



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

**CAMPUS VERACRUZ**

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**INNOVACIÓN CON CEDRO ROSADO (*Acrocarpus fraxinifolius*) COMO SOMBRA  
EN AGROECOSISTEMAS CAFETALEROS DEL CENTRO DE VERACRUZ**

**SERGIO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ**

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS**

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO

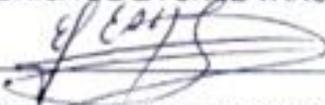
2016

La presente tesis, titulada: **“Innovación con cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*) como sombra en agroecosistemas cafetaleros del centro de Veracruz”**, realizada por el alumno: Sergio Sánchez Hernández, 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

AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO	 _____
	DR. MARTÍN ALFONSO MENDOZA BRISEÑO
ASESOR	 _____
	DRA. MÓNICA DE LA CRUZ VARGAS MENDOZA
ASESOR	 _____
	DR. ESTEBAN ESCAMILLA PRADO
ASESOR	 _____
	DR. VÍCTOR MANUEL CETINA ALCALÁ

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México, 30 de Agosto de 2016.

# **INNOVACIÓN CON CEDRO ROSADO (*Acrocarpus fraxinifolius*) COMO SOMBRA EN AGROECOSISTEMAS CAFETALEROS DEL CENTRO DE VERACRUZ**

Sergio Sánchez Hernández, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2016.

## **RESUMEN**

El presente trabajo capta la experiencia ganada en innovación de agroecosistemas cafetaleros donde la sombra tradicional se reemplaza por cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*), una especie exótica productora de maderas finas. Se entrevistó a profundidad a 35 productores con parcelas de cedro rosado intercalado con el café, de las cuales se visitaron diez para la toma de datos del arbolado y de los cafetos. Se muestrearon seis sitios con plantación pura. Seis muestras apareadas, con sombra tradicional y con cedro rosado, para la evaluación sensorial de la bebida. Los resultados documentan el proceso histórico de un programa de gobierno que, al terminar, continúa de otra forma en manos de productores innovadores. La adopción de la innovación implica que el cedro es viable biológicamente tanto en forma sola como dentro el cafetal. También se encontró que la calidad y volumen de cosecha cafetalera no es inferior bajo sombra de cedro rosado que con sombra tradicional. Adicionalmente, la madera que se ha acumulado en los nueve años que llevan en el cafetal, hace prever un rendimiento que está lejos de ser internacionalmente competitivo, pero alcanza 2.64 m<sup>3</sup>/ha/año, que implica niveles que generarán ingresos importantes cuando se llegue a su madurez, ingresos comparables con bosques maderables comerciales mexicanos.

**Palabras clave:** agroecosistema, innovación, café, calidad física y sensorial, sombra, programas de gobierno.

**PINK CEDAR (*Acrocarpus fraxinifolius*) INNOVATION AS SHADE FOR COFFEE  
AGROECOSYSTEMS IN CENTRAL VERACRUZ, MEXICO**

Sergio Sánchez Hernández, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2016.

**SUMMARY**

The use of pink cedar as coffee plantation shade is reported here as an agroecosystems innovation. Pink cedar is an exotic fine timber. A survey of 35 coffee growers that have tried pink cedar as shade was carried out. Ten of those outfits were visited to measure trees and coffee plants. Six paired samples (traditional shade, and pink cedar) were used for coffee sensorial assessment. Results portray a historic process where leading producers carry on, and supply pink cedar to interested coffee growers, after government programs folded down. Continuations of pink cedar use demonstrate that the species is biologically viable in this region. Harvest volume and coffee quality is not diminished when pink cedar is used instead of traditional shade species. Timber stocking at age nine is an early indication that the current mean net increment ( $2.64 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{year}$ ) is well below of international and Mexican benchmarks, but it is still a good yield that will provide benefits when harvested.

**Key words:** agroecosystem, innovation, coffee, physical and sensorial quality, coffee shade, government programs.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**) por otorgarme la beca que me permitió llevar a cabo los estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, a los profesores como parte de mi formación y a todo el personal.

Dr. Martín Alfonso Mendoza Briseño, por su invaluable apoyo en mi formación, redacción de este documento y por su amistad.

Dra. Mónica de la Cruz Vargas Mendoza, por su, contribución, sus atinadas observaciones para mejoras del mismo.

Dr. Esteban Escamilla Prado, por sus valiosas aportaciones y observaciones al estudio.

Dr. Víctor Manuel Cetina Alcalá, por sus aportaciones y sugerencias.

A los pequeños productores de café del municipio de Comapa, Veracruz, por tiempo, apoyo, y su gran experiencia para llevar a cabo esta investigación.

A mi familia, mis padres, por inculcarme valores, por ser el pilar y parte de mi formación humana y su apoyo incondicional.

A mi esposa: Nancy Nazario Lezama por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

Al Ing. Raúl Vidal García Hernández por sus valiosas aportaciones a este documento.

## CONTENIDO

Página

<b>1.- INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>1</b>
<b>2.- ANTECEDENTES</b> -----	<b>3</b>
2.1.- Teoría de sistemas -----	3
2.2.- Agroecosistema -----	4
2.3.- Sistemas de producción de café en México -----	4
2.4.- Innovación -----	5
2.5.- La agroecología -----	6
2.6.- Calidad del café -----	7
2.7.- Contexto nacional e internacional de sistemas agroforestales de café-cedro rosado -----	8
2.8.- Sistema agroforestal -----	8
<b>3.- MARCO DE REFERENCIA</b> -----	<b>10</b>
3.1.- Contexto de la cafeticultura nacional y mundial -----	10
3.2.- Problemática de la roya -----	12
3.3.- Breve historia de las plantaciones forestales en México -----	13
3.4.- El cultivo de café y la influencia de los árboles de sombra -----	15
3.5.- Generalidades de la cafeticultura en el centro de Veracruz -----	16
3.6.- Agroecosistema café en Comapa Ver. -----	18
3.7.- Superficies de sistemas agroforestales en México -----	19
3.8.- Descripción botánica de cedro rosado ( <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> ) -----	22
3.9.- Hábitat de cedro rosado -----	22
3.10.- Características agroecológicas y sanidad del cedro rosado -----	24
3.11.- Usos de la madera de cedro rosado -----	25
3.12.- Actualidad de los sistemas agroforestales café-cedro rosado -----	26
<b>4.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> -----	<b>27</b>
4.1.- Hipótesis generales -----	27
4.2.- Hipótesis específicas -----	28

4.3.- Objetivo general-----	28
4.4.- Objetivos específicos -----	28
<b>5.- METODOLOGÍA -----</b>	<b>29</b>
5.1.- Ubicación geográfica del sitio de estudio -----	29
5.2.- Datos sobre el hecho histórico de la innovación -----	30
5.3.- Adaptación de la especie en la región -----	30
5.4.- Toma de datos del arbolado en cafetal y plantación pura -----	31
5.5.- Muestreo para analizar la calidad física del café-----	32
5.6.- Procesamiento y pruebas estadísticas -----	32
5.7.- Datos para comparar productos en cafetales con cedro y plantación-----	33
<b>6.- RESULTADOS -----</b>	<b>34</b>
6.1.- Historia de la promoción del árbol de cedro rosado-----	35
6.2.- Consideraciones agroecológicas y de régimen de cultivo-----	37
6.3.- Cedro rosado como sombra del cafetal -----	43
6.4.- Subproductos actuales de la innovación agroecológica café con cedro y en plantación-----	43
6.5.- Calidad física del grano -----	45
6.6. Calidad sensorial del grano-----	47
<b>7.- DISCUSIÓN -----</b>	<b>48</b>
7.1. Primera hipótesis particular: historicidad e innovación consolidada -----	48
7.2.- Segunda hipótesis particular. La adaptación de la innovación del rosado con café ha sido posible -----	49
7.3.- Tercera hipótesis particular. La innovación de cedro rosado con el café no reduce la producción del grano o sus características -----	51
7.4.- Cuarta hipótesis particular. La innovación de cedro con café agregó un subproducto en el agroecosistema del productor-----	58
7.5.- Discusión de la hipótesis general -----	61
<b>8.- CONCLUSIONES-----</b>	<b>62</b>

**9.- LITERATURA CITADA ----- 64**

**10. - ANEXOS----- 75**

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Superficie bajo sistemas agroforestales en el territorio mexicano.....	20
<b>Figura 2.</b> Distribución de áreas potenciales para SAFM en México.. .....	21
<b>Figura 3.</b> Municipio de Comapa, Ver. ....	29
<b>Figura 4.</b> Presencia de organismos que afectan la madera de cedro rosado.....	38
<b>Figura 5.</b> Presencia de organismos defoliadores de cedro rosado.....	39
<b>Figura 6.</b> Sanidad en plantación pura de cedro rosado .....	40
<b>Figura 7.</b> Renuevo natural y semillas de cedro rosado en los cafetales.....	45
<b>Figura 8.</b> Plantaciones de café en producción constante .....	57

## LISTA DE CUADROS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Variables medidas en campo, descripción y toma de datos .....	31
<b>Cuadro 2.</b> Características de los productores con la innovación de cedro cafetales....	35
<b>Cuadro 3.</b> Información cuantitativa de cedro rosado en cafetal y plantación pura .....	40
<b>Cuadro 4.</b> Evaluación de calidad y sanidad de cedro rosado .....	42
<b>Cuadro 5.</b> Variedades de cafeto en porcentaje de la muestra. ....	46
<b>Cuadro 6.</b> Porcentaje de calidad en varios criterios en la muestra del grano .....	47
<b>Cuadro 7.</b> Estadística descriptiva de calidad de la bebida .....	48
<b>Cuadro 8.</b> Regresión de frecuencia de daños en granos respecto a tres variables .....	52
<b>Cuadro 9.</b> Parámetros de la regresión de frecuencia de daños en granos.....	52
<b>Cuadro 10.</b> Estadísticas de la regresión de la calidad de la bebida .....	53
<b>Cuadro 11.</b> Regresión de calidad sensorial de la bebida .....	53
<b>Cuadro 12.</b> Regresión de frecuencia de producción en cafetos.. .....	55
<b>Cuadro 13.</b> Regresión de frecuencia de producción en cafetales.. .....	55
<b>Cuadro 14.</b> Regresión de volumen por hectárea de cedro respecto a tres variables. ...	58
<b>Cuadro 15.</b> Regresión de volumen por hectárea respecto a tres variables .....	58
<b>Cuadro 16.</b> Regresión de calidad en desarrollo de cedro rosado.....	59
<b>Cuadro 17.</b> Regresión múltiple de calidad de desarrollo de cedro rosado. ....	60

## ABREVIATURAS

**CADER:** Centro de Apoyo Para el Desarrollo Rural

**CONAFOR:** Comisión Nacional Forestal

**CONEVAL:** Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social

**CRUO:** Centro Regional Universitario de Oriente

**FAPATUX:** Fábrica de Papel de Tuxtepec

**FIRA:** Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura

**ICO:** International Organization Coffee

**INEGI:** Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática

**INIFAP:** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**INMECAFE:** Instituto Mexicano de Café

**MENAGRO:** Mercado Nacional Agropecuario

**PFC:** Plantaciones Forestales Comerciales

**PROÁRBOL:** Programa de Reforestación

**PRODEPLAN:** Programa Nacional para el Desarrollo de Plantaciones Forestales

**PROFORTARAH:** Productos Forestales de la Tarahumara

**REMGEFOR:** Red Mexicana de Germoplasma Forestal

**SAF:** Sistemas Agroforestales

**SAFM:** Sistemas Agroforestales Maderables

**SAGARPA:** Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación

**SCAA:** Specialty Coffee Association of America

**SEMARNAT:** Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales

**SENASICA:** Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

**SEPATRO:** Semillas y Productos Agroforestales del Trópico

**SIRE:** Sistema de Información para la Reforestación

**UACH:** Universidad Autónoma Chapingo

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de café en México se desarrolla dentro de un estrato arbóreo que lo cubre simulando los bosques africanos, de donde surgió este grano; Se puede decir que el café se encuentra bajo un dosel de sombra en 99%, y 1% a pleno sol. El uso de diferentes especies de árboles es tradicional desde hace ya más de dos siglos. Centro Regional Universitario de Oriente (CRUO, 2015).

Debido a la importancia que el agroecosistema café representa en México desde el punto de vista socioeconómico, ambiental, político y técnico, es atractivo estudiarlo desde un enfoque integrador en donde cada uno de sus componentes sea visto en sus relaciones con los demás. Especies que no son del bosque originario o de la selva están siendo utilizadas como una parte del subsistema de café bajo sombra. Se han venido haciendo innovaciones con distintas especies que pueden ofrecer una sombra adecuada al cafeto. En un principio fueron leguminosas, especies del bosque natural y frutales. Actualmente se explora la opción de especies maderables, como es el caso de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.). Para fines de este estudio, el cedro rosado será analizado desde el punto de vista del agroecosistema y como un componente innovador que fue insertado dentro de los cafetales del centro de Veracruz.

Gran parte de la innovación dentro de este sector fue iniciativa del Instituto Mexicano del Café (INMECAFÉ). De 1958 a 1993, este organismo desarrolló, promovió y difundió diferentes innovaciones tecnológicas productivas, las cuales siempre fueron enfocadas hacia la generación de mayor producción en la cafecultura. Una de esas innovaciones consistió en la promoción de diferentes especies arbóreas que puedan aportar sombra. Se destacan árboles frutales, fijadores de nitrógeno, de sombra poco espesa, árboles maderables como el cedro rosado entre otros. Uno de los principales fue la promoción del árbol de chalahuite (*Inga vera* Willd.) como sombra para el cafetal, y posteriormente se fueron introduciendo un mayor número de árboles con otras características con la idea que ofrecieran cualidades que fueran del interés del productor.

Este proceso de sustitución, iniciado en el periodo de 1990 a 2015, en los agroecosistemas cafetaleros de sombra de Veracruz, simultáneamente ha hecho coincidir en un mismo proceso de innovación, la intención agroecológica de disminuir la excesiva sombra de las especies tradicionales y al mismo tiempo proponer a los productores incentivos económicos para un proceso gradual de eventual regreso al uso forestal del suelo.

Esta investigación explora desde una perspectiva de gestión de la innovación, lo aprendido de esta experiencia histórica en la región veracruzana tradicionalmente dedicada a café de altura para el periodo de va desde 1990 a 2015. Sin olvidar también, que hay cafetales de zonas medias y bajas en la región de estudio, los cuales no fueron estudiados, sólo se hicieron visitas a algunas parcelas.

El caso de la innovación en cafetales a partir del sistema agroforestal cedro rosado con café en la región centro de Veracruz, en donde es pertinente documentar lo sucedido, conocer la opinión de los diferentes actores involucrados, y visualizar los escenarios que podrán surgir a partir de dicha innovación. En este sentido, el agroecosistema café se encuentra en constante innovación. Uno de estos avances lo constituyen los sistemas agroforestales, por ejemplo la combinación del cultivo de café con cedro rosado.

Incidentalmente también se puede aprovechar esta investigación para explorar novedades agroecológicas que ocurren por la combinación con el café, calidad de la sombra, calidad del café, y la preferencia que actualmente le están dando al árbol de cedro rosado comparado con otras especies que tienen dentro del cafetal.

El sentido último de esta investigación es el precisar las características de este sistema agroforestal cafetalero desde el punto de vista de la innovación, visto como un hecho histórico que se desarrolla en la región centro de Veracruz. Se trata de un intento por interpretar los hechos conocidos buscando en ello entender el evento histórico y cultural sin juzgar, tan solo el insertarlo en el contexto mayor de su viabilidad física dentro de la vida social regional, de una manera que uno y otro se determina y se explican mutuamente.

## **2.- ANTECEDENTES**

### **2.1.- Teoría de sistemas**

De acuerdo con Forrester (1969) los sistemas son entidades con inteligencia propia, entendiendo por inteligencia la acción de un servomecanismo que procesa información, que sensores le transmiten acerca del estado del entorno. El servomecanismo a su vez usa reglas internas para corregir las instrucciones que manda a los puntos de control del estado del sistema para que su salida sea inteligente, o sea coherente con los cambios externos. Lo fundamental en un sistema dinámico es que su comportamiento es tan variado como azaroso sea el entorno. La salida del sistema no es una mera acción de componentes conectados mecánicamente que den respuestas predefinidas, como suele ser el caso de mecanismos complejos de partes interconectadas que generan una dinámica compleja, pero insensible a cambios imprevistos en el entorno.

La cafecultura se puede analizar desde un enfoque de sistema ya que en ella intervienen diferentes actores que juegan un papel relevante en ella. Dentro de estos se tienen los planos técnico productivo, ambiental y socioeconómico, incluyendo la cultura alrededor del cultivo de café, así como el mercado en el que está inmerso este producto. La toma de decisiones del productor usualmente es resultado de su análisis de la información que le va llegando, más que de la tradición, o las costumbres, pues se trata de un cultivo fundamentalmente industrial. Este flujo de información y retroinformación es lo que hace de la cafecultura mexicana un caso representable como sistema dinámico, el cual responde inteligentemente a las fluctuaciones y variabilidad del entorno ecológico, económico, cultural, político y tecnológico.

La teoría de sistemas y el pensamiento sistémico aportan un enfoque integrador que permite un conocimiento más completo y amplio del sector cafetalero, y que proporciona el marco teórico y conceptual apropiado para comprender y sugerir soluciones a sus diversos problemas. La teoría de sistemas se ha transformado en un instrumento clave en el quehacer de muchas disciplinas científicas, tanto básicas como aplicadas. Desde la economía hasta la ecología utilizan ampliamente el concepto de

sistema para tratar a los fenómenos que preocupan a cada una de ellas (Herrera, 2003).

## **2.2.- Agroecosistema**

Atendiendo a las raíces etimológicas del concepto, una primera definición permite considerar a los agroecosistemas como: "sistemas de relaciones entre los diversos organismos que coexisten y participan en la agricultura". En ella se considera que la agricultura es una actividad que conduce organismos vivos hasta casi parecer un ecosistema agrícola, con ciertos procesos ecológicos similares, pero con la notable diferencia de que la agricultura es realizada por seres humanos (Ruiz, 1995).

El análisis del sistema de producción puede ser realizado a partir de diferentes matices, es sí como desde el punto de vista agroecológico el cual ya posee un bagaje importante acerca de los sistemas puede analizar los diferentes tópicos que encierra el cultivo de café en la región donde se realizó el estudio.

## **2.3.- Sistemas de producción de café en México**

La clasificación de los sistemas de producción de varios autores: Nolasco (1985); Moguel y Toledo (1999) y Escamilla (2007) se han enfocado en mostrar las diferencias a partir del tipo de sombra, la forma típica de manejo y sus rasgos característicos donde se tienen:

1.- Sistema de tipo monocultivo: Los árboles de sombra se plantan únicamente con ese fin y casi todos son de la misma especie (*Inga spp*). Este sistema se asocia principalmente a medianos y grandes productores, que representan poco menos del 10% del total de unidades de producción. El uso de insumos varios como fertilizantes y pesticidas es algo esperado en este caso. Estos sistemas se encuentran en regiones con avance tecnológico que buscan rendimientos altos.

2.- Sistemas tradicionales: Se caracterizan por utilizar diferentes combinaciones de árboles, y frutales como sombra. Se encuentran aproximadamente en el 50% de los predios cafetaleros y se asocia con los medianos y pequeños productores, que son tanto ejidatarios como propietarios.

3.- Sistema de montaña o rusticano: incluye una combinación muy grande de diversos árboles de sombra de crecimiento natural dentro de los cafetales; se considera como una etapa transicional de desmonte del bosque natural; el dosel arbóreo se reduce parcialmente y sotobosque es liquidado por completo para dar lugar al café. Se asocia esta tecnología con pequeños productores regiones de montaña, usualmente con poblaciones indígenas. Abarca el 30% de los productores.

Escamilla y Díaz (2002) presentan una clasificación alterna, aunque no del todo diferente. Ellos identificaron cuatro sistemas de producción: el sistema rusticano o de montaña, policultivo tradicional, policultivo comercial y el especializado. El sistema especializado, policultivo tradicional y rusticano tienen las mismas características que se describen en la clasificación de Nolasco (1985). Según Escamilla y Díaz (2002) el sistema policultivo comercial se caracteriza por asociar especies que además de brindar sombra, ofrecen otros productos tales como la pimienta, zapote mamey, macadamia y vainilla.

## **2.4.- Innovación**

Una innovación puede ser desde una acción sobre el precio de un producto o artículo para conquistar un mercado, hasta la mejora de un producto antiguo o el descubrimiento de un nuevo producto ya existente” (Ferrer, 1984). Existen multitud de definiciones y explicaciones del término innovación, ligados al ámbito económico, sociológico, entre otros, y todas llevan implícito lo siguiente: innovar significa introducir modificaciones creativas en la forma de hacer las cosas. Aunque predominan las intenciones utilitarias simples como mejorar el resultado final, la innovación en su

esencia no necesita tener ningún propósito ni lograr nada en concreto, excepto que debe ser un cambio notable y creativo.

El término innovar etimológicamente proviene del latín *innovare*, que quiere decir cambiar o alterar las cosas introduciendo novedades (Medina y Espinosa, 1994). Creatividad, o sea, la separación de la situación inicial de la innovación, es la cualidad esencial del proceso innovador.

Innovación en un sentido económico consiste en la consolidación de un nuevo producto, proceso o sistema mejorado (Freeman, C., 1982, citado por Medina y Espinosa, 1994).

En el agroecosistema café con sombra se han venido observando cambios en diferentes etapas de su historia. Las innovaciones han sido en relación a las plantaciones de café (paquetes tecnológicos), procesos de producción, en el producto (café diferenciados), posicionamiento en el mercado internacional, y también en relación con la sombra que acompaña al cafeto. Dentro de esta última clase de innovación el café con sombra diversa fue primero; posteriormente aparece el café con sombra de frutales y ornamentales; Recientemente ha tenido cierto auge el café con cierto tipo de sombra que provee no solo sombra sino también otro producto, como es el caso de los árboles maderables. En este marco entra la innovación bajo el sistema agroforestal café con cedro rosado como parte de los agroecosistemas del centro de Veracruz.

## **2.5.- La agroecología**

Ruiz (2006) menciona que la agroecología se considera como una ciencia o disciplina que tiene como unidad de análisis al agroecosistema, y que se fortalece con el enfoque de sistemas. A diferencia de algunas disciplinas científicas, la agroecología integra conocimientos y métodos de varias disciplinas. En sus orígenes se basó principalmente en aplicaciones ecológicas a la ingeniería de la agricultura. Ya que el cultivo de café y los sistemas de producción pueden ser estudiados desde la óptica de

la agroecología, es pertinente mencionar que la disciplina se fundamenta en el conocimiento del sistema de producción así como de las diferentes interacciones que éste tiene con el resto del ámbito que le rodea: el propietario de la finca, venta del producto, técnicos, gobierno, etc. con los cuales el productor de café establece determinadas conexiones ya sea para venta de su producto o la compra de otros productos necesarios para su vida diaria.

La agroecología puede proporcionar un marco metodológico para lograr un profundo conocimiento e interpretación de la naturaleza de los agroecosistemas cafetaleros y de los principios por los cuales funcionan. Además, permite implementar conceptos y metodologías apropiadas para evaluar los factores que influyen en la calidad del grano en los agroecosistemas cafetaleros orgánicos (Escamilla, 2007).

## **2.6.- Calidad del café**

La calidad se define como la aptitud o conjunto de características de un bien o un servicio para satisfacer o exceder las expectativas, necesidades o exigencias (expresas o potenciales) de los utilizadores, consumidores, o clientes (Rodríguez, 2005; Valceschini y Nicolas, 1995 citado por Renard, 2006; ISO7, 2000 citado por Leroy *et al.*, 2006). En este sentido la calidad se refiere a los atributos del producto que contribuyen a la satisfacción del consumidor (Láderach *et al.*, 2006).

Avelino (2006) y Bode *et al.*, (2006) mencionan que no se puede hablar de calidad en forma absoluta, la calidad siempre es relativa, además la percepción de la calidad no es estática, sino que varía en función del tiempo, así como del origen y expectativas del consumidor. Así mismo, Muchnik (2006) afirma que la calidad intrínseca de los alimentos por sí sola no existe, sino que es una construcción social, debido a que los seres humanos elegimos lo que comemos y la forma de preparar nuestras comidas.

Bode *et al.*, (2006) y Leroy *et al.*, (2006) coinciden en que, para el caso del café, cada actor de la cadena de valor (productor, beneficiador, exportador, tostador y

consumidor), tiene su percepción individual referente a la calidad del producto, en función de lo aprendido sobre calidad y del tipo de control de calidad, que realiza el actor en la cadena.

De esta manera la calidad termina siendo una cualidad con múltiples atributos simultáneos. Para abordarla y comprenderla se desarrolla un proceso de construcción colectiva a lo largo de toda la cadena agroalimentaria. Ayuda tener un marco regulatorio con reglas y parámetros mínimos de referencia que se aplican a través de procesos de normalización y certificación (Rodríguez, 2005). Así mismo, Muchnick (2006) menciona que los productores enfrentan dos desafíos importantes, el primero consiste en mejorar la calidad considerando las reglamentaciones establecidas, y conservar la identidad de sus productos.

## **2.7.- Contexto nacional e internacional de sistemas agroforestales de café-cedro rosado**

Para ampliar mejor el panorama del caso de este estudio es conveniente analizarlo desde el punto de vista de sistemas agroforestales y no únicamente como una variante de plantación forestal con fines comerciales. Como ejemplo, se tiene el trabajo que se ha estado realizando en plantaciones de café con cedro rosado en la Sierra Norte de Puebla, en los cuales se están obteniendo buenos resultados en relación al crecimiento de la plantación a partir del manejo de los árboles de cedro rosado en combinación con café en plantaciones de 3 a 12 años de edad; dichos datos se midieron hasta 2008, los cuales aún no han publicados (Salazar, 2012).

## **2.8.- Sistema agroforestal**

Los sistemas agroforestales son diferentes formas de policultivo en donde especies perennes leñosas forestales (árboles, arbustos, palmas, bambú, entre otros organismos que no sean variedades cultivadas) se usan deliberadamente en el mismo

terreno, con cultivos agrícolas o animales, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Nair, 1997).

En general, algunos afirman que los diseños agroforestales intentan ser un sistema de uso socialmente responsable de la tierra, porque abarca condiciones naturales, ecológicas, productivas y sociales que pretenden mejorar el bienestar de la población rural mediante la diversificación de sus cultivos y la gestión responsable de los recursos naturales (Krishnamurthy y Ávila, 2001). Además, la presencia de un dosel arbóreo en esos sistemas, aunque no deja de ser una cobertura no forestal, y por tanto aporta a las ya preocupantes tasas de deforestación, su complejidad estructural permite una menor degradación de la biodiversidad natural, junto con un aumento de la biodiversidad cultivada. Los sistemas agroforestales, si fuesen usados en grandes extensiones compactas, seguramente serían compatibles con la integridad de las cuencas hidrográficas y la estabilidad del clima (Jha, 1996).

Aunque la literatura del ramo asume que muchos de los diseños agroforestales son sustentables (Krishnamurthy y Ávila, 2001), siendo rigurosos, los cultivos agroforestales no merecen el calificativo de sustentable excepto en un sentido poético, porque las cualidades de viabilidad ecológica, ambiental, cultural y financiera no han sido establecidas para ellos ni en casos concretos ni en el sentido del concepto agroforestal.

Los sistemas agroforestales cafetaleros permiten el reciclaje continuo de nutrientes, se genera un microclima que se asemeja a las condiciones de un bosque natural, los nutrientes se aprovechan en alto grado debido a que los cafetos y los árboles abarcan diferentes horizontes del suelo. Si se tuvieran algunos individuos del género *Inga* spp, se contaría con el aporte de nitrógeno al suelo que sus bacterias simbióticas generan (Granados y Vera, 1995).

### **3.- MARCO DE REFERENCIA**

#### **3.1.- Contexto de la cafecultura nacional y mundial**

El café se produce en América Latina, en África y en Asia, y es uno de los productos agrícolas más comercializados en los mercados internacionales. La agroindustria del café se ha diversificado en todo el mundo y constituye una importante fuente de empleo, ingresos y divisas en muchos países productores.

La producción primaria juega un papel fundamental en la economía de muchos países debido a que es una importante fuente de empleo, ingresos y divisas. Se prevé que la producción mundial de café en el ciclo 2015-2016 se incremente 4.4% con respecto a la cosecha del ciclo previo, para ubicarse en 152.7 millones de sacos de 60 kg, es decir, el tercer nivel más alto de la historia. Estas son noticias alentadoras luego de que durante los dos ciclos previos la oferta cafetalera global fue afectada por condiciones climatológicas adversas, principalmente por la intensa sequía en Brasil, el principal país productor y exportador mundial. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA, 2015)

Se estima que este año el consumo mundial del aromático ascienda a un nivel máximo histórico de 147.7 millones de sacos. Impulsado principalmente por el aumento en la demanda de café en los países productores y en los mercados emergentes como Rusia, China, Corea del Sur y Ucrania, entre otros. Derivado de los efectos negativos de factores climáticos en la producción mundial, y particularmente de las expectativas sobre la cosecha de café en Brasil, los precios de referencia en el mercado internacional reportaron una elevada volatilidad en 2014 y se ubicaron, en promedio anual, 30% por arriba del nivel de precios registrado en 2013.

El consumo global de café presenta tendencia al alza, superando los ciclos cafetaleros de 2005 hasta 2010 a la producción mundial. En el período comprendido entre los ciclos 2004 a 2015 el consumo mundial de café creció a una tasa promedio anual de 2.3%. Dicha tasa es superior al ritmo de crecimiento que reporta la producción, de 1.9% en promedio al año. Así, en 2014-2015 el consumo ascendió a un nivel máximo histórico de 146.0 millones de sacos de 60 kg, lo que representó un incremento de 2.2% con respecto al consumo del ciclo previo (FIRA, 2015).

En general, se distinguen dos formas en el consumo de café: tostado-molido, y soluble. La primera representa el 86% del consumo total y creció a una tasa promedio anual de 1.9% durante la última década. Por su parte, el consumo de café soluble, que representa el 14% del total, creció a una tasa promedio anual de 4.9% (FIRA, 2015). De igual manera se incrementó la demanda del aromático en Asia y Oceanía con 5.2% de aumento en el año 2015. International Coffee Organization (ICO, 2016).

El café ocupa la séptima posición en importancia en cuanto a la superficie cosechada en México, después del maíz, pastos, frijol, sorgo grano, caña de azúcar y avena. Destaca su importancia económica y el impacto social que genera, pues la actividad cafetalera se sustenta en un padrón de 504,372 productores; un alto porcentaje de los mismos son minifundistas. En los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero e Hidalgo se concentra el 94% de superficie y productores (FIRA, 2015).

La cafeticultura en México también tiene impacto ambiental, ya que las áreas cafetaleras coinciden con regiones ricas y diversas en flora y fauna. La mayoría de las regiones cafetaleras se ubican en tierras de origen volcánico. El 40% de la producción en México se realiza en áreas con cobertura potencial de selvas altas y medianas, el 23% en bosques de pino y encino, el 27% en selvas bajas caducifolias y el 15% en bosques mesófilo de montaña (FIRA, 2015).

La cadena productiva del café es una de las más importantes en el sector agroindustrial del país y el número de empleos que genera. El 90% de la superficie cosechada de café se ubica en el trópico húmedo de México, y en zonas de alta marginación (FIRA, 2015).

Según cifras del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2014), se estima que cerca del 50% de la población en los diez principales municipios productores de café en el país vive en condición de pobreza. De acuerdo con la estratificación de predios cafetaleros en México, el 97.9% de los productores poseía predios de tamaño menor a cinco hectáreas: el 69.4% de los productores tenían menos de una hectárea, el 15.8% entre una y dos hectáreas, y el

10% de 3-5 hectáreas. Este tipo de productores concentró el 79% de la superficie establecida con café.

Para las regiones productoras de México el café sigue siendo parte de la economía familiar y regional en determinados meses del año, sobre todo en la cosecha y, cuando el producto se inserta en el mercado mundial toma otras dimensiones y repercusiones que también afectan a todo el sector productivo del aromático (Castillo *et al*, 2011).

El café es disfrutado por millones de personas en todo el mundo y contiene una variedad de compuestos propiedades antioxidantes y numerosos compuestos que contribuyen a la calidad nutricional de la bebida. El consumo mundial de café presenta continuo crecimiento en los últimos años. En contraste, se prevé que la producción mundial de café para 2015-2016 disminuya 1.5 millones de sacos, con respecto a la producción del año anterior, para ubicarse en 148.7 millones. Lo anterior es debido principalmente a la reducción en la producción en Brasil en Sudamérica, ocasionada por sequía. Sin embargo, se espera que dicha reducción sea parcialmente compensada por el repunte en la producción en Colombia, Vietnam y Centroamérica (FIRA, 2015).

Por diseño, el cafetal provee una cobertura del suelo con múltiples especies de flora y fauna, acomodados en estructuras vertical y horizontalmente diversas y funcionales, esto como resultado intencional de aplicar varios sistemas agroforestales. La cafecultura entonces podría especularse que tiene impacto ambiental un poco mejor que otros usos del suelo.

### **3.2.- Problemática de la roya**

Es importante mencionar que el tema más trascendente del momento es que la enfermedad de la roya viene causando serios problemas dentro de las regiones cafetaleras, lo cual provoca que se estén renovando cafetales y propiciando también menores inventarios de producción a nivel nacional.

De acuerdo con Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 2015): en 2009, se observa una caída en la producción de café a una tasa promedio anual de 5.3%; ésta es más pronunciada entre los ciclos productivos 2014 y 2015. Entre las cuatro entidades más importantes, donde se concentra el 90% de la producción nacional, es notoria la caída en Chiapas, Veracruz y Oaxaca; en Puebla la producción tiende a estabilizarse. En 2012, la entrada de la roya a México con un nivel más severo afectó de manera contundente la producción en Chiapas, y el efecto negativo ha continuado en los siguientes años en Veracruz, Oaxaca y Guerrero (SENASICA, 2015).

La caída en la producción es atribuible a la presencia de la roya del cafeto, situación que fue notoria en 2012 cuando se identificaron infestaciones importantes en Centroamérica y Chiapas, principalmente, que impactaron la producción. Desde una perspectiva económica, la roya es una de las enfermedades más importante en los cafetales. La enfermedad es causada por el hongo (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) el cual infecta las hojas. La infección provoca la caída de las hojas y fruto. El daño por esta enfermedad, aunado a deficiente fertilización y deficiente manejo agronómico, impacta notablemente la producción (SENASICA, 2015).

### **3.3.- Breve historia de las plantaciones forestales en México**

La relevancia de hablar de la historia de las plantaciones comerciales está relacionada con la posibilidad de cosechar madera de los árboles de especies forestales presentes dentro del cafetal y otros sistemas agroforestales; tal es el caso de cedro rosado, el cual está en la lista de especies que promovió la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para su plantación, tanto en plantaciones puras así como asociadas con otros cultivos, incluido el café.

De acuerdo con (Velázquez *et al.*, 2013) se entiende como plantación forestal a la cubierta leñosa establecida artificialmente, usando especies diferentes a las nativas que originalmente existieron y basada en conocimiento silvícola.

Para la (CONAFOR) las plantaciones forestales comerciales (PFC) son aquellas cuyo propósito puede ser maderable y no maderable. En el primer caso (industrial o maderable) se orienta la producción de madera para celulosa y para la industria del aserrío (tablas, tableros, muebles, etc.). En la experiencia mexicana acumulada (Velázquez *et al.*, 2013) puede pensarse que las plantaciones comerciales maderables son viables si logran al menos un incremento anual de 12 a 15 m<sup>3</sup> por hectárea. Las plantaciones no maderables se destinan para la obtención de productos como leña, carbón vegetal y que frecuentemente combinan la producción forestal con actividades agropecuarias.

La historia de las plantaciones comerciales en México inicia por iniciativa de grandes empresas. El primer trabajo piloto que da inicio a las plantaciones forestales comerciales es encabezado por la cerillera La Central que estableció plantaciones de álamos en el estado de México en el año de 1932. Después hubo más experimentos con el establecimiento de plantaciones pequeñas. Y para el año de 1953 la empresa Fibracel da inicio con un programa para abastecer a la industria de tableros de fibra, plantando alrededor de 5 mil hectáreas de eucalipto y melina en Tamuín, San Luis Potosí, la cuales cosechó terminando la década de los 60's (Velázquez *et al.*, 2013).

Así continúan los intentos de establecimiento de plantaciones en diferentes puntos de la república mexicana, como será el caso de las plantaciones desarrolladas en San Juan Cotzocón, Oaxaca, con la encomienda de abastecer a la planta de celulosa de Fábrica de Papel Tuxtepec (FAPATUX), en Tuxtepec, Oaxaca. Las especies que se utilizaron fueron pinos tropicales (*Pinus caribaea var. hondurensis* Barr. and Golf., *Pinus caribaea var. caribaea* Barr. and Golf. *P. tropicalis* Morelet y *Pinus oocarpa* Shiede). Estas plantaciones ocurrieron entre los años de 1974 a 1983.

Por otro lado, durante los años de 1975 a 1978, la empresa paraestatal Productos Forestales de la Tarahumara (PROFORTARAH), en el estado de Chihuahua estableció cerca de 6,500 hectáreas de plantaciones con diferentes especies de pinos de la localidad las cuales tuvieron como propósito original la producción de madera para pulpa (Velázquez *et al.*, 2013).

En el año de 1997 se estableció el Programa Nacional para el Desarrollo de Plantaciones Forestales (PRODEPLAN) y fue rediseñado en 2001, siendo el primero de su tipo en el país, cuyo objetivo principal fue apoyar, en un espacio de tiempo de 25 años, el establecimiento de 875,000 hectáreas de plantaciones forestales comerciales (Velázquez *et al.*, 2013). Lo anterior tenía como propósito reducir las importaciones de productos forestales, creando al mismo tiempo alternativas de desarrollo rural y diversificación productiva en México, mediante la reconversión al uso forestal de terrenos que alguna vez fueron desmontados con fines agropecuarios.

Actualmente se tienen 50 empresas que han incursionado en este agronegocio de largo plazo, y existen más de 1500 proyectos de plantaciones establecidas por empresas privadas, pequeños propietarios, ejidos, comunidades y sociedades agrarias, que están siendo apoyados por la Comisión Nacional Forestal, fomentando así el incremento de superficies establecidas con plantaciones forestales comerciales.

Es a partir de (PRODEPLAN) que hay un interés serio de las instituciones de gobierno por establecer plantaciones comerciales a gran escala en México, tanto en áreas en donde hubo problemas de desmontes o de uso agrícola con la intención de hacerlos útiles a partir de la plantación de especies maderables.

Las plantaciones comerciales que usan terrenos no forestales tienen un amplio margen de coincidencia en propósitos con las actividades de fomento, forestación, reforestación y restauración ecológica, en especial con programas como los de Proárbol. Comúnmente la reforestación ocurre en terrenos agrícolas y potreros, pero también se ha llegado a proponer un cambio gradual de policultivos como el cafetal, que eventualmente interese al propietario en la producción maderable.

### **3.4.- El cultivo de café y la influencia de los árboles de sombra**

Escamilla y Díaz (2002) mencionan que la influencia que puede tener la sombra sobre la productividad del café es aún un tema muy polémico entre los investigadores y técnicos de los países productores del café. En la actualidad se busca valorar a la

sombra desde la perspectiva de la sustentabilidad considerando aspectos ambientales, socioeconómicos y la influencia en la calidad del aromático.

Una plantación de café con sombra de árboles es un agroecosistema que imita la estructura de un bosque natural, con sus ciclos de nutrientes. El mayor beneficio depende de la óptima combinación de especies económicamente productivas dentro de una unidad biológica (Nolasco, 1985).

Los árboles protegen de fuertes vientos, de ciertas plagas además de que contribuye con algunos nutrientes. La sombra disminuye tal vez el rendimiento, pero incrementa la calidad y la uniformidad o constancia año tras año. La sombra es responsable del café suave y aromático. Por otra parte permite pronósticos más certeros, ya que se suavizan los factores climáticos (Nolasco, 1985).

La sombra proporcionada por un dosel de árboles en los cafetales afecta las condiciones micro ambientales y ambientales de la región y contribuye al aporte de materia orgánica para el suelo, a la producción de hojarasca y a la regulación de la temperatura, la humedad y el viento, ofreciendo microambientes donde pueden mantenerse diversos organismos del bosque natural (Jiménez-Ávila y Gómez-Pompa 1982, Beer *et al.*, 1998). El efecto que tiene la temperatura en los cafetos es determinante para la productividad. Las hojas de los cafetos cuando están expuestos al sol pueden alcanzar temperaturas entre los 30°C a 35°C durante varias horas. (Muschler y Nair, 1999), estas puede provocar un estrés hídrico acelerado.

### **3.5.- Generalidades de la cafecultura en el centro de Veracruz**

De manera general, la cafecultura en Veracruz cuenta con 10 regiones cafetales a lo largo del estado, y la región centro comprende los municipios de Comapa, Huatusco, Ixhuatlán de café, Tlaltetela, Totutla, Zentla, Comapa, Tenampa, Sochiapa y Tomatlán. Todos en su conjunto conforman los siguientes datos: superficie dedicada a café de 28,207.27 has, número de productores de 12,822.00, con un promedio de superficie de 2.46 has con rendimientos de entre los 8 y 12qq/ha/año (Castillo *et al.*, 2011).

Los trabajos relacionados con estos novedosos sistemas de cultivo tienen alrededor de 20 años de haberse propuesto para la zona cafetalera del centro de Veracruz. La idea de innovación surge a partir de diferentes actores, principalmente (CONAFOR), organizaciones y productores clave. Las especies se establecieron en cafetales del municipio de Comapa, Ver.

El municipio de Comapa, presenta los datos siguientes: tiene una superficie sembrada de 4000 hectáreas de café, con una producción en 2013 de 9488.70 toneladas de café cereza. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y un número de productores de 650, pero con el nuevo censo cafetalero de 2015-2016, se prevé que el número de productores ascienda a 1200 y a una superficie sembrada de 7000 hectáreas de acuerdo con el Centro de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER, 2015).

### **Fisiografía**

Provincia: Llanura Costera del Golfo Sur (93%) y Eje Neovolcánico Subprovincia: Llanura Costera Veracruzana 93% y Chiconquiaco Sistema de topofomas: lomerío típico (93%) y lomerío de basalto (INEGI, 2010).

### **Climas**

(Aw1) temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Con precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

(Aw2) Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual con precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual (García, modificado de Köeppen 1998 citado por (INEGI, 2010).

### **Tipos de suelo**

Leptosol (74%), Phaeozem 12%, Luvisol 11% y Vertisol 1% (INEGI, 2010).

## **Hidrografía**

Pertenece a la región hidrológica Papaloapan 100%, Cuenca R. Jamapa y Otros 100%, Subcuenca R. San Francisco-Puerto de Veracruz 51%, R. Jamapa (39%) y R. Paso de Ovejas 10%. Corrientes de agua perennes: Paso Limón y Panoaya Cuerpos de agua intermitentes: Chicapa, Chiquito, El Tepache, La Tasajera, Paso Lagartos, Potrero de la Cruz y Rincón de Yegua (INEGI, 2010).

El uso del suelo se divide en: agricultura 16%, zona urbana 2%, pastizal 70%, y selva 12% (INEGI, 2010).

### **3.6.- Agroecosistema café en Comapa, Ver.**

El cultivo de café en la región inicia con la limpia del toda el área que será cultivada con café, es decir, se elimina toda la vegetación presente en dicha área, posteriormente se quema todos los residuos se trazan los surcos y se marcan cada uno de los cafetos a sembrar. Los productores procuran tener la plántula de café lista para llevar a cabo la plantación en el terreno que ha sido previamente acondicionado para la plantación.

La edad aproximada del cafeto es de seis meses. Cuando llega la época de lluvias se procede a realizar la plantación del cafeto así como la plantación de los árboles de sombra. Usualmente se usan especies del género (*Inga* spp), principalmente chalahuite (*Inga vera* Willd.). De igual manera se han venido incluyendo otras especies tanto originarias del bosque de niebla así como introducidas. Como es el caso de cedro rosado, grevillea, duela y primavera, principalmente.

Posterior a la plantación se deja pasar el momento de estrés que puedan tener los arbustos de café y los árboles de sombra, mínimo un mes. A partir de aquí se inicia con fertilización del cafeto, usando fertilizantes a base de nitrógeno para el desarrollo de la plantación; el número de aplicaciones será en función del presupuesto del productor, generalmente de 1-2 aplicaciones por año.

Se realizan aplicaciones de herbicidas para controlar malezas de hoja ancha y gramínea, de 1-2 veces por año. El manejo se hace hasta los tres a cuatro años, cuando las plántulas empiezan la producción, en la cual se realiza una fertilización básica.

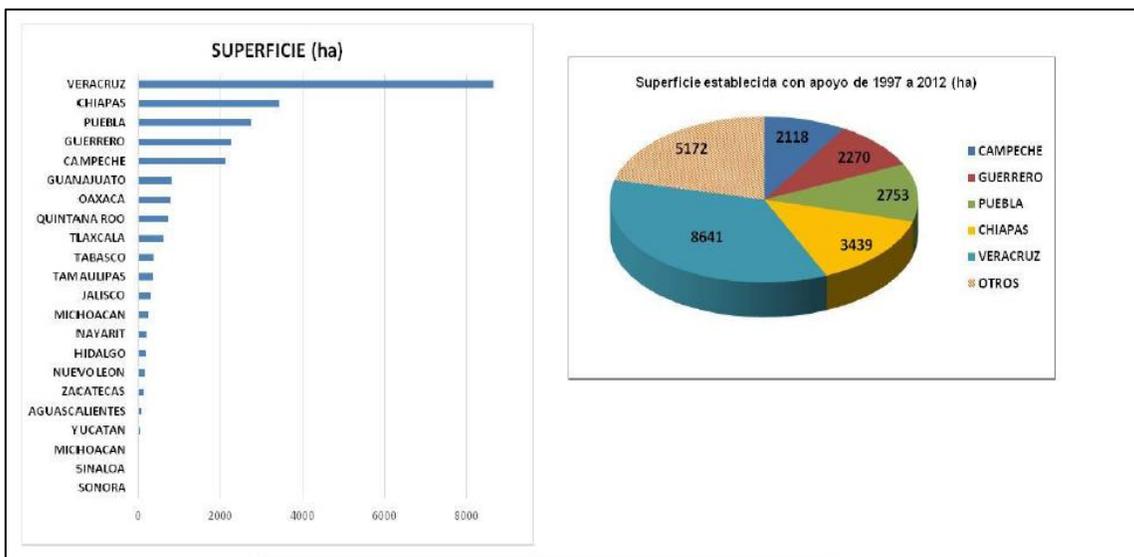
La forma de cultivar el café en la región de estudio está basada en muchas de las prácticas que ofreció el (INMECAFÉ) durante su gestión. Dicho organismo promovía diferentes paquetes tecnológicos que incluían recomendaciones sobre variedades, manejo de plagas y enfermedades, manejo de la sombra, podas, fertilización, manejo postcosecha entre otros paquetes y servicios.

En México desde el año 2000 (CONAFOR) ofrece subsidios para el establecimiento y mantenimiento de (SAF) dentro del apartado de (PFC). Este apoyo se ha mantenido constante hasta el presente, aunque ha ido cambiando de nombre a través de los años (Información directa de la Gerencia de Desarrollo de Plantaciones Forestales, 2013).

A partir del 2011, las Reglas de Operación se modificaron, para solicitar que se especificara qué componentes agrícolas o pecuarios se incluirían en el sistema, para que se desarrollaran los SAF como tales, exigiendo que en la verificación se constatará el cumplimiento de la propuesta.

### **3.7.- Superficies de sistemas agroforestales en México**

La superficie plantada de sistemas agroforestales (Figura 1), con relación a la asignada es muy pequeña, aun cuando en el país existen grandes superficies agrícolas y ganaderas, con condiciones propicias para el establecimiento de SAF (CONAFOR, 2012).



**Figura 1.** Superficie bajo sistemas agroforestales en el territorio mexicano. Fuente: CONAFOR, 2013.

Para ubicar las regiones potenciales de cultivos agrícolas más importantes de México, se consultó el Censo Agropecuario y Forestal de 2007 realizado por INEGI (Velázquez *et al.*, 2013). La revisión de dicho censo indicó que los cultivos perenes arbóreos más importantes y con potencial de uso en (SAF) son café y cacao. Respecto a cultivos anuales los principales son: maíz, frijol y avena. Aunque el trigo es otro cultivo importante del país, los municipios que lo producen no se encuentran dentro de las zonas elegibles para el programa de (SAF) (Figura 2). También se consideraron las regiones de pasto natural e inducido.

A nivel nacional la superficie potencial para Sistemas Agroforestales Maderables (SAFM) es de 3, 980,000 ha. Casi el 86% de dicha superficie se concentra en los siguientes estados (en orden descendente): Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Guerrero, San Luis Potosí, Puebla, y Nayarit. El potencial de los SAFM se distribuye principalmente a lo largo de la zona Golfo de México, en la continuidad de los estados de Veracruz y Tabasco (Velázquez *et al.*, 2013).



**Figura 2.** Distribución de áreas potenciales para SAFM en México. Fuente: CONAFOR, 2013.

### **3.8.- Descripción botánica de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*)**

Este árbol grande y deciduo alcanza una altura de 25 a 30 m en México, hasta 60 metros en otras partes. Con diámetros que van de 0 hasta 2.40 cm (Whitmore y Otárola, 1976). El cedro rosado de la India, es una especie de un sólo tronco con base reforzada. Su corteza es marrón grisáceo y fino; el tallo es recto y su corona liviana es redondeada. Sus hojas son grandes, bipinadas (5 a 6 pares de folíolos con un folíolo terminal), los folíolos son ovales, acuminados; las estípulas son pequeñas y deciduas. Se le conoce con los nombres comunes de cedro rosado de la India, mundani, ash tree, pink cedar, cedro rojo, entre otros.

Las flores son de color escarlata y pueden aparecer antes o después de las hojas. Las flores son densamente racimosas, replegadas como las de los equisetos, con racimos axilares solitarios o grupos de 2 o 3 racimos al final de las ramas. Los racimos son de 10 a 30 centímetros de largo, con pequeñas brácteas cuadrilongadas y deciduas; el tubo del cáliz es campanulado, con cinco lóbulos, corto y lanceolado; cinco pétalos, casi iguales; cinco estambres libres, con filamentos alargados; anteras lineales oblongas, versátiles; ovario estipado libre; numerosos óvulos, estilo corto e inflexible; estigma terminal corto. El fruto aparece en vainas aplanadas, de 8 a 12 centímetros de largo y de 1 a 2 centímetros de ancho, alargadas, estipuladas, con pequeñas alas a lo largo de la sutura cerca del eje. Las semillas son ovales y comprimidas, angostas en su base (Hutchinson 1964; Holdridge y Poveda, 1975).

### **3.9.- Hábitat de cedro rosado**

En relación con su extensión geográfica el cedro rosado de la India es un árbol nativo del sureste de Asia, principalmente India, China, Birmania, Borneo, Sumatra, Indonesia, Bangladesh y Vietnam. Crece a los 27 grados de latitud norte y de los 80 a 130 grados de longitud este, a partir del nivel del mar hasta 2000 metros o más.

En la India se encuentra en los bosques perenifolios de los Ghats occidentales, en su mayoría en las laderas de las colinas hasta los 1200 metros (Troup 1921); Ha sido plantado en Tanganyika, Nigeria, Rodesia, Zambia y Kenya en el África, y en América se le encuentra en Haití, Costa Rica, Brasil y en Norteamérica, incluyendo México. También se le ha llevado a las Islas Fiji (Rai, 1976).

La introducción del cedro rosado en México data de 1961 en las ciudades de Oaxaca, Puebla, y después en Tuxtla Gutiérrez (Chavelas, 1985); sin embargo, los estudios de evaluación de la especie se iniciaron diez años después en plantaciones experimentales de Bacalar, Q. Roo, Escárcega, Camp. Y Huimanguillo, Tabasco. En estos se observaron incrementos anuales promedio en altura de 2.3m, en diámetro de 3cm y en volumen de 44.62m<sup>3</sup>/ha, cifras que se mantuvieron por un periodo de siete años (Cedeño, 1985; Chavelas, 1985).

En México, el cedro rosado se planta a partir del nivel del mar hasta los 1700 metros, en climas con una precipitación que varía entre 500 y 3000 milímetros, y a temperaturas medias anuales de 15° a 26° C. Requiere luz, es sensible a las heladas y no tolera las sequías. Se adapta a suelos del tipo vertisol con un drenaje promedio, y con un pH de que va de los 6.9 a 7.5 (Sepatro, 2001).

El cedro rosado también crece en los bosques tropicales de los Himalayas orientales en Kalimpong, India. Las especies asociadas son (*Artocarpus hirsuta* Bark, *Salmatia malabarica* Schott & Endl, *Vitex altissima* L.f, *Hopea parviflora* Bedd, *Laegerstromea lanceolata* Wall, *Vateria indica* L, *Anthocephalus cadamba* Roxb. Miq., *Terminalia tormentosa* Roxb (ex DC) Wight & Arn, *Cedrela toona* Roxb. Ex Rotler & Will, *Pterospermum rubiginosum* Roxb., *Raderma chera* Hance Hemsl., *Mesua ferrea* Linn., *Adina cordifolia* Roxb. Benth., *Holoptelea integrifolia* Roxb., *Pterocarpus marsupium* Roxb. Y *Sterculia guttata* Roxb.) (Champion y Seth, 1968).

### 3.10.- Características agroecológicas y sanidad del cedro rosado

Un informe de Cunningham-van Someren (1973) relata que pájaros e insectos, especialmente las abejas, visitan a una plantación de mundani en el África Oriental. Se registraron diez especies de pájaros sol o tigamas *Anthreptes* y *Nectarinia* sp tomando el néctar de las flores. Las flores permanecen en inflorescencia durante varios días, y el contenido del azúcar en el néctar aumenta con el tiempo.

En Quintana Roo los árboles comienzan a florecer de 7 a 9 años de edad (Rai, 1976). Dentro del comportamiento reproductivo del cedro rosado los mecanismos de polinización son desconocidos en su hábitat natural, pero se sabe que en México es autógeno. En México, cedro rosado florece de marzo a mayo, y los frutos maduran de mayo a agosto (Rai, 1976).

Whitmore y Otárola (1976) informan que los árboles crecen bien durante los primeros años, pero después en algunas regiones sufren mortalidad de ramas desde la punta del árbol hacia la base. Los autores sugieren que se estudie a fondo la cuestión de la adaptabilidad del cedro rosado al ambiente. Un proceso similar sucede en México, en Escárcega, Campeche y Bacalar, Quintana Roo, regiones bajas de 0-30 metros sobre el nivel del mar con una precipitación de menos de 1500 milímetros. En otras regiones, tales como Oaxaca y Chiapas, con precipitación de menos de 1000 mm pero a elevaciones de más de 600-1500 metros a partir del nivel del mar, la especie crece bien. La corteza es delgada y sensible a la radiación solar.

En México, las hormigas corta hojas *Atta* spp defolian a los árboles de esta especie. Las termitas *Nasutitermes* sp también atacan a los árboles, posiblemente después que han sido infectados por un hongo aún sin identificación (Combe y Gewald, 1979); las termitas construyen sus galerías cubiertas sobre la corteza del árbol. En Costa Rica los árboles no presentan enfermedades o pestes, con excepción de las termitas (Whitmore y Otárola, 1976).

En África, la especie está libre de plagas y enfermedades, con excepción de ataques de termitas sobre árboles jóvenes. El hongo *Armillaria mellea* causa un daño ligero a árboles debilitados en las regiones de la sabana (Laurie, 1974). En la India, el ganado no encuentra palatable el follaje de este árbol, así que la especie tiene una

ventaja sobre muchas otras especies (Rai, 1976). Sin embargo, un ciervo cautivo de Tailandia (*Muntiacus muntjak* Zimmermann) prefiere el cedro rosado a varias otras especies de plantas, sugiriendo que algunos animales se apacientan de él, al menos en una parte de su hábitat natural (Kanlaya, 1982).

La germinación bajo condiciones naturales es errática, y la semilla puede permanecer latente por un tiempo largo, hasta de diez meses. La germinación comienza con el inicio de las lluvias y continúa cerca de un mes después que las lluvias han terminado (Rai, 1976).

Debido a la impermeabilidad de las semillas es necesario escarificarlas o tratarlas con ácidos. Rai (1976) investigó el uso de varias sustancias como previo tratamiento de las semillas, incluyendo los siguientes: ácido sulfúrico, nitrato de amoníaco, agua hirviendo y empapamiento de las semillas en un tratamiento de agua caliente. Encontró que tratando a la semilla con ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos, y luego lavando, secando y remojando a las semillas por 16 horas, mejoró el porcentaje de su germinación a un 90.6 %.

Cuando los arbolitos alcanzan una altura de 30-50 cm, se plantan a espacios de 3 x 3 m, preferiblemente en áreas que han sido aclaradas y quemadas. En las plantaciones que deban llegar a maduras, es necesario que los espaciamientos sean más amplios, ya que las copas de los árboles se extienden por una distancia considerable y se hacen aclareos a los 5-6 años (Laurie, 1974). Whitmore y Otárola (1976) recomiendan que la copa se mantenga libre para evitar que el crecimiento quede estancado.

### **3.11.- Usos de la madera de cedro rosado**

La madera puede aserrarse y trabajarse con facilidad, se obtiene un buen acabado y toma un buen pulido. Se ha usado como sustituto del fresno o nogal en la fabricación de muebles y se usa para entarimados, construcciones en general, tejamanil para techos, etc. (Cedeño, 1985).

En su área de distribución natural es utilizada para el entablillado de techos, como madera de construcción, para pisos, escaleras, cajas de té, puertas y maderas impregnadas para fabricar durmientes (Lamprech, 1989a).

La madera posee buenas cualidades mecánicas permiten recomendarlo para artesanías y manualidades. Debido a su constitución homogénea (pues no presenta zonas de crecimiento bien definidas) y dureza media se recomienda para figura tallada y colada. Por su color claro y limpio, su veteado suave, así como su buena forma para trabajar, se recomienda para juguetes y muebles infantiles (INIFAP, 2011).

La madera es de olor y sabor débil y agradable, la hace recomendable para elaborar cajas de empaque para frutas, verduras, dulces y regalos (García *et al.*, 2002). En México se cultiva y su madera se utiliza para fabricar muebles y para construcciones rurales (Niembro, 1986). Recientemente en México esta especie está siendo demandada para las regiones cafetaleras de los estados de Veracruz y Puebla, como árbol de doble propósito, es decir, como sombra para café y para producir madera por la rectitud de su fuste y la calidad de su madera, que puede compararse con la del cedro rojo (REMGEFOR, 2005).

### **3.12.- Actualidad de los sistemas agroforestales café-cedro rosado**

Un sistema agroforestal maderable demanda cierta disponibilidad de recursos para hacer atractiva la producción combinada de productos agropecuarios y forestales. Los recursos básicos que demanda un sistema vegetal son: (i) Radiación solar, (ii) Nutrientes del suelo, (iii) Gases de intercambio con la atmósfera, y (iv) Agua. Estos recursos deben proveerse en un ambiente de temperatura adecuada para favorecer todos los procesos enzimáticos que involucran el crecimiento y la ganancia en productividad primaria neta (Schlesinger, 1997)

Plantaciones de cultivos agrícolas perennes como el hule, el café, el cacao y los cocoteros y otros como: té, marañón y pimienta, combinados con árboles forestales, que pueden servir de sombra para los cultivos agrícolas perennes. El sistema puede

incluir a los componentes mezclados, sin patrón en su espaciamiento, o en forma sistemática y generalmente formando varios estratos verticales.

Los sistemas de producción intensiva de café promovidos actualmente, proponen sustituir la sombra tradicional por árboles maderables (Tavares *et al.*, 1999), plantar variedades mejoradas de cafetos a altas densidades y mantener un estricto programa de fertilización, poda y control de enfermedades. En México los sistemas tradicionales en las zonas productoras de café, se llevan a cabo con una gran diversidad de especies, y al igual que en los sistemas agroforestales incluyen árboles frutales, maderables y de propósito múltiple, como los de usos medicinales, sociales u ornamentales (Escamilla *et al.*, 1994).

Actualmente existen algunas especies con cualidades maderables que, por su rápido crecimiento, han resultado promisorias, como la melina (*Gmelina arborea* R.L., teca *Tectona grandis* L.F. y cedro rosado *Acrocarpus fraxinifolius* Wight *et Arn*) (Chavelas, 1985).

El cedro rosado es una especie forestal que se diferencia de otros por su rápido y extraordinario crecimiento, en algunos casos de cuatro hasta seis metros por año; produce madera de buena calidad y mantiene su follaje en invierno y verano, por lo cual ofrece sombra adecuada en corto tiempo. Presenta además autopoda, es decir, que las hojas y ramas se desprenden por sí solas, con lo que se ahorra la poda de los árboles (Whitmore y Otárola, 1976).

## **4.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **4.1.- Hipótesis generales**

La inserción del cedro rosado al agroecosistema cafetalero de altura, en la región centro de Veracruz, ha sido exitosa desde una perspectiva histórica, agroecológica y productiva.

#### **4.2.- Hipótesis específicas**

1.- La inserción del cedro rosado al agroecosistema cafetalero en la región centro de Veracruz es un hecho histórico consumado.

2.- La inserción del cedro rosado al agroecosistema cafetalero ha sido agroecológicamente exitosa.

3.- La inserción del cedro rosado al agroecosistema cafetalero no demerita la producción y cualidades físicas y sensoriales del grano comparado con el sistema de sombra tradicional.

4.- La inserción del cedro rosado al agroecosistema cafetalero agregó un subproducto maderable a la cafecultura.

#### **4.3.- Objetivo general**

Valorar el éxito de la inserción del cedro rosado en el agroecosistema cafetalero de altura desde una perspectiva histórica, agroecológica y productiva.

#### **4.4.- Objetivos específicos**

- Documentar el proceso histórico de inserción del cedro rosado en los agroecosistemas cafetaleros de la región centro de Veracruz
- Evaluar la adaptación agroecológica del cedro rosado en los agroecosistemas cafetaleros
- Analizar si la inserción del cedro rosado causó diferencias en la producción de café, características y calidad, con respecto al sistema de sombra tradicional
- Identificar cualesquiera subproductos que se hubieran agregado con la inclusión del cedro rosado en el sistema de producción de los productores cafetaleros.

## 5.- METODOLOGÍA

### 5.1.- Ubicación geográfica del sitio de estudio

La zona de cafetales a sombra en donde se promovió el uso del cedro rosado (INEGI, 2010), se encuentra entre los paralelos 19° 04' y 19° 13' de latitud norte, y entre los meridianos 96° 29' y 96° 56' de longitud oeste (Figura 3); altitud entre 100 y 1300 msnm. Colinda al norte con los municipios de Totutla, Tlacotepec de Mejía, Puente Nacional y Paso de Ovejas; al este con los municipios de Paso de Ovejas y Soledad de Doblado; al sur con los municipios de Soledad de Doblado, Zentla y Huatusco; al oeste con los municipios de Huatusco, Sochiapa, Totutla y Tlacotepec de Mejía. Ocupa el 0.43% de la superficie del estado. Cuenta con 73 localidades y una población total de 16 870 habitantes. (INEGI, 2010).

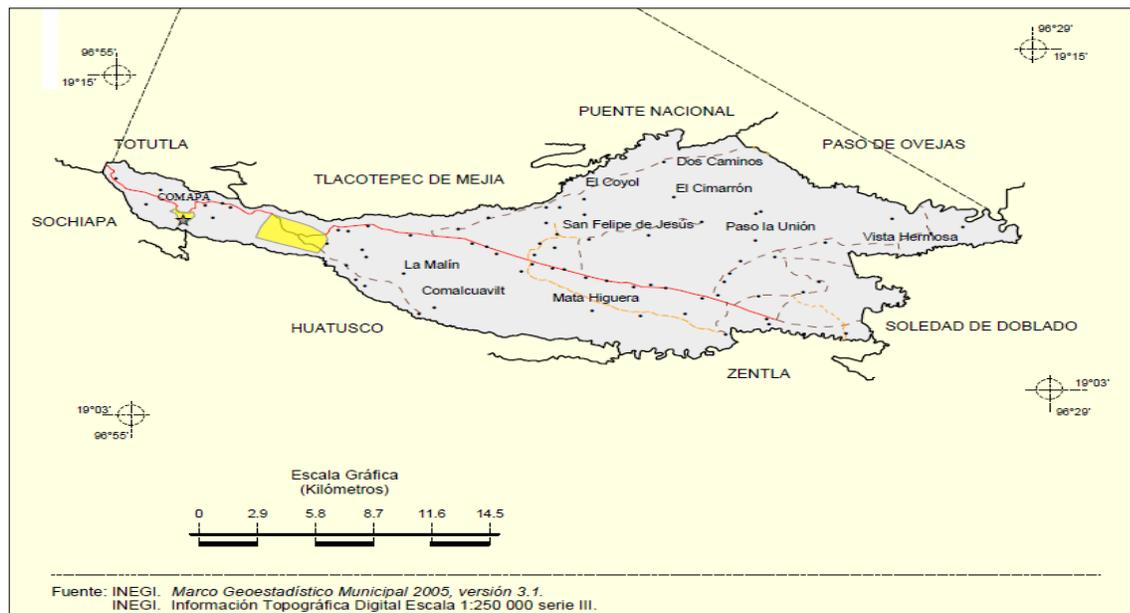


Figura 3. Municipio de Comapa, Ver. Fuente: INEGI, 2010.

## **5. 2.- Datos sobre el hecho histórico de la innovación**

Se delimitó primero la zona de influencia del cedro rosado en el centro de Veracruz a partir de entrevistas y de recorridos de campo con las personas que fueron parte central del acontecimiento: instituciones de gobierno, asesores técnicos, organizaciones, productores grandes, medianos y pequeños. Los recorridos abarcaron seis municipios de la región. La focalización del fenómeno de estudio café con cedro rosado se hizo en el municipio de Comapa Ver, con productores que recibieron los árboles por medio del programa (Proárbol de CONAFOR), así como con productores innovadores que iniciaron de forma independiente, como se describe a continuación:

Para el tema del proceso histórico consumado se identificó a los informantes más importantes y se les realizaron entrevistas grabadas. Se hicieron recorridos para corroborar lo mencionado acerca del estado actual de las plantaciones de café con el cedro rosado, dentro de los cuales tenemos a personajes como son ingenieros, técnicos en cafecultura, productores, líderes de organizaciones e instituciones de gobierno. Los cuales narraron en entrevistas grabadas el proceso histórico de la inserción del árbol así como la actualidad de la innovación.

## **5.3.- Adaptación de la especie en la región**

A partir de las visitas a campo y con apoyo de técnicos y representantes de la organización se obtuvo un listado total de 35 productores, que se acerca a lo que sería el universo de participantes. De ellos, 25 productores iniciaron con la innovación con el programa (Proárbol de CONAFOR). Los otros 10 productores iniciaron con el diseño innovador de cedro rosado de manera particular.

A los 35 productores se les aplicó un cuestionario para conocer la percepción actual de la innovación con el árbol de cedro rosado en el agroecosistema café.

Posteriormente, se muestrearon diez parcelas tomando datos de los árboles de cedro rosado. Esta información se colectó con la idea de observar la adaptación y el

crecimiento de la especie, así como la calidad del arbolado. Las mediciones fueron tanto en árboles con cultivo de café así como en árboles en plantación pura.

#### 5. 4.- Toma de datos del arbolado en cafetal y plantación pura

El muestreo de los árboles con café fue el siguiente: se estableció el polígono de la parcela, se realizó un transecto a través de la parcela en línea recta y se numeraron los árboles más cercanos a la línea, hasta un límite extremo de 10 m. Posteriormente se tomaron los datos del terreno, y mediciones de cada uno de los árboles. El (Cuadro 1) presenta la lista de metadatos de lo medido.

**Cuadro 1.** Variables medidas en campo, descripción y toma de datos. Trabajo de campo 2015.

<b>Variables</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Observaciones</b>
Diámetro normal	Cinta métrica	Se realiza a 1.30 m sobre el fuste
Altura	Pistola Haga	
Coordenadas	GPS GARMIN	Se realizaron polígonos de las parcelas muestreadas
Calidad del arbolado	Observación directa y llenado en formatos	Se observó la calidad del arbolado en pie
Diámetro de copa	Flexómetro	
Distancia entre árboles	Flexómetro	
Costo de la plántula	En campo	Con productores y datos de programa Proárbol de CONAFOR
Fuste limpio	Con pistola Haga	En campo
Edad de la plantación	Cuestionario	Datos con productores y documentos del programa Proárbol de CONAFOR
Características socioeconómicas del productor	Cuestionario	Se aplicó en la parcela
Conteo de granos por cafeto	Directo en campo	Para obtención de producción
Medición de altura de cafetos	Directo en campo	
Distancia entre surco y planta	Directo en campo	
Identificación de variedades	Directo en campo	
Peso de las muestras de café	Balanza	Se pesaron las muestras en cereza
Medición de granos brocados y vanos	Se usó recipiente con agua y observación directa	Se usó una submuestra de 100 cerezas
Análisis de calidad física y sensorial de café	Laboratorio del CRUO	Se realizaron los análisis de las muestras obtenidas en campo

Los sitios muestreados cubrieron el gradiente que va de los 950 a los 1150 msnm, donde ocurren los cafetales. Para medir el cedro en plantaciones puras se siguió un gradiente altitudinal que va desde los 300 msnm hasta los 1400 msnm.

### **5.5.- Muestreo para analizar la calidad física del café**

Las muestras de granos de café fueron tomadas de los productores del municipio de Comapa, Ver. Las muestras de café con sombra de cedro rosado y sombra tradicional se usaron para analizar la calidad física y sensorial del grano. De la misma parcela se tomaron dos muestras, una de sombra con cedro rosado y otra con sombra tradicional. En total fueron seis cafetales, lo que dio un total de 12 unidades muestrales. Los granos de café fueron analizados en el laboratorio del (CRUO) que pertenece a la (UACH). Se solicitaron también datos de calidad sensorial de la bebida que se obtuvieron de las mismas muestras antes mencionadas.

De igual manera se realizó un muestreo para estimar producción de cafetales con sombra de cedro rosado y en cafetales con sombra tradicional. El muestreo consistió en una pareja de cuadrantes por cada una de diez fincas, un cuadrante para cafetal con sombra tradicional y otro para cafetal con sombra de cedro rosado. Se muestrearon en cada cuadrante seis cafetos. Se contaron los granos por planta, y como variables explicatoria se registraron: altura del cafeto, distancia entre surco y entre plantas, variedad y altitud de las parcelas.

### **5.6.- Procesamiento y pruebas estadísticas**

El problema central al comparar el desempeño del cedro en cafetal respecto a las plantaciones puras, tanto en los aspectos relativos al cedro como los relativos a la cosecha de café, es que las plantaciones tienen varias edades, las plantaciones puras

van de los siete a los dieciséis años y nueve años para los cedros en el cafetal. Otro efecto que potencialmente podría meter ruido en las cifras es el diseño de muestreo, que usó la finca como primera etapa, y al individuo (árbol o arbusto) como segunda etapa.

Al analizar estadísticamente este concepto de desempeño del cedro rosado, y para filtrar el efecto del diseño de muestreo y la dispersión de edades, se recurrió a regresión múltiple como medio para la descomposición de la variabilidad (suma de cuadrados). El modelo general seguido fue:

Talla del árbol = ordenada + tipo de sombra + finca + edad + variedad + error

Dónde:

Talla del árbol = cualidad modelada

Tipo de sombra = [1 tradicional, 2 cedro]

Finca = predio muestreado (representado por su altitud)

Edad = años del cedro rosado

Variedad = variedad del cafeto (cuando pertinente al modelo específico)

Error = residuales que no pueden ser explicados por las variables independientes.

De la salida del paquete estadístico (STATISTICA) versión 7.1 (Stat Soft Inc., 2005), se solicitó la tabla de descomposición de varianza y prueba de F para el modelo completo, y la tabla de coeficientes, con sus respectivas estadísticas (grados de libertad, suma de cuadrados, cuadrado medio, estadístico F y su probabilidad, coeficiente estandarizado).

### **5.7.- Datos para comparar productos en cafetales con cedro y plantación**

Se muestrearon seis sitios selectivamente elegidos, que tenían árboles en plantación pura, que fueron el total de sitios identificados en los recorridos regionales.

Ninguno de estos sitios es extenso, más bien son puntos dentro de la finca cafetalera donde se pusieron cedros rosados sin haber cafetos en el sotobosque. En estos sitios se tomaron los mismos datos que los cedros en cafetales: diámetro normal, edad, altura de árbol, calidad del árbol, vegetación asociada, manejo y percepción del productor sobre el árbol. El método que se utilizó para medir fue en primer lugar identificar sitios con árboles de cedro en plantación. Posteriormente, se tomaron de entre 10 a 12 árboles para realizar las mediciones, esperando cubrir el espectro regional de variación entre los manejos que se hicieron a los árboles, la sanidad, el desempeño del arbolado, criterios para plantarlos. Estas variables deben contestar la pregunta si realmente en la región de estudio los cedros en plantación pura desarrollan mejor que los del cafetal. Los sitios fueron los siguientes: Mirador, Dos puentes, Mesa del Señor, Ceiba, Tepetzingo y Cardenal. Los dichos sitios están ubicados en un total de 4 municipios (Tlaltetela, Totutla, Puente Nacional y Huatusco).

A partir de los datos obtenidos sobre el crecimiento de cedro rosado en plantación y en cafetal se calcularon atributos cuantitativos para hablar de los subproductos maderables. Se tomaron datos de diámetro, altura, edad, altitud, y se obtuvo también el volumen por hectárea, incremento anual en diámetro y altura y volumen, así como fuste limpio, defectos y lesiones, información que aporta elementos para afirmar si el árbol ya tiene productos maderables.

## **6.- RESULTADOS**

Los resultados más importantes encontrados en el trabajo de campo son la historia de la innovación, las características de los productores innovadores (Cuadro 2) y del programa, las características del arbolado y también los datos sobre el desempeño del árbol en relación con su crecimiento y aportes como sombra dentro del cafetal y la calidad que presentó el café bajo el dosel de cedro rosado y sombra tradicional.

**Cuadro 2.** Características de los productores con la innovación de cedro cafetales. Trabajo de campo 2015.

Número de productores	Tipo de productor	Superficie promedio (ha)	Rendimiento promedio (toneladas en cereza)	Tipo de propiedad	Municipio
25	Programa CONAFOR	2.5	6	Ejidal	Comapa Ver
10	Innovador	6.5	7	Propiedad privada	Huatusco, Comapa, Tlaltetela

Número de productores	Tipo de Productores	Promedio de escolaridad	Promedio de edad	Actividades productivas	Tipo de mano de obra	Tipo de café	Cedro rosado ha	Núm. de árboles de cedro
25	Programa CONAFOR	5.3	50	Agricultura	Familiar	Cereza	20.3	5500
10	Innovadores	6	45	Agricultura y oficios	Contratada	Cereza	50	31000
Total 35							70.3	36500

### 6.1.- Historia de la promoción del árbol de cedro rosado

Para el caso veracruzano donde se trabajaron parcelas de cultivo de café con cedro rosado, (CONAFOR) por medio del programa Proárbol y a través de las organizaciones de productores, entregó árboles de cedro rosado y de otras especies a productores ejidatarios del municipio de Comapa, Ver. Los árboles que fueron entregados cumplirían con varias funciones: a) serían plantados como sombra para los cafetales como parte de una idea de reforestación; b) serían árboles que en algún momento se podrían aprovechar para la obtención de madera; c) formarían parte del estrato arbóreo que proporciona sombra al cafeto debido a la compatibilidad de sus características como árbol para sombra; y d) en el curso de varios años iría reconstruyendo la estructura del bosque mesófilo original. Este último fin no estaba declarado explícitamente, pero es algo que deriva en forma necesaria del mandato institucional de misión de la (CONAFOR), en oposición al mandato de la entidad federal que es cabeza de sector de la cafecultura, que en ese entonces era la Secretaría de Agricultura.

El principal motivo por el que se plantó cedro rosado en monocultivo es parecido al que dio origen a las plantaciones de café con cedro rosado, es decir, tanto organizaciones, (CONAFOR) y municipios, promovieron el uso de la especie a partir de que lo observaron en las fincas grandes, lo que llevó posteriormente a que otros productores pequeños copiaran la innovación.

Particularmente se buscó interesar a los productores pequeños, como parte del Programa Nacional de Reforestación. Posteriormente Proárbol apoyó organizaciones como la que representa el técnico Ismael Morales.

Se dotó a los productores de 200 árboles de cedro rosado y también de otras especies. Se les dio un apoyo económico para la plantación que no superaba los \$1500, y se dio seguimiento de los árboles los primeros dos años. Independientemente de la promoción que se hizo desde el gobierno, las organizaciones y técnicos independientes reemplazaron a las instituciones gubernamentales cuando se retiran dichos participantes.

Estos nuevos asesores fomentan el mantenimiento las plantaciones y alientan las iniciativas individuales de los productores. Diez de los productores lo hacen comprando los árboles, reproduciéndolos o bien obteniendo plantas donadas por alguno de los productores que originalmente los obtuvo por los programas, generalmente cuando estos últimos productores no quisieron plantarlos.

Los productores de vanguardia, es decir, las fincas grandes como es el caso de finca Kassandra, una finca se dedica a la producción de café y macadamia, iniciaron con las primeras plantaciones de cedro rosado, lo que fue el ejemplo de que era posible establecer árboles distintos a los que se tenían antes. Esta agroempresa fue la pionera regional en la introducción de cedro rosado en plantaciones con café y que posteriormente se fue copiando por los productores pequeños innovando en sus cafetales con esta nueva especie dentro de cafetal. La agroempresa no realizó promoción, solo plantó y sirvió como fuente de planta de cedro para otras fincas de la región, gracias a semillas producidas de los árboles plantados en la finca, ya sin recurrir a compra o importación de semilla. Actualmente se tienen árboles de cedro

rosado en cafetales en una extensión cercana a las 70 hectáreas, y los productores los están usando como sombra en los cafetales.

## **6.2.- Consideraciones agroecológicas y de régimen de cultivo**

La semilla original fue traída desde la India. En total se compraron 25 kg de semilla de cedro rosado dentro del programa de CONAFOR. El vivero se estableció en el municipio de Totutla, Ver. La siembra de la semilla de cedro rosado se realizó en bolsas de polietileno de color negro; el sustrato que se utilizó fue tierra negra. La semilla llevó un tratamiento pre germinativo en agua caliente aproximadamente de 12 horas, posteriormente fue sembrada en las bolsas. Se aplicó un riego por semana y se aplicó fertilizante al inicio y por dos 2 veces más, cuando el árbol tenía entre 50 y 80 cm de altura. La entrega se hizo en época de lluvias buscando tener la mayor supervivencia posible y a los productores se les dio información de cómo debían plantar los arbolitos, la distancia entre árbol, además de las labores culturales a realizar. Por dos años (CONAFOR) realizó visitas a la plantación y tomó datos en relación con el cuidado y si realmente se había hecho la plantación.

Cuando se llevó a cabo el plantado de los árboles en el periodo 2007-2009, las recomendaciones fueron plantar en espacios en donde no hubiera, pero se necesitaran árboles de sombra para el café. El programa recomendó plantar con distanciamientos de 3x3, 4x4 y hasta 6x6 m. Las labores culturales a la parcela consistieron de fertilización al momento de plantar los árboles, y podas de las ramas bajas en los primeros años. No se reportó que actualmente hubiera algún tipo de manejo de los árboles.

Los árboles de cedro rosado de plantación pura fueron comprados localmente; se maneja un costo de cinco pesos por árbol. Los propietarios decidieron establecerlos en los linderos de los predios, y en una sola hilera, excepto el caso del sitio Mirador, donde se hizo un arreglo en hileras con distancias de 5 x 5 m, con algunos árboles más plantados en hileras. Las principales labores que se aplicaron a la especie fueron el

control de malezas, fertilizado (al menos una vez) y encalado. De los seis sitios sólo uno presentó encalado. Algunos propietarios realizan encalado de la base del árbol por ser una tradición que supone que evita afectaciones en el fuste del árbol.

A la edad actual del arbolado (nueve años) los plantados en cafetales y de seis a 16 años en plantación pura, se han hecho aclareos para abrir más espacio para la entrada de luz al cafetal. Hasta el momento no se han llevado a cabo cortas comerciales maderables parciales, o totales.

No se encontró en los muestreos y recorridos realizados que hubiera fracasos al establecer el cedro rosado en la región de estudio. Tampoco se reportaron fallas totales por parte de los entrevistados.

En la zona de estudio de acuerdo con los recorridos en las parcelas y entrevistas, se reporta la presencia de hormigas defoliadoras (arrieras), las cuales pueden causar la muerte del árbol sí atacan en edad temprana de uno a tres años. Por otro lado, se encontró la presencia de termitas (*Nasutitermes* spp.) las cuales causan afectaciones severas pero raramente la muerte del árbol (Figuras 4 y 5).



**Figura 4.** Presencia de organismos que afectan la madera de cedro rosado. Trabajo de campo 2015.



d) Hormiga arriera llevando hojas del árbol

e) Defoliación por arrieras

f) Agroquímico para control de hormigas defoliadoras dentro del cafetal

**Figura 5.** Presencia de organismos defoliadores de cedro rosado. Trabajo de campo 2015

Es necesario indicar que no se encontraron cedros afectados por hormigas entre los árboles de la muestra, sólo afectaciones menores en arbolado observado en los confinamientos.

En relación con la sanidad, en las plantaciones puras se presentaron las mismas afectaciones que fueron identificadas en las parcelas de café con cedro rosado. En primer lugar se menciona la hormiga arriera, y en segundo se tiene a las termitas que afectan la madera del árbol (Figura 6).



a) Cedro rosado encalado sitio Mirador      b) Daño por termitas en árboles del sitio la Ceiba      c) Cedro rosado con defoliación por arriera sitio Cardenal

**Figura 6.** Sanidad en plantación pura de cedro rosado. Trabajo de campo 2015.

En el (Cuadro 3), se presenta el resumen de la información cuantitativa para la muestra total de cedro rosado, tanto plantación pura como en el cafetal.

**Cuadro 3.** Información cuantitativa de cedro rosado en cafetal y plantación pura. Trabajo de campo 2015.

Característica	Diámetro (cm)	Incremento anual en diámetro (cm/año)	Altura total (m)	Incremento anual en altura (cm/año)	Edad de los árboles (años)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	Incremento neto medio volumen m <sup>3</sup> /ha/año
Media	0.22	0.02	15.92	1.65	9.97	29.42	2.80
Desviación e.	0.11	0.01	5.27	0.53	2.71	34.38	3.13
Mínima	0.04	0.00	4.76	0.46	6.00	0.95	0.11
Máxima	0.62	0.05	27.33	2.86	16.00	163.48	18.16

Se concentran en el (Cuadro 3) los estadísticos de la comparación del árbol de cedro rosado en plantación con café y en plantación pura. Como se puede apreciar se tienen diámetros de 22 hasta 62 cm como máximo y media de 22 cm, la altura total va

desde los 5 hasta los 27 m, con una media de 15.92 m, la edad para plantación pura es de 6 a 16 años con una media de 9.92 años, el volumen por hectárea tiene una media 29.42 m<sup>3</sup>/ha/año y un incremento medio anual es tiene una media de 2.80 m<sup>3</sup>/ha/año.

Con respecto a la calidad del arbolado en donde analizó apariencia en general de la especie, tanto en cedro como sombra del cafetal, así como, el cedro en plantación pura, las principales cifras se presentan en el (Cuadro 4). Llama la atención la calidad del arbolado, que fue representada por la forma y calidad de la copa, la rectitud del fuste, y la calidad del fuste (libre de daños por plagas o enfermedades). Los resultados mostrados en el (Cuadro 4), son tanto para las diez parcelas de café como también para los seis sitios de plantación pura.

**Cuadro 4.** Evaluación de calidad y sanidad de cedro rosado. Trabajo de campo 2015.

Forma de la copa	Frecuencia	
	Cedro en cafetal	Cedro en plantación pura
<b>Calidad de copa</b>		
Copa perfecta=5	2	3
Buena=4	18	22
Tolerable=3	23	23
Pobre=2	7	2
Muy pobre=1	1	1
Sin copa=0	0	0
Total	50	51
<b>Calidad del árbol</b>		
Malo=2	6	6
Inferior al normal=3	17	17
Normal=4	25	25
Excelente=5	2	2
Total	50	51
<b>Rectitud del Fuste</b>		
Recto con más de una torcedura=2	21	31
Recto con una leve torcedura=3	28	15
Perfectamente recto=4	2	3
Torceduras muy fuertes= 1	0	2
Total	50	51
<b>Defectos del Fuste</b>		
Óptimo=1	5	20
Medio=2	35	30
Bajo=3	11	1
No aplica =0	0	0
Total	50	51

### **6.3.- Cedro rosado como sombra del cafetal**

Con los datos obtenidos de las afectaciones de plagas y enfermedades que están provocando afectaciones en el árbol de cedro rosado en la región de estudio, es posible compararlo con la sombra de chalahuite, el cual está presente en la región desde la promoción que hizo (INMECAFÉ) de este árbol como sombra para el cafetal. En primer lugar, el árbol de chalahuite es una especie de porte bajo que es posible manipular mediante podas para que tenga una mejor combinación con el café, la calidad de la sombra es reconocida por los productores. Dentro de las respuestas que se dieron por los productores (Anexo 1), se afirma que es buena sombra, por la materia orgánica que incorpora al suelo y también por ser una especie fijadora de nitrógeno.

En el total de parcelas muestreadas (10) aparece el chalahuite como parte del estrato arbóreo. Pero, al igual que cedro rosado, actualmente ya está teniendo problemas de sanidad. Las principales afectaciones que tiene el chalahuite son defoliadores y plantas parásitas.

Considerando que chalahuite es atacado por defoliadores, hay cambios frecuentes de dosel que afectan al cultivo de café ya que la sombra no es constante durante todo el año debido a la defoliación.

### **6.4.- Subproductos actuales de la innovación agroecológica café cedro rosado y en plantación**

En relación con los resultados obtenidos del arbolado de cedro rosado tanto en cafetales así como el cedro en plantación pura se obtuvo:

Para el caso de los cafetales combinados con cedro rosado, el 100% de los árboles generan un subproducto, que es la leña, la cual requiere un diámetro mínimo de 10 cm y una longitud de 80 cm, lo cual permite que se puedan aprovechar de esta manera por medio de aclareos dentro del cafetal. Otro subproducto es la trocería para aserrío, donde el diámetro mínimo debe ser de 30 cm, con una longitud de la troza de

2.5 m. Los árboles dentro del cafetal aún son jóvenes y sólo aparecen en la muestra un total de cuatro árboles con fustes capaces de rendir estas dimensiones.

En la variable de diámetro de los árboles de cedro dentro del cafetal, el promedio es de  $18.69 \pm 0.066$  cm (N=50) y el promedio de altura es de  $18.60 \pm 1.80$  m (N=50), la edad del arbolado es de nueve años, el incremento neto medio anual de los árboles con café es de  $2.64 \pm 3.51$  m<sup>3</sup>/ha/año.

Los resultados obtenidos en relación con la calidad del arbolado (Cuadro 4) analizado en el cafetal en cuanto a frondosidad, forma de la copa, calidad de la copa, rectitud del fuste y daños del mismo se obtuvo que el 50% del arbolado presentó una frondosidad normal, el 30% inferior a la normal y solo el 20% presentó mala calidad, esto en relación con la apariencia de la especie. En relación con la calidad de la copa, el 40% presentó copa en categoría de buena, el 50% de arbolado en cafetales presentó copa suficiente, y el 7% presento copas de calidad pobre; solo el 3% tuvo copa perfecta. En cuanto a la al calidad de fuste el arbolado presentó un 70% de árboles con fuste de una sola torcedura, el 25% tuvo rectitud con más de una torcedura y el 5% presentó una rectitud perfecta del fuste.

Para el caso de los cedros muestreados en plantación pura se obtuvieron los siguientes datos (Cuadro 6): el 100% de los árboles ya tienen un subproducto. Se encontró que todos los árboles cumplen con los el estándar para ser usados como leña. Para obtener madera de aserrío se contabilizaron 20 de 51 árboles que cumplen el diámetro mínimo para poder obtener trocería en plantación pura. Los árboles en plantaciones puras presentaron las siguientes estadísticas descriptivas: el de diámetro fue de  $27$  cm  $\pm 20$  (N=51); la altura promedio fue de  $13.29 \pm 6.01$  m, con incremento de  $1.3 \pm 0.40$  cm (N=51); la edad encontrada es de  $10.92 \pm 3.58$  años (N=51) el incremento medio anual es de  $3.26 \pm 3.25$  m<sup>3</sup>/ha/año (N=51).

En relación con la calidad del arbolado de plantación pura en cuanto a su frondosidad, forma de la copa, calidad del árbol y calidad del fuste se tienen los siguientes resultados: el 40% del arbolado presentó una frondosidad normal, otro 40% tuvo una frondosidad inferior a la normal, el 10% presentó frondosidad mala, el 7% presentó frondosidad excelente y solo el 3% presentó frondosidad muy mala. En cuanto

a la calidad de la copa el 40% del arbolado presentó una copa aceptable, el 40% más presentó copa inferior a lo normal, 20% presentó copa de pobre calidad. Finalmente, en relación con el fuste, el 50% presentan fuste recto pero con más de una torcedura, el 40% tuvo fuste con una leve torcedura, el 7% tuvo calidad del fuste perfectamente recta y el 3% tuvo torceduras fuertes.

Como nota importante hay que destacar que, sin ser parte de los puntos muestreados, se captó la presencia de renuevos de cedro rosado (Figura 7). Estos individuos muestran que el arbolado del dosel superior ya es reproductivo, que la semilla que genera es viable y la cama de germinación propicia para su establecimiento.



a) Plántula natural de cedro en cafetal

b) Vaina y semilla de cedro

**Figura 7.** Renuevo natural y semillas de cedro rosado en los cafetales. Trabajo de campo 2015.

### 6.5.- Calidad física del grano

En esta parte hay que tener presente que las fincas estudiadas que tenían cedro rosado usan, además del criollo, las variedades Colombia y Costa Rica, conocidas como resistentes a roya y de alto rendimiento. En tanto las fincas con café a sombra tradicional (*Inga* spp) mayormente, usan las siguientes variedades de café: Garnica, San Román y Criollo, pero también Costa Rica. El (Cuadro 5) resume la composición varietal del cafetal.

**Cuadro 5.** Variedades de cafeto en porcentaje de la muestra. Trabajo de campo 2015.

<b>Sombra</b>			
<b>Variedades</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Cedro</b>	<b>Total</b>
Colombia	1.7	11.7	6.7
Costa Rica	66.7	55	60.8
Criollo	3.3	6.7	5
Garnica	13.3	21.7	17.5
San Román	15	5	10
Todas	100	100	100

El (Cuadro 5) presenta datos de las variedades encontradas en las parcelas muestreadas, destacando Costa Rica con mayor presencia, seguida de garnica, San Román, Colombia y al final la variedad criolla, esto tanto en sombra tradicional como en sombra de cedro rosado.

Se tomaron datos de calidad del café cereza en las muestras colectadas y se obtuvo lo siguiente: el promedio de frutos vanos en café cereza fue de 3% y el promedio de frutos brocados fue de 1.7%. La eficiencia agroindustrial de café cereza a pergamino fue mayor en Costa Rica con 277.77 kg de cereza para obtener 57.5 kg de pergamino, y en variedad Garnica los kilogramos de cereza necesarios para obtener 57.5 kg de pergamino son 288.94 kg de cereza. Para el caso de la transformación a café oro o verde en sacos de 46 kg, a partir de café pergamino, con la variedad Costa Rica se necesitaron 55.9 kg de pergamino; en la variedad Garnica se utilizaron 56.5 kg.

Los análisis de laboratorio para calidad de café dieron los resultados que indica el Cuadro 6, en donde se analizan algunas de las variables consideradas importantes dentro del proceso de beneficiado húmedo.

**Cuadro 6.** Porcentaje de calidad en varios criterios en la muestra del grano. Trabajo de campo 2015.

Criterio de calidad	Sombra tradicional			Sombra de cedro rosado			Total		
	Media	Desviación e.	Total	Media	Desviación e.	Total	Media	Desviación e.	Total
Sano	93.86	2.04	18.0	94.81	1.36	18.0	94.40	1.79	36.0
Planchuela sana	83.50	5.91	18.0	86.20	2.77	18.0	85.03	4.79	36.0
Total de tamaños	100.07	0.07	18.0	100.06	0.08	18.0	100.07	0.08	36.0
Total de daños por insecto	43.76	23.36	18.0	33.41	6.58	18.0	38.02	17.74	36.0
Total de formas	99.94	0.11	18.0	100.0	0.11	18.0	99.97	0.11	36.0

Al realizar el análisis del café en pergamino y oro se encontró que: el color de ambas variedades y ambos tipos de sombra presentaron el café oro con un color muy fino para mercados de excelencia y en relación con la humedad, está dentro del rango de la norma, Asociación Americana de Cafés de Especiales (SCAA), en cafés beneficiados por la vía húmeda y con un proceso de secado adecuado. En donde los criterios acerca de daños para café en sombra tradicional y sombra con cedro fueron: café sano, planchuela sana, total de tamaños, total de daños y total de formas.

### 6.6. Calidad sensorial del grano

En relación con la calidad sensorial de la bebida se tiene recopilaron los siguientes datos para dos variedades, Costa Rica y Garnica: dentro de los sabores las notas que se percibieron en la bebida son las siguientes: pepino, caramelo, chocolate, café tostado, almendras, nuez, té de rosas, avellanas, maple, grosella, vainilla, mantequilla, limón, flor de café, semillas de cilantro, pimienta y tierra. En relación con el puntaje obtenido para cada muestra la media es de  $78.55 \pm 6.76$  con N de 72. El (Cuadro 7) nos muestras los estadísticos del puntaje total de la calidad de la bebida en muestras de café tomadas en las parcelas de los productores con sombra tradicional y con sombra de cedro rosado, en la región cafetalera del centro del estado de Veracruz. El puntaje de la media fue mayor en sombra con cedro rosado que en sombra

tradicional y la desviación estándar fue menor en sombra con cedro rosado que en sombra tradicional con un total de muestras de la bebida de 72.

**Cuadro 7.** Estadística descriptiva de calidad de la bebida. Trabajo de campo 2015.

Criterio de calidad	Sombra tradicional			Sombra de cedro rosado			Total		
	Media	desviación e.	Total	Media	Desviación e.	Total	Media	Desviación e.	Total
Puntaje final de la bebida	77.49	6.67	36	79.59	6.37	36	78.55	6.76	72

## 7.- DISCUSIÓN

Con la evidencia de los árboles de cedro rosado que fueron entregados por parte de programa de reforestación a productores de la región centro de Veracruz y la investigación de cómo llega dicha innovación para ser incluida dentro del mismo espacio que el cultivo de café, se tiene que los primeros innovadores con plantaciones de café y cedro rosado fueron Rancho Kassandra y Rancho Casa Blanca (Zilli, 2015), Finca la Herradura de Coatepec (Licona, 2015). Posteriormente lo hicieron los productores con pequeña extensión, buscando emular lo visto con los cafetaleros de mayor superficie.

### 7.1. Primera hipótesis particular: historicidad e innovación consolidada

Esta primera hipótesis no se rechaza. La innovación planteada hace 20 años, utilizando el árbol de cedro rosado como una especie con características maderables que pudiera suplir el dosel de sombra para el cultivo de café o en plantación pura, es posible y se ha consumado desde el momento en que el arbolado está presente en el

agroecosistema café y terrenos con plantación pura. Esta novedad se tiene como una opción más que puede usar el productor cafetalero.

Las instituciones como (CONAFOR) fueron las pioneras, a la par de ranchos cafetaleros grandes (Rancho Kassandra) y organizaciones (Productores Agropecuarios y Forestales de Huatusco SPR de RL). Todos ellos contribuyeron a que esto sucediera dentro de la región. Aún no es una práctica generalizada, pero ya existen cerca de 70 hectáreas de cafetales con sombra de cedro rosado. Se tienen tres viveros que están incluyendo el árbol en su catálogo de ventas como otro producto más, con un precio por árbol de \$ 5.00 pesos, al día de hoy. Desde el punto de vista de las instituciones promotoras, la innovación con cedro rosado en cafetales fue un éxito y lo que hace falta es pensar en que se pueda desarrollar en algún momento la industria de la madera en la región.

## **7.2.- Segunda hipótesis particular. La adaptación de la innovación agroecológica del cedro rosado con café ha sido posible**

En relación con la adaptación del árbol esta hipótesis no se rechaza. Los datos tomados en campo ofrecen un panorama general de la especie, en donde la adaptación agroecológica fue satisfactoria, ya que los árboles están vivos, sus condiciones son prometedoras, y sólo presentan ligeras afectaciones de sanidad, principalmente ataques de hormigas defoliadoras y termitas, pero no se encontró muerte a causa de los insectos en los muestreos. Las afectaciones por hormigas se dan a edad temprana, y potencialmente podrían llegar a ser problemas graves; los árboles aun presentan defoliación a la edad actual del arbolado.

La idea de una buena adaptación del árbol se refuerza por la presencia de regeneración natural de los árboles plantados, como puede observarse por las semillas y plántulas presentes en los cafetales (Figura 8). También se reporta que la especie está siendo producida en tres viveros de la región, a partir de germoplasma local (Gómez, 2016).

En el caso de las termitas, éstas provocan daños al arbolado a partir de 6 los años. En África, la especie está libre de plagas y enfermedades, con excepción de ataques de termitas sobre árboles jóvenes. El hongo *Armillaria mellea* causa un daño ligero por pudriciones de raíz a árboles debilitados en las regiones de la sabana africana (Laurie, 1974). En la India, el ganado no come el cedro rosado, así que la especie tiene una ventaja sobre muchas especies (Rai, 1976).

Es pertinente mencionar que los muestreos en las parcelas de café con cedro no registraron presencia de árboles afectados por termitas o insectos defoliadores, pero en recorridos dentro de la región de estudio se encontraron árboles con presencia de dichos organismos afectando a dicha especie. Por otro lado, los árboles en ambos sistemas están vivos y están creciendo, en este sentido se puede decir que ahora hay un árbol más y con características deseables que puede incluirse como árbol de sombra para el cafetal o en algún momento plantarse de manera comercial, o para iniciar el cambio de uso del suelo hacia cobertura forestal.

Al encontrarse los árboles en combinación con los cafetales, éstos en algunas ocasiones reciben beneficios indirectos como el control de algunos insectos dañinos como las hormigas.

El cedro rosado en cafetal tiene, a los  $9 \pm 0$  años ( $N=50$ ) de edad, un porte razonablemente grande; presenta un diámetro de  $18.69 \pm 0.066$  cm ( $N=50$ ), y una altura de  $18.60 \pm 1.80$  m ( $N=50$ ), un volumen en pie de  $23.82 \pm 23.33$  m<sup>3</sup>/ha ( $N=50$ ).

Para el caso de árboles de cedro en plantación se tiene una edad promedio ligeramente superior, pero más diversa que el cedro del cafetal. La edad en plantación pura es de  $10.92 \pm 3.58$  años ( $N=51$ ), su diámetro es de  $27.09 \pm 0.020$  cm ( $N=51$ ), altura de 14.63 m, un volumen de  $38.75 \pm 30.89$  m<sup>3</sup>/ha ( $N=50$ ), y un incremento neto medio anual de  $3.26 \pm 2.35$  m<sup>3</sup>/ha/año ( $N=50$ ), lo cual indica que siguen creciendo y que la masa forestal está sana.

Algo que puede notarse, pese a las diferencias de edades, es que la media de altura es mayor en el cafetal que en la plantación pura ( $18.61 \pm 2.29$  m en cafetal y  $13.29 \pm 6.01$  m en plantación pura), aunque el volumen en pie sea casi 40% mayor en

la plantación, y eso tomando en cuenta la amplia dispersión de datos y su desviación estándar de casi 100 % de la media.

Mirando a la plantación pura respecto a otras plantaciones, su desempeño en biomasa claramente es inferior, aun considerando la temprana edad que tiene el arbolado, y sin embargo, logra el nada despreciable incremento medio de  $2.97 \pm 2.75$  m<sup>3</sup>/ha/año, comparable con rendimiento en bosques maderables templados de México. Es de suponer que eventualmente tendrá un rendimiento maderable de calidad industrial, aunque no compita contra las plantaciones comerciales mundiales, de las que se sabe con esta especie alcanzan más de 45 m<sup>3</sup>/ha/año de rendimiento (Chavelas, 1985), ni siquiera compitiendo con los rendimientos que para ser viable en México señalan Velázquez *et al.* (2013), debiera de ser de al menos 12 m<sup>3</sup>/ha/año. En este contexto, el crecimiento del cedro en el cafetal es también satisfactorio, dando un incremento medio similar al de las plantaciones puras, de  $2.64 \pm 3.51$  m<sup>3</sup>/ha/año, si bien es obvio que la dispersión de datos es considerablemente mayor.

### **7.3.- Tercera hipótesis particular. La innovación de cedro rosado asociado con el café no reduce la producción del grano o sus características**

La hipótesis número tres no se rechaza. La sombra de cedro rosado genera un café de igual calidad y cantidad que la sombra tradicional, es decir que se conservan las características del producto principal que es el grano. A continuación se detallan las evidencias del caso, empezando por la comparación por calidad de café en grano entre cafetales a sombra tradicional respecto a cafetales con sombra de cedro rosado (Cuadros 8 y 9):

**Cuadro 8.** Regresión de frecuencia de daños en granos respecto a tres variables. Trabajo de campo 2015.

	SC	Grados de Libertad	CM	Valor De F	Valor de P
<b>Interceptada</b>	265.638	1	265.6375	1.242018	0.273383
<b>Sombra</b>	860.444	1	860.4444	4.023103	0.053398
<b>Variedad</b>	206.762	1	206.7620	0.966739	0.332871
<b>Altitud</b>	283.330	1	283.3301	1.324742	0.258271
<b>Error</b>	6844.025	32	213.8758		

**Cuadro 9.** Parámetros de la regresión de frecuencia de daños en granos. Trabajo de campo 2015.

	Total de daños	Error estándar	Valor de t	Valor de p	-95.00% Límite de confianza	+95.00% Límite de confianza	Beta (ß)
<b>Parámetros</b>							
<b>Interceptada</b>	-1322.72	1186.869	-11446	0.273383	-3740.29	1094.857	
<b>Sombra</b>	-9.78	4.875	-2.0057	0.053398	-19.71	0.152	-0.278885
<b>Variedad</b>	12.40	12.607	0.98323	0.332871	-13.28	38.074	0.263516
<b>Altitud</b>	0.12	0.102	1.15097	0.258271	-0.09	0.326	0.308473

Por parsimonia la calidad de café se representó como frecuencia del total de daños. Otros conceptos y su agregado total siguen la misma tendencia donde no hay efecto estadísticamente significativo ( $p \leq 0.05$ ) para el predio (altitud), variedad, y sobre todo para el tipo de sombra (tradicional o con cedro rosado). Este resultado es una evidencia parcial que se une a las consideraciones observadas en campo respecto a que la sombra del cedro rosado en el contexto y régimen de cultivo de las fincas en este estudio no es distinguible de los efectos de la sombra tradicional de chalahuite.

En relación con la calidad sensorial de la bebida se presenta el siguiente modelo de regresión el cual expresa la calidad de la bebida de las muestras tomadas en cafetales de la región centro de Veracruz:

Puntaje total = media + sombra + variedad + altitud + edad + error

**Cuadro 10.** Estadísticas de la regresión de la calidad de la bebida. Trabajo de campo 2016.

	SC	Grados de libertad	CM	Valor de F	Valor de p
Interceptada	369.580	1	369.580	23.10486	0.000009
Tipo de sombra	136.148	1	136.148	8.51152	0.004799
Altitud	1187.643	1	1187.643	74.24736	0.000000
Variedad	607.702	1	607.702	37.99144	0.000000
Edad de plantación	198.412	1	198.412	12.40405	0.000776
Error	1071.715	67	15.996		

**Cuadro 11.** Regresión de calidad sensorial de la bebida. Trabajo de campo 2016.

	Puntaje total de calidad Parámetros	Error estándar	Valor de t	Valor de p	Límite de confianza - 95.00%	Límite de confianza 95.00%	Beta (β)
Interceptada	1516.100	315.4106	4.80675	0.000009	886.5383	2145.663	
Tipo de sombra	2.812	0.9639	2.91745	0.004799	0.8882	4.736	0.21574
Altitud	0.216	0.0251	8.61669	0.000000	0.1661	0.266	1.53848
Variedad	-19.328	3.1357	-6.16372	0.000000	-25.5867	-13.069	-1.10522
Edad de plantación	1.416	0.4020	3.52194	0.000776	0.6134	2.218	0.26790

El modelo elaborado para la regresión de la calidad sensorial de café comparando la sombra tradicional y la sombra de cedro rosado (Cuadros 10 y 11). Tenemos que hubo una significancia estadísticamente alta, aunque cercana al punto de

indiferencia para una que en este estudio se predefinió en valor de ( $p \leq 0.05$ ). Este estadístico corresponde 3.8 % de la suma total de cuadrados (en porcentaje). El coeficiente de la sombra es de 1.54 (positivo), y esto significa que la calidad sensorial de la bebida de café con cedro rosado es estadísticamente superior a la de sombra tradicional, aunque no por mucho. Para una comparación con otros factores explicativos veamos el cuadrado medio del error (Cuadro 10), donde el tipo de sombra equivale al 12.7% de la capacidad de explicación. Aunque la altitud y variedad también son variables explicativa sumamente fuertes, el factor que más pesa es la tendencia media (que sería la interceptada al origen para los valores cercanos a cero de los factores), y el componente que menos pesa es el error estadístico.

Usando esta misma forma de análisis, los resultados estadísticos también confirman que no se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), para el estimado de producción potencial en volumen, en este caso representado por el conteo de frutos firmes en fecha cercana a cosecha, por cafeto, que pudieran atribuirse al efecto diferencial de sombra por cedro rosado respecto a sombra tradicional (Cuadros 12 y 13). Tampoco se vio efecto de la variedad, pero sí de la finca. Este último concepto necesita aclarar que para muestreo de potencial productivo de café cereza la muestra fue apareada, para lo cual sólo se consideraron las fincas que tenían tanto cedros rosados como sombra tradicional. Es decir, se contó el número de frutos en la misma cantidad de cafetos (6) con sombra tradicional, que con sombra de cedro rosado, en cada finca muestreada. Pensando que podría haber un efecto por la edad o porte del arbusto, se agregó como variable explicativa la altura de planta (m), que también resultó no significativa.

**Cuadro 12.** Regresión de frecuencia de producción en cafetos. Trabajo de campo 2015.

	SS	Grados de libertad	MS	Valor de F	Valor de P
<b>Intercepto</b>	87999	1	87999	0.057543	0.810849
<b>Sombra</b>	1099316	1	1099316	0.718852	0.398282
<b>Variedad</b>	2679719	1	2679719	1.752290	0.188214
<b>Altura de planta</b>	3886522	1	3886522	2.541428	0.113639
<b>Altitud</b>	13770485	1	13770485	9.004633	0.003303
<b>Error</b>	175865667	115	1529267		

**Cuadro 13.** Regresión de frecuencia de producción en cafetales. Trabajo de campo 2015.

	Producción (granos) Parámetro	Error Estándar	Valor de t	Valor de P	-95.00% Limite de confiabilidad	Límite de confianza +95.00%	Beta ( $\beta$ )
<b>Intercepto</b>	1777.603	7410.323	0.23988	0.810849	-12900.8	16456.03	
<b>Sombra</b>	-192.363	226.883	-0.84785	0.398282	-641.8	257.05	-0.075297
<b>Variedad</b>	-86.112	65.052	-1.32374	0.188214	-215.0	42.74	-0.117410
<b>Altura de planta</b>	-24.436	15.328	-1.59419	0.113639	-54.8	5.93	-0.144486
<b>Altitud</b>	8.320	2.773	3.00077	0.003303	2.8	13.81	0.270828

Los cafetos están en una banda altitudinal que se identifica asociada a calidad física y sensorial de acuerdo con (Escamilla, 2007). La región de cafetales de altura es aquella que va de 900 a 1300 msnm. Por otro lado, los datos físicos como es la humedad, el tamaño de grano, el rendimiento, color, frecuencia de planchuela, frecuencia de defectos, el color y olor del grano, están dentro de las normas que maneja la SCAA internacional para cafetales con granos de calidad que pueden ser exportados. Dicho de otra forma: la sombra de café con cedro rosado en este estudio se observó que cumple con lo necesario para producir café bajo su dosel de sombra, y no es diferente de las cualidades de calidad del café con sombra de *Inga spp.*

El cedro rosado es utilizado como estrato arbóreo en plantaciones de té y café en su región de origen, los bosques del norte de la India. El motivo de que se esté

usando el árbol en los cafetal reside en las características que posee como especie, dentro de las cuales se puede mencionar que tiene hojas pequeñas, las cuales permiten el paso de la luz adecuada para el cafeto, el porte alto del árbol y la sombra a una altura adecuada, la autopoda, que se trata de una especie leguminosa la cual aporta nitrógeno al suelo, el fácil manejo de la especie y que no afecta la producción (ton/ha/año) del grano en los cafetales. Por otro lado, debido a su rápido crecimiento se plantea como una especie de la cual se puede obtener un subproducto dentro del cafetal como puede ser leña o madera para aserrío (CRUO, 2015).

En Puebla México se tienen plantaciones de café con cedro rosado el cual está creciendo de manera similar que en plantaciones puras. En el caso de la zona de estudio en Veracruz también se está desarrollando de igual manera. En este sentido se han hecho estudios en donde se combinan árboles de cedro rosado con cafeto (Llera y Meléndez, 1989), en donde se obtuvieron resultados similares en cuanto al crecimiento de cedro rosado en cuanto a diámetro y altura a edades similares que los estudiados en este trabajo. Además, se consideró que el cedro rosado resultó mucho mejor árbol para sombra debido a que no pierde totalmente el follaje, contrario a otras especies como la melina.

Reyes y López (2003) evaluaron el cedro rosado a diferentes altitudes en donde encontró que el árbol se desarrolló bien en cuanto a diámetro y altura a edades cortas, lo que lo hace un árbol adecuado para incluir dentro del cafetal debido a las condiciones agroecológicas que se tienen en la regiones cafetaleras. El mismo autor menciona que el árbol puede tener problemas de firmeza al viento, pues algunos a los 5 m de altura fueron abatidos por efecto de viento fuerte.

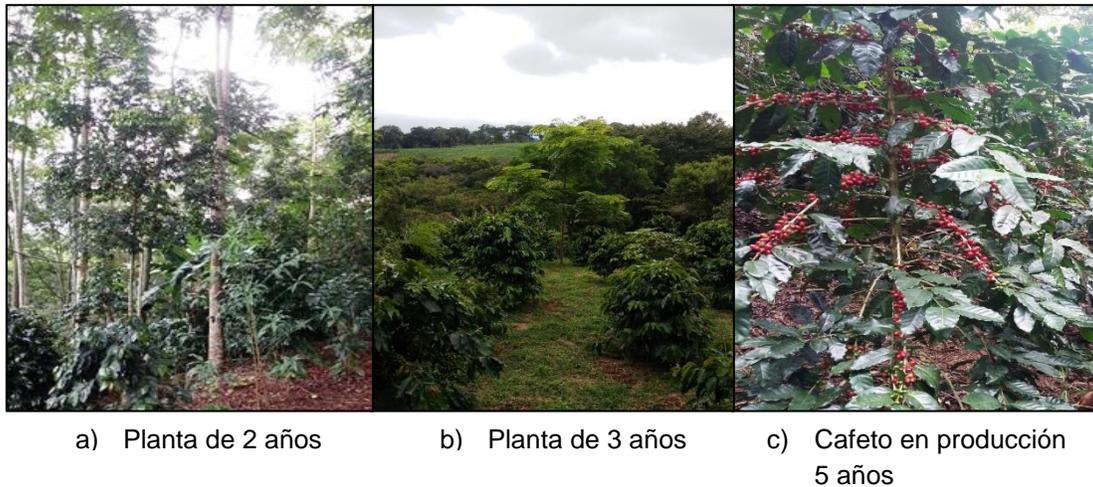
En otro estudio, Martínez *et al.*, (2006) concluyeron que el árbol de cedro rosado, al ser una leguminosa provee materia orgánica con un contenido importante de nitrógeno el cual es aprovechado por los cultivos a los que esté asociado, en este caso el cultivo de café, además de que posee características de arquitectura adecuadas para intercalarse con cultivos básicos, café, cacao, té, palma camedor entre otros.

El rendimiento en café es una de las variables para afirmar que la sombra de cedro rosado proporciona los mismos beneficios que la sombra de (*Inga spp*) u otras

especies de árboles, como se mencionó anteriormente. En este sentido se argumenta lo siguiente:

En la zona de estudio los productores tratan de tener una alta producción que sea de manera constante. Para ello aplican una fertilización anual, control de malezas y escalonamiento de plantación por edades, desde un año hasta plantación en producción (Figura 8). Además usan variedades con reconocidos rendimientos en cereza como es Costa Rica, San Roman (la cual se cultiva localmente pero, se desconoce su origen), Colombia y también, están plantando Geisha. Estas variedades son tolerantes a la roya.

Ya que en la zona de estudio se encontró el mismo sistema de producción en las parcelas de café con sombra tradicional que en el de cedro rosado con café, los rendimientos que se esperan serían las mismas 6 ton/ha/año de café cereza en ambos regímenes de cultivo (café-cedro rosado y café-sombra tradicional). Este rendimiento supone un buen año cafetalero. El último año (2014-2015) en este caso es un mal referente porque fue de severos daños por roya.



**Figura 8.** Plantaciones de café en producción constante. Trabajo de campo 2015.

#### 7.4.- Cuarta hipótesis particular. La innovación de cedro rosado con café agregó un subproducto en el agroecosistema del productor

La cuarta hipótesis no se rechaza. Siendo arbolado juvenil, es de tomar en cuenta el potencial para crecimiento futuro, por lo cual la variable a observar en este caso sería el incremento medio en volumen, además de agregar edad al modelo de regresión múltiple (Cuadros 14 y 15).

**Cuadro 14.** Regresión de volumen por hectárea de cedro respecto a tres variables. Trabajo de campo 2015.

	SS	Grados de libertad	MS	Valor de F	Valor de P
<b>Intercepto</b>	3000.7	1	3000.66	2.88532	0.092596
<b>Sombra</b>	277.4	1	277.38	0.26671	0.606720
<b>Edad</b>	12671.5	1	12671.50	12.18443	0.000727
<b>Altitud</b>	955.4	1	955.43	0.91871	0.340198
<b>Error</b>	100877.5	97	1039.97		

**Cuadro 15.** Regresión de volumen por hectárea respecto a tres variables. Trabajo de campo 2015.

Volumen/ha	Parámetros	Error estándar	Valor de t	Valor de P	-95.00% Límite de confianza	+95.00% Límite de confianza	Beta (β)
<b>Intercepto</b>	-32.7710	19.29267	-1.69862	0.092596	-71.0616	5.51962	
<b>Sombra</b>	3.5881	6.94768	0.51644	0.606720	-10.2011	17.37730	0.052434
<b>Edad</b>	4.4529	1.27569	3.49062	0.000727	1.9211	6.98482	0.351078
<b>Altitud</b>	0.0121	0.01262	0.95849	0.340198	-0.0130	0.03715	0.090938

Como era de esperar, la edad es importante explicación del crecimiento del árbol ( $p \leq 0.007$ ), aunque no es una tendencia tan marcada por la alta variabilidad de las

condiciones de cada individuo. Claro que la variabilidad de edades sólo es en el caso de las plantaciones puras, porque todos los cedros en el cafetal resultaron de nueve años de edad.

Fuera del factor edad, en esencia los cedros en cafetal crecen a ritmos no distintos estadísticamente que los cedros en plantación pura ( $p \leq 0.606$ ), ya incluido el efecto, no significativo en este caso, de la ubicación geográfica (altitud, finca).

Estos efectos en crecimiento corresponden y son expresión cuantitativa de las cualidades de vigor, vitalidad y correcto desarrollo anatómico de los cedros del cafetal, que en pocas palabras, no son estadísticamente distintos que los cedros en plantación pura. En este análisis la condición biológica del árbol fue representada por un índice que suma las calificaciones dadas en campo a los diversos conceptos de vigor, vitalidad y estructura anatómica.

**Cuadro 16.** Regresión de calidad en desarrollo de cedro rosado. Trabajo de campo 2015.

	SS	Grados De libertad	MS	Valor de F	Valor de p
<b>Intercepto</b>	453.3652	1	453.3652	77.38917	0.000000
<b>Sombra</b>	8.0310	1	8.0310	1.37089	0.244527
<b>Altitud</b>	18.0275	1	18.0275	3.07729	0.082551
<b>Edad</b>	34.7027	1	34.7027	5.92373	0.016768
<b>Error</b>	568.2504	97	5.8583		

**Cuadro 17.** Regresión múltiple de calidad de desarrollo de cedro rosado. Trabajo de campo 2015.

	Calidad total parámetro	Calidad total error Estándar	Valor de t	Valor de p	-95.00% Limite de confianza	+95.00% Limite de confianza	Beta (β)
<b>Intercepto</b>	13.31710	1.513804	8.79711	0.000000	10.31262	16.32159	
<b>Sombra</b>	0.61376	0.524201	1.17085	0.244527	-0.42663	1.65415	0.123375
<b>Altitud</b>	0.00166	0.000948	1.75422	0.082551	-0.00022	0.00354	0.171911
<b>Edad</b>	-0.23703	0.097388	-2.43387	0.016768	-0.43032	-0.04374	-0.255822

El crecimiento del árbol indica que el desarrollo de la especie, en el caso de la zona de estudio, a los 9 años de edad alcanza un diámetro de  $18.61 \pm 2.29$  cm, en cafetal contra  $25.18 \pm 12.24$  cm en plantación pura. La altura de los cedros del cafetal es de 18.61m, con un promedio de volumen en pie de  $23.72 \text{ m}^3/\text{ha}$ , e incremento medio anual de  $2.64 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ . Estas cifras son comparables con las de cedros solos, que en la muestra tienen un edad promedio de 11.11 años, un promedio de diámetro de 27 cm, altura de 14.63 m, un volumen promedio anual de  $38.75 \text{ m}^3/\text{ha/año}$  y un incremento medio anual de  $3.136 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ . Lo cual confirma que el árbol sigue creciendo y que la masa forestal está sana, en ambos casos. Esta tasa de producción está lejos de la reportada para México de  $44.62 \text{ m}^3/\text{ha/año}$  (Chavelas, 1985), e incluso de la meta de (CONAFOR) para plantaciones comerciales, que es de 12 a  $15 \text{ m}^3/\text{ha/año}$  (Velázquez *et al.*, 2013).

Los árboles aún son jóvenes y continuarán creciendo tomando en cuenta su longevidad de 64 años acuerdo con (Nath *et al.*, 2012), medida en cafetales en el oeste de la India. El árbol aún puede ofrecer más madera, creciendo a un 1 cm de diámetro por año, pues aún son árboles jóvenes y ya con subproductos actuales. La madera en sí no es nada plausible que sea tan productiva que en poco tiempo sostenga una industria, pues el común de los aserraderos usa al menos  $3\ 000 \text{ m}^3/\text{año}$ . Esta cifra pone fuera de alcance que alguna vez existan suficientes hectáreas de cafetal con sombra de cedro rosado para por sí mismas sostener a la planta más pequeña para procesarlo, pero puede ser que continúe el mercado actual al menudeo, donde se

vienen usando en construcción rural pequeñas cantidades de trocería de cedro rosado. Siendo una madera fina, y como los usos para ebanistería no necesitan gran volumen, y ya existe una tradición de uso de pequeños volúmenes de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en Veracruz para muebles y otros usos suntuarios, es indudable que pronto los compradores de este tipo de trocería empezarán a negociar con los productores cafetaleros el usar cuanta madera se pudiera cosechar. La cadena de valor del cedro rojo aparte de tener un problema crónico de escasez de material grueso, está siendo fuertemente comprometida a raíz de que *Cedrella odorata* fue declarado especie protegida (SEMARNAT, 2010) lo que indudablemente alentará sustitutos como el cedro rosado y demás especies maderables que son usadas en el cafetal como especies de (*Quercus* spp y *Grevillea robusta* A. Cunn. Ex R. Br., Mango *Mangifera indica* L., duela *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake Ixpepe *Trema micrantha* (L.) Blume), entre otras que fueron observadas durante los recorridos de la zona de estudio los cuales estarán en el capítulo de anexos.

### **7.5.- Discusión de la hipótesis general**

El proceso histórico de inserción de la innovación agroecológica de cedro rosado asociado con el cultivo de café causó cambios significativos en la cafecultura de la región centro de Veracruz.

La hipótesis general planteada no se rechaza. Con el presente trabajo el proceso histórico de inserción de la innovación agroecológica con cedro rosado generó diversos cambios dentro de la región estudiada, en primer lugar, el árbol de cedro rosado está vivo, no se encontraron problemas de organismos que afecten a la especie dentro de las parcelas muestreadas, los árboles están sanos y están creciendo normal como se menciona en otras regiones del país, e incluso puede verse como una evidencia de adaptación y éxito el haber producido espontáneamente regeneración natural (Figura 6). Principalmente puede pensarse en una inserción exitosa del cedro rosado debido a que las condiciones agroecológicas de la región cafetalera son similares a las presentes en su lugar de origen.

En relación con la calidad del grano se tienen que el árbol de cedro rosado no afecta negativamente dicha cualidad, la sombra que presenta es similar a la sombra tradicional manteniendo la calidad en cuanto a tamaño, forma, cualidades físicas y sensoriales del grano. Y la especie ya es una de las opciones de árbol para sombra si desea hacer combinaciones de sistemas café cedro rosado. Y también, en cuanto a el aporte de subproductos que hace cedro rosado en combinación con café así como el plantación en la región de estudio, hasta el momento se tiene leña y madera para aserrío como los dos principales subproductos, y el uso o venta, dependerá de la decisión del productor, por lo tanto, los árboles pueden seguir creciendo lo que aumenta la cantidad y calidad de madera en que el productor decida hacer un aprovechamiento parcial o final de la especie.

El desarrollo de la industria de la madera en la región no ha surgido, no se tienen aserraderos, y si los hubiera sería necesario dotarlos anualmente de al menos 3000m<sup>3</sup> anuales, y para esto sería necesario un total que podría llegar a 240 000 hectáreas de cafetales con cedro rosado, con turnos de 20 años y crecimiento mínimo de 1m<sup>3</sup>/ha/año. El primer paso ya está dado, el árbol se adapta bien y a los nueve años sigue creciendo, mostrando buena compatibilidad intercalado con el cultivo de café así como en plantación pura.

## **8.- CONCLUSIONES**

- Una vez concluido el esfuerzo oficial de promoción por parte de las instituciones forestales (CONAFOR) y agrícolas (SAGARPA), los productores participantes y otros independientes han orquestado otros medios para multiplicar la especie y contar con planta para sombra y también para otros usos distintos a los inicialmente pretendidos en esta región centro de Veracruz, México.
- La experiencia de innovación a partir de la inclusión del árbol de cedro rosado intercalado con café como sistema agroforestal se puede considerar exitosa por el hecho de que los productores han seguido usando la especie como sustituto de sombra para cafetal tradicional.

- El cedro rosado ha mostrado un desempeño satisfactorio, cercano a lo esperado en cuanto a sombra de cafetal, y también en su desarrollo en vigor, vitalidad y desarrollo anatómico, así como en sus dimensiones. En las fincas estudiadas se observaron ocasionales ataques de hormigas arrieras (*Atta* sp) y termitas. Esto podría indicar una adaptación ligeramente menos que óptima de los árboles. Como parte del manejo del cedro rosado se reporta que se está haciendo aclareo de los árboles dentro de los cafetales. Se tiene el árbol de cedro rosado como una opción para el productor, un árbol con buenas condiciones y que no es agresivo o invasivo, y plantaciones con arbolado joven y crecimientos normales.
- Los árboles de cedro rosado ofrecen una opción de sombra para el cafetal tradicional, que y además resultados comparables con sombra tradicional, en cuanto a monto y calidad de la cosecha de café. Aunque en la sombra tradicional predomina (*Inga* spp), que también es fijadora de nitrógeno, en cierto modo el cedro rosado da un desempeño superior ya que además provee subproductos como son leña y madera para aserrío, a diferencia de *Inga* spp, y es competitiva respecto a otras maderables como *Quercus* spp y *Grevillea robusta*.
- Para todas las fincas estudiadas, la madera hoy es aún joven y sigue aumentando en volumen y con mejor calidad. La certeza de que en algún momento se pueda vender aún no llega, pero es posible que se logre ya que el árbol de cedro rosado posee cualidades de madera fina y presenta buenas condiciones fitosanitarias. El establecimiento de una industria de la madera por el momento no es posible por el poco monto de las poblaciones de cedro rosado y otras maderables. Por el momento el cedro rosado puede seguir siendo una madera que se use para leña, y para construcciones rurales, aunque por su alta calidad, es plausible que próximamente se sume a la cadena de valor del cedro rojo, que en la región es ampliamente usado en ebanistería tradicional, y para el cual existe una forma de aprovechamiento en pequeña escala y a nivel de árboles individuales.

## 9.- LITERATURA CITADA

- Avelino, J. 2006. Denominaciones de origen e indicaciones geográficas: Fundamentos y metodologías con ejemplos de Costa Rica. *In: El cafetal del futuro. Realidades y Visiones.* Pohlan, J.; L. Soto y J. Barrera (eds). ShakerVerlag. Aache, Germany. pp. 119-139.
- Bárcenas, P. G., y Ordoñez, C, V. 2008. Calidad de la madera en los árboles de sombra. En R. Manson, & R. H. Manson (Ed.), *Agroecosistemas cafetaleros Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación* Veracruz, México: Instituto Nacional de Ecología. pp. 235-246.
- Beer, J. Muschler, R. Kass, D. Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38(1-3):139-164.
- Beer, J, Ibrahim M, Somarriba. E. Barrance, A. Leakey, R. 2003. Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. En: Cordero J, Boshier DH (Editores). *Árboles de Centroamérica.* OFI/CATIE. pp. 197-242.
- Bode, R. Läderach, P. Oberthür, T. 2006. Gestión de alta calidad–percepciones, lenguajes y paradigmas. *In: El cafetal del futuro. Realidades y Visiones* Pohlan, J.; L. Soto y J. Barrera (eds). Shaker Verlag. Aache, Germany. pp: 161-176.
- Burns, R. M., Mosquera, M., & Whitmore, J. L. 1998. Árboles útiles de la región tropical de América del Norte US Department of Agriculture, Forest Service. (No. 3) pp. 63-72.
- CADER (2015). Entrevista personal. Centro de Apoyo al Sector Rural (CADER) Fortín de las Flores, Veracruz.
- Cantú, P.F. Rosas, R. J.C. Rodríguez, R.P (Traductor). Tarrago, E. (Traductor). Rivero, H.I. (Traductor). Reyes, G.H. 2015. *El café de México: Origen y destino.* 1ª ed. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Soluciones e Impresión y Rotulación, S.A de C.V. Colonia, Obrera. México, D.F. 186 p.
- Castillo, P.G. Díaz, C.S. Martínez, M.L. Landeta, E.A. Plan de Innovación de la Cafecultura en el estado de Veracruz. 2011. CRUO.UACH. INCA RURAL. AMECAFÉ. Sistema Producto Café. 2011. 144 p.
- Cedeño S, O. 1985. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn., especie promisorio para plantaciones forestales en el trópico húmedo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publ. Esp. No. 48. México, D. F. México. pp. 561-566.
- Champion, S. H y Seth, S. K. 1968. A revised survey of the forest types of India. Delhi: Manager of Publications, Government of India. 404 p.

- Chavelas, P. J. 1985. Estudios preliminares en *Acrocarpus fraxinifolius* Wight. Arn. Memoria de la III Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Publicación Especial. (48) pp. 204-218.
- CONAFOR-UACH. (2013). Sistemas agroforestales maderables. Comisión Nacional Forestal y Universidad Autónoma Chapingo (CONAFOR-UACH) en México. 146 p.
- CONAFOR (2011). Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. Estudio realizado en 2008 por el Colegio de Postgraduados. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Zapopan, Jalisco. 448 p.
- CONEVAL (2014). Resultados de la medición de la pobreza en México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo (CONEVAL). México. D.F. 30 p.
- CRUO (2015). Curso de café. Ponencia. La diversificación productiva en las regiones cafetaleras del estado de Veracruz. Centro Regional Universitario de Oriente (CRUO). Huatusco, Ver. pp 1-36.
- Cunningham-van Someren, G.R. 1973. Una nota sobre el néctar del *Acrocarpus fraxinifolius*. East Africa Nat. Hist. Soc. Bull. 148-150.
- Dzib, C. B.B. 2003. Manejo, almacenamiento de carbono e ingresos de tres especies forestales de sombra en cafetales de tres regiones contrastantes de Costa Rica. Tesis Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación. Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica. 124 p.
- Escamilla, P. E. 2007. Influencia de los factores ambientales, genéticos, agronómicos y sociales en la calidad del café orgánico en México. Agroecosistemas tropicales. Tesis de doctorado. Colegio Postgraduados campus Veracruz. 267 p.
- Escamilla, P. E. y Díaz, C. 2002. Sistemas de cultivo de café en México. México: CRUO-CENIDERCAFE, Universidad Autónoma Chapingo. 64 p.
- Escamilla E, Licona A, Díaz S, Cortés S, Sosa R, Rodríguez L. 1994. Los sistemas de producción del café en el centro de Veracruz, México. Un análisis tecnológico. *Revista de Historia* (Centro de Investigaciones Históricas Universidad de Costa Rica) pp. 30:41-67.
- FAO (2015). Evaluación de los recursos forestales mundiales, compendio de datos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 253 p.

- Ferrer, S.C. 1984. El cambio tecnológico. En VV.AA.: Enciclopedia de Dirección y Administración de la Empresa. Prado. Barcelona: Orbis. pp 1-10.
- FIRA (2014). Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación Económico y Sectorial Subdirección de Investigación Económica. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Café. México D.F. 24 p.
- Flores, H. J. M., Reyes, T. S., Gutiérrez, G. O., Manuel, V., Avalos, C., Magaña, J. J. G., & Ramos, J. H. desarrollo de cinco especies tropicales en plantaciones forestales comerciales en el estado de Michoacán. 8 p.
- FIRA (2015). Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación Económico y Sectorial Subdirección de Investigación Económica. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Café. México D.F. 24 p.
- Forrester, J. W. 1969. "Urban Dynamics". Cambridge, UK: Productivity Press.
- García M. T., Bocanegra O. S. y Tapia M. C. 2002. Características anatómicas de la madera de arbolado joven de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. Investigación Descriptiva. Vol. 8 Época 2. Ciencia y Tecnología de la Madera. Revista de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. UMSNH. Morelia, Michoacán, México. pp. 8-13.
- Geilfus, F. 2002. Las 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación / Frans Geilfus – San José, C.R.: IICA. 218 p
- González, Á. B., Membreño, J. J., & Ortega, C. A. S. 2011. Arreglos de Siembra y fertilización orgánica sobre el crecimiento del cedro rosado de la India (*Acrocarpus fraxinifolius*) en una plantación de dos años en la comarca Las Mercedes, Boaco. La Calera, 8(9), 48-53.
- Gómez, M. I. 2016. Técnico en cafecultura y productor de café bajo sombra de cedro rosado. Entrevista en la ciudad de Huatusco, Ver.
- Granados, D y Vera, J. 1995. El sistema agroforestal cafetalero en Córdoba Veracruz. Revista Chapingo de ciencias forestales Vol. (1). pp 97-108.
- Herrera R. J. 2003. Mundo sistémico, mundo evenencial: una deriva epistemológica multidisciplinar. Encuentros multidisciplinares, 5(14), pp 67-79.
- Holdridge, L.R.; Poveda A. Luis J. 1975. Árboles de Costa Rica. Vol. I. San José: Centro Científico Tropical. 546 p.
- Honorato, S. J. A. 2015. Especialista en Cedro rosado. Comunicación personal.

- Hutchinson, L.L. 1964. The genera of flowering plants. Dicotyledons. Vol. I. Oxford: Clarendon Press. 516 p.
- ICO (2016). En: (en línea). Total production of exporting countries. International Coffee Organization (ICO). [http://www.ico.org/trade\\_statistics.asp](http://www.ico.org/trade_statistics.asp). (Citado Julio 2016).
- Imbaquingo, G. E., y Naranjo, M. D. 2012. Comportamiento inicial de aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) y cedro tropical (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn), asociados con brachiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf) y pasto miel (*Setaria sphacelata* (Schumach) Stapf & C.E. Hubb). Universidad Técnica del Norte. Ibarra: Tesis de Ingeniería. 96 p.
- INEGI (2007). Anuario Estadístico por municipio. Censo Agropecuario y Forestal. Información Instituto Nacional de Estadística Y Geografía (INEGI). Aguascalientes. 58 p.
- INEGI (2010). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Comapa, Veracruz de Ignacio de la Llave. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Aguascalientes. 9 p.
- INIFAP (2011). Establecimiento de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn.) en Tamaulipas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Tamaulipas, México. 2 p.
- Jende, O. Pohlan, H.A. 2006. Forestación y reforestación en cafetales. En: Jurgen Pohlan HA, Soto-Pinto L y Barrera J, editores. El cafetal del futuro. Realidad y visiones. Shaker Verlag. pp 279-298.
- Jiménez Ávila, E. y Gómez-Pompa, A. 1982. Estudios ecológicos en el Agroecosistema cafetalero. CECSA-INIREB. Xalapa, Ver. México. 143 p.
- Jha, L. K. 1996. Forestry for rural Development. APH. Publiship Corporation. New Delhi, India. 283 p.
- Kalita, R. M., Das, A. K., y Nath, A. J. 2014. Comparative study on growth performance of two shade trees in tea agroforestry system. *Journal of Environmental Biology*, 35(4), 699.
- Khalajabadi, S.S. 2008. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, pp. 44 Boletín Técnico N° 32.
- Kanlaya, H. 1982. Feeding habits of captive common barking deer (*Muntiacus munt/ak*). Thesis. Bangkok: Kasetsart University. 88 p.

- Krishnamurthy, L. Ávila, M. 2001. IX Curso Internacional de Agroforestería para el Ecodesarrollo. Vol. I, II y III. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. UACH. Chapingo, México. 340 p.
- Läderach, P.T. Oberthür, N. Niederhauser, H. Usma, L. Collet y H. A. Pohlen, J. 2006. Café especial: Factores, dimensiones e interacciones. *In: El cafetal del futuro. Realidades y Visiones.* Pohlen, J. Soto, L y Barrera, L. (eds). Shaker Verlag. Aache, Germany. pp: 141-160.
- Lamprecht H. 1989 (a). Silviculture in the Tropics. Tropical Forest Ecosystems and their Tree Species—Possibilities and Methods for Their Long-term Utilization. Institute for silviculture of the University of Göttingen. Eschborn, Alemania. 296 p.
- Laurie, M.V. 1974. Tree planting practices in African savannas. *Prácticas de plantación de árboles en la sabana Africana.* FAO. Forestry Development Paper No. 19. Rome: FAO. 185 p.
- Leroy, T. Ribeyre, F. Bertrand, B. Charmetant, P. Dufour, M. Montagnon, Ch. Marraccini, P. y Pot, D. 2006. Genetics of coffee quality. *Braz. J. Plant Physiol.* 2006 Mar 18(1): 229-242.
- Licona, R. 2015. Experto en cafecultura. Entrevista personal. Productor de café con sombra de cedro rosado y tradicional. Coatepec, Ver.
- Limón, A. 1989. Comportamiento de tres especies forestales tropicales durante los primeros tres años de desarrollo en la sabana de Huimanguillo, Tabasco Memorias. *In: Simposio Agroforestal en México: Sistemas y Métodos de Uso Múltiple del Suelo, Linares (México), 14-16 1989 (No. 31189).* Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares (México).
- López, G. y Víctor, M. 2002. Estudio de Factibilidad para la Diversificación de la Finca Cafetalera Salinas con Cedro Rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*) en Olancho, Honduras. 48 p.
- Llera, Z. M. y Meléndez, N. F. 1989. Evaluación de especies tropicales como alternativa para la sustitución del árbol de sombra mote (*Erythrina spp.*) en el cultivo del cacao. *In: Memorias del Simposio Agroforestal en México. Sistemas y métodos de uso múltiple del suelo.* Linares, Nuevo León. México. pp. 263-277.
- Manson, R.H., Hernández, O. V, Gallina, S. y Mehlreter, K. (editores). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INESEMAR-NAT), México, 348 p.
- Martínez, P. E., García, J. M. M., Sánchez, M. D. L. L. H., & Pérez, G. O. 2006. Cultivo intercalado de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight) y su efecto sobre el

- contenido de materia orgánica en el suelo. *Revista Científica UDO Agrícola*, 6(1), 109-113.
- Martínez, M., V. Evangelista, M. Mendoza, F. Basurto y C. Mapes. 2004. Estudio de la pimienta gorda *Pimenta dioica* (L.) Merrill, un producto forestal no maderable de la Sierra Norte de Puebla, México. In *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*, vol. 3 América Latina, M. Alexiades y P. Shanley (eds.). CIFOR, Bogor Barat (Indonesia). pp. 23-41.
- Medina, S., C. y Espinosa, E. M. 1994. "La innovación en las organizaciones modernas". Disponible en: <http://www.wazc.uam.mx/publicaciones/gestion/num5/doc06.htm>. Consulta en Mayo de 2016.
- Mendoza, B. M. A, Pacheco V. J. E., Rodríguez, A. M. M, Ávila, B, C. H. 1999. Ocupación por árboles de calidad: un concepto para evaluar plantaciones. *Madera y Bosques* 5(1): 43-51.
- MENAGRO (2001). CD de información para producir cedro rosado en asocio con cafetales. México. Mercado Nacional Agropecuario (MENAGRO). México. 100 p.
- Menéndez. H. 2007. Otárola, T. A. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight, especie de rápido crecimiento inicial, buena forma y madera de usos múltiples. Editorial UICN. 26 (2) 201-204.
- Menéndez, H. 2001. Información sobre semillas de cedro rosado. MENAGRO. Consultado 2 de febrero de 2002. Disponible en <http://www.raingardens.com/bbs/index.cgi?read=2546>.
- Mishra, G., Pandey, A. K. Arunachalam, M. K., & Rao, S. 2015. Global scenario of *Acrocarpus fraxinifolius* Wight and Arn.-A future tree of Agro forestry. *International Letters of Natural Sciences*, 3.
- Moguel, P. y Toledo, V. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13(1): 11-21. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/2641560>.
- Moguel, P. y V. Toledo, 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico: a review. *Conservation Biology* 13: 1-11.
- Muchnik, J. 2006. Identidad territorial y calidad de los alimentos: Procesos de calificación y competencias de los consumidores. *Agroalim.* jun. 2006, vol.11, no.22. pp. 89-98.

- Muschler R.G. Nair, P.K.R. 1999. Modification of growth environment for coffee arabica by different pruning regimes, of *Erythrina poeppigiana* in Costa Rica. *Agroforestry systems*. 7 (26): pp 40-42.
- Muschler, R. G. 2001. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems* 85: pp.131-139.
- Muschler, R. G. 2006. Manejo de sombra para cafetales sostenibles. In: *El cafetal del futuro. Realidades y Visiones*. Pohlen, J.; L. Soto y J. Barrera (eds). Shaker Verlag. Aachen, Germany. pp: 39-61.
- McDonald, M. A, Hofny-Collins A, Healey, J.R, Goodland, T.C.R. 2003. Evaluation of trees indigenous to the montane forest of the Blue Mountains, Jamaica for reforestation and agroforestry. *Forest Ecology and Management* 175(1-3):379-401.
- Nair, P.K. 1997. *Agroforestería*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 543 p.
- Nath, C.D. Boura, A. De Franceschi, D. Pelissier, R. 2012. Assessing the utility of direct and indirect methods for estimating tropical tree age in the Western Ghats, India. *Trees*. Vol: 26. 1017-1029 pp.
- Nath, C. D., Pélissier, R., Ramesh, B. R., & Garcia, C. 2011. Promoting native trees in shade coffee plantations of southern India: comparison of growth rates with the exotic *Grevillea robusta*. *Agroforestry Systems*, 83(2), 107-119.
- Niembro, R.A., Vázquez, T.M., Sánchez, S.O. *Árboles de Veracruz, 100 especies para la reforestación estratégica*. 2010. Gobierno del estado de Veracruz. Centro de Investigaciones Tropicales. Xalapa. Veracruz. México, 256 p.
- Niembro R. A. 1992. *Árboles y arbustos útiles de México*. Ed. LIMUSA. México. 206 p.
- Nolasco, M. 1985. *Café y sociedad en México (1a ed)*. México D.F.: Centro de eco desarrollo. 454 p.
- Padilla, M. 2002. Evaluación de plantación con cedro rosado. Consultado diciembre 2001. [https://www.google.com.mx/?gws\\_rd=ssl#q=Evaluaci%C3%B3n+de+planta+ci%C3%B3n+con+cedro+rosado.+Consultado+diciembre+2001](https://www.google.com.mx/?gws_rd=ssl#q=Evaluaci%C3%B3n+de+planta+ci%C3%B3n+con+cedro+rosado.+Consultado+diciembre+2001).
- Pesantez, L. W. A. 2015. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea de una plantación de cedro Rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn), en la parroquia Río Blanco, cantón Morona. 119 p.

- PRODEPLAN (2000). Programa de desarrollo de plantaciones comerciales a 15 años de su creación. Informe del programa de plantaciones forestales comerciales en México. CONAFOR. 198 p.
- Rai, S. N. 1976. Pre-treatment of *Acrocarpus fraxinifolius* seeds. *Indian Forester*. 102(8): 488-491.
- REMGEFOR (2005). *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. Fichas técnicas de especies forestales estratégicas. Ficha. No. 13. (Red Mexicana de Germoplasma Forestal.PRONARE. SEMARNAP. pp. 67-69.
- Renard, M.C. 2006. Calidad y certificación del café: Significados e implicaciones. In: El cafetal del futuro. Realidades y Visiones. Pohlan, J.; L. Soto y J. Barrera(eds). Shaker Verlag. Aache, Germany pp. 107-118.
- Reyes, R, J, y López. U. J. 2003. Crecimiento de cedro rosado a diferentes altitudes en fincas cafetaleras del Soconusco, Chiapas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9(2), 137-142.
- Rice, R.A, Ward, J.R. 1996. Coffee, Conservation, and Commerce in the Western Hemisphere. Un reporte en conjunto del Smithsonian Migratory Bird Center y el Natural Resources Defense Council, Washington, DC. 40 p.
- Rivera, A. 2001. Información sobre cedro Rosado. Disponible en [http://www.internatura.uji.es/petinf01\\_1t.html](http://www.internatura.uji.es/petinf01_1t.html). Consultado en Mayo 2016.
- Rodríguez, M. 2005. La globalización y los sistemas agroalimentarios. Gerente de Certificación Agroalimentaria. In: <http://www.iram.com.ar/Boletin/Boletin>.
- Rojas, F. Canessa, R. Ramírez. J. 2004. Incorporación de árboles y arbustos en los cafetales del valle central de Costa Rica. ICA-FE/ITCR. 151 p.
- Ruiz, C. 2006. Políticas para la competitividad: Cadenas alimentarias. IICA. Bogotá, Colombia. No. 26. 14 p. In: <http://www.iica.int/colombia/iica/articulo2.htm>.
- Ruiz R., O. 1995. Agroecosistema: El término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico. In: II Seminario Internacional de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 9 p.
- Ruiz R., O. 2006a Enfoque de sistemas y agroecosistemas. En: López, et al., (eds). *Agroecología y Agricultura orgánica en el Trópico*. Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia (UPTC). Universidad Autónoma de Chiapas, México (UNACH). Tunja, Boyacá. Colombia. pp. 27-35.
- Ruiz, R.O. 2006. Indicadores de sustentabilidad agroecológica. In: *Agroecología y Agricultura orgánica en el Trópico*. López, et al., (eds). Universidad Pedagógica y

- Tecnológica de Colombia (UPTC). Universidad Autónoma de Chiapas, México. (UNACH). Tunja, Boyacá. Colombia pp: 59-68. Ruiz R., O. 2006c. Agroecología: Una disciplina que tiende a la transdisciplina. En. Interciencia. Febrero 2006. Vol.31. No.2. pp:140-145.
- SAGARPA 2015-2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Avances de la Producción Agrícola. Agosto 2015. 4 p.
- Salazar, J. A. H. 2012. Modelos volumétricos fustales para *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. En plantaciones agroforestales de la sierra norte de Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 2(6).
- Sánchez, A., J. I. 2010. Evaluación del crecimiento de especies forestales en plantaciones para recuperación de áreas degradadas en la Región San Martín 2009. 113 p.
- Santoyo, C. V. H. Díaz C. S. y Rodríguez, P. B. 1995. Sistema Agroindustrial café en México. Diagnóstico, problemática y alternativas. Universidad Autónoma Chapingo, México. 157 p.
- Santoyo, C. V. H., S. Díaz C. Escamilla. P. E. y Robledo, J. D. M. 1996. Factores Agronómicos y Calidad del Café. Universidad Autónoma Chapingo. Confederación de Productores de Café. Chapingo, México. 21 p.
- SEMARNAT (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental -especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5173091](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091). Consultada 7 agosto 2016.
- SENASICA (2015). Programa de Vigilancia Epidemiológico Fitosanitario del Cafeto. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Disponible In: <http://www.royacafe.lanref.org.mx/index.php>. Consultado en Mayo 2015.
- SEPATRO (2001). Semillas y Productos Agroforestales del Trópico, S.P.R.L. DE C.V. Cedro rosado. (SEPATRO). Ciudad de México, México. 87 p.
- SIRE (2005a). *Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn. Paquetes Tecnológicos. Sistema de Información para la Reforestación (SIRE). CONABIO-PRONARE. In: <http://www.arboraces.com/wca/qryBotname.asp?Botanical+Name=264>.
- Soto, P. L. 1999. Informe final Proyecto CONABIO M018. Manejo de especies arbóreas para sistemas agro-forestales en la región maya tzotzil-tzeltal del norte de Chiapas. 25 p.

- Sosa M., A. 1996. Tesis de maestría. Factibilidad agroecológica para la producción de palma camedor (*Chamaedorea elegans* Max.) y nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Batche) en los cafetales de la región de Atoyac, Veracruz, Maestría, Colegio de Postgraduados.
- Soto., P. L., De Jong., B.H.J., Esquivel., B. E., Quechulpa S. 2006. Potencial ecológico y económico de almacenamiento de carbono en cafetales. Soto-Pinto L y Barrera J, editores. El cafetal del futuro. Realidad y visiones. Shaker Verlag. pp. 373-380.
- Soto, P. L., Villalvazo., L. V., Jiménez, F., G., Ramírez, M. N., Montoya, G, S, F.L. 2007. The role of local knowledge in determining shade composition of multistrata coffee systems in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 16(2):419-436.
- SCAA (2003). Specialty Coffee Association of America. Cupping protocols. Long Beach, (SCAA). CA. USA. 5 p.
- Schlesinger, W. H. 1997. *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change*. Academic Press. San Diego, CA. 588 p.
- StatSoft, Inc. 2005. STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Tavares, C.; Beer, J.; Jiménez, F.; Schroth, G.; Fonseca, C.1999. Experiencia de agricultores de Costa Rica con la introducción de árboles maderables en plantaciones de café. *Agroforestería en las Américas* 6(23):17–20.
- Troup, R.S. 1921. *The Silviculture of Indian trees*. Volumen 1. Oxford, Clarendon Press. 1195 p.
- Velázquez, M.A., Fierros, G. A, M., Aldrete, A., Gómez, G. A., Fernández, C.,S., De los Santos, P., H., Llanderal., O. T., González, M de J., López., U. J., Ramírez, H., C. 2013. Situación actual y perspectiva de las plantaciones comerciales forestales en México. CONAFOR. 448 p.
- Whitmore, J. L. y Otarola A. T. 1976. *Acrocarpus faxinifolius* Wight., especie de rápido crecimiento inicial, buena forma y madera de uso múltiple. In: Turrialba 26:2. CATIE. Turrialba. Costa Rica. pp. 201-203..
- Youkhana, A., Idol., T. 2009. Tree pruning mulch increases soil C and N in a shaded coffee agroecosystem in Hawaii. *Soil Biology & Biochemistry*, 41: 2527-2534.
- Zilli R. 2015. Técnico de la Finca Kassandra. Entrevista personal en la ciudad de Huatusco, Ver.
- Zurita, A. D. 2004. Estudio de un producto forestal no maderable, el malabar (*Solanum erianthum* D. Don) en el municipio de Pahuatlán, Puebla. Tesis, (Biología),

Facultad de Estudios Superiores-Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Estado de México. 121 p.

## 10. - ANEXOS

### Resultados del cuestionario aplicado a 35 productores

A continuación se presentan los resultados sobre el cuestionario aplicado a los 35 productores de café con cedro rosado en donde se destacan los hallazgos principales que se encontraron a partir de la aplicación del cuestionario.

En el caso de la innovación a partir de la inclusión de cedro rosado como una de las especies de árboles dentro del cafetal, se tiene a la CONAFOR a través del programa de reforestación como el iniciador, de los productores con los que se trabajó, 25 recibieron los árboles de cedro rosado por medio del programa, pero, 10 productores más lo hicieron de manera particular comprando los árboles en viveros locales.

En cuanto a los problemas de adaptación del árbol a la región se mencionan los siguientes: 14 de los encuestados dijeron que el árbol de cedro rosado sufre daños por vientos fuertes, 20 productores mencionan que no le afecta, rompiendo las ramas del árbol. En cuanto a la sequía el total de productores menciona que no le afecta realmente. De acuerdo con los 35 productores entrevistados el cedro rosado no presenta afectaciones debido a exceso de humedad o nortes ni tampoco en época de lluvias, mucho menos consideran que el cedro rosado atraiga descargas eléctricas (rayos).

En relación con la calidad del a sombra que el cero rosado provee a el cafetal, 23 de los productores mencionan que es regular, 11 mencionan que les parece una sombra de buena calidad y un productor menciona que es de mala calidad.

Por otro lado, 32 de los productores mencionan que la cantidad de hojarasca que desprende el árbol de cedro rosado es similar o normal como lo hacen otros árboles como el chalahuite o vainillo, dos mencionan que es poca la materia orgánica que tira el árbol y solo 1 productor menciona que el árbol provee mucha hojarasca al suelo.

También, se preguntó si las raíces de cedro rosado afectan a los cafetos en las parcelas a lo que 27 de los productores dicen que no lo afectan y ocho e ellos dicen que muy poco, principalmente cuando están muy cerca del cafeto.

En el aspecto relacionado sobre cuáles son los tres principales árboles que los productores consideran de buena sombra para el café se tiene en primer lugar el árbol de chalahuite, vainillo y tezmol, después estos tres principales se mencionan otras especies como son, Ixpepetl, cedro rosado, grevilia, cacaotillo, cedro rojo, primavera, mango, naranjo y encino.

Para el caso de los árboles que consideran sombra adecuada para el cafeto se mencionaron los siguientes: pambacillo, guarumbo, Ixpepe mango, mulato, duela, tezmol. Se debe considerar que algunos de los árboles los incluyen en ambas lista debido a que de ellos se puede obtener algún producto extra, principalmente leña, frutos y madera.

### **Aceptación de la innovación agroecológica café-cedro rosado**

En relación con el uso de la madera de cedro rosado solo siete productores respondieron que la han obtenido leña, postes y madera (tablas), 28 mencionaron no haber obtenido ningún producto, excepto la sombra para el cafetal.

En cuanto a la calidad del árbol mencionaron que la leña es de calidad regular, los postes y tablas son de regular a malos, pues los postes no duran mucho tiempo y la madera se tiende a torcer. En este sentido se habla de que el árbol no es muy bueno para madera, una de las respuestas es la edad que tiene el arbolado, apenas de nueve años.

En relación con las expectativas de si seguirían plantando árboles de cedro rosado dentro de sus cafetales o en algunos de sus terrenos, 21 de los 35 productores dijeron que sí y solo 14 dijeron que no, principalmente porque ya no tienen espacio para plantarlo.

Cuando se habló del tema acerca de la preferencia de otros árboles que fuera el cedro rosado, como especies para intercalar con el cafeto, los productores mencionaron, especies como grevilia, vainillo, chalahuite, duela, frutales (macadamia, naranjo), cacaotillo, encinos y árbol de parota para la zona más tropical.

Finalmente cuando se mencionó el tema acerca de cuáles serán los motivos para intercalar dichas especies dentro del cafetal, los productores mencionan principalmente la calidad de la sombra para el café, como es el árbol de chalahuite, vainillo y grevilia, también, se refieren a los frutales por la obtención de frutos para la venta como sería macadamia y en relación con los encinos la obtención de madera o leña.

Se mencionó por parte de los productores que les interesa que el cafeto tenga buenos rendimientos y para esto deben controlar la sombra, mínimo una vez al año, realizan el aclareo de algunos de los árboles que generan demasiada sombra que afecta la floración de sus cafetos. Lo que por el momento es una de las fuentes de ingreso familiar durante la época de producción de aromático. Es así como todos los árboles cumplen una función de cobijar bajo el dosel de sombra el cultivo de café y que en mayor o menor medida los buenos árboles entre ellos el árbol de cedro rosado reciben el cuidado indirecto que es aplicado al cafetal.

Es importante mencionar solo uno de los productores mencionó haber cortado el total de árboles de cedro rosado que le fueron entregados por el programa. Menciona que los plantó pero que recientemente (2014), los cortó debido a que no le agradó la sombra que los árboles proveen al cafetal, comenta que le pareció demasiado cerrada y que estaba provocando que hubiera menor café en su cultivo, por lo que decidió cortar todos los árboles. En relación con la madera que obtuvo no comentó que hubiera usado la leña o vendido la madera, solo la juntó y la guardó cerca de su terreno.

El número de árboles que se entregó a cada productor fue entre 150 a 200 árboles, y los particulares que compraron los arboles también fueron de alrededor de 200 árboles. El costo por cada árbol fue de 4 a 5 pesos. La distancia promedio a la que se plantaron los árboles es de 5 x 5 m.

En relación con la asesoría por parte de los técnicos, 14 de los entrevistados mencionan que sí se les dijo a qué distancia sembrar y cómo, 20 mencionaron que no se les platicó acerca de las labores que deberían realizar a los árboles plantados.

En el tema de las aves de la región que suelen visitar el árbol de cedro rosado se menciona que han observado especies de aves como es el tucán, el marinero, pepes, primavera, pericos, carpinteros, principalmente. Solo uno de los 35 productores menciona no haber visto aves en las ramas del árbol. Los productores consideran que las aves son de la región y suelen estar en el árbol buscando comida (larvas defoliadoras, flores o hacer nido, como es el caso de pepes o marineros), la principal idea de que les guste el árbol de cedro rosado es que es tiene una altura considerable cual les permite estar a salvo de cualquier depredador.

Además, del cedro rosado, los productores mencionan que las aves prefieren visitar otros árboles como vainillo, tezmol, pambacillo, lxepepe y naranjos sobre todo por los frutos que producen estos árboles y la floración. Tomando en cuenta que el cedro es un árbol nuevo en la región y en una de las parcelas se pudo observar floración abundante así como también se encontraron árboles pequeños dentro de los cafetales.

No se reportó que hubiera árboles con presencia de plantas parásitas en las parcelas de los 35 productores entrevistados pero, en otros de los sitios visitados como fue rancho Kassandra es posible observar presencia de muérdago en los árboles de cedro rosado, los cuales tienen una edad de 16 años.

Cuando se habló sobre si debería seguir promoviéndose el árbol de cedro rosado entre los productores de la región, 26 productores de dijeron que sí y solo 19 dijeron que debería seguirse promoviendo principalmente porque no les agradó el árbol, esto tienen relación con el exceso de sombra que vieron o tuvieron en sus cafetales debido al marco de plantación de cedro rosado.