	Horno de microondas					
<input type="checkbox"/> P4923	Refrigerador					
<input type="checkbox"/> P4924	Clima					
<input type="checkbox"/> P4925	Otro (especifique)					

P50. ¿Cuenta con algún otro ingreso diferente al de la finca?

1. ( ) Si.

2. ( ) No.



Si la respuesta es sí, conteste la pregunta 51 y 52 y si no pase a la pregunta 53.

P51. Labores extras que generan ingreso diferente al de la finca.  
(Elija una o varias opciones).

- \_\_\_ P5101. ( ) Salario de una empresa.  
 \_\_\_ P5102. ( ) Propietario de negocios.  
 \_\_\_ P5103. ( ) Venta de productos por catálogos (AVON, NICE, Andrea).  
 \_\_\_ P5104. ( ) Trabajo en alguna institución del gobierno.  
 \_\_\_ P5105. ( ) Jornaleros.  
 \_\_\_ P5106. ( ) Venta de mano de obra.  
 \_\_\_ P5119. ( ) Remesas de amigos y familiares en el extranjero.  
 \_\_\_ P5107. ( ) Otro. (Especifique). \_\_\_\_\_

\_\_\_ P52. Podría mencionar que porcentaje del total de su gasto sale de estas labores.  
(Elija una sola opción).

- 52.1 ( ) 10 %.  
 52.2 ( ) 20 %  
 52.3 ( ) 30 %  
 52.4 ( ) 40 %  
 52.5 ( ) Más de 50 %.

**D. Desarrollo personal (DP):**

\_\_\_ P53. Opine sobre la frecuencia de actividades que realiza para desarrollarse personalmente. (Marque con una "x" cada ítem según su opinión)

	Ítems	1. Nunca	2. Casi nunca.	3. Algunas veces	4. Frecuentemente	5. Siempre
___ P5301	Capacitación					
___ P5302	Acceso a nuevas tecnologías (celular, computadoras, equipo sofisticado de trabajo de campo, etc.)					
___ P5303	Oportunidades de aprendizaje					
___ P5304	Adaptarse a las situaciones.					
___ P5305	Desarrollo de trabajo competente					
___ P5306	Resolver problemas					
___ P5307	Otro (especifique) _____					

**E. Bienestar físico (BF).**

P54. Opine sobre la frecuencia de cómo se siente físicamente para desarrollar sus actividades agrícolas. (Marque con una "x" cada ítem según su opinión)

Ítems		1. Nunca	2. Casi nunca.	3. Algunas veces	4. Frecuentemente	5. Siempre
___ P5401	Cansado					
___ P5402	Con energía					
___ P5403	Saludable					
___ P5404	Con presión arterial alta					
___ P5405	Agitado					
___ P5406	Sin fuerzas					
___ P5407	Enfermo					
___ P5408	Otro (especifique)					

P55. Opine sobre la frecuencia de actividades que realiza para estar mejor físicamente. (Marque con una "x" cada ítem según su opinión).

Ítems		1. Nunca	2. Casi nunca.	3. Algunas veces	4. Frecuentemente	5. Siempre
___ P5501	Hábitos alimenticios saludables					
___ P5502	Caminar					
___ P5503	Correr					
___ P5504	Practicar algún deporte					
___ P5505	Aseo personal					
___ P5506	Visita al médico					
___ P5507	Trabajo					
___ P5508	Otro (especifique)					

#### F. Autodeterminación (AU).

P56. Opine sobre la frecuencia de poder de toma de decisiones en su vida personal. (Marque con una "x" cada ítem según su opinión)

Ítems		1. Nunca	2. Casi nunca.	3. Algunas veces	4. Frecuentemente	5. Siempre
___P5601	Elección de pasar tiempo libre con la familia					
___P5602	Elección de pasar tiempo libre consigo mismo.					
___P5603	Tener Intereses personales.					
___P5604	Defender sus ideas. opiniones					
___P5605	Defender opiniones.					
___P5606	Organizar la vida según su forma de pensar.					
___P5607	Tener metas en el trabajo					
___P5608	Decidir precio del cultivo.					
___P5609	Decidir insumos a utilizar.					
___P5610	Decidir forma de manejo.					
___P56011	Otra (especifique)_____					

\_\_\_P57. Estaría de acuerdo en cambiar su manejo con agroquímicos a otro donde se usen productos orgánicos y prácticas tradicionales.

1. ( ) Si.

2. ( ) No.

P58. ¿Por qué?  
(Especifique).

---



---

### **G. Inclusión social (IS).**

\_\_\_P59. Opine sobre la frecuencia de ideas que siente con respecto a las personas de su comunidad. (Marque con una "x" cada ítem según su opinión)

Ítems		1. Nunca	2. Casi nunca	3. Algunas veces	4. Frecuentemente	5. Siempre
___ P5901	Respetan sus ideas					
___ P5902	Lo integran dentro de la comunidad para actividades sociales.					
___ P5903	Respetan su religión.					
___ P5904	Siente apoyo.					
___ P5905	Lo informan sobre aspectos comunitarios					
___ P5906	Tiene problema en ir a cualquier parte de la comunidad					
___ P5907	Siente apoyo familiar.					
___ P5908	Existen barreras físicas, culturales o sociales para desempeñarse en la comunidad					
___ P5909	Es rechazado por los demás.					
___ P5910	Otro (especifique) _____					

\_\_\_ P60. Tienen apoyos gubernamentales:

1. ( ) Si.

2. ( ) No.

P61. Si su respuesta es afirmativa especifique cuales, sino seguir con la pregunta 62: (Elija una o varias opciones).

\_\_\_ P6101 ( ) \* Programa de fomento a la agricultura.

\_\_\_ P6102 ( ) \* Programa de Fomento Ganadero.

\_\_\_ P6103 ( ) Prospera.

\_\_\_ P6104 ( ) \* Programa de comercialización y Desarrollo de mercados.

\_\_\_ P6105 ( ) \* Programa de apoyo a pequeños productores.

\_\_\_ P6106 ( ) 70 y más.

\_\_\_ P6107 ( ) Bécalos bachillerato Veracruz.

\_\_\_ P6108 ( ) Becas de apoyo a la educación básica de madres jóvenes y jóvenes embarazadas.

\_\_\_ P6109 ( ) \* Microempresas adelante.

\_\_\_ P6110 ( ) \* Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola.

\_\_\_ P6111 ( ) \* Programa de Productividad y Competitividad Agroalimentaria.

\_\_\_ P6112 ( ) \* Programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria.

\_\_\_ P6113 ( ) Otro. (Especifique) \_\_\_\_\_

*\*Programas pertenecientes a SAGARPA*

### H. Derechos (DE):

P62. Opine sobre la frecuencia de derechos que tiene en su comunidad. (Marque con una "x" cada ítem según su opinión).

Ítems		1. Nunca	2. Casi nunca.	3. Algunas veces	4. Frecuentemente	5. Siempre
__ P6201	Su familia respeta su intimidad.					
__ P6202	La comunidad respeta su intimidad.					
__ P6203	Lo informan sobre los derechos de la comunidad.					
__ P6204	Tiene dificultad para defender sus derechos.					
__ P6205	La comunidad respeta sus posesiones.					
__ P6206	Tiene limitación por algún derecho legal.					
__ P6207	Sufre situaciones de explotación, violencia o abuso.					
__ P6208	Otro (especifique) _____					

**Cuadro A 1. Análisis de densidad aparente en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Periodo	Finca	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
Primavera	O-M	1.06±0.02 a
	MIN-MAN	1.06±0.07 a
	CVC	1.01±0.04 a
	AEC	0.99±0.03 a
	R <sup>2</sup>	0.38
	C.V.	4.76
	DMS	0.12
Verano	O-M	1.10±0.06 a
	MIN-MAN	1.06±0.10 a
	CVC	1.01±0.01 a
	AEC	1.00±0.04 a
	R <sup>2</sup>	0.36
	C.V.	6.51
	DMS	0.17
Otoño	O-M	1.04±0.06 a
	MIN-MAN	1.08±0.08 a
	CVC	0.99±0.03 a
	AEC	1.03±0.05 a
	R <sup>2</sup>	0.27
	C.V.	6.04
	DMS	0.16
Invierno	O-M	1.10±0.03 a
	MIN-MAN	1.09±0.09 a
	CVC	1.03±0.01 a
	AEC	1.01±0.01 a
	R <sup>2</sup>	0.48
	C.V.	4.89
	DMS	0.14

O-M= Organo mineral, MIN-MAN= Agroecológico mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico. Medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey P ≤0.05). C.V= Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinación, DMS= Diferencia mínima significativa.

**Cuadro A 2. Estadísticos descriptivos de propiedades químicas de suelos en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Periodo	Descriptivos	C O %	M O (%)	pH	N (g/kg <sup>-1</sup> )	P m/kg	K (mmolL-1)	C E dS/m
Primavera	Min	3.19	5.51	5.30	1.61	11.06	0.22	0.15
	Max	6.31	10.89	6.90	4.44	61.06	4.28	0.75
	Media	4.69	8.10	5.99	2.97	29.84	1.00	0.28
	Mediana	4.76	8.20	5.85	2.92	27.18	0.60	0.26
	Desviación Estandar	0.96	1.65	0.60	0.85	15.00	1.14	0.15
	Varianza	0.92	2.72	0.36	0.72	225.00	1.30	0.02
	C.V	8.21	8.21	7.51	12.38	48.21	122.35	59.90
Verano	Min	2.41	4.16	5.80	1.96	9.96	0.13	0.17
	Max	6.55	11.29	6.90	4.41	45.13	3.45	1.13
	Media	4.39	7.57	6.28	3.05	23.74	0.87	0.34
	Mediana	4.21	7.26	6.20	3.15	20.90	0.42	0.25
	Desviación Estandar	1.30	2.24	0.36	0.83	10.30	1.10	0.27
	Varianza	1.69	5.02	0.13	0.69	106.09	1.21	0.07
	C.V	15.93	15.93	3.81	14.98	42.44	103.44	67.02
Otoño	Min	1.75	3.02	5.00	1.82	3.77	0.13	0.10
	Max	4.52	7.79	6.55	3.36	57.78	2.41	0.49
	Media	3.18	5.49	5.81	2.39	17.98	0.60	0.23
	Mediana	3.32	5.72	5.75	2.17	11.44	0.33	0.19
	Desviación Estandar	0.95	1.65	0.51	0.53	15.41	0.65	0.11
	Varianza	0.90	2.72	0.26	0.28	237.47	0.42	0.01
	C.V	26.77	26.77	10.29	9.25	81.02	116.83	56.18
Invierno	Min	1.91	3.29	4.20	2.37	9.01	0.01	0.08
	Max	6.35	10.95	6.20	7.33	131.97	0.43	0.49
	Media	3.87	6.67	5.30	4.49	32.97	0.11	0.18
	Mediana	3.90	6.72	5.60	4.31	16.10	0.06	0.18
	Desviación Estandar	1.66	2.87	0.81	1.85	37.51	0.13	0.11
	Varianza	2.76	8.24	0.66	3.42	1407.00	0.02	0.01
	C.V	14.71	14.71	12.31	13.09	111.91	119.91	61.76

**Cuadro A 3. Estadísticos descriptivos de Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y bases intercambiables de suelos en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

<b>Periodo</b>	<b>Descriptivos</b>	<b>CIC cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup></b>	<b>K cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup></b>	<b>Na cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup></b>	<b>Ca cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup></b>	<b>Mg cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup></b>
Primavera	Min	22.40	0.31	0.27	0.27	10.21
	Max	38.40	2.37	0.46	0.46	40.52
	Media	31.56	1.13	0.39	5.44	26.28
	Mediana	31.80	1.03	0.41	4.70	27.78
	Desviación Estandar	4.70	0.66	0.05	0.05	9.83
	Varianza	22.09	0.44	0.003	0.003	96.63
	C.V	14.12	53.72	10.67	37.23	23.30
Verano	Min	13.60	0.09	0.25	1.04	3.67
	Max	41.60	18.12	0.77	6.00	29.74
	Media	25.53	3.32	0.41	2.29	12.81
	Mediana	25.10	0.81	0.40	1.72	10.99
	Desviación Estandar	7.64	5.50	0.13	1.57	7.87
	Varianza	58.37	30.25	0.02	2.46	61.94
	C.V	24.43	163.65	33.12	31.21	55.28
Otoño	Min	18.00	0.21	0.02	0.60	6.39
	Max	44.40	1.78	0.30	2.39	22.78
	Media	29.00	0.77	0.16	1.70	12.85
	Mediana	25.80	0.66	0.15	1.89	11.55
	Desviación Estandar	8.99	0.49	0.07	0.45	5.34
	Varianza	80.82	0.24	0.005	0.20	28.52
	C.V	29.71	65.49	44.53	28.98	45.85
Invierno	Min	26.18	0.03	0.17	1.60	10.82
	Max	70.53	1.24	0.31	9.26	29.33
	Media	47.07	0.53	0.25	4.68	19.50
	Mediana	45.89	0.43	0.28	4.98	20.03
	Desviación Estandar	13.41	0.44	0.04	2.54	6.82
	Varianza	179.83	0.19	0.002	6.45	46.51
	C.V	25.73	71.29	15.14	35.25	26.01



**Cuadro A 4. Estadísticos descriptivos de densidad aparente de suelos en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

<b>Periodo</b>	<b>Descriptivos</b>	<b>Densidad Aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Primavera	Min	0.96
	Max	1.13
	Media	1.03
	Mediana	1.04
	Desviación Estandar	0.05
	Varianza	0.003
	C.V	4.76
Verano	Min	0.94
	Max	1.19
	Media	1.04
	Mediana	1.01
	Desviación Estandar	0.07
	Varianza	0.005
	C.V	
Otoño	Min	0.94
	Max	1.13
	Media	1.03
	Mediana	1.01
	Desviación Estandar	0.06
	Varianza	0.004
	C.V	6.04
Invierno	Min	1.00
	Max	1.19
	Media	1.05
	Mediana	1.03
	Desviación Estandar	0.06
	Varianza	0.004
	C.V	4.89

**Cuadro A 5. Análisis suelo de Fosforo (P) y Potasio (K) transformados a logaritmos naturales en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Periodo	Finca	P ppm	K ppm	Periodo	Finca	P ppm	K ppm
<b>Primavera</b>	O-M	3.64±0.66a	3.28±1.58 a	<b>Otoño</b>	O-M	2.78±0.49 a	2.50±0.66 a
	MIN-MAN	3.12±0.47 a	2.82±0.40 a		MIN-MAN	1.91±0.52 a	2.67±0.98 a
	CVC	3.02±0.53 a	3.22±0.82 a		CVC	2.64±0.47 a	2.89±0.76 a
	AEC	3.32±0.30 a	3.79±0.50 a		AEC	3.06±1.23 a	3.21±1.23 a
	R <sup>2</sup>	0.24	0.16		R <sup>2</sup>	0.32	0.10
	C.V	15.63	29.00		C.V	29.00	33.25
	DMS	1.34	2.48		DMS	1.97	2.45
<b>Verano</b>	O-M	2.76±0.54 a	3.82±1.71 a	<b>Invierno</b>	O-M	3.55±1.15 a	1.63±1.07 a
	MIN-MAN	2.98±0.45 a	2.36±0.03 a		MIN-MAN	2.35±0.16 a	0.66±0.53 a
	CVC	3.41±0.44 a	2.63±0.73 a		CVC	3.66±0.86 a	1.74±0.75 a
	AEC	3.14±0.23 a	3.30±0.25 a		AEC	2.80±0.25 a	1.40±0.77 a
	R <sup>2</sup>	0.30	0.35		R <sup>2</sup>	0.44	0.28
	C.V	14.17	30.97		C.V	23.81	59.19
	DMS	1.14	2.45		DMS	1.92	2.10

O-M= Organo mineral, MIN-MAN= Agroecológico mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico. Medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey P ≤0.05). C.V= Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinación, DMS= Diferencia mínima significativa.

**Cuadro A 6. Análisis del suelo de Potasio (K) intercambiable transformado a logaritmo natural en fincas cafetaleras de Pochotitan, Tlapacoyan, Veracruz en las cuatro estaciones del año.**

Periodo	Finca	K cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	Periodo	Finca	K cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>
<b>Primavera</b>	O-M	0.69±0.45 a	<b>Otoño</b>	O-M	0.43±0.23 a
	MIN-MAN	0.45±0.20 a		MIN-MAN	0.42±0.25 a
	CVC	0.73±0.13 a		CVC	0.62±0.22 a
	AEC	0.98±0.15 a		AEC	0.68±0.37 a
	R <sup>2</sup>	0.42		R <sup>2</sup>	0.19
	C.V	37.73		C.V	51.37
	DMS	0.7		DMS	0.72
<b>Verano</b>	O-M	1.57±1.25 a	<b>Invierno</b>	O-M	0.32±0.41 a
	MIN-MAN	0.47±0.03 a		MIN-MAN	0.16±0.11 a
	CVC	0.42±0.29 a		CVC	0.38±0.24 a
	AEC	1.56±0.80 a		AEC	0.69±0.02 a
	R <sup>2</sup>	0.44		R <sup>2</sup>	0.46
	C.V	75.28		C.V	64
	DMS	1.98		DMS	0.65

O-M= Organo mineral, MIN-MAN= Agroecológico mínimo manejo, CVC= Convencional, AEC= Agroecológico. Medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey P ≤0.05). C.V= Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinación, DMS= Diferencia mínima significativa.

## Fotografías



Entrevistas no estructuradas con informantes clave



Análisis FODA



Toma de muestras de suelo



Aplicación de cuestionarios



Análisis de suelo en laboratorio



Preparación de caldo sulfocálcico con el productor de manejo organo mineral



Taller participativo en Tlapacoyan



Corte de café en Pochotitan, Tlapacoyan

**TALLER “DIÁLOGO SOBRE EL MANEJO DE LA FINCA DE CAFÉ”**  
**TLAPACOYAN, VERACRUZ, 14 Y 15 DE ABRIL**

**Cuadro A 7. Programa del taller participativo titulado "Diálogo sobre el manejo de la finca de café"**

<b>14 de abril de 2018</b>		
Ponencia	Ponente	Tiempo
Bienvenida, introducción y dinámica del taller	Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza	20 minutos
Biodiversidad, servicios ecosistémicos	Dr. Julio Sánchez Escudero	3 horas
Dinámicas e integración	Dr. José Luis García Cué	20 minutos
El suelo, autorregulación y manejo	Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza	3 horas
Autoanálisis, autoevaluación y conclusiones de temas vistos.	Dr. Julio Sánchez Escudero y Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza	1 hora
<b>15 de abril de 2018</b>		
Técnicas de diagnóstico cualitativo	Dr. José Luis García Cué	3 horas
Como monitorear la salud de la finca y estrategias de manejo	Dr. Julio Sánchez Escudero y Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza	3 horas
Dinámica de las experiencias de productores en sus fincas	Dr. José Luis García Cué	1 hora
El manejo ideal de la propiedad	Dr. Julio Sánchez Escudero y Dra. María de las Nieves Rodríguez Mendoza	2 horas