Universidad Autónoma Chapingo

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

ECO-INTENSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE NARANJA (*Citrus sinensis* L. Osbeck), ESTUDIO DE CASO: EN PAPANTLA, VERACRUZ

TESIS PROFESIONAL

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ESPECIALISTA EN FITOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO MÉXICO
DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA

MANUEL VICENCIO NOLASCO

Chapingo, México. Noviembre del 2014

La presente tesis titulada **ECO-INTENSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE NARANJA (*Citrus sinensis* L. Osbeck), ESTUDIO DE CASO: EN PAPANTLA, VERACRUZ** fue realizada por el **C. Manuel Vicencio Nolasco,** bajo la dirección del **Dr. Manuel Ángel Gómez Cruz** y la **Ing. Laura Gómez Tovar**. La tesis fue revisada y aprobada por el Honorable Jurado Examinador y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ESPECIALISTA EN FITOTECNIA

JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE: _____

DR. MANUEL ÀNGEL GÓMEZ CRUZ

SECRETARIO: _____

DR. SERGIO ROBERTO MÁRQUEZ BERBER

VOCAL: _____

DR. GUSTAVO ALMAGUER VARGAS

SUPLENTE: _____

ING. LAURA GÓMEZ TOVAR

SUPLENTE: _____

ING. EDGAR LÓPEZ HERRERA

Chapingo, México, Noviembre 2014.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por haberme permitido venir al mundo, por estar conmigo en cada momento de mi vida y concederme uno de mis sueños, la culminación de mi carrera profesional.

A mi "alma mater", la Universidad Autónoma Chapingo, por formarme como un agrónomo integral, con valores y una visión positiva del futuro.

A mi departamento querido: Fitotecnia por permitir que en sus aulas me formara como profesionista.

Al Dr. Manuel Ángel Gómez Cruz, por su amistad, consejos, sugerencias, correcciones, apoyo y acertada dirección en la realización de la presente.

Al M.C. Sergio Márquez Berber por el apoyo brindado en la realización de la presente.

Al Dr. Gustavo Almaguer Vargas, por el apoyo recibido en la realización de la presente.

A la Ing. Laura Gómez Tovar por su apoyo y disposición para la culminación de este trabajo, por su paciencia y espíritu de servicio.

Al Ing. Edgar López Herrera por el apoyo recibido en la realización de la presente.

A la Dra. Rita Schwentesius Rindermann por sus consejos, sugerencias, correcciones y apoyo en la realización de la presente.

Al personal de la huerta por las facilidades ofrecidas, por ser unas personas agradables y por los buenos consejos brindados durante el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres: María Nolasco Ramírez y Manuel Vicencio Morgado por haberme dado la vida, apoyarme en los momentos más decisivos de mi vida, por todo el amor y cariño que me han dado a lo largo de mi vida, gracias por sus consejos y por la confianza que depositaron en mí y por creer en mí.

En especial a la Familia Vicencio Nolasco por todo el amor, dedicación, consejos, apoyo y respeto que de ellos he recibido desde mi niñez hasta estos momentos en que culmino mi preparación profesional.

A mis amigos por todo lo que vivimos juntos y por haberme brindado su amistad y confianza.

A mis compañeros del ex grupo de prope 4 de la generación 2009-2010 y 7° "4" de la carrera de Fitotecnia de la generación 2010-2014 por el compañerismo que me mostraron durante mi estancia en la universidad.

Y a todas las personas que en un momento determinado de mi estancia en esta Universidad me apoyaron directa e indirectamente.

Sinceramente: Manuel Vicencio Nolasco

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **I**

ÍNDICE DE CUADROS ..... **II**

RESUMEN ..... **IV**

SUMMARY ..... **V**

1. INTRODUCCIÓN **1**

1.1. Antecedentes 4

1.2. Planteamiento del problema 6

1.3. Justificación 7

1.4. Objetivos 7

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA **8**

2.1. Aspectos generales del cultivo de la naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) 8

2.1.1. Clasificación botánica 8

2.1.2. Contenido nutricional 10

2.1.3. Variedades 10

2.1.4. Patrones o portainjertos 12

2.1.5. El suelo de los cítricos 13

2.1.6. Establecimiento de la huerta 14

2.1.6.1. Preparación del terreno 15

2.1.6.2. Distancias de plantación 15

2.1.6.3. Época y método de plantación 16

2.1.6.4. Nutrición 16

2.1.5.5. Requerimientos del cultivo 17

2.1.5.6. Fenología 18

2.1.6.7. Poda 19

2.1.6.7.1. Poda de formación 21

2.1.6.7.2. Poda de saneamiento 21

2.1.6.7.3 Poda de rejuvenecimiento 21

2.1.6.8. Control de malezas 21

2.1.6.9. Descripción y control de plagas 23

2.1.6.9.1. Mosca de la fruta (*Anastrepha ludens* Loew) 23

2.1.6.9.2. Pulgones 27

2.1.6.9.3. Psílido asiático (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) 28

2.1.6.9.4. Hormigas…….....30
2.1.6.9.5. Control de Enfermedades……32
2.1.6.9.3. Gomosis (*Phythophtora parasítica*) 32
2.1.6.9.4. Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*)..... 33
2.1.6.9.5. Cancer basal (*Ustulina deusta*) 34
2.2. Agroecología, principios agroecológicos y agricultura orgánica 35
2.2.1. Concepto y principios de la Agroecología……35
2.2.2. Preguntas frecuentes sobre la agricultura orgánica 37
2.2.2.1. ¿Qué es la agricultura orgánica? 37
2.2.2.2.¿Qué son los productos orgánicos certificados?..... 37
2.2.2.3. ¿Por qué los alimentos orgánicos son más caros? 38
2.2.2.4. ¿Cuáles son los beneficios ambientales de la agricultura orgánica?..... 38
2.2.2.5. ¿Se pueden producir suficientes alimentos orgánicos?..... 39
2.2.2.6. ¿Cuáles son los alimentos "naturales" y "orgánicos"?..... 39
2.2.2.7. ¿Cómo se lleva a cabo el proceso producción orgánica? 39
2.2.2.8. ¿Por qué no están permitidos los fertilizantes sintéticos? 39
2.2.3. Los principios de la agricultura orgánica 40
2.2.3.1. Principio de la salud..... 40
2.2.3.2. Principio de ecología..... 40
2.2.3.3. Principio de imparcialidad 41
2.2.3.4. Principio de cuidado..... 41
2.2.4. Ecología de sistemas agrícolas..... 41
2.2.4.1. Intensificación ecológica o Eco-intensificación 44
2.2.5. Situación actual y retos de la producción orgánica en México..... 46
2.2.6. Técnicas agroecológicas innovativas 49
2.2.6.1. Uso de Microorganismos como Biofertilizantes 49
2.2.6.2. EM: Microorganimos Efectivos..... 51
2.2.6.3.1. Modo de acción de los Microorganismos Efectivos 51
2.2.6.3.2. Elaboración de Microorganismos Efectivos 52
2.2.6.3. Remineralización de suelos ..... .54
2.2.6.3.1. Zeolita..... 55
2.2.6.3.2. Roca fosfórica…….....56
2.2.6.3.3. Yeso fosfórico o Fosfoyeso 57

2.2.6.3.4. Leonardita 58
3. MATERIALES Y METÓDOS 59
3.1. Área de referencia 59
3.2. Metodología 61
4. RESULTADOS 62
4.1. Importancia de la producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), a nivel mundial, nacional, estatal y municipal……..62
4.1.1. Producción mundial 62
4.1.1.1. Distribución de la producción 62
4.1.1.2. Comportamiento de la producción..... 63
4.1.1.2.1. Superficie cosechada 63
4.1.1.2.2. Rendimiento 64
4.1.1.2.3. Producción 65
4.1.2. Producción nacional 67
4.1.2.1. Distribución de la producción 67
4.1.2.2. Superficie de naranja de riego y temporal 69
4.1.2.3. Comportamiento de la producción..... 70
4.1.2.3.1. Superficie sembrada 70
4.1.2.3.2. Superficie cosechada 70
4.1.2.3.3. Rendimiento 71
4.1.2.3.4. Producción 72
4.1.2.3.5. Valor de la producción 73
4.1.3. Producción estatal 74
4.1.3.1. Distribución de la producción por Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 74
4.1.3.2. Superficie de riego y de temporal por distrito 75
4.1.3.3. Comportamiento del rendimiento en los distritos 76
4.1.3.4. Evolución de la produccion en los distritos 78
4.1.4. Producción municipal en los Distritos de Desarrollo Rural de Tuxpan y Martínez de la Torre 79
4.1.4.1. Distribución de la producción por municipios en el distrito deTuxpan 79
4.1.4.2. Comportamiento de los rendimientos a nivel municipal en el distrito de Tuxpan. 82
4.1.4.3. Distribución de la producción por municipios en el distrito de Martínez de la Torre. 81

4.1.4.2.2. Comportamiento de los rendimientos a nivel municipal en el distrito de Martínez de la Torre 82
4.2. Diagnóstico de la producción de naranja en la región de estudio..... 84
4.3. Proceso de innovación de Eco-intensificación de la producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), orgánica variedad valencia tardía..... 85
4.4. Descripción de las prácticas agroecológicas..... 87
4.4.1. Manejo ecológico de arvenses..... 87
4.4.1.1. Manejo de pastos o zacates..... 89
4.4.2. Manejo del tejido productivo (podas)..... 89
4.4.2.1. Poda normal..... 89
4.4.2.1.1. Quitado de secapalo (*Struthanthus quercicola*)……...89
4.4.2.1.2. Desmamonado……..90
4.4.2.1.3. Poda de ramas secas……...90
4.4.2.1.4. Poda de ramas improductivas……90
4.4.2.2. Poda de formación..... 91
4.4.2.3. Poda de rejuvenecimiento..... 91
4.4.2.4. Desmamonado..... 92
4.4.2.5. Poda de cariño……..……92
4.4.3. Prácticas para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar la nutrición de los árboles..... 93
4.4.3.1. Análisis de suelo 93
4.4.3 2. Propuesta de nutrición 93
4.4.3.3. Ajuste del pH..... 93
4.4.3.4. Remineralización de suelos 94
4.4.3.5. Composta 95
4.4.3.6. Microorganismos aplicados al suelo……..97
4.4.3.7. Fertilización foliar 100
4.4.4. Prácticas para el manejo ecológico de plagas 100
4.4.4.1. El pulgón verde (*Aphis citrícola*) y pulgón café (*Toxoptera aurantii*) 100
4.4.4.2. Psílido asiático (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) 102
4.4.4.3. Mosca de la fruta (*Anastrepha ludens* Loew) 105
4.4.4.4. Hormiga arriera (*Atta cephalotes*) 107
4.4.4.5. Tuza (*Geomys tropicalis*) 109
4.4.4.6. Prácticas para el manejo ecológico de enfermedades…….....110

4.4.4.6.1. Hongo letal o Cancer basal (*Ustulina deusta*) 110
4.4.4.6.2. Gomosis (*Phythophtora parasítica*) 114
4.4.4.6.3. Antracnosis (*Colletotrichum acutatum)* 115
4.4.4.6.4. Reserva ecológica- control biológico in situ 116
4.4.4.6.5. Biodiversidad a través de la conservación de arvenses-control biológico in situ…….....116
4.4.5. Otras prácticas para el manejo general de la huerta 120
4.4.5.1. Elección del portainjerto 120
4.4.5.2. Conservación de yema 121
4.4.5.3. Sistema de plantación 121
4.4.5.4. Módulo de reproducción artesanal de microorganismos 122
4.4.5.5. Manejo de la humedad..... 126
4.4.5.6. Barreras vivas 126
4.4.6. Tratamiento especial de árboles enfermos, recién plantados, de tres años, y árboles con poda de rejuvenecimiento. 127
4.4.7. Cosecha..... 128
4.4.8. Comercialización..... 129
4.5. Comparación de los costos de producción del proceso de Eco-intensificacion con los costos de producción convencional 130
DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... 135
CONCLUSIONES..... 137
RECOMENDACIONES……139
BIBLIOGRAFÍA..... 140
ANEXOS 150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ejido San Pablo, Papantla, Veracruz. Carretera federal 180, Poza Rica-Veracruz., basados en información del INEGI (2014)…….59

Figura 2. Croquis de las 16 hectareas de naranja certificada como orgánica, en el ejido San Pablo, Papantla, Veracruz (divididas por tablas, con su respectivos nombres "color verde")…….....60

Figura 3. Limpia con motocultor.....88

Figura 4. Redondeo con machete a ras de suelo en la hilera del árbol…….88

Figura 5. Eliminación de ramas secas e improductivas……91

Figura 6. Poda de rejuvenecimiento…….....92

Figura 7. Brote infestado de pulgón café (*Toxoptera aurantii*)……..102

Figura 8. Pulgón infectado por microorganismos (*Beauveria bassiana Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*)…….....102

Figura 9. Adulto de *Diaphorina citri* y ninfas en un brote tierno……...…….104

Figura 10. Lepidóptero (primero izquierda), Sírfido (segundo izquierda), en *Melampodium bipinnatifidum* y *Cycloneda sanguinea* (derecha) sobre *Parthenium bipinnatifidum*…….....105

Figura 11. Frutos de toronja (parte superior izquierda), picado (parte superior derecha), picado en cuatro partes (parte inferior izquierda), y larva de la mosca de la fruta (parte inferior derecha)…….....106

Figura 12. Trampa McPhail…….106

Figura 13. Nido (parte superior izquierda), respiradero del nido (parte superior derecha), excavación de un nido (parte inferior izquierda), huevecillos y hongo cultivado (parte inferior derecha)…….....108

Figura 14. Hormiga arriera (*Atta cephalotes),* infectada por el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*.....108

Figura 15. Frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.)……..109

Figura 16. Nido de tuza (*Geomys tropicalis*)…….....109

Figura 17. Árbol enfermo afectado en su producción…….113

Figura 18. Estroma del hongo letal (*Ustulina deusta*)…….113

Figura 19. Cambio de color del estroma al momento de la aplicación agrohomeopática…….....113

Figura 20. Árbol con gomosis (*Phythophtora parasítica)*…….....114

Figura 21. Tronco curado con agrohomeopatia…….……...114

Figura 22. Fruta caída…….....115

Figura 23. Aplicación de mezcla sulfocálcica…….....115

Figura 24. Biodiversidad de especies de arvenses en huerta de naranja……..117

Figura 25. Esquema general del módulo de reproducción de microorganismos benéficos……125

Figura 26. Árbol con un tratamiento especial……127

Figura 27. Árboles con mulch de arvenses…….....127

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de rama en árboles de cítricos……...……20

Cuadro 2. Tipo de cortes en cítricos…….....20

Cuadro 3. Evolución de la producción orgánica en México, 1996-2012……..48

Cuadro 4. Distribución de la producción mundial de naranja, 2011 (hectáreas, toneladas y por ciento)……63

Cuadro 5. Superficie cosechada en los principales países productores, 1990-2011 (hectáreas)……64

Cuadro 6. Rendimiento del cultivo de naranja en los principales países productores. 1960-2011 (toneladas/hectárea)……65

Cuadro 7. Producción mundial de naranja, 1960-2011 (toneladas)……...66

Cuadro 8. Principales estados productores de naranja, 2013 (hectáreas, toneladas y por ciento)…….....68

Cuadro 9. Superficies sembrada de riego y temporal a nivel nacional, 2013 (hectáreas)...69

Cuadro 10. Superficie sembrada de naranja a nivel nacional, 1980-2013 (hectáreas)…...70

Cuadro 11. Superficie cosechada de naranja a nivel nacional, 1980-2013 (hectáreas)…….....71

Cuadro 12. Rendimiento de naranja a nivel nacional, 1980-2013 (toneladas/hectárea)……...72

Cuadro 13. Producción de naranja a nivel nacional, 1980-2013 (toneladas)……73

Cuadro 14. Valor de la producción de la naranja, 1980-2013 (miles de pesos)……...73

Cuadro 15. Distribución de la producción de naranja por distritos en el estado de Veracruz. 2013 (hectáreas, toneladas y por ciento)……75

Cuadro 16. Superficie sembrada de riego y de temporal por distritos en el estado de Veracruz, 2013 (hectáreas)…….....76

Cuadro 17. Comportamiento del rendimiento en los distritos del estado de Veracruz, 1999-2013 (toneladas/hectáreas)….....77

Cuadro. 18. Evolución de la producción en los distritos en el estado de Veracruz, 1999-2013 (toneladas)……78

Cuadro 19. Distribución de la producción de naranja en el distrito de Tuxpan, 2013 (hectáreas, toneladas, miles de pesos y por ciento)……..……80

Cuadro 20. Rendimientos por municipios en el distrito de Tuxpan, 2004-20013 (toneladas/hectárea)……...81

Cuadro 21. Distribución de la producción de naranja en el distrito de Martínez de la Torre, 2013 (hectáreas, toneladas, miles de pesos y por ciento)……...82

Cuadro 22. Rendimientos por municipios en el distrito de Martínez de la Torre, 2004-20013 (toneladas/hectárea)…….....83

Cuadro 23. Principios agroecológicos asociados a las prácticas empleadas en la huerta de naranja orgánica……..86

Cuadro 24. Valores de relación C/N que dan lugar a diferentes calidades edáficas de la materia orgánica……..98

Cuadro 25. Especies de arvenses asociadas al cultivo de cítricos en Papantla, Veracruz, México (López, 2012)……118

Cuadro 26. Costos de insumos para una hectárea de producción de naranja tardía convencional. Suelos planos de aluvión, 200 plantas por hectárea, edad de la plantación 25 años…….....130

Cuadro 27. Costo de mano de obra para una hectárea de producción de naranja tardía convencional. Suelos planos de aluvión, 200 plantas por hectárea, edad de la plantación 25 años ……131

Cuadro 28. Costo de insumos para una hectárea de producción de naranja tardía con Eco-intensificación…….....132

Cuadro 29. Costo de mano de obra para una hectárea de producción de naranja tardía con Eco-intensificación……133

ECO-INTENSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE NARANJA (*Citrus sinensis* L. Osbeck), ESTUDIO DE CASO: EN PAPANTLA, VERACRUZ

RESUMEN

La naranja es el fruto más popular en México, el claro ejemplo es la superficie que destina a su producción, en 334,658.68 hectareas sembradas, en donde se producen 4.4 millones de toneladas con un rendimiento de 13 ton/ha (SIAP, 2014). Veracruz es históricamente el principal estado productor de esta fruta con 49% de la producción nacional en el 2013, (SIAP, 2014). La producción de naranja enfrenta problemas de baja productividad con una producción sostenida bajo un paradigma tecnológico convencional que contamina suelo, agua, planta y salud humana, bajos precios obtenidos por los productores por sistemas de comercialización con una fuerte participación de intermediarios y falta de asesoría con técnicos formados con orientación agroecológica. Sin embargo, existe la experiencia del CIIDRI de la UACh basada en la Eco-intensificación que logra cuadruplicar los rendimientos obtenidos a nivel nacional, con 8 años de instrumentación en una hectárea en el ejido San Pablo, Papantla, Veracruz. Posteriormente, estas prácticas se extienden a 16 hectáreas bajo el mismo proceso de innovación y se firma un contrato con la industria juguera en donde se recibirá el precio de la naranja más alto entre el 1 de enero y el 30 de marzo, más un sobreprecio del 30% y cuando tenga 4 años será del 50%. En el presente trabajo se analiza la revisión estadística de la producción de naranja a nivel mundial, nacional, estatal y municipal, resaltando que el estudio de caso se ubica en uno de los dos distritos citrícolas más importantes a nivel nacional. Así mismo se hizo un análisis del proceso de innovación agrupando más de 20 prácticas agroecológicas. La conclusión más importante es que la producción agroecologica en comparación con la producción convencional permite obtener un menor costo, mayor productividad, 50% de sobreprecio y se trata de una producción sana para el suelo, agua, planta y salud humana.

Palabras clave: producción agroecologica, proceso de innovación, productividad, altos rendimientos.

ECO-INTENSIFICATION OF PRODUCTION OF ORANGE (*Citrus sinensis* L. OSBECK), CASE STUDY: IN PAPANTLA, VERACRUZ

SUMMARY

Orange is the most popular fruit in Mexico, a clear example is the surface that goes to its production, 334,658.68 hectares planted, where 4.4 million tons are produced with a yield of 13 ton / ha (SIAP, 2014). Veracruz is historically the main producing state of the fruit with 49% of national output in 2013 (SIAP, 2014). Orange production faces problems of low productivity with sustained production under conventional technological paradigm that contaminates soil, water, plant and human health, low prices received by producers for marketing systems with strong involvement of intermediaries and lack of counseling with trained technicians with agroecological orientation. However, there is the experience of CIIDRI UACh based Eco-intensification achieved quadruple yields nationwide, with 8 years of implementation in one hectare in the ejido San Pablo, Papantla, Veracruz. Subsequently, these practices extend to 16 acres under the same process of innovation and a contract with the juicer industry where the price of orange highest between January 1 and March 30, plus you will receive a premium of signed 30% as you have four years is 50%. In this paper the statistical review of orange production, national, state and municipal worldwide, noting that the case study is located in one of the two most important citrus districts nationwide are analyzed. Also is presented an analysis of the innovation process more than 20 grouping agroecological practices. The most important conclusion is that the agroecological production compared to conventional production allows for a lower cost, increased productivity, and 50% of premium is a sound production for soil, water, plant and human health.

Keywords: agroecological production, process innovation, productivity, higher yields.

1. INTRODUCCIÓN

En México existe una gran diversidad de condiciones geográficas, climáticas y edáficas a las que pueden adaptarse toda una gama de cultivos de acuerdo a sus características, dentro de esos cultivos se encuentra la naranja. Esta fruta es la más importante en este país, tanto para el consumo doméstico como para la exportación del jugo. A nivel mundial, México ocupó el quinto lugar en producción de naranja en el 2011 (FAOSTAT, 2014), el claro ejemplo es la superficie que destina a su producción con 334,658.68 hectareas sembradas, en donde se producen 4.4 millones de toneladas con un rendimiento de 13 ton/ha, para el 2013 (SIAP, 2014).

La producción mexicana de naranja se destina básicamente al mercado en fresco, principalmente en el ámbito nacional; esto se debe en parte, a la deficiente calidad externa de la fruta producida y por otra, a que los Estados Unidos, que podría ser el comprador más cercano, es exportador neto de fruta en fresco. Las variedades cultivadas en México son la valencia, la navel-lane-late y la navelina. El 30% de la producción nacional se destina a la industria, que procesa jugo congelado y concentrado para la exportación a Estados Unidos, Canadá, Europa y Asia (Gómez y Schwentesius, 1997).

Los principales estados productores de naranja en la República Mexicana, son en orden de importancia, Veracruz con una aportación del 49%, seguido por Tamaulipas con 17%, San Luis Potosí con 9%, Nuevo León con 7% y Sonora con 3%, los cuales en conjunto concentran un total del 85% de la producción nacional en 2013 (SIAP, 2014). Sin embargo el volumen de producción ha crecido únicamente en base a la incorporación de nuevas áreas cultivadas y no por un aumento en la productividad por unidad de superficie (SIAP, 2014).

Si bien los datos resaltan la importancia nacional de la naranja, esta fruta enfrenta serios problemas en sus aspectos productivos, económico, social y ambiental. El máximo histórico registrado fueron 15.5 ton/ha en 1965, o sea durante los años del famoso milagro mexicano (Schwentesius y Gómez, 1998). A pesar de la “Revolución Verde” que tomó su inicio en México después de la segunda guerra mundial, esta fruta hasta hoy en día ha sido relegada de los avances de la ciencia y tecnología, es más, los años más recientes se han caracterizado por una tendencia hacia la

desmodernización de la producción (Schwentesius y Gómez, 1998). La baja productividad está aunada a una producción que usa agrotoxicos (aunque sea en relativamente bajos volúmenes) que son caros y no es sostenible ecológicamente.

La cosecha obtenida se comercializa a través de intermediarios a bajos precios. A todo ello se suma el hecho de la falta de asesoría técnica para el manejo de prácticas culturales. Esta situación no queda sin impacto sobre los ingresos de los productores, que se ven obligados a buscar otros sustentos de vida en muchos casos a través de la migración. Como si fuera poco, la naranja se ve amenazada por varias enfermedades, la más reciente y agresiva la llamada Huanglongbing causada por el Dragón amarillo (Greening) de origen asiático que ya ha destruido parte de las plantaciones de limón mexicano en el estado de Colima (El Universal, 2014).

La experiencia del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral (CIIDRI) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) con la Eco-intensificación (altos rendimientos en áreas reducidas con un manejo ecológico) de la producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), se remonta a 8 años, en el ejido San Pablo, Papantla, Veracruz empezando con una hectárea, posteriormente, estas prácticas se extienden a 16 hectáreas bajo la misma propuesta agroecológica; y se firma un contrato con la industria juguera para la exportación de jugo orgánico.

En el contexto anterior y a raíz de mi estancia preprofesional en dicha huerta, certificada como orgánica, cuyo objetivo central fue un estudio que describiera en forma puntual cada una de las prácticas agroecológicas que se están llevando a cabo y que presentan resultados sorprendentes frente a los problemas técnicos del proceso de producción de naranja, en la región citricola del estado de Veracruz, se decide continuar la investigación y concluirla con la siguiente tesis profesional.

Los principales resultados del trabajo se relacionan con la revisión estadística de dos de los distritos citrícolas más importantes a nivel nacional, así mismo se realizó un diagnóstico del cultivo de la naranja en la zona norte del estado de Veracruz.

Se hizo un análisis del proceso de innovación agrupando más de 20 prácticas agroecológicas en 6 apartados en donde se les dio un seguimiento a cada práctica

que se están utilizando en la huerta, en las que resaltan el manejo de plagas y enfermedades y la nutrición, las cuales describí en forma precisa, siendo ésta la parte central de la experiencia en campo.

En la discusión de resultados se resalta: la viabilidad del proceso de Eco-intensificación con la utilización de nuevas prácticas e insumos sencillos, accesibles y que en su gran mayoría pueden ser elaborados por los propios citricultores.

De las conclusiones derivadas de la investigación, se comentan dos de ellas, a saber: los dos distritos productores de la fruta más importantes a nivel nacional, que se ubican en la región norte del estado de Veracruz, enfrentan serios problemas, el incremento de superficies sembradas, lo que traerá mayor producción en los próximos años y repercutirá en menores precios para los pequeños productores y por los bajos rendimientos que se mantienen constantes. La segunda conclusión se refiere la Eco-intensificación de la producción de naranja orgánica que demuestra ser una forma alternativa de producción a lo convencional, al generar un mayor rendimiento, incrementar el ingreso, un nuevo nicho de mercado, además de conservar el ambiente y la salud de productores, trabajadores y consumidores, por lo que es necesario promover su adopción.

1.1. Antecedentes

En México la citricultura se inicia con mayor fuerza en la década de los cincuentas con la decadencia de los cereales, debido al estancamiento y restricción de los precios de garantía, lo que motivó a los productores, principalmente de la zona del sureste y del Golfo de México a establecer otros cultivos, considerados como rentables en ese momento, entre los que se encontraba la naranja; en el caso específico del estado de Veracruz, existían otros cultivos que ya no era factible seguir produciéndolos, tales como: los cultivos básicos, plátano, tabaco, vainilla, hortalizas y ganado de doble propósito, por lo que los productores optaron por implantar el cultivo de los cítricos, puesto que la entidad presenta condiciones climáticas idóneas para su desarrollo (Del Ángel, 2009).

A partir de esto, Veracruz se convirtió en el principal productor de naranja en el país, siendo en el Norte del estado donde se concentra la mayor producción, principalmente en dos distritos citrícolas (Tuxpan y Martínez de la Torre), los más importantes a nivel nacional. Dentro del distrito de Martínez de la Torre se encuentra el municipio de Papantla que en los últimos años ha aumentado su superficie sembrada, convirtiéndose en el principal productor de naranja en esta zona.

Las características de la producción en esta área son que presentan una topografía irregular con un 90% de las huertas ubicadas en cerros o laderas y solo un 10% está en suelos de vega del rio Tecolutla. La variedad que predomina (90%) es valencia tardía, aunque también existen áreas consideradas de tipo naranja valencia temprana. Las plantaciones en cerro se encuentran bajo el sistema de plantación en marco real de 6x6 metros, del que resalta un total de 272 árboles por hectárea y las plantaciones que se encuentran en la vega del rio adoptaron el sistema de marco real con distancias de 7 y 8 metros entre árboles, para un total de 203 y 156 árboles por hectárea. En esta región la edad promedio de los árboles es de 25 hasta más de 30 años y plantaciones jóvenes con menos de 10 años (Gómez y Schwentesius, 1997).

La mortalidad de los árboles es del orden del 5%, aunque en algunos casos es mayor debido a problemas de enfermedades como gomosis, así también de plagas y plantas parasitas (secapalo). Además cuando se hace el replante de árboles faltantes, estos no reciben el cuidado requerido, por lo que en su mayoría retardan su producción dos o tres años, otro problema que existe en la zona es la edad avanzada de las plantaciones y el poco o nulo mantenimiento. Los rendimientos más comunes son de 5 a 8 ton/ha en cerro y de 10-20 ton/ha en vega, según el manejo y la tecnificación del huerto (Gómez y Schwentesius, 1997).

En Veracruz hay una gran diferencia tecnológica en la producción de naranja que hace que existan diferentes tipos de productores según su productividad, están los que presentan un nivel tecnológico muy bajo, bajo, medio y alto (Gómez y Schwentesius, 1997).

En general la producción de naranja en la región de estudio está bajo un sistema convencional basado en la utilización de productos de síntesis química, por ejemplo la aplicación de herbicidas como el glifosato (Coloso, Faena, Lafam), además para tener mayor efectividad se agrega urea o sulfato de amonio, el 2,4-D amina (Fitoamina), otra opción son los herbicidas de contacto como paraquat (Gramoxone) y glufosinato (Finale), así como la aplicación de urea al suelo y aplicaciones de insecticidas como paration metílico (Foley 500), han traído como consecuencia la modificación del pH y contaminación del suelo, agua, planta y salud humana.

A través de los años muchos han alertado sobre los posibles daños ocasionados por este tipo de agricultura al ambiente, por lo que, se han desarrollado nuevas tecnologías que buscan hacer las prácticas agrícolas más amigables al ambiente (RAP-AL, 2014).

Tittonell (2013), postuló un modelo más equitativo de la producción de alimentos, dónde se puede aumentar y al mismo tiempo ser sostenible haciendo uso intensivo e inteligente de las funcionalidades naturales que ofrecen los ecosistemas, capaz de inclinarse hacia la equidad entre regiones, se puede desarrollar a través de la intensificación ecológica o eco-intensificación de la agricultura actual.

En el CIIDRI de la UACh a través de 8 años de experiencia se ha venido desarrollando un trabajo de ensayo-investigación con una propuesta de prácticas agroecológicas en una huerta de naranja, las cuales se han ido modificando en tiempo y dosis a través de la observación en campo. De acuerdo a los resultados obtenidos, esta propuesta se extendió a 16 hectareas de cultivo de naranja a nivel comercial, que además fue certificada como orgánica, firmando un contrato con una industria juguera, obteniendo así un sobreprecio del 30% del primer al tercer año y a partir del cuarto año del 50%. Dejando en claro que estas prácticas se pueden llevar a cabo dentro de un proceso de producción certificado como orgánico.

1.2. Planteamiento del problema

La importancia del cultivo de naranja en el estado de Veracruz es incuestionable, se cultiva en una gran extensión. El estudio de caso se encuentra en uno de los dos distritos citrícolas más importantes a nivel nacional. De acuerdo al SIAP, 2014, el municipio de Papantla es el principal productor de naranja en el distrito de Martínez de la Torre que representa el 27% de la superficie total sembrada. Sin embargo el volumen de producción ha crecido únicamente en base a la incorporación de nuevas áreas cultivadas y no por un aumento en la productividad por unidad de superficie. Los rendimientos promedio por hectárea desde 2004 al 2013, se ha mantenido en 12 ton/ha (SIAP, 2014).

De acuerdo a lo anterior la problemática se centra en baja productividad, además que la orientación de la producción está bajo un paradigma no sostenible, que la comercialización está basada en el intermediarismo y bajos precios y ante una falta de asesoría acorde a las necesidades, capacidades económicas y sociales del productor.

A pesar de que éste cítrico tolera condiciones de abandono en el manejo técnico, requiere de diversos insumos para mejorar la productividad, misma que ha disminuido en los últimos años debido a los programas insuficientes y de técnicos mal enfocados para la capacitación de los productores.

1.3. Justificación

La naranja es un fruto importante en el consumo doméstico, así como para la exportación del jugo, sin embargo, en México se tiene un rendimiento de 13 ton/ha, estos rendimientos bajos se trasladan en ingresos prácticamente no redituables para los productores.

Partimos de que el CIIDRI de la UACh ha desarrollado un proceso de innovación que consiste en una serie de prácticas agroecológicas para incrementar la productividad de naranja, logrando la eco-intensificación de la producción.

Corresponde a la Universidad que este conocimiento no se quede en las aulas, sino que se lleve a los productores. Por lo que resulta importante que el conocimiento acumulado que se tiene de un impacto, es decir, la transferencia de dicho conocimiento a los productores a través de los cambios vistos en parcelas por la tecnología empleada, e incidir en la forma de producir de los citricultores y acorde a sus necesidades, logrando 1) incremento en la producción, 2) bajo una orientación ecológica, que asegure ser sano para el suelo, productores y consumidores, 3) una nueva forma de comercialización, es decir, buscar un nicho en el mercado, y 4) autosuficiencia en los insumos, es decir, que el productor pueda elaborar los productos que va utilizar en su huerta.

1.4. Objetivos

- Detectar la problemática de la región mediante un diagnóstico preciso de la producción de naranja a través de indicadores básicos.
- Presentar el proceso de innovación de la huerta, abordando de forma puntual cada labor en tiempo y dosis, dividiendo este proceso en grandes apartados en función de los requerimientos del cultivo.
- Describir las prácticas agroecológicas que se llevan a cabo para la Eco-Intensificación de la producción de naranja orgánica.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Aspectos generales del cultivo de la naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

El origen de los cítricos se localiza en Asia Oriental, en una zona que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China Meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia. Actualmente el cultivo está extendido por la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales comprendidas entre los paralelos 44º N y 41º S (Agustí, 2003).

2.1.1. Clasificación botánica

La clasificación taxonómica del naranjo es la siguiente (Agustí, 2003).

Familia: Rutáceae.

Género: *Citrus*.

Especie: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.

Porte: El porte es reducido (6-10 m). Ramas poco vigorosas (casi tocan el suelo). Tallo o tronco: El tallo soporta las hojas, las yemas (axilares y apicales), las flores y frutos. Los tallos son verde tierno y triangular desde la base, se van engrosando conforme van creciendo tomando una forma redonda. Del tallo se desarrollan las ramas estructurales y más tarde ramificaciones que llevan las hojas, flores y los frutos. El tallo asegura el transporte de la savia bruta rica en elementos minerales, desde el sistema radical a la parte aérea y de la savia elaborada rica en hidratos de carbono de las hojas a la raíz (González, 2008).

Hojas: Las hojas presentan un limbo grande, alas pequeñas y espinas no muy acusadas (González, 2008).

Raíz: Al desarrollarse el embrión de una semilla el primer órgano que aparece es la raíz, misma que tiende a penetrar la tierra. La raíz desempeña dos funciones una es anclar o sostener al árbol y la otra es nutrirlo. Las raíces de los cítricos por su tipo es recomendable cortarles la punta antes de sembrarlas con el objetivo de estimular raíces secundarias que son estas las que realmente nutren a la planta. Las raíces pivotantes o de anclaje pueden penetrar (según el tipo de suelo), más allá de 2 o 3 metros, protegiendo al árbol de vientos fuertes o manteniendo cargas de más de 100 kg de fruta. Por eso no se recomienda fertilizar al suelo en el primer de año de vida, porque las raíces tienen a los nutrientes muy cerca de ellas, no profundizan (González, 2008).

Flores: La flor de los agrios consta de 3 a 5 sépalos de color verde, que constituyen el cáliz de ahí nacen los pétalos de 4 a 8 de color blanco formando la corola. Ligeramente aromáticas, solas o agrupadas con o sin hojas. Los brotes con hojas (campaneros) son los que mayor cuajado y mejores frutos dan (González, 2008).

Fruto: El fruto es un Hesperidio. Consta de: Exocarpo (flavedo; presenta vesículas que contienen aceites esenciales), mesocarpo (albedo; pomposo y de color blanco) y endocarpo (pulpa; presenta tricomas con jugo) (González, 2008).

Corteza: La corteza constituye la parte no comestible del fruto, en las naranjas. Está formada por el epicarpio y por el mesocarpio externo e interno, con la maduración del fruto el epicarpio adquiere un color naranja o amarillo. La intensidad del color amarillo a anaranjado se los da el frio, por eso en el norte del país donde se acumulan más horas frio el color es anaranjado, mientras que en nuestra región es amarilla y en sur la naranja es de color verde (González, 2008).

Pulpa. La pulpa es la parte comestible del fruto y está formada por el endocarpo que está compuesto por un conjunto de vesículas que son las que contienen el jugo, agrupándose entre sí forman un segmento. El número de vesícula que presenta la naranja es de 9 a 11 (González, 2008).

Semilla: La semilla proviene de la fusión de 2 células sexuales una de polen y otra del ovario. El consumidor y más para la exportación se prefieren variedades sin o con muy pocas semillas (González, 2008).

2.1.2. Contenido nutricional: El consumo de naranja también suministra mucha fibra (dos piezas aportan casi el total de la cantidad diaria recomendada). La fibra nos ayuda a mejorar el tránsito intestinal y combate el riesgo de obesidad, enfermedades cardiovasculares, el cáncer de colon, diabetes y estreñimiento (Curtí-Díaz, 1998).

2.1.3. Variedades

Las variedades en la actualidad, pertenecen a los siguientes grupos. Naranjos (*Citrus sinensis* L. Osbeck), (Agustí, 2003).

1. Naranjas de Ombligo o Grupo Navel: Washington navel, Newhall, Robertson navel, Navelina, Navelate, Lane late y Caracara.

2. Naranjas Comunes o grupo Blancas: Hamlin, Westin, Marr`s early, Pineapple, Tangerina, Jaffa, Salustiana, Crescent y Valencia late.

3. Naranjas Pigmentadas o grupo Sanguíneas: Moro blood.

Para el consumo en fresco, en los países industrializados se prefieren las naranjas del grupo Navel (variedades como Navelina, Newhall, Washintong, Thomson), que son frutas de gran tamaño, sin semilla, con sabor dulce y la corteza se pela fácilmente, característica que es requisito indispensable para ser aceptada como fruta de mesa. (Gómez, 1997).

Otras variedades preferidas para el consumo en fresco son las del grupo sangre, así llamado debido a la presencia de pigmentos rojos en la pulpa, en el sumo, y a veces en la cáscara. Sin embargo, las naranjas Navel y Sangre no son aptas para la industrialización, las primeras porque no son muy jugosas y además de que adquiere un sabor amargo; y las segundas porque su jugo es demasiado oscuro (Gómez, 1997).

La naranja valencia del grupo blancas tiene una doble aptitud para el consumo en fresco y más aún, para jugo; por ello es la variedad líder en cuanto a su amplia distribución a nivel mundial. Sin embargo, su consumo en fresco se reduce a los propios países productores; por la dificultad que presenta al pelarla, se utiliza preferentemente para jugo fresco, que se prepara en casa o en estanquillos de las grandes urbes de dichos países. Los principales países productores de este tipo de naranja son Brasil, Estados Unidos y México. Mientras Brasil y Estados Unidos se han especializado en la producción para la industria, México produce principalmente para el consumo en fresco de su mercado nacional y en menor cantidad, para la industrialización (Gómez y Schwentesius, 1997).

Sin embargo, la naranja que predomina en México es la valencia, cultivada bajo condiciones tropicales, que no tiene gran demanda en fresco en Estados Unidos, por su corteza demasiada delgada y su color verdoso. Por ello, solo los estados del norte del país, como Sonora, Nuevo León y Tamaulipas, que cuentan con un clima que permite el desarrollo de variedades que se demandan en el mercado para consumo en fresco, incluso la valencia que adquiere buena coloración en las condiciones de los estados mencionados tienen actualmente posibilidades de hacerlo (Gómez y Schwentesius, 1997).

2.1.4. Patrones o portainjertos

El patrón transmite el vigor o tamaño del tallo o tronco, hay patrones vigorosos, medianos y de porte bajo, la citricultura moderna busca los de porte medio a bajo pero muy productivos para facilitar la cosecha. Los de porte alto son el amblycarpa, swingle y volkameriana; de porte medio troyer, carrizo, agrio y los porte bajo como cleopatra, c-35 y fa-5. Es muy importante conocer esto para saber cuántas plantas sembramos por hectárea de acuerdo al tipo suelo (González, 2008).

Más del 98% de las 151 mil hectáreas plantadas con naranjo en Veracruz tienen el patrón de naranjo agrio (*Citrus aurantium*) especie hipersensible al virus de la tristeza de los cítricos (VTC), por lo cual existe el riesgo de que desaparezcan completamente. Es necesario entonces, reemplazar dicho patrón con aquellos que sean tolerantes al virus; sin embargo, se desconocen las especies cuyo comportamiento agronómico iguale o supere al del agrio, por lo que existen los riesgos siguientes: a) que se opte por un pésimo patrón donde se disminuya la producción de fruta hasta en 50% o b) que se pierda la oportunidad de seleccionar un patrón mejor dejando de ganar un 15% de fruta. Se estima que dichas opciones ocurren en 20% y 80% de los casos, respectivamente, con una disminución media ponderada del rendimiento del 22%, con respecto al rendimiento de un patrón bien seleccionado (Curti-Diaz, 1998).

Tres patrones para ser usados con naranjo “Valencia” en los suelos franco arenosos de Veracruz, con un comportamiento agronómico similar o superior al obtenido con el patrón regional naranjo agrio (*Citrus aurantium*); ellos son: el trifoliado Rubidoux (*Poncirus trifoliata*) y los citranges (*Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*) denominados C-35 y Morton. Los tres patrones propuestos son tolerantes a la tristeza, psorosis, caquexia y gomosis; aunque la tolerancia de los citranges a esta última es media. Prosperan bien en suelos de textura franca arenosa (hasta 70% de arena), de reacción neutra a ácida, pero no desarrollan bien en suelos alcalinos que rebasan el 3% o 10% de carbonatos activos o totales, respectivamente.

La plantación debe hacerse al inicio de la temporada de lluvias o en cualquier época si se cuenta con riego; aunque en invierno, el desarrollo inicial es más lento con cualquier patrón. Con el uso de estos patrones se asegurará en primer lugar, que los árboles no mueran por efecto de los aislados comunes del VTC. Y en segundo, se tendrá un 20% más de fruta producida, con respecto al uso de patrones no aptos para el tipo de suelos indicados. La calidad interna y externa de la fruta producida será similar a la obtenida con el patrón agrio (Curti-Diaz, 1998).

2.1.5. El suelo de los cítricos

Los cítricos pueden crecer en suelos muy diferentes, desde suelos pedregosos, muy pobres hasta suelos arcillosos y pesados, pero en condiciones de supervivencia no de negocio. Los suelos que dan las mejores cosechas son los suelos francos y profundos con menos del 50% de arcilla. La mayor parte las veces que una plantación no da buenos rendimientos no es porque el suelo sea malo sino por malas prácticas de cultivo (González, 2008). Los suelos más adecuados para el cultivo de los cultivos de los cítricos son los que presentan una proporción más equilibrada de arcillas, limo y arenas que dan una buena penetración del agua (permeabilidad) y retención de humedad. El control químico y el rastreo pueden formar capas más o menos impermeables que dificultan, el drenaje y la aireación, esto debe evitarse (González, 2008).

El intervalo de pH en el que se pueden desarrollarse los cítricos es bastante amplio, aproximadamente de 4.5-9; el óptimo puede citarse entre 6 y 7. En cuanto a la salinidad los cítricos son de los frutales más susceptibles al exceso de sales, especialmente a cloruros causando daños en el follaje y disminuyendo la producción; la acción de los sulfatos es menos perjudicial (Sastre, 2014).

González (2008) menciona que la materia orgánica al agregarla al suelo mejora la capacidad de intercambio catiónico, ayuda a la solubilidad de los micronutrientes, es fuente de alimento para la actividad microbiana y aumenta la estabilidad estructural.

Biológicamente el humus representa soporte para una multitud de microorganismos, ello es lo que permite que el suelo esté vivo. Sus funciones se relacionan con la productividad, por ello, de no incorporarse materia orgánica a los suelos agrícolas se impactará en la biología del suelo, recordemos que en condiciones tropicales los suelos agrícolas deberían contener 5% de materia orgánica, los resultados indican suelos agrícolas en procesos de degradación, basta recordar que las bacterias, es el grupo de microorganismos que participan en las transformaciones orgánicas vitales para que un suelo sea productivo (Gómez, 2012).

2.1.6. Establecimiento de la huerta

El establecimiento de un buen huerto citrícola inicia con la selección de las plantas en vivero; por tal motivo, conviene que las plantas se adquieran en viveros registrados, donde se certifica que la yema que utilizan está libre de virus e injertada sobre patrón tolerante al virus de la tristeza y otros. La planta certificada es más cara que la producida tradicionalmente; sin embargo, si se compara con el valor del terreno y los gastos generados por el manejo de la huerta, es mínima la inversión inicial por el concepto planta. Algunas consideraciones para la selección y producción de plantas: Las yemas para injertar deben provenir de árboles adultos, cuyas características de la copa y del fruto sean típicos de la especie y cultivar deseado; muy productivos, con fruta de buena calidad y sanos. La planta que se produce en bolsa tiene un mejor desarrollo que la producida directamente en el suelo (método de trinchera). La planta debe ser preferentemente menor de 18 meses de edad al momento de trasplantarla al terreno definitivo.

Plantas mayores de 2 años pueden tener dificultad para su prendimiento o desarrollo en el terreno definitivo. La altura del injerto es otro aspecto importante a considerar para evitar la enfermedad denominada gomosis del tronco: la altura mínima del injerto para plantas que se van a establecer en terrenos con pendiente, es de 35 cm y en suelos planos de 45 cm, con excepción de aquellos destinados a las riberas de los ríos, los cuales se sugiere injertarlos a 60 cm (Curti-Diaz, 1998).

2.1.6.1. Preparación del terreno

En terrenos con pendiente, donde no conviene mover el suelo con maquinaria, su preparación debe limitarse a eliminar la maleza, mediante un chapeo o aplicación de herbicidas. Esta labor puede realizarse en cualquier época del año. En terrenos planos, el suelo se puede preparar durante todo el año, siempre y cuando la humedad del mismo lo permita. Las labores consisten en barbechar cuando sea necesario, a una profundidad de 20 a 30 cm y posteriormente rastrear cruzado (Curti-Diaz, 1998).

2.1.6.2. Distancias de plantación

Las distancia de plantación dependen del tamaño que alcancen los árboles en su etapa adulta y ello a su vez depende de la especie, clima y tipo de suelo donde se desarrollen. El sistema en triangulo esta cada más en desuso; mientras que el rectángulo, con distancias más cortas dentro de hileras, se utiliza más en la actualidad. Independientemente de la distancia y sistema de plantación, las hileras deben orientarse de norte a sur para aprovechar mejor la luz solar. Con densidades mayores de 300 árboles por hectárea, el costo de producción se eleva, sobre todo al momento del establecimiento, sin embargo, el rendimiento se incrementa considerablemente durante los primeros 5 o 6 años de producción, lo cual permite recuperar rápidamente la inversión realizada (Curti-Diaz, 1998).

2.1.6.3. Época y método de plantación

La época de plantación es cuando existe humedad en el suelo, por lo tanto debe evitarse el periodo seco, el cual generalmente ocurre de mediados de marzo a mayo, a menos que se apliquen riegos de auxilio. Una vez trazado el terreno se abren las cepas (hoyos), cuyo tamaño dependerá del grado de compactación del suelo: en suelos sueltos, deberán ser al menos 10 cm mayor que el diámetro del cepellón de la planta y 20 cm más profundas, mientras que en suelos muy compactados conviene hacerla de 40 x 40 x 50 cm, para aflojar más volumen de tierra y favorecer el crecimiento inicial de la raíz. Después de dejar que la cepa se ventile por unos días, se sugiere espolvorear 80 gramos de Lorsban en las paredes y fondo de la misma, para eliminar huevecillos y larvas de plagas del suelo.

2.1.6.4. Nutrición

Para que una huerta de cítricos tenga rendimientos altos y su fruta sea de calidad, es necesario reponer anualmente los nutrimentos que el árbol toma del suelo. El que falte o esté disponible en pequeñas cantidades un elemento mineral y afecte el desarrollo y la productividad recibe el nombre de deficiencia o carencia (González, 2008). Existen tres formas para estimar o detectar las deficiencias nutricionales: el análisis suelo, el diagnostico visual y el análisis foliar (Curti-Diaz, 1998). Para fertilizar al suelo hay que tomar en cuenta: la textura, el contenido de materia orgánica, acidez o alcalinidad, elementos minerales, así como la humedad del suelo, la edad de los árboles, la variedad y etapa de desarrollo. Actualmente la fertilización liquida es la que da mejores resultados y es mejor que los fertilizantes solidos (González, 2008).

Las necesidades de nutrientes están constituidas por la cantidad de elementos minerales que necesitan durante un año, para satisfacer su desarrollo vegetativo y reproductivo. Parte de estos minerales están en las reservas, acumuladas en las hojas viejas (González, 2008).

2.1.6.5. Requerimientos del cultivo

Los cítricos se desarrollan entre 40º N y 40º S de latitud. Sin embargo, las plantaciones comerciales se encuentran casi exclusivamente en las regiones subtropicales, entre los 20º y 40º de los hemisferios norte y sur, con temperatura óptima de 25 ºC a 30 ºC. Los cítricos se desarrollan con normalidad hasta los 500-600 m de altitud sobre el nivel del mar. Los frutos procedentes de árboles cultivados en altitudes elevados poseen una coloración más intensa, una maduración más tardía y una corteza más resistente, que los frutos procedentes de zonas próximas al mar (Agustí, 2003).

Los cítricos se adaptan bien en diferentes condiciones de humedad relativa. Así, se cultivan en regiones desérticas subtropicales, en las que la humedad relativa (HR) alcanza en ocasiones valores próximos a cero, como en regiones tropicales, en las que durante el periodo de desarrollo vegetativo, casi nunca desciende del 70 % durante el día y alcanza su máximo durante la noche. El tamaño final del fruto se relaciona con la HR, valores bajos durante la noche reducen el crecimiento de la naranja “Valencia”, considerando el 37 % de valor crítico. Las necesidades hídricas de los cítricos, se establecen entre los 750 y los 1,200 mm/ha al año. El viento es considerado como el factor abiótico más importante en la producción de daños mecánicos y lesiones sobre la corteza de los frutos. Vientos con una velocidad de 25 km/h son potencialmente dañinos (Agustín, 2003).

2.1.6.6. Fenología

Moss (1969), citado por Curtí-Díaz (1998), menciona que en la región del Golfo Centro, los naranjos tienen de tres a cinco brotaciones durante el año, provocadas por las temperaturas frescas de finales de invierno y los periodos de sequía durante el año, seguidos por la restauración de las condiciones climáticas favorables del crecimiento, como la humedad en el suelo e incremento de la temperatura ambiental.

La brotación más intensa se presenta de mediados de febrero a mediados de marzo y origina la fruta denominada “de tiempo”; las otras se presentan generalmente en junio (fruta “mayera”), septiembre (fruta “agostera”) y ocasionalmente en noviembre, diciembre o abril. La primera de ellas siempre presenta floración abundante, mientras que en las otras es reducida y en ocasiones la brotacion es exclusivamente vegetativa. Se estima que del total de flores y follaje producido durante el al año, el 60, 20, 15 y 5%, corresponden a las brotaciones de febrero-marzo, junio, septiembre y noviembre respectivamente.

Los brotes pueden ser de varios tipos: exclusivamente vegetativos, con una flor terminal y varias hojas, con varias flores y varias hojas, con varias flores y pocas hojas, con flores y sin hojas y con una flor terminal y varias hojas abortivas (Curti-Diaz, 1998). Se ha determinado que estos brotes en “Valencia” ocurren durante la brotacion de invierno de la siguiente manera: 0.9, 2.5, 5.5, 14.5, 46.5 y 30.1% respectivamente. Los brotes que amarran mayor cantidad de frutos son los que tienen varias hojas y varias flores, mientras que los florales sin hojas son los menos productivos (Curti-Diaz, 1998). Los brotes de verano y otoño se generan en menor cantidad, tienen las hojas más grandes y los entrenudos más largos que los producidos a finales del invierno; por ello son los responsables principales del incremento en el tamaño de la copa del árbol (Curtí-Díaz, 1998).

El desarrollo de la flor de finales de invierno tarda alrededor de 35 días desde la apertura de la yema a la caída de estambres y estilo; este periodo es más corto para las flores producidas durante el verano u otoño, cuando la temperatura es más alta (Curti-Diaz, 1998). Reuther (1980), citado por Curti-Diaz (1998) menciona que el amarre del fruto está determinado cuando la tasa de abscisión disminuye drásticamente, se obtiene alrededor de dos meses después de la antesis, en este momento el fruto tiene un diámetro de 17-18 mm; aunque la duración de este periodo y el tamaño del fruto pueden variar cada año, entre producciones de un mismo año o de un lugar a otro, ya que dependen tanto de factores endógenos como ambientales.

Según Erickson (1968), citado por Curtí-Díaz (1998) establece que el desarrollo del fruto ocurre en tres etapas: I) de división celular que dura solo unas 4 a 6 semanas y el crecimiento del fruto es muy reducido. II) De expansión celular, caracterizado por un crecimiento rápido del fruto e incremento de la respiración y cambios morfológicos del mismo. III) Periodo de maduración caracterizado por un crecimiento lento y disminución de la respiración. Se ha observado que el fruto desarrollado en Veracruz, logra su mayor tasa de crecimiento (etapa II) de mayo a septiembre y generalmente en octubre empieza a cambiar de color (fin de la etapa II).

2.1.6.7. Poda

La poda es una práctica que consiste en eliminar algunas ramas o despuntarlas, para evitar el envejecimiento prematuro del árbol, para controlar la altura y densidad de ramas y facilitar la cosecha, para eliminar plantas parásitas y ramas improductivas, para promover puntos fructificantes, para reducir roturas de ramas, para rejuvenecer los árboles, para reducir fuentes de inóculo y, en general, mejorar la producción. Se pueden aplicar varios tipos de poda, los cuales ayudan a mantener una producción alta y por muchos años de fruta de buena calidad y reducir daños causados por enfermedades, plagas y plantas parásitas (Vela, 2012).

A continuación se presentan los tipos de rama (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Tipos de rama en árboles de cítricos.

Tipo de rama	Forma	Ramificación	Distancia entre ramas y hojas	Apariencia de la hoja
Productiva	Redondeada y de consistencia firme	Tramos cortos de 5 a 15 cm	Pequeño	Hoja de tamaño normal, madura rápido.
Chupón o mamon	Aplanada o de consistencia muy suave	No hay ramificación o en tramos largos, de más de 20 cm	Grande	Hoja grande, suculenta y tarda en madurar.

Fuente: Vela, 2012.

Así mismo es recomendable comentar unos cortes básicos que nos servirán en los tipos de poda (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Tipo de cortes en cítricos.

Tipo de corte	Descripción	Objetivo
Despunte	Eliminar una parte de la rama que lleva crecimiento excesivo y erecto.	Promover ramificación lateral, y control de tamaño.
Deschupone	Eliminar mamones tanto en el patrón, como sobre el injerto y ramas.	Evitar mala formación de los árboles y competencia por agua, nutrientes, luz, etc.
Tocones	Son ramas pequeñas. Se deben eliminar.	Un tocón no permite una cicatrización efectiva.
Ramas bandera	Chupones que crecen sobre ramas secundarias en la copa del árbol. Se identifican porque sobresalen del nivel de la copa.	Se eliminan para evitar desgajamiento de ramas o daño por el paso de maquinaria.
Raleo de ramas (aclareo)	Eliminar ramas que brotan en exceso en un mismo punto (patas de gallo)	Lograr una ramificación equilibrada y ramas resistentes al peso de la fruta, vientos, etc.

Fuente: Vela, 2012.

2.1.6.7.1. Poda de formación

Esta se realiza en árboles recién plantados y hasta los primeros 3 años, de manera intensa; posteriormente se hace con fines correctivos ligeros o un tanto fuertes; su finalidad es distribuir las ramas en el árbol de una manera uniforme y equilibrada, con ángulos que den resistencia a las ramas. (Vela, 2012).

2.1.6.7.2. Poda de saneamiento

Consiste en eliminar ramas secas, enfermas, quebradas, ramas improductivas, ramas con plantas parásitas como el pelo de ángel (fideo) o el muérdago (también conocido como injerto) o mamones (Vela, 2012).

2.1.6.7.3. Poda de rejuvenecimiento

La poda de rejuvenecimiento se realiza de manera ocasional cuando los arboles están avejentados, y una manera de reconocer a estos árboles es que tienen las siguientes características: tienen pocas hojas; las hojas están muy altas, alejadas del tronco principal, formando una capa relativamente delgada. (Vela, 2012).

2.1.6.8. Control de malezas

Las raíces de los cítricos se ven muy afectadas por la competencia de otras raíces de malas hierbas o malezas, se calcula que se pierde hasta un 30% de la cosecha si no se controlan (González, 2008). Los métodos utilizados en la región para controlar la maleza dependen, entre otros factores, de la topografía del terreno y de los recursos del productor (Curti-Diaz, 1998).

En huertas establecidas en ladera, los deshierbes se realizan con machete, aunque también se aplican herbicidas evitando en cierto grado que el suelo se pierda por erosión (Curti-Diaz, 1998). En terrenos planos se utiliza principalmente el control mecánico mediante pasos de rastra, evitando que esta profundice más de 10 cm, ya que los cítricos tienen una raíz muy superficial, sobre todo en suelos llamados “vega”, si el implemento profundiza mucho y llega a cortar las raíces, el crecimiento del árbol disminuye y es posible que por las heridas penetre un patógeno; además el suelo se erosiona más rápidamente (Curti-Diaz, 1998).

Trabajos experimentales indican que la mayor manera para eliminarlas son los herbicidas pues matan hasta la raíz evitando la competencia. Para efectos prácticos podemos dividir las malas hierbas en zacates y hojas anchas. Los zacates los eliminamos con glifosato y algunas variedades de hojas anchas, estas se dividen en tres grupos las de hojas cerosas muy difíciles que se controlan con aplicaciones de Tordón, otras de resistencia media que se controlan con un esteron y finalmente las débiles se controlan con 2,4, D-amina. Algunos citricultores les gusta dejar una franja de vegetación intermedia entre hileras, si se deja que se angosta para que no ejerza mucha competencia (González, 2008).

La modalidad más reciente para controlar la maleza es la combinación del control químico y mecánico: consiste en aplicar herbicida en banda sobre la zona de goteo, cuya amplitud depende de la anchura de la copa del árbol y utilizar una chapeadora para la maleza de las calles (Curti-Diaz, 1998).

Algunos productores optan por establecimiento de especies vegetales que cubren toda la superficie del suelo, desplazando así a la maleza. Estas especies llamadas coberteras vegetales, aportan cierta cantidad de nitrógeno y materia orgánica al suelo, le conservan la humedad y lo protegen de la erosión hídrica. Algunas de las leguminosas más promisorias para la región son las siguientes: cacahuate forrajero (*Arachis pintoi* Pinto) el cual llega a crecer en suelos acidos, el kudzu (*Pueraria phaseoloides* (Roexb.) Benth) que también se desarrolla en suelos acidos, de acuerdo con Domínguez (1990), citado por Curtí-Díaz (1998) cada año adiciona entre 80 y 120 kg de nitrógeno al suelo, la soya perenne (*Glycine wightii* (Arn.) por su parte se adapta a suelos neutros o ligeramente alcalinos que de acuerdo con Skerman (1991), citado por Curtí-Díaz (1998) fija de 120 a 160 kg de nitrógeno por año y la mucuna (*Mucuna pruriens* (L.) D.DC.) tolera una amplia gama de suelos, y según Skerman (1991), citado por Curtí-Díaz (1998) puede fijar hasta 330 kilos de nitrógeno por hectárea por año.

2.1.6.9. Descripción y control de plagas

En la región Golfo Centro existen varias plagas que cada año disminuyen el rendimiento y/o calidad de la fruta de los cítricos. Actualmente se controlan principalmente con productos químicos, ya que existe poca información con base a prácticas de cultivo o control biológico. Respecto al control químico, es importante mencionar que debido a la dificultad y alto costo para eliminar completamente las plagas de la región, el citricultor debe aprender a convivir con ellas. Esto quiere decir que se debe evitar el abuso de los productos químicos, hacer el menor número de aplicaciones, en el momento más oportuno y con las dosis recomendadas, así ahorramos dinero, evitamos que las plagas se vuelvan resistentes a los productos usados y se elimina en menor cantidad los insectos benéficos (Curtí-Díaz, 1998). Ya tenemos que tomar en cuenta la inocuidad alimentaria, esto es que tendremos que tener mucho cuidado de que insecticida utilizar, condicionado a matar o controlar la plaga sin hacerle daño al consumidor del fruto. En Europa y Japón han elaborado una lista de insecticidas y fungicidas que han comprobado que dañan la salud de las personas que consumen frutas y verduras tratados con ellos, aquí en la región todavía se siguen usando, tenemos que tomar este asunto con mucha seriedad ya que hay muchas enfermedades que afectan al hígado y riñones principalmente originando cáncer (González, 2008). Por lo anterior, es importante que el citricultor conozca cuales son estas plagas y como controlarlas a continuación se describen.

2.1.6.9.1. Mosca de la fruta (*Anastrepha ludens* Loew)

La mosca de la fruta es de las plagas más importantes para la citricultura nacional, Nuevo León y Tamaulipas la tienen muy controlada ya tienen zonas libres y de baja prevalencia (casi no hay), sin embargo en Veracruz somos de los estados más contaminados y donde se hace muy poco para controlar. Para entender la importancia de esta plaga debemos conocer que tira más del 30% de la cosecha de naranja, mandarina y toronja (González, 2008).

De acuerdo con Aluja (1993), citado por Curtí-Díaz (1998), el ciclo de vida de la mosca de la fruta es el siguiente: los huevecillos son muy pequeños y difíciles de observar; en cambio, las larvas que emergen de los huevecillos llegan a medir hasta 1.5 cm, son de color blanco al principio y blanco cremoso o amarillo al final. Después de permanecer de 15 a 18 días dentro del fruto salen y caen al suelo junto con el fruto donde se entierran de 10 a 15 centímetros para convertirse en pupas. La pupa es una capsula cilíndrica de color café oscuro y si el suelo permanece cálido y húmedo, las pupas se abren en los siguientes 10 a 15 días para liberar la mosca adulta. El adulto es de color café amarillento, mide de 6 a 15 milímetros y se reconoce por las franjas oscuras en sus alas abiertas.

Cuando un adulto emerge de la pupa, tiene que movilizarse entre la tierra. Para romper el pupario, utiliza un órgano llamado ptilinum, que se localiza en el frente de su cabeza. La mosca recién emergida es blanda y húmeda, por lo que busca refugio entre las hojas y ramas secas caídas, en donde permanece inmóvil, secándose. Sus alas todavía no adquieren la coloración típica y su vuelo es corto. Una vez seca, la mosca se activa y vuela a un árbol donde busca alimento que encuentra en los frutos maduros que presentan alguna herida o bien en secreciones de troncos y hojas (González, 2008).

El apareo entre estas estas moscas ocurre de 6 a 12 días después de la emergencia, al atardecer. La oviposición se realiza de 3 a 6 días después del apareo. Una sola hembra puede ovipositar hasta 400 huevecillos durante toda su vida. La longevidad de los adultos es de 2 a 4 meses, aunque se han reportado casos de adultos que han sobrevivido hasta 9 meses. En climas templados, los adultos viven más que en climas tropicales (González, 2008). Estos insectos tienen una alta capacidad de dispersión y de adaptabilidad a diversos medios. En condiciones desfavorables se desplazan a las partes elevadas de los árboles y se dejan llevar por los vientos dominantes, de este modo logran dispersarse a distancias enormes. Pero el principal medio de dispersión es el hombre a través de la movilización de frutos infestados (González, 2008).

El daño lo ocasionan las larvas que surgen de los huevecillos ovipositados en el interior del fruto, pues hacen galerías al alimentarse de la pulpa de la fruta, las partes afectadas se tornan a un color café oscuro y causan el desprendimiento prematuro del fruto. El índice de umbral se alcanza a mediados de septiembre en los naranjos de maduración temprana y a principios de febrero en huertos de naranjo de maduración tardía (Curtí-Díaz, 1998).

González (2008), menciona que para el control de la mosca de la fruta se hacen fumigaciones cada 15 días asperjando una hilera si y otra no, cuando el fruto comienza a cambiar de color verde intenso a verde pálido hasta que se termine la cosecha, con la siguiente formulación: 200 ml de ácido fosfórico, 200 ml de malathion mil y 800 ml de atrayente en 100 litros de agua. Este control se aconseja para huertos mayores de 5 hectareas.

Otro forma de control de acuerdo con González (2008) es por medio de los cebos trampa elaborados a partir de una botella de refresco de plástico, la cual se corta una sección en forma de “u” se levanta hacia arriba quedando como una lengüeta o tapa para evitar que entre la lluvia al interior de la botella. Se consigue alambre o un hilo de rafia para amarrar alrededor de la tapa para colgarla en el interior del árbol donde no le llegue el sol, se pinta la lengüeta con pintura amarilla de aceite (esto atrae a las moscas), se consigue un trapo de algodón hasta formar una pelotita, este se remoja en un litro de vinagre de manzana, 20 ml de malathion y 80 ml de atrayente, se limpia y cambia cada 7 días. Este control es para superficies menores de 5 hectareas.

La trampa más utilizada para capturar adultos de moscas de la fruta del genero *Anastrepha* es la tipo McPhail, que consiste en un recipiente de vidrio con una invaginación en la parte inferior que deja entrar a la mosca pero no le permite salir. El atrayente usado es de tipo alimenticio en estado líquido. En la actualidad se recomienda la proteína hidrolizada liquida o sólida, aunque en ausencia de esta, se puede utilizar fermentado de piña, melaza de caña, vinagre o levadura de cerveza.

La selección del árbol para colocar la trampa es la parte más importante de un programa efectivo de trampeo. Existe mayor oportunidad de capturar moscas cuando las trampas se colocan en árboles en fructificación, por ser más atractivos para las moscas (González, 2008).

Para seleccionar el sitio de la trampa se considera lo siguiente:
La trampa se debe colocar en una parte del árbol que no impida la circulación del viento a través de la trampa y le proporcione sombra durante el día. Es preferible colocarla en medio de las ramas más largas, así tendrá la sombra adecuada y el follaje de las puntas de las ramas no obstruirá la entrada de la trampa. La trampa se coloca a ¾ partes de la altura del árbol, debido a que en ese nivel se concentra la mayor población de moscas.

La inspección debe hacerse cada 7 días y no más de 14 (un mayor tiempo de exposición provoca la descomposición de las moscas o la disminución del poder atrayente de la trampa). Además, en climas calurosos el líquido se evapora y seca rápidamente. Al llegar al huerto, se prepara la mezcla atrayente en la cantidad requerida para las trampas que corresponde revisar, tomando en cuenta que cada trampa tiene una capacidad para 250 cc de mezcla atrayente.

Curtí-Díaz (1998) menciona que la fruta dañada y caída se debe recolectar cuando menos cada cuatro días y enterrarse a una profundidad de 75 centímetros, cubriéndola con una capa de cal, evitando así que larva siga su desarrollo y llegue a adulto.

Dentro del control biológico se encuentra la avispa *Diachasmimorpha longicaudata* Hymenoptera: Braconidae, la cual parasita las larvas de la mosca de la fruta impidiéndolas completar su ciclo biológico. La contratación para liberar este parasitoide debe hacerse en la Dirección General de Sanidad Vegetal (Curtí-Díaz, 1998).

2.1.6.9.2. Pulgones

En la región del Golfo Centro existen varias especies de pulgones con importancia económica para el naranjo, como son: pulgón verde *Aphis citricola* Van der Goot, *A. spiraecola* Patch, pulgón café *Toxoptera aurantii* (Fons.) y pulgón del algodonero o del melón *A. gossypii* Glov., entre otros. Las dos primeras especies se observan comúnmente en las huertas citrícolas, mientras la última prefiere los chilares y otros cultivos anuales (Curtí-Díaz, 1998).

Los pulgones café y verde son muy pequeños de 1.8 a 2.1 mm, de cuerpo blando y algunos pueden presentar alas, se caracterizan por su aparato bucal, de tipo picador-chupador y por su estrecha dependencia con las plantas, ya que se alimenta de su savia y por tanto, son fitoparásitos. El ciclo de vida dura de 12 a 33 días y pueden presentarse en febrero, marzo, junio y noviembre que es cuando el árbol tiene follaje nuevo. Los pulgones dañan únicamente los crecimientos nuevos; preferentemente se alimentan del envés de las hojas, provocando un enroscamiento de ellas y por ende disminuyen el área fotosintética del árbol, sobre todo cuando se presentan poblaciones abundantes. También pueden retrasar el crecimiento de árboles jóvenes, provocan la caída de flores. Estos insectos excretan una mielecilla en donde se desarrolla el hongo de la Fumagina *Capnodium citri* (Curtí-Díaz, 1998).

Sin embargo son de mayor importancia debido a que actúa como vectores transmisores de enfermedades virales, por ejemplo el pulgón café transmite el virus de la tristeza (Curtí-Díaz, 1998).

Estos pulgones llamados piojos por nuestros citricultores solo aparecen de finales de octubre a mediados de abril pues no les gusta el calor (González, 2008).

El control debe hacerse durante las brotaciones vegetativas que es cuando las infestaciones son muy fuertes. Esto es más importante en los arboles jóvenes, los cuales están formando su copa, se sugiere aplicar 100 ml de paration metílico en 100 litros de agua (Curtí-Díaz, 1998).

2.1.6.9.3. Psílido asiático (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Hemíptera: Psyllidae)

El Psílido Asiático de los Cítricos (PAC) es un insecto de aparato bucal chupador. A pesar de los daños directos que sus hábitos alimenticios provocan, su importancia económica está dada por ser el vector de la bacteria que provoca el Huanglongbing (HLB), altamente destructiva en las plantaciones de cítricos. Como plaga primaria causa daños serios a los puntos de crecimientos de la planta. Absorbe grandes cantidades de savia e inyecta toxinas que se manifiestan en la deformación de hojas tiernas, lo cual provoca enanismo en el árbol, caída de flores, así como falta de jugo y sabor en la fruta (Reyes 2006, citado por Preza 2011). El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA-2009, citado por Preza 2011), reporta por primera vez a *Diaphorina citri* Kuwayama en México en el año 2002, con una rápida adaptabilidad a los cítricos y a la limonaria (*Murraya paniculata* (L.) Jack) como su principal hospedero.

Aunque el psílido asiático, *Diaphorina citri*, vector del Huanglongbing se encuentra distribuido en todas las zonas productoras de cítricos del país, hasta ahora la mayor afectación por esta enfermedad corresponde a la zona comercial de producción de limón mexicano en los estados de Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Sinaloa en la costa del Océano Pacífico. Sin embargo una de las regiones más importantes de producción de naranja dulce en el país, es la región denominada “La Huasteca”, donde convergen los estados de Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo, es la zona con el riesgo más alto para la reproducción acelerada del psílido y en consecuencia, para la presencia del HLB (Andrade, 2013).

Este insecto tiene un corto período de vida y una alta fecundidad especialmente en áreas costeras calurosas, se desarrolla adecuadamente en un rango de temperatura de 22 a 29 °C, en las que completa su ciclo de vida en 20 a 47 días. Un comportamiento típico de los adultos de este insecto es saltar a otras hojas cuando las ramas del árbol son movidas, cuando existe sobrepoblación en el brote o cuando poseen pocas condiciones para su desarrollo; para ello efectúan un vuelo de 3 a 5 metros (López-Arroyo *et al* 2005, citado por Preza 2011).

Este insecto se desarrolla en los brotes tiernos de las plantas hospederas, generando altas poblaciones, produce, ondulaciones de cera que sirven para identificar su presencia, las fases en que adquiere la bacteria: son el 4to y 5to instar ninfal y el adulto. No transmite la enfermedad a la descendencia, solamente los adultos la transmiten hasta el final de su vida., el ciclo de vida varía de 14 a 50 días dependiendo de las condiciones de temperatura de la época en la que se desarrolla (Mead 1977, citado por Andrade 2013).

Los psílidos pueden adquirir el patógeno después de un corto período de alimentación, 15 a 30 minutos (100% de seguridad a la hora o más) y permanecen infectivos durante toda su vida (3 a 4 meses) (Manjunath *et al*. 2008, citado por Andrade 2013).

Los adultos se mueven y esconden, o vuelan distancias cortas cuando son molestados. El mayor movimiento de insectos adultos es dentro de la planta hospedera o a plantas cercanas, pero los psílidos son capaces de volar distancias considerables en busca de hospederos adecuados. Las corrientes de viento representan otro de los factores que influyen en la dispersión del insecto así como la movilización de plantas hospederas por el ser humano. Inicialmente se produce amarillamiento que puede presentarse en una o varias ramas. Avanzada la enfermedad, existe una intensa defoliación de las ramas afectadas, seguido de una brotación irregular, florecimiento fuera de época, caída de frutos y muerte de las ramas (Robles *et al.*, 2011, citado por Andrade 2013).

El uso de agentes de control biológico ha producido resultados promisorios. Se sabe que dos patógenos fungosos, *Cladosporium* sp. y *Capnodium citri* causan alta mortalidad en ninfas de *Diaphorina citri* en condiciones de alta humedad relativa (Aubert 1987, citado por Rodríguez 2009). Un ectoparásito, *Tamarixia radiata* y un endoparásito, *Diaphorencyrtus aligarhensis* son parásitos primarios efectivos (Rodríguez, 2009). Balerdi 2008, citado por Rodríguez 2009, menciona que para un buen control del PAC se puede bañar el suelo o realizar aspersiones foliares con dinotefuran (Safari®) y imidacloprid (Maratón®).

Según el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Colima (CESAVECOL-2007), citado por Rodríguez 2009), en la mayoría de los países con la presencia de la plaga el control legal ha tomado un rol muy importante para el combate del PAC. México no es la excepción y se han adoptado varias acciones para un mejor manejo entre las que destacan: utilizar yemas, varetas y plantas certificadas en México y no adquirir material de propagación en lugares no autorizados por la SAGARPA en el extranjero ya que la bacteria puede diseminarse en el movimiento de plantas y varetas infectadas entre países o regiones.

Así también se realizan monitoreos continuos para encontrar plantas con síntomas sospechosos al huanglongbing y destrucción inmediata mediante la quema de las plantas infectadas por la bacteria para evitar la diseminación a plantas sanas (Browning 2005, citado por Rodríguez 2009).

2.1.6.9.4. Hormigas

Existen varias especies de hormiga, pero las más comunes son: *Iridomymex humiles* Mayr., *Solenopsis geminata* Fabr., *Formica cinérea, Atta texana* Buckley, *Atta insularis* Guer. y *Acromyrmex octospinosus* Reich. Las hormigas son un grupo importante de insectos que actúan como enemigos naturales de muchos insectos plaga. Sin embargo, en cítricos tienen un efecto dañino por su relación simbiótica con afidos, mosca blanca, escamas, etc., los cuales proporcionan mielecillas para su alimentación y ellas a su vez, los protegen de los ataques de parásitos y predatores, por lo que se incrementa la población de la plaga (Pehrson 1991, citado por Curtí-Díaz 1998). Las hormigas de los géneros *Iridomymex, Solenopsis, Atta* y *Acromyrmex* miden de 2 a 5 mm de longitud, son de color café oscuro a rojizo; y las de los dos últimos géneros, se distinguen por una serie de espinas situadas sobre el tórax y la cabeza. Las del genero *Formica* son de mayor tamaño (7mm) y de color gris (Curtí-Díaz, 1998).

Generalmente, las hormigas de los géneros *Iridomymex, Solenopsis* y *Formica* hacen sus nidos dentro de la huerta por debajo de los árboles, de las rocas o residuos: aparecen como pequeños montículos de suelo fino de 7.5 a 10 cm de diámetro y de 5 a 10 cm de altura (Cartwright s/f, citado por Curtí-Díaz 1998). Usualmente se agregan en grandes colonias durante el invierno y se desintegran en pequeñas colonias en verano. Después del apareamiento que ocurre durante la primavera, las reinas ponen gran cantidad de huevecillos, lo cual incrementa la población enormemente a mediados de verano y principios de otoño (Pehrson 1991, citado por Curtí-Díaz 1998). Las hormigas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* construyen nidos grandes y profundos en caminos, veredas, base de los árboles (Curtí-Díaz, 1998).

Las hormigas de los géneros *Iridomymex* y *Formica* se alimentan de las mielecillas secretadas de las plagas y las protegen de sus predatores, interrumpiendo su control biológico. Generalmente, las hormigas pertenecientes al género *Solenopsis,* se alimentan de las hojas tiernas y matan a los brotes vegetativos o reproductivos (Borroto y Borroto 1991, citado por Curtí-Díaz 1998).

Asimismo, dañan la corteza de árboles jóvenes, con lo cual favorecen la entrada de *Phytophthora,* hongo que produce la gomosis (Cartwright s/f, citado por Curtí-Díaz 1998). Las especies de hormigas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* y aquellas de colonias grandes son capaces de defoliar totalmente la planta en una noche y acarrear el follaje hacia sus nidos, por lo que regionalmente se les conoce como “arrieras”. Varias defoliaciones de árboles jóvenes pueden retardar su crecimiento o matarlo (Borroto y Borroto 1991, citado por Curtí-Díaz 1998).

Las hormigas arrieras cortadoras de hojas (*Atta cephalotes*), son una de las plagas económicamente más perjudiciales en la agricultura, consideradas entre las más importantes de Sudamérica y Centroamérica, las cuales para su control han presentado grandes complicaciones, principalmente por el comportamiento alimenticio nocturno del adulto, su adaptación a diferentes ecosistemas, la compleja composición social y la ineficacia de los insecticidas químicos, han limitado debido a su contaminación ambiental y baja especificidad (Curtí-Díaz, 1998).

Algunas medidas preventivas son: eliminar ramas pegadas al suelo, aplicar sulfato tribásico con un pegamento a los troncos de los árboles, excepto a los jóvenes ya que puede haber fitotoxicidad cuando son expuestos al sol, controlar gomosis y fumagina que atraen a las hormigas (Pehrson 1991, citado por Curtí-Díaz 1998).

La colocación de plástico grueso (calibre 600) alrededor del tronco, es un método utilizado por algunos productores de la región, para evitar que las arrieras (*Atta spp.*) suban al árbol, pues resbalan sobre el plástico, es importante colocarlo a unos 40 centímetros del suelo para mantenerlo limpio, libre de la tierra salpicada por las lluvias (Curtí-Díaz, 1998). Las hormigas pueden controlarse químicamente con 100 ml de Malathion 1000-E en 100 litros de agua. El tratamiento resulta más eficiente y económico a finales del invierno o al inicio de la primavera, cuando las poblaciones de hormigas son bajas y preferentemente después de una lluvia; es recomendable abrir el hormiguero con una pala recta, hasta descubrir los huevecillos antes de aplicar el producto (Pérez y León 1981, citado por Curtí-Díaz 1998).

2.1.6.9.5. Control de Enfermedades

Las condiciones calido-humedas que prevalecen en la región golfo centro favorecen el desarrollo de muchas enfermedades en los cítricos. Los daños ocasionados por ellas pueden ser: disminución del rendimiento, reducción de la calidad de la fruta e inclusive muerte del árbol (Curtí-Díaz, 1998). A continuación se presentan las más importantes.

2.1.6.9.6. Gomosis (*Phythophtora parasítica*)

Una de las principales enfermedades es la gomosis causado por el hongo *Phythophtora parasítica*, la cual se observa en la raíz, tronco y parte aérea de los árboles, en ataques severos, el follaje toma un aspecto clorótico y ocurre una intensa defoliación, así como un secado de las ramas y se presenta una coloración oscura y exudación de goma (Campbell 1979, citado por Curtí-Díaz 1998).

Las lluvias favorecen la formación de esporangios a partir de las clamisdosporas y oosporas que habitan en el suelo; los esporangios liberan las zoosporas que son salpicadas por las gotas de agua, desde el suelo hasta el tronco y frutos ubicadas en la parte baja de la copa (Orozco 1995, citado por Curtí-Díaz 1998). El rango de temperatura óptima para que se desarrolle el micelio es de 30-32 °C (Romero 1988, citado por Curtí-Díaz 1998). La mayor actividad del hongo, ocurre durante el temporal de lluvias de junio a octubre y con la presencia de los nortes de diciembre a febrero (Curtí-Díaz, 1998). Las medidas preventivas son las prácticas y económicas, ya que las medidas curativas, además de costosas, requieren de la detección temprana de la infección. Entre las medidas se encuentra la altura adecuada del injerto, nivelación del terreno, para evitar encharcamientos; podar las ramas inferiores, evitar heridas al tronco. Otro método asperjar fungicidas neutros a base de cobre como el Aliette 80%, a razón de 1.5 kilogramos por hectárea después de la brotacion. La cirugía vegetal es otro método el cual consiste en remover con una navaja la corteza afectada y aplicar con una brocha 60 gramos de Aliette en un litro de agua, se recomienda desinfectar la herramienta al pasar de un árbol a otro. Así también la aplicación de fuego ya que el hongo muere a 48-50°C, mediante un soplete portátil con gas doméstico (Campbell 1979, citado por Curtí-Díaz 1998).

2.1.6.9.7. Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*)

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen como manchas acuosas en los botones y flores recién abiertas, ya que son los pétalos el tejido susceptible al hongo, que posteriormente se extienden al disco basal. Inician con un color rosa-salmón para después tornar a una coloración café-rojiza, antes de oscurecerse y ennegrecerse. Los frutos pequeños se amarillean en su base poco antes de desprenderse, quedando adherida a la rama del disco basal, cáliz y pedúnculo, que en conjunto se conocen como “tachuela”, la cual normalmente se desprende junto con los frutos sanos que no logran amarrar o cuajar (Timmer 1994, citado por Curtí-Díaz 1998). La temperatura óptima para el crecimiento del hongo en cultivo es de

24-27°C la incidencia de la enfermedad es mayor cuando se presentan los nortes (noviembre a marzo) durante la floración principal y amarre de fruto (Curtí, 1998).

2.1.6.9.8. Cáncer basal (*Ustulina deusta*)

Producido por el hongo *Ustulina deusta* y se distribuye en toda la región citrícola del Golfo, con incidencias de hasta un 3.3 por ciento en árboles adultos de naranjo, toronjo y mandarino. El árbol afectado presenta una lenta y gradual marchitez del follaje; las hojas se amarillan, se secan y se desprenden cuando el árbol muere; esto ocurre entre los 12 y 24 meses siguientes a la aparición de los primeros síntomas. Se caracteriza por un cáncer o estroma muy consistente al tacto, en la base del tronco, con una coloración blanquecina en un principio, después se torna gris y por ultimo toma un color negro. El tamaño de estos estromas puede variar desde el de una moneda pequeña hasta cubrir la mitad del grosor del tronco, cuando ya afecto al sistema vascular del árbol. El hongo se mantiene activo durante nueve meses (junio-febrero); el estroma aparece durante el temporal de lluvias de junio a octubre y el micelio se desarrolla entre la corteza y el xilema de troncos y raíces, principalmente cuando se presentan los vientos denominados nortes de noviembre a febrero (APS, 2014).

Resultados promisorios indican que conviene aplicar 60 kilogramos de estiércol de bovino alrededor del árbol, solamente se dejan libres 10 centímetros junto al tronco. Después con un plástico transparente o negro se cubre la parte del tronco hasta donde llega el estroma y las raíces dentro de los 50 centímetros de radio. La primera labor tiene como fin aumentar la población microbiana benéfica del suelo, para controlar en forma natural al patógeno; mientras que la segunda eleva la temperatura del suelo y así se desinfecta la parte enferma (Curtí, 1998).

2.2. Agroecología, principios agroecológicos y agricultura orgánica

2.2.1. Concepto y principios de la Agroecologia

La agroecología es la ciencia y la aplicación práctica de conceptos y principios ecológicos al estudio, el diseño y la gestión de las interacciones ecológicas en los sistemas agropecuarios (por ejemplo, las relaciones entre elementos bióticos y abióticos). Este enfoque sistémico integral en materia de desarrollo de los sistemas agropecuarios y alimentarios se basa en muy diversas técnicas, prácticas e innovaciones, que incluyen los conocimientos locales y tradicionales además de los de la ciencia moderna (FAO, 2014).

Una alternativa agroecológica es cualquier sistema agropecuario con un enfoque principalmente ecológico. De hecho, tanto el diseño como el conocimiento de los ecosistemas agrícolas se basan en principios agroecológicos. (FAO, 2014).

Los principios agroecológicos se enlistan a continuación (Altieri, 2009).

1. Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética en tiempo y en espacio.
2. Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad y balances del flujo de nutrientes.
3. Provisión de condiciones edáficas óptimas para crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando biología del suelo.
4. Minimización de pérdidas de suelo y agua manteniendo cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima.
5. Minimización de pérdidas por insectos, patógenos y malezas mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica, antagonistas, alelopatía, etc.
6. Explotación de sinergias que emergen de interacciones planta-planta, plantas animales y animales-animales.

Estos principios pueden tomar diversas formas tecnológicas de acuerdo a las condiciones ambientales y socio-económicos imperantes y cada una de ellas puede tener un efecto diferente sobre la productividad, estabilidad y resiliencia dentro de cada finca dependiendo de las oportunidades locales, la disponibilidad de recursos y, en muchos casos, del mercado (Altieri, 2009).

A nivel mundial, está emergiendo en forma creciente un consenso en cuanto a la necesidad de nuevas estrategias de desarrollo agrícola para asegurar una producción estable de alimentos y que sea acorde con la calidad ambiental. De tal manera que se alcance una agricultura ecológicamente íntegra, socialmente justa, culturalmente diversa y económicamente viable (Altieri, 2009).

Existen niveles de integración y diversificación en agroecosistemas por ejemplo los que se enlistan a continuación:

- Mezcla de cultivos anuales (policultivos y rotaciones).
- Incorporación de árboles frutales y/o forestales (sistemas agroforestales).
- Incorporación de animales (ganado mixto, mezclas cultivo-ganado, etc.).
- Integración de piscicultura (estanques de peces, etc.).
- Incorporación de vegetación de apoyo (abono verde, mulch, plantas medicinales, etc.).
- Incorporación de diversidad genética (multilíneas, mezclas de variedades o razas, etc.).

Así mismo las complementariedades en los agroecosistemas son:

- Exploración por raíces de diferentes profundidades en el perfil del suelo.
- Utilización diferencial de nutrientes y humedad.
- Utilización diferencial de intensidades de luz y humedad del aire.
- Adaptabilidad diferencial a heterogeneidad edáfica y microclimática.
- Susceptibilidad y/o tolerancia diferencial a plagas, enfermedades y malezas.

Las sinergias en los agroecosistemas son:

- Creación de microclimas favorables o desfavorables.
- Producción de sustancias químicas para estimular componentes deseados y suprimir componentes indeseables (sustancias aleloquímicas, repelentes, etc.).
- Producción y movilización de nutrientes (micorrizas, fijación de N, etc.).
- Producción de biomasa para alimento, abono verde o mulch.
- Raíces profundas que recuperan y reciclan nutrientes.
- Provisión de cobertura de suelo para conservación de suelo y agua.

- Promoción de insectos benéficos y antagonistas mediante adición de diversidad y materia orgánica.
- Promoción de biología del suelo por adición de materia orgánica, excreciones radiculares, etc.

Se han desarrollado diversos estilos de agricultura ecológica, estos son: agricultura orgánica-biológica, agricultura biodinámica, agricultura natural y permacultura. En este caso se está trabajando con la agricultura orgánica (Martínez, 2004).

2.2.2. Preguntas frecuentes sobre la agricultura orgánica

2.2.2.1. ¿Qué es la agricultura orgánica?

La agricultura orgánica es un sistema de producción que mantiene la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, en lugar del uso de insumos con efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para beneficiar el ambiente compartido y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los involucrados (IFOAM, 2014).

2.2.2.2. ¿Qué son los productos orgánicos certificados?

Los productos orgánicos certificados son aquellos que han sido producidos, almacenados, procesados, manejados y comercializados de acuerdo con especificaciones técnicas precisas (estándares) y certificado como "orgánico" por un organismo de certificación. Una vez que un organismo de certificación ha verificado la conformidad con los estándares orgánicos, el producto puede ser etiquetado como tal. Esta etiqueta será diferente en función de la entidad de certificación, pero puede ser tomado como una garantía de que los elementos esenciales que constituyen un producto "orgánico" se han cumplido desde la granja hasta el mercado. Es importante señalar que una etiqueta ecológica se aplica al proceso de producción, lo que garantiza que el producto ha sido producido y procesado de una manera ecológicamente sana (IFOAM, 2014).

Existen 2 posibilidades de certificación de acuerdo a la ley de productos orgánicos en México, la certificación a través de agencias certificadoras y la certificación participativa (mercado local).

2.2.2.3. ¿Por qué los alimentos orgánicos son más caros?

Los productos orgánicos certificados son generalmente más caros que sus homólogos convencionales (cuyos precios han disminuido) para una serie de razones (IFOAM, 2014).

- Suministro de alimentos orgánicos es limitada en comparación con la demanda.
- Los costos de producción de los alimentos orgánicos son típicamente más altos a causa de mayores insumos de trabajo por unidad de producción y porque una mayor diversidad de las empresas significa economías de escala no pueden ser alcanzados.
- Manejo poscosecha de cantidades relativamente pequeñas de alimentos orgánicos sus costos son mayores.
- Marketing y la cadena de distribución de productos orgánicos es relativamente ineficiente y los costos son más altos debido a volúmenes relativamente pequeños.

2.2.2.4. ¿Cuáles son los beneficios ambientales de la agricultura orgánica?

La sostenibilidad a largo plazo. Muchos de los cambios observados en el medio ambiente son a largo plazo, que se producen lentamente con el tiempo. Su objetivo es producir alimentos y el establecimiento de un equilibrio ecológico para evitar problemas de fertilidad de suelos y plagas. La agricultura orgánica tiene un enfoque proactivo en comparación con el tratamiento de problemas después que emergen (IFOAM, 2014).

2.2.2.5. ¿Se pueden producir suficientes alimentos orgánicos?

La seguridad alimentaria no es sólo una cuestión de la capacidad de producir alimentos, sino también de la capacidad de acceder a los alimentos. La producción mundial de alimentos es más que suficiente para alimentar a la población mundial; el problema es conseguir a las personas que lo necesitan (IFOAM, 2014).

2.2.2.6. ¿Cuáles son los alimentos "naturales" y "orgánicos"?

La agricultura orgánica se basa en un enfoque y normas que pueden ser verificados y reconocidos internacionalmente sistemática. Los alimentos naturales, en cambio, no tienen una definición legal o reconocimiento, y no se basan en un enfoque sistemático. Mientras que los productos naturales pueden ser mínimamente procesados en general, no hay requisitos para proporcionar la prueba, dejando abierta la posibilidad de fraude y mal uso del término (IFOAM, 2014).

2.2.2.7. ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de producción orgánica?

La materia orgánica contribuye a la buena estructura del suelo y la capacidad de retención de agua. Los agricultores orgánicos aumentan la materia orgánica en el suelo mediante el uso de cultivos de cobertura, compost y enmiendas de origen biológico, produciendo plantas resistentes a los insectos. La agricultura orgánica hace hincapié en la buena nutrición de las plantas, lo que es clave para la prevención de las enfermedades. Los agricultores orgánicos usan cultivos de cobertura y rotación de cultivos sofisticados para mejorar las relaciones ecológicas en el campo. Las malas hierbas se controlan a través de la rotación de cultivos, el acolchado, cultivos de cobertura, deshierbe manual y métodos mecánicos, como la escarda de llama y otros métodos. Los agricultores orgánicos también se basan en diversas poblaciones de los organismos del suelo, insectos benéficos y aves para mantener las plagas bajo control (IFOAM, 2014).

2.2.2.8. ¿Por qué no están permitidos los fertilizantes sintéticos?

El uso de fertilizantes sintéticos no está permitido en la agricultura orgánica, porque la sustitución de recursos naturales y renovables para la nutrición de las plantas con

los productos petroquímicos no renovables no es sostenible, interrumpe los ciclos naturales, contamina el medio ambiente a través de la escorrentía y deja residuos tóxicos en el suelo, sólo por nombrar algunas de las consecuencias negativas. Los agricultores orgánicos utilizan leguminosas para fijar nitrógeno atmosférico. Utilizan otros microorganismos que ayudan a fijar otros nutrientes (IFOAM, 2014).

2.2.3. Los principios de la agricultura orgánica

Los principios están compuestos como principios éticos interconectados para inspirar el movimiento orgánico en toda su diversidad y guían nuestro desarrollo de posiciones políticas, programas y normas (IFOAM, 2014).

2.2.3.1. Principio de la Salud

Este principio señala que la salud de los individuos y las comunidades no se puede separar de la salud de los ecosistemas-suelos. La inmunidad, resiliencia y regeneración son las características clave de la salud. En particular, la agricultura orgánica tiene por objeto producir alta calidad, alimentos nutritivos que contribuyen a la prevención sanitaria y el bienestar. Es así que se debe evitar el uso de fertilizantes, pesticidas, medicamentos veterinarios que puedan tener efectos adversos para la salud (IFOAM, 2014).

2.2.3.2. Principio de Ecología

La agricultura orgánica debe estar basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y ayudar a sostenerlos. Establece que la producción se basará en los procesos ecológicos y el reciclaje. La nutrición y el bienestar se logran a través de la ecología del entorno de producción específico. La agricultura ecológica, los sistemas de pastoreo y de recolección silvestre debe encajar los ciclos y equilibrios ecológicos de la naturaleza. Estos ciclos son universales pero su funcionamiento es específico del sitio. El manejo orgánico debe adaptarse a las condiciones locales, la ecología, la cultura y la escala (IFOAM, 2014).

2.2.3.3. Principio de Imparcialidad

Este principio pone de relieve que las personas involucradas en la agricultura orgánica deben conducir las relaciones humanas de una manera que garantiza la equidad en todos los niveles y para todas las partes: los agricultores, trabajadores, procesadores, distribuidores, comerciantes y consumidores. Su objetivo es producir un suministro suficiente de alimentos de buena calidad y otros productos (IFOAM, 2014).

2.2.3.4. Principio de Cuidado

La agricultura orgánica debe ser gestionada de una manera responsable con precaución para proteger la salud y el bienestar de las generaciones actuales y futuras y el medio ambiente. Este principio establece que la precaución y la responsabilidad son elementos clave en la agricultura orgánica (IFOAM, 2014).

2.2.4. Ecología de sistemas agrícolas

El futuro de la agricultura y su capacidad para satisfacer la demanda de alimentos, ha sido tema de discusión y más aún cuando se trata de debatir alternativas a la agricultura actual. Hay argumentos que suelen deberse a una simple pregunta que se plantea una y otra vez: ¿Puede la agricultura orgánica alimentar al mundo?, esta es una pregunta inapropiada, porque no es abierta, no conduce al dialogo, es una pregunta desorientadora en el sentido de que sabemos que los problemas complejos como el hambre en el mundo requieren de soluciones complejas, entonces sería muy irreal pensar que una simple forma de producir pueda ser la solución para un problema tan difícil como es el hambre en el mundo. Para demostrar esto, vamos a darle la vuelta: ¿Puede la agricultura convencional alimentar al mundo? Esto es obviamente una pregunta retórica, porque sabemos que la respuesta es no (Tittonell, 2013).

La producción de alimentos en todo el mundo es suficiente, el problema está en su distribución”. Tittonell (2013), menciona que la producción y el acceso a la alimentación no puede ser tratados por separados, debido a que son sumamente interdependientes.

Para alimentar a 9 mil millones de personas en 2050 con los medios de producción actuales de la agricultura convencional necesitaremos 113,000 millones de barriles de petróleo al año, cerca de 8% de la reserva total mundial. En otras palabras, la producción de alimentos para 9 mil millones personas con la agricultura convencional agotarán las reservas de petróleo mundiales en aproximadamente 12 años. A nivel mundial, estamos corriendo hacia una trampa de intensificación que parece que no puede o no quiere percibir la humanidad (Tittonell, 2013).

Tittonell (2013), menciona que el panorama es aún más engañoso cuando se trata de energía. De la cantidad total de la energía contenida en un grano de maíz producido en la agricultura convencional, el 70% proviene de los combustibles fósiles. Alimentar a una persona promedio en países desarrollados cuesta alrededor de 1.500 litros de equivalente de petróleo por año. Más del 30% de esta energía se utiliza en la fabricación de productos químicos fertilizantes, 19% para el funcionamiento de la maquinaria de campo y el 16% para el transporte.

En los países desarrollados, la sociedad subsidia la agricultura convencional, de modo que los agricultores son capaces de comprar grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas. Todos los días, tres a cuatro agricultores van en quiebra en los Países Bajos, ya que son incapaces de pagar las deudas que han adquirido para poder intensificar su producción (Tittonell, 2013).

De acuerdo con Tittonell (2013), los costos en materia de salud pública causados por el uso de pesticidas se calcularon en un informe de la ONU en 10 millones de euros al año, sin tener en cuenta los costos incurridos por la pérdida de la biodiversidad cuando se aplican pesticidas.

Los efectos negativos persistentes de los plaguicidas sobre la biodiversidad y sobre el potencial natural para el control biológico. Es decir, el estudio muestra cómo el uso de plaguicidas y la pérdida de diversidad de especies conducen a mayor dependencia de los plaguicidas en las tierras agrícolas de Europa (Tittonell, 2013).

A nivel mundial, 3 millones de casos de pesticidas envenenamiento se registran cada año, resultando en 220,000 muertes. Los niveles de incidencia de intoxicación aguda varía desde 18 hasta 180 casos por cada 100,000 trabajadores rurales permanentes por año (OMS 2012, citado por Tittonell 2013).

Así, el argumento de que la agricultura convencional produce alimentos asequibles podría ser visto de manera muy diferente por las generaciones futuras (Tittonell, 2013).

Tittonell (2013), propone que la pregunta más correcta a nosotros mismos con el fin de alimentar un debate más fructífero es: ¿Por qué la agricultura convencional deja de alimentar al mundo? Hay varias explicaciones a esto, pero los problemas fundamentales son:

I. A nivel mundial, los alimentos no se producen donde es más consumido o necesario.

II. Los insumos químicos utilizados en la agricultura convencional no son accesibles a todos los agricultores.

III. Las tendencias actuales en las dietas y en los hábitos alimenticios no son compatibles con la utilización sostenible de los recursos mundiales.

IV. Las cadenas de mercado son ineficaces para garantizar el acceso de alimentos a todos y conducen a residuos en los alimentos.

Si nuestro objetivo es diseñar sistemas agrícolas (ya sea convencional, orgánico, o algo intermedio) que produzcan lo suficiente para alimentar al mundo, ahora y en el futuro, tenemos que trabajar en estos cuatro conjuntos de problemas (Tittonell, 2013).

2.2.4.1. Intensificación ecológica o Eco-intensificación

Es urgente la intensificación, pero ¿qué forma de intensificación? La intensificación agrícola se refiere a las prácticas que aumentan la productividad por unidad de superficie que conllevan cierto costo en mano de obra o inversión de capital.

En la mayor parte de las ocasiones, la intensificación agrícola se lleva a cabo mediante el monocultivo y la sustitución de los procesos naturales de reposición por prácticas agrícolas que requieren grandes insumos externos (riego a gran escala, el uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes, o las semillas modificadas) que conducen a la degradación de los hábitats agrícolas y seminaturales.

De hecho, la transformación de sistemas tradicionales deficientemente gestionados en sistemas con aplicación de prácticas orgánicas intensifica la productividad agrícola, debido a la mejora de la gestión de los recursos naturales y las rotaciones de cultivos. Por tanto, la intensificación agrícola puede ser sostenible o no sostenible según el enfoque de gestión aplicado (Glosario FAO, 2009).

Tittonell (2013), postuló un modelo más equitativo de la producción de alimentos, dónde puede aumentar y al mismo tiempo ser sostenible haciendo uso intensivo e inteligente de las funcionalidades naturales que ofrecen los ecosistemas, capaz de inclinarse hacia la equidad entre regiones y generaciones del mundo, se puede desarrollar a través de la intensificación ecológica de la agricultura actual.

A través de una mayor eficiencia ecológica, la intensificación ecológica puede contribuir a desintoxicar nuestros alimentos y el medio ambiente, para así proporcionar una serie de oportunidades para las sinergias entre la producción de alimentos y los servicios de los ecosistemas. La agricultura ecológicamente intensiva no solo hace uso de las funciones ecológicas de sostener la productividad del agroecosistema y la diversidad biológica, sino también cultural y de gestión, ya que la diversidad juega un papel importante a través de su impacto en las propiedades del sistema dinámico tales como la estabilidad, la capacidad de recuperación y adaptación. Esto desafía la noción generalizada de que se basa en la idea de que para aumentar la productividad primaria es necesario "simplificar" el

sistema natural. Sin embargo, para que la diversidad sea eficaz debe ser organizada de una manera muy precisa (Tittonell, 2013).

El modelo de intensificación por unidad de superficie o por animal, que está profundamente arraigada en la mente de los científicos de la generación de la revolución verde ya está obsoleta se necesita pensar otras opciones. Necesitamos nueva ciencia para contribuir al diseño de sistemas intensivos en conocimiento como la agricultura ecológica, que se basa más en procesamiento que en tecnologías. El sector privado no invertirá en tecnologías basadas en procesos, a menos que haya un producto o un servicio que podría ser vendido con ellos (Tittonell, 2013).

Las empresas privadas siempre van a invertir en el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en insumos, es decir el núcleo de su negocio y no hay nada malo en ello. Para compensar tales tendencias del sector público debe invertir en el desarrollo de tecnologías de proceso, en la investigación de sistemas integrados, en los enfoques holísticos (Tittonell, 2013).

Hay un amplio margen de mejora, pero todavía hay muchos desafíos por delante. El tipo de investigación para apoyar la intensificación ecológica debe ser una que integra procesos a través de escalas y disciplinas. Para entender muchos de los mecanismos naturales que apoyan el diseño agroecológico tenemos que pasar de la parcela de campo a nivel de paisaje, al mismo tiempo, la comprensión del papel de la acción humana en diseño de agroecosistemas requiere pasar de la toma de decisiones individual a la acción colectiva (Tittonell, 2013).

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León), coordina la red Iberoamericana de Bioecomia y Cambio Climático, en donde tienen como objetivo establecer un modelo que incluye los sectores de producción de la bioeconomia. Uno de esos sectores es la Eco-intensificación a la cual definen como aquellas prácticas agronómicas dirigidas a mejorar el rendimiento sin sacrificar al ambiente (Valle, 2013).

2.2.5. Situación actual y retos de la producción orgánica en México

Aun cuando la agricultura orgánica ha llamado la atención de medianos y grandes productores que buscan opciones que les permitan obtener mejores ingresos, son en su mayoría pequeños productores agrupados en organizaciones. Por otra parte, uno de los grandes mitos de la producción orgánica, no solamente en México sino en todo el mundo, es el supuesto de que al dejar de utilizar insumos de síntesis química se reducen los rendimientos. La experiencia mexicana indica que eso no necesariamente es cierto y que es posible obtener rendimientos mayores que en la producción convencional cuando se logran concretizar esfuerzos colectivos para cubrir las necesidades de formación y capacitación. Uno de los rasgos distintivos más importantes de la producción orgánica de México es que se sostiene fundamentalmente por pequeños productores organizados y de origen indígena, pero la característica más notoria de los últimos años es que dicha tendencia se consolida (Gómez *et al,* 2010).

La creciente crisis en el campo, que ha generado un aumento en los índices de pobreza y la migración de la población mayoritariamente masculina, ha obligado al sector femenino a cuidar y trabajar la parcela cuando disponen de ésta, o bien, a emplearse como jornaleras. La incorporación de la mujer en los diferentes ámbitos ha aumentado considerablemente en los últimos años. En la producción orgánica, no es la excepción. Particularmente en la producción de café, comúnmente participa toda la familia. En el total de las unidades de producción de café orgánico certificado se identificó la presencia de personas de la tercera edad y mujeres campesinas e indígenas (Gómez *et al,* 2010).

Aunque la agricultura orgánica es vista como una de las mejores opciones para mitigar los impactos negativos atribuidos en gran parte a la agricultura convencional y desempeñar un papel complementario a ésta, los hallazgos dan cuenta de la presencia de un conjunto de problemas (Gómez *et al,* 2010).

Primero debe considerarse que la agricultura orgánica está basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, cuyo manejo trae consigo una serie de implicaciones desencadenadas por la existencia de características climáticas, ecológicas y biológicas intrínsecas a la agricultura en general. Segundo y derivado de lo anterior, la producción orgánica enfrenta una serie de limitaciones técnicas que conllevan a otras de carácter financiero o económico y que recaen en la ausencia de factores institucionales que limitan o frenan su crecimiento. En el aspecto técnico se detectaron claramente las limitaciones que frenan el desarrollo del sector orgánico de México; según la percepción de los principales involucrados, la baja investigación y generación de información técnica y de insumos y de formación de profesionales en sistemas de manejo orgánico (Gómez *et al,* 2010).

Las consideraciones de tipo económico son para la mayoría de los productores el factor más importante en el proceso de decisión sobre su incorporación a la producción orgánica o de expansión de su unidad productiva (Gómez *et al,* 2010).

En el marco institucional, cabe mencionar que aun cuando se está trabajando en el establecimiento de un marco normativo y/o regulatorio que favorezca la promoción y protección del sector orgánico de México (Gómez y Rindermann, 2010). Lo anterior ha limitado o impedido el reconocimiento del sector y del rol que puede desempeñar como complemento de la agricultura convencional. En este ámbito social una limitante que los productores perciben y que está muy ligado a las limitaciones de carácter institucional, se refiere precisamente a la desconfianza hacia las instituciones del sector agropecuario (Gómez *et al,* 2010).

Se estima que en 2012, en México existían 512,246 hectáreas dedicadas a la producción de productos orgánicos. La exportación de productos orgánicos en 2012 ascendió $ 600 millones de dólares. El mercado nacional se estima en 1,174 millones de pesos (92.4 millones de dólares). Alrededor del 83% de los productores orgánicos de México pertenecen a algún grupo indígena (Gómez *et al*, 2013). Ver cuadro 3.

Cuadro 3. Evolución de la producción orgánica en México. 1996-2012.

	1996	1998	2000	2004/2005	2007/2008	2012	TCMA
Superficie (Has)	21,265	54,457	102,802	307,692	378,693	512,246	22
Número de productores	13,176	27,914	33,587	83,174	128,862	169,570	17.31
Empleos directos	13,785	32,270	60,918	150,914	172,293	245,000	19.70
Divisas USD (MILES)	13,785	32,270	60,918	150,914	172,293	245,000	19.70

TCMA: tasa de crecimiento media anual. Fuente: Gómez *et al,* 2013.

El segmento orgánico, a diferencia de otros sectores agropecuarios, ha crecido incluso en medio de la crisis, un ejemplo, por demás representativo lo constituye el café orgánico, producto en el que México se ubica como el principal exportador del mundo. La superficie agrícola de cultivos orgánicos en México registró un acelerado incremento; en un período de apenas 12 años pasó de 21,265 hectáreas en 1996 a 378,693 hectáreas en 2008 y 512,246 hectáreas en 2012. Por su parte, el número de productores dedicados a estos cultivos aumentó casi 10 veces, al pasar de 13,176 a 128,862 productores en 2008 y a 169,570 en 2012 (Gómez *et al*, 2013).

México ocupa el tercer lugar mundial por número de productores orgánicos (129 mil), cultiva una superficie cercana a las 500 mil hectáreas, genera 400 millones de dólares en divisas y 172 mil empleos (Gómez *et al*, 2013).

Más del 80% de la producción se exporta a Estados Unidos, muchos países europeos y Japón. En el mercado nacional es posible encontrar a los productos orgánicos en algunos supermercados, tiendas especializadas, tiendas naturistas, hoteles, y en los 28 mercados y tianguis orgánicos que existen. En México operan más de 15 agencias de certificación internacional. Siendo CERTIMEX la única agencia mexicana con reconocimiento y acreditación en los mercados de Estados Unidos, Canadá, Unión Europea y Japón, en la actualidad reporta la certificación de café, ajonjolí, amaranto, Jamaica, hortalizas, mango, aguacate, arándano, jugo de

naranja, jarabe de agave, miel, mezcal, leche y derivados de leche, etc., producidos en 20 estados del país, con una mayor producción en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Yucatán, Quintana Roo, Jalisco, Guanajuato y Nuevo León (Gómez *et al*, 2013).

Entre los retos que enfrenta la actividad se tiene la carencia de una política integral y de fomento, un marco normativo incompleto, limitada formación de cuadros técnicos y baja transferencia de tecnología, falta de apoyos para la transición, infraestructura, comercialización y para el acopio de la producción, así como la falta de promoción y desarrollo del mercado nacional (Gómez *et al*, 2013).

2.2.6. Técnicas agroecológicas innovativas

2.2.6.1. Uso de microorganismos como biofertilizantes

Los biofertilizantes, también conocidos como bioinoculantes, inoculantes microbianos o inoculantes del suelo, son productos agrobiotecnológicos que contienen microorganismos vivos o latentes (bacterias u hongos, solos o combinados) y que son agregados a los cultivos agrícolas para estimular su crecimiento y productividad (Aguado, 2012).

Debido a la novedad de esta tecnología en nuestro país y al gran impulso que desde el año 2000 el gobierno mexicano ha otorgado para la utilización y difusión de los biofertilizantes muchas compañías intentan actualmente que sus productos sean catalogados como tales cuando no reúnen el requisito de poseer microorganismos vivos (latentes). Aunque el término biofertilizante se empleó inicialmente para facilitar el registro de cepas con fines comerciales, algunos autores mencionan que el término debería ser eliminado ya que sólo algunos microorganismos cumplen estrictamente con la función de incorporar nuevos nutrientes a los ecosistemas (Aguado, 2012).

Los microorganismos poseen una gran diversidad de mecanismos a través de los cuales promueven el crecimiento de las plantas. En función de estos mecanismos se reconocen cuatro grandes grupos de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (Aguado, 2012).

1.- Microorganismos que incorporan nitrógeno al sistema planta-suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno. Los fijadores de nitrógeno más eficientes son bacterias que pertenecen a los géneros *Rhizobium, Azotobacter, Sinorhizobium, Mesorhizobium, Bradyrhizobium, Azorhizobium* y *Allorhizobium.* (Aguado, 2012).

2.- Microorganismos que incrementan la captación de nutrientes y agua. En esta categoría se pueden mencionar a las micorrizas que juegan un importante papel en absorción de agua, fósforo, zinc, azufre y cobre y bacterias como *Azospirillum* spp., que incrementan la capacidad de absorción de agua y nutrientes. (Aguado, 2012).

3.- Microorganismos que aumentan la disponibilidad de nutrientes que se encuentran en el suelo en formas no asimilables. En esta categoría se incluyen microorganismos que solubilizan fósforo mediante la producción de fosfatasas o ácidos orgánicos (*e.g. Bacillus megaterium* o *Pseudomonas fluorescens*), bacterias oxidadoras de azufre que convierten azufre elemental o cualquier forma reducida de este elemento a sulfatos que son la forma aprovechable por las plantas, y microorganismos productores de sideróforos, como algunas especies de los géneros *Pseudomonas, Bacillus* y *Flavobacterium* que incrementan la disponibilidad de hierro a las plantas. (Aguado, 2012).

4.- Microorganismos que poseen actividades antagónicas contra agentes fitopatógenos. Este mecanismo se sustenta en el hecho de que una planta sana se alimentará y funcionará mejor, además de que será capaz de amortiguar más eficientemente el efecto de deficiencias nutricionales o el impacto de condiciones ambientales adversas. En este grupo se reconocen las propiedades de biocontrol de diferentes especies de *Pseudomonas, Bacillus, Serratia, Flavomonas, Curtobacterium* y *Trichoderma*, entre otros. (Aguado, 2012).

2.2.6.2. EM: Microorganimos Efectivos

Con el nombre de *EM* se denomina de forma generalizada la «mezcla de microorganismos efectivos», término acuñado por Teruo Higa, catedrático de horticultura tropical en la facultad agraria de la Universidad Ryukyu, en Okinawa, la isla más grande del archipiélago japonés Ryukyu. El profesor Higa ha desarrollado, en más de veinte años de investigación, esta mezcla de microorganismos efectivos, que resultó ser un recurso polifacético en innumerables campos de la vida cotidiana: en la agricultura, la economía del agua, la construcción, la energía, la industria, la hostelería, el hogar y la medicina (Mau, 2006).

Gracias a experiencias y reflexiones personales buscó un camino para mejorar el crecimiento y la salud de las plantas con ayuda de microorganismos y prescindiendo completamente de productos químicos agrarios. A lo largo de sus investigaciones y experiencias prácticas con los elaborados de EM se ha ampliado considerablemente esta visión, de manera que hoy ve un futuro en el que se pueden subsanar problemas fundamentales de nuestro suelo con el uso y la tecnología EM: se puede asegurar una alimentación suficiente y de alta calidad para todo el mundo, pueden eliminarse paso a paso las consecuencias nocivas de la contaminación del medio ambiente y evitar su contaminación en el futuro (Mau, 2006).

2.2.6.2.1. Modo de acción de los Microorganismos Efectivos

Los microorganismos efectivos se componen de 4 tipos de organismos a continuación se describen: Bacterias fotosintéticas: son microorganismos independientes y que se conservan por si solos. Crean sustancias provechosas de material orgánico o de gases dañinos (sulfato de hidrógeno), aprovechando la luz del sol y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias que crean contienen aminoácidos, ácido nucleico y sustancias bioactivas. Las bacterias de fotosíntesis sostienen la actividad de otros microorganismos, pero al mismo tiempo utilizan las sustancias producidas por otros microorganismos (Mau, 2006).

Bacterias ácido lácticas: producen el ácido láctico del azúcar y de otros hidratos de carbono que producen las bacterias fotosintéticas y la levadura. Ya hace mucho tiempo que alimentos y bebidas como el yogur y la verdura en conserva se elaboran con bacterias de ácido láctico. El ácido láctico obra como un fuerte esterilizador: oprime los microorganismos dañinos y fomenta una rápida descomposición del material orgánico (Mau, 2006).

Levaduras: sintetizan las sustancias útiles de los aminoácidos y del azúcar que son segregados por las bacterias fotosintéticas. Además de producir hormonas y enzimas que activan la división de las células. Sus secreciones son sustratos útiles para los microorganismos activos como las bacterias ácido lácticas y los actinomicetos (Mau, 2006).

Actinomicetos: su estructura está entre la de las bacterias y la de los hongos; producen sustancias de aminoácidos que segregan las bacterias fotosintéticas y el material orgánico. Estas sustancias reprimen los hongos y las bacterias dañinas y aceleran los enlaces de nitrógeno de las azotobacterias (bacterias de nitrógeno).

Se encuentran en los nudillos de las raíces de las plantas que recogen nitrógeno (leguminosas) como el trébol o los guisantes. Especies de hongos que favorecen la fermentación: descomponen rápidamente el material orgánico, con lo cual se obtiene alcohol, éter y sustancias contra varios organismos nocivos. Eliminan los olores e impiden la aparición de insectos y bichos dañinos (Mau, 2006).

2.2.6.2.2. Elaboración de Microorganismos Efectivos

Conforme al orden natural, el mundo microbiano se puede clasificar, de una manera genérica, en tres grupos: el grupo de microorganismos regeneradores, el de los desintegradores, y el de los neutrales. La mayoría de los microorganismos son neutrales y la minoría restante, bien pertenecen al grupo de los desintegradores o bien al de los regeneradores (Mau, 2006).

Poco a poco Higa creo una mezcla de estos microorganismos, pero estaba sujeto al principio de ensayo-error, ya que no existían modelos para este procedimiento en los que basarse. Ocurría una y otra vez, escribe Higa: cuando le añadía una nueva especie a un grupo ya existente, empezaba una lucha que en poco tiempo destruía todo, así que tenía que empezar desde el principio (Mau, 2006).

Y en algún momento se dio cuenta de algo que en el mundo científico era impensable hasta aquel entonces: se percató de que los microorganismos aeróbicos, es decir, los que necesitan oxígeno para vivir, y los microorganismos anaeróbicos, para los que el oxígeno es nocivo, podían convivir perfectamente en armonía. Eso funciona porque intercambian sus fuentes de alimentación (Mau, 2006).

Se benefician de los desperdicios de la otra especie respectivamente. Un ejemplo es el de dos especies que existen en el EM: bacterias fotosintéticas y azotobacterias. Se trata de dos especies que acumulan nitrógeno, pero mientras que las bacterias fotosintéticas no toleran el oxígeno, las azotobacterias lo necesitan para subsistir. Para su convivencia existen dos explicaciones: Por una parte, tiene lugar un intercambio de alimentos propicio. Las azotobacterias viven aeróbicamente y de material orgánico; los desperdicios que producen son una fuente de alimento excelente para las bacterias fotosintéticas. Éstas expulsan material orgánico que a su vez les sirve a las azotobacterias como alimento: un perfecto intercambio de alimentos (Mau, 2006).

Por otro lado, la propagación rápida de las azotobacterias que consumen oxígeno conlleva una falta de oxígeno en el suelo, lo cual, por otra parte, es beneficioso para las bacterias fotosintéticas. Higa estaba buscando sustancias sustitutivas para los abonos y pesticidas químicos en la agricultura y eliminó de entre 2,000 especies de microorganismos los que tenían efectos nocivos. Finalmente, quedaron unos 80 y pudo cultivarlos conjuntamente en un entorno que se mantenía estable y que cumplía con su misión en la puesta en práctica (Mau, 2006).

La base de la tecnología EM es el EM1, la solución original, en la que los microorganismos efectivos se encuentran en estado líquido. En varios sectores se emplea de forma pura, pero principalmente el EM1 es fermentado con agua y azúcar (lo mejor es con melaza de caña de azúcar) para multiplicar su cantidad. De esta manera se produce EMa (EM activado, que tiene un uso mucho más económico). De 1 litro de EM1 se consigue en una semana 2 litros de EMa (el tiempo de fermentación es de 7 a 10 días). La temperatura ideal para su multiplicación es de 25 a 37°C en el bidón cerrado. A partir del tercer día, dejar escapar un poco de aire una vez al día.. El EMa estará listo cuando ya no se produzca más presión. El proceso de fermentación debería tener lugar, a ser posible, en la oscuridad. Este producto se puede utilizar de forma óptima durante 14 días; después pierde eficacia. Por ello, se debería calcular antes la cantidad exacta. El EMa y el EMI deberían ser almacenados en un lugar fresco y oscuro, pero no en el refrigerador (Mau, 2006).

2.2.6.3. Remineralizacion de suelos

La agricultura más congruente con la naturaleza, seria aquella en donde el fin último sea la nutrición y alimentación del hombre no lo económico. Aunque la remineralización con polvo de rocas pueda parecer un fertilizante artificial es sin embargo un proceso totalmente diferente que implica la utilización de minerales magmáticos finamente molidos pero sin tratar, con una amplia gama mineral, tal como diabasas, montmorillonita, andesina, calcita, etc., (Restrepo, 2007).

Una vez molidos mediante un proceso en frío que retiene las energías inherentes, se llevan las partículas hasta lograr el tamaño deseado, se extiende sobre la tierra cultivada y gracias a su amplia variedad de sales, minerales y oligoelementos hace surgir una igualmente gran variedad de diferentes microorganismos (Restrepo, 2007).

Al remineralizar el suelo se devuelven los minerales que se han extraído durante muchos años (agricultura intensiva) y se devuelve el equilibrio al mismo, lo que hace que este sea más saludable y tenga una mayor gama de nutrientes, mejorando la calidad de los productos, al mismo tiempo al tener todos los nutrientes necesarios para la planta, esta mejora su sistema inmunológico y de esa forma se vuelve más resistente al ataque de plagas y patógenos. Los microorganismos seleccionan lo que ellos necesitan para elaborar los compuestos de la vida, y regresan al subsuelo los compuestos que no requieren, desarrollando transmutaciones biológicas. Durante muchos años se nos dijo que solo es necesario agregar fertilizantes a base de N K P para tener buenas cosechas, pero se olvidaron de los otros macro-elementos y de los oligoelementos (trazas). La falta de estos elementos es la causa por la cual la producción agropecuaria disminuye año con año, aumentan las enfermedades de la planta tanto aéreas como en el suelo, aumentan plagas etc., (Restrepo, 2007).

2.2.6.3.1. Zeolita

Es un complejo natural multimineral único en el mundo altamente concentrado en silicio, que tiene un efecto esencial en la nutrición, desarrollo y producción de plantas y animales. Se produce como resultado de la actividad geológica y volcánica durante millones de años; es aprovechable en un 96 %, no es tóxico ni contiene ningún aditivo artificial (Ecoinsumos, 2014).

- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo, gracias a un efecto de agregación de sus partículas y al aporte de micronutrientes naturales. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo, lo que facilita la absorción de los nutrientes en el suelo.

- Aumenta la retención de fertilizantes y humedad del suelo, lo que permite reducir los volúmenes de dichos materiales y el estrés del cultivo en la época seca.

- Incrementa los niveles en el suelo de fósforo, calcio, potasio y magnesio entre otros, evitando problemas de fijación y optimizando las concentraciones de los mismos en el suelo y en los fertilizantes adicionados al suelo.
- Tiene un efecto centralizador del pH, reduce la acidez del suelo y los excesos de hierro y aluminio.
- Aumenta la tolerancia natural de las plantas a plagas y enfermedades, al permitir una nutrición completa y equilibrada, que mantiene al cultivo en estado de proteosíntesis.
- Su efecto de liberación lenta y continua, hace que el producto trabaje por un largo periodo de tiempo, sin pérdidas por lavado y con un aprovechamiento de hasta un 96%.

La manera de aplicar es directamente sobre el área de raíces. Si existe riesgo de lavado por la lluvia, se recomienda incorporarlo en los primeros centímetros de suelo. La frecuencia y época de aplicación depende del tipo de cultivo, se recomienda usar de 20-60 gramos por metro cuadrado (Ecoinsumos, 2014).

2.2.6.3.2. Roca fosfórica

En muchos suelos acidos del mundo, especialmente en los trópicos, los problemas de fertilidad limitan la producción de cultivos. Estos suelos tienen generalmente bajo contenido de fosforo disponible para las plantas y a menudo tienen una alta capacidad de fijación de fosforo, lo que resulta en una baja eficiencia de uso de los fertilizantes fosfóricos solubles en agua como el súper fosfato triple (SFT) y el fosfato diamonico (DAP). En estos casos, la aplicación al suelo de roca fosfórica sin procesar puede ser una alternativa. El mejor indicador del desempeño agronómico de la roca fosfórica es la solubilidad, característica que normalmente se mide en el laboratorio. El principal mineral en la mayoría de las rocas fosfóricas es la apatita (Prochnow, 2003).

Al ser productos naturales, las rocas fosfóricas pueden ser utilizadas en la agricultura orgánica. Pueden ser más eficientes que los fertilizantes fosfatados solubles en agua en base a la recuperación del fósforo por las plantas. En base al costo por unidad de fósforo, las rocas fosfóricas locales son normalmente los productos más económicos. Debido a su composición química extremadamente variable, las rocas fosfóricas son fuentes de varios elementos nutritivos además del fósforo. Son aplicadas comúnmente para mejorar el nivel fosfórico del suelo pero cuando se solubilizan también liberan otros nutrientes presentes en la roca (Prochnow, 2003).

La aplicación de las rocas fosfóricas de reactividad media a alta en suelos ácidos tropicales altamente edafizados tiene un efecto potencial de arranque. Sobre el crecimiento de las plantas en el rendimiento de los cultivos, como resultado no sólo del aporte de fósforo, sino también del incremento del calcio intercambiable de la reducción de la saturación del aluminio. Los residuos de los productos cosechados tienen un contenido de fosforo más alto que las plantas no fertilizadas (Zapata, 2007).

2.2.6.3.3. Yeso fosfórico o Fosfoyeso

El yeso natural o sulfato de calcio, se presenta en la naturaleza como sulfato de calcio anhidro o anhidrita (CaSO4) y sulfato de calcio dihidratado o yeso CaSO4.2H2O. Por su parte, el fosfoyeso es un subproducto industrial de la producción de ácido fosfórico, vía húmeda, usando roca fosfórica y ácido sulfúrico como materia prima (Silva, 2010). El empleo del fosfoyeso en la agricultura está sustentado por su naturaleza química (calcio como iones Ca+2 y azufre como iones sulfato (SO4)-2). El calcio cumple una serie de funciones tanto en la planta como en el suelo. En la planta es esencial para el crecimiento de meristemas y funcionamiento apropiado de los ápices radicales, ya que es un componente de la lámina media y de sustancias intracelulares (Silva, 2010).

En el suelo, el calcio debe ser el elemento dominante en la superficie de intercambio de las arcillas (70%) para lograr un aprovechamiento balanceado de los demás nutrimentos. Además, el calcio forma puentes cementantes entre las arcillas y ácidos húmicos, promoviendo mayor estabilidad de los agregados del suelo. Por otra parte el calcio es el único ión capaz de desplazar excesos de aluminio de la zona radical en suelos ácidos, así como los iones de sodio en suelos alcalinos (Silva, 2010).

El azufre por su parte interviene en la producción de proteínas, activa enzimas catalizadoras. Forma parte de la clorofila, por lo que es elemento esencial para la producción de carbohidratos, aceites, vitaminas y otros complejos. En el suelo el azufre contribuye con el control de ciertos patógenos y aumenta la tasa de descomposición de residuos orgánicos y abonos verdes (Silva, 2010).

De lo anterior tenemos que los usos agrícolas del fosfoyeso pueden ser: enmienda en suelos altos en sodio, al ser este elemento desplazado por el calcio, eliminando el efecto dispersante del sodio en los suelos, mejorando en consecuencia la estructura (Silva, 2010).

2.2.6.3.4. Leonardita

La leonardita es una forma de ácidos húmicos encontrada exclusivamente en Dakota del Norte. De la Leonardita se derivan acidos húmicos que mejoran las condiciones físicas del suelo. Por ejemplo: mejora la estructura y textura del suelo, de particular importancia en el caso de suelos arcillosos pesados. El suelo se hace más “esponjoso, mejora la capacidad de manejar el agua del suelo, aumenta el drenaje cuando hay exceso de agua, pero siempre retiene agua suficiente, es importante en caso de sequía, aumenta el grado de aireación, facilita el suministro de oxígeno a los microorganismos aerobios y la absorción de calor. Presenta propiedades “tampón”, concretamente la prevención de cambios rápidos en el pH del suelo gracias a que la sustancia húmica facilita el intercambio de iones libres de hidrógeno en el suelo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El sitio de estudio correspondió al municipio de Papantla, Veracruz que se encuentra en las coordenadas 20° 27´ latitud N y 97° 11´ longitud W, a una altitud de 220 metros sobre el nivel del mar. El clima de la región es cálido regular, con una temperatura media anual de 20.8 °C, con abundantes lluvias en verano y principios de otoño y con una precipitación media anual de 1,186.8 mm, (INEGI, 2014). El presente trabajo se llevó a cabo del mes de febrero al mes de junio del 2014.

Fig. 1. Ubicación del ejido San Pablo, Papantla, Veracruz. Carretera federal 180, Poza Rica-Veracruz., basado en información del INEGI (2014).

La huerta madre de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), variedad valencia tardía, donde se aplica el proceso de innovación de Eco-intensificación, se encuentra ubicada en el ejido San Pablo, perteneciente al municipio de Papantla, Veracruz a orillas del río Tecolutla, en tierras comúnmente llamadas “vega”, en donde los suelos son franco-limoso. Se estima un total de 3,500 árboles de los cuales un 60% tienen 30 años, 30% son árboles de 15 años y el 10% son entre recién plantados hasta 56 años de edad.

Para tener una mejor ubicación del lugar se hizo un croquis de las 16 hectáreas de naranja (ver figura 2).

Fig. 2. Croquis de las 16 hectáreas de naranja certificada como orgánica, en el ejido San Pablo, Papantla, Veracruz (dividas por tablas con su respectivo nombre, "color verde").

3.2. Metodología

A raíz de mi estancia preprofesional en dicha huerta certificada como orgánica decidí realizar una investigación que mostrara el panorama en que se encuentra la producción de naranja y así mismo describir en forma puntual cada una de la prácticas agroecológicas que integran el proceso de innovación de Eco-intensificación que el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para Desarrollo Rural Integral (CIIDRI) de la Universidad Autónoma Chapingo está llevando a cabo.

Se partió de una revisión estadística a nivel mundial, nacional, estatal y municipal de la producción de naranja para saber la importancia que tiene este cultivo en la región de estudio. Posteriormente se hizo un diagnóstico que realiza el CIIDRI, seleccionando parcelas al azar con entrevistas semiestructuradas a través de indicadores básicos (ver anexo 1) que me permitieron detectar los principales problemas y presentar la propuesta de solución a los mismos. Los principales datos del diagnóstico son: ubicación de la parcela, número de árboles por hectárea, rendimiento por hectárea, costo por tonelada. Además de la siguiente información: tipo de suelo, edad de la plantación, árboles faltantes y enfermos, principales problemas que menciona el productor. Para poder describir las prácticas agroecológicas fue necesario estar 4 meses en la huerta madre que se encuentra en el ejido de San Pablo, Papantla, Veracruz. En donde la transición a la producción orgánica de naranja empezó hace ocho años en una hectárea y hace tres años se incorporaron 15 hectáreas más, en un proceso de ensayo-investigación del CIIDRI de la UACh. En donde los rendimientos se ubican en 40 ton/ha en promedio (en algunas tablas se alcanza hasta 50 ton/ha), o sea cuatro veces más que el rendimiento nacional. Cada práctica fue identificada y realizada en la huerta antes mencionada, en donde se le dio un seguimiento en tiempo y dosis, para así observar el efecto que tenían en la producción. Toda esta información fue recabada en una bitácora de campo y así presentar de forma ordenada la descripción de cada práctica que integra el proceso de innovación.

4. RESULTADOS

4.1. Importancia de la producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), a nivel mundial, nacional, estatal y municipal

4.1.1. Producción mundial

4.1.1.1. Distribución de la producción

De acuerdo con la FAO, la producción mundial de naranja en el año 2011 fue de 124. 2 millones de toneladas (FAOSTAT, 2014).Cuadro 4.

En el cuadro 4, también se observa que la superficie cosechada, es de 7,492,741 hectáreas en 2011. Los países más importantes por la superficie cosechada son: en primer lugar Brasil con el 10.9%, en segundo lugar se encuentra India con el 6.41%, seguido por China con 6.19%, en cuarto lugar se encuentra México con 4.40% y Estados Unidos con 3.39% (FAOSTAT, 2014).

En cuanto a los rendimientos, de los cinco países más importantes sobresale Estados Unidos con 31.74 ton/ha, en segundo lugar Brasil con 24.23 ton/ha y México ocupando el noveno lugar con 12.35 ton/ha (FAOSTAT, 2014).

Se observa que el principal productor de naranja a nivel internacional es Brasil, no solo por la superficie cosechada, sino también por el volumen de producción. Al cierre del 2011 reportó una producción de 19.81 millones de toneladas y tuvo un porcentaje de participación del 15.93% del total de la producción mundial, en segundo lugar se encuentra Estados Unidos con 8 millones de toneladas representando el 6.49%, en tercer lugar se encuentra China con una participación del 4.83% y con un volumen de producción de 6 millones de toneladas, en cuarto lugar se encuentra India con 4.5 millones de toneladas representando un 3.67%, México se encuentra en el quinto lugar con una participación del 3.28% y con un volumen de producción de 4 millones de toneladas (FAOSTAT, 2014).

Cuadro 4. Distribución de la producción mundial de naranja, 2011 (hectáreas, toneladas y por ciento).

País	Superficie cosechada (miles de hectáreas)	Superficie (% del total)	Rendimiento (toneladas/hectárea)	% del total	Producción (toneladas)	% del total
Brasil	817,292.00	10.90	24.23	124.89	19,811,064.00	15.93
India	481,000.00	6.41	9.50	48.96	4,571,000.00	3.67
China	463,904.00	6.19	12.96	66.80	6,013,829.00	4.83
México	330,175.00	4.40	12.35	63.65	4,079,678.00	3.28
EUA	254,467.00	3.39	31.74	163.60	8,078,480.00	6.49
España	153,222.00	2.04	18.39	94.79	2,818,888.00	2.26
Pakistán	136,150.00	1.81	10.19	52.52	1,387,540.00	1.11
Egipto	110,421.00	1.47	23.34	120.30	2,577,720.00	2.07
Italia	101,903.00	1.36	24.23	124.89	2,469,939.00	1.98
Irán	92,432.00	1.23	12.99	66.95	1,200,897.00	0.96
Indonesia	51,688.00	0.68	35.19	181.39	1,818,949.00	1.46
Otros	4,500,087.00	60.05	17.75	91.49	69,461,782.00	55.88
Total	7,492,741.00	100.00	19.405	100.00	124,289,766.00	100.00

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos de FAOSTAT (2014).

4.1.1.2. Comportamiento de la producción

4.1.1.2.1. Superficie cosechada

Analizando el cuadro 5, se observa la superficie cosechada de naranja se ha incrementado de 1960 a 2011 en el orden de 257% aproximadamente a nivel mundial. De los 5 países más importantes, China es el país que presenta un mayor incremento con 2,733.52%, que equivale a 447,532 hectáreas más que en 1960, seguido por India con 790.74%, en tercer lugar se encuentra Brasil con 588.24%, en cuarto lugar se encuentra México que logró un incremento del 355% que equivale a 257,643 hectáreas más que en 1960 y en quinto lugar Estados Unidos con un 12.75%, lo que representa 28,777 hectáreas más que en 1960. (FAOSTAT, 2014).

Cuadro 5. Superficie cosechada en los principales países productores, 1990-2011 (hectáreas).

País/Año	1960	1970	1980	1990	2000	2011	Δ%
Brasil	118,750.00	202,037.00	575,249.00	912,996.00	856,422.00	817,292.00	588.24
India	54,000.00	93,000.00	95,000.00	138,000.00	274,100.00	481,000.00	790.74
China	16,372.00	29,605.00	64,000.00	269,016.00	257,900.00	463,904.00	2,733.52
México	72,532.00	154,237.00	161,937.00	176,003.00	323,618.00	330,175.00	355.21
EUA	225,690.00	344,260.00	326,172.00	241,918.00	328,970.00	254,467.00	12.75
España	90,200.00	117,800.00	116,800.00	129,000.00	134,533.00	153,222.00	69.86
Pakistán	23,000.00	30,500.00	66,100.00	121,300.00	139,000.00	136,150.00	419.90
Egipto	21,000.00	49,569.00	68,086.00	86,892.00	87,704.00	110,421.00	425.81
Italia	57,300.00	85,600.00	102,500.00	105,156.00	106,652.00	101,903.00	77.84
Irán	11,000.00	37,000.00	48,500.00	91,457.00	118,859.00	92,432.00	740.29
Indonesia	20,000.00	29,000.00	44,893.00	50,217.00	37,120.00	51,688.00	158.44
Otros	551,563.00	478,088.00	587,303.00	840,222.00	979,637.00	1,507,433.00	173.30
Total	1,261,407.00	1,650,696.00	2,256,540.00	3,162,177.00	3,644,515.00	4,500,087.00	256.75

Δ: Incremento en porcentajes de 1960 a 2011.

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos de FAOSTAT (2014).

4.1.1.2.2. Rendimiento

En cuanto a los rendimientos en el cuadro 6, se observa que China es el país que presenta un mayor incremento con 387% aproximadamente, pasando de 2 ton/ha en 1960 a casi 13 ton/ha en el 2011, en segundo lugar se encuentra Brasil con 63%, pasando de casi 15 ton/ha en 1960 a 24 ton/ha en 2011 ton/ha, en tercer lugar se encuentra Estados con 56%, pasando de 20.3 ton/ha en 1960 a 31.74 ton/ha en 2011 y en cuarto lugar se encuentra México con 16%, pasando de 10 ton/ha en 1960 a 12 ton/ha en 2011.En cambio India presenta una tendencia negativa, pasando de casi 14 ton/ha en 1960 a 9.5 ton/ha en el 2011 lo cual representa un decremento del 31.75% (FAOSTAT, 2014).

A pesar de que China presento el mayor incremento apenas llega a casi 13 ton/ha, en cambio países como Brasil y Estados unidos han superado esos rendimientos, pero en los últimos años se han mantenido estancados.

Se puede observar que México en 50 años ha mantenido contantes sus rendimientos, cuatro veces menos que lo que se está obteniendo con el proceso de innovación de Eco-intensificación que más adelante se explicara.

Cuadro 6. Rendimiento del cultivo de naranja en los principales países productores, 1960-2011 (toneladas/hectárea).

País/Año	1960	1970	1980	1990	2000	2011	Δ%
Brasil	14.83	15.34	18.93	19.19	24.90	24.23	63.38
India	13.92	12.90	12.32	14.56	9.75	9.50	-31.75
China	2.66	3.17	4.45	5.10	4.57	12.96	387.21
México	10.64	8.13	10.76	12.61	11.78	12.35	16.07
EUA	20.30	21.14	32.90	29.04	35.84	31.74	56.35
España	18.89	13.77	14.64	20.18	19.44	18.39	-2.64
Pakistán	10.94	10.22	10.35	12.98	9.55	10.19	-6.85
Egipto	7.47	11.43	13.52	18.11	18.36	23.34	212.44
Italia	13.94	15.47	15.02	16.74	17.59	24.23	73.81
Irán	4.63	4.81	7.42	14.51	15.51	12.99	180.56
Otros	12.66	15.10	17.73	15.71	17.41	17.75	40.20

Δ:

Incremento en porcentajes de 1960 a 2011.

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos de FAOSTAT (2014).

4.1.1.2.3. Producción

En el cuadro 7 se observa que a nivel mundial la producción de naranja tuvo una tendencia a incrementar, pasando de 15,976,472 millones de toneladas en 1960 a 69,461,782 millones de toneladas en 2011, representando un 334.94% de incremento. De los 5 países más importantes China fue el país que presento el mayor incremento con 14,175%, seguido por Brasil con 1025%, en tercer lugar India con 508% y México en el cuarto lugar con 428% (FAOSTAT, 2014).

De 1960 a 2011 se presentan ciertos efectos muy interesantes: Brasil a pesar de haber incrementado en un 1,025.56%, en el periodo de 2000 a 2011 tuvo una pérdida de 7.66%, es decir, 1.51 millones de toneladas menos que en el 2000.

La producción en los Estados Unidos en el periodo de 1960 a 2011 se incrementó en 76.20%, sin embargo la producción de este país ha venido disminuyendo desde el año 2000 cuando la producción alcanzó un máximo de 11.79 millones de toneladas, y en 2011 solo 8.07 millones de toneladas, lo cual representa una disminución del 31.28% menos que en el año 2011.

En México el incremento mostrado es básicamente por el aumento en la superficie sembrada, y no por los rendimientos por hectárea ya que se han se mantenido constantes (FAOSTAT, 2014).

Cuadro 7. Producción mundial de naranjas, 1960-2011 (toneladas).

País/Año	1960	1970	1980	1990	2000	2011	Δ%
Brasil	1,761,768.00	3,099,440.00	10,891,814.00	17,520,520.00	21,330,258.00	19,811,064	1,025.56
India	752,000.00	1,200,000.00	1,171,000.00	2,010,000.00	2,674,700.00	4,571,000	508.00
China	43,607.00	94,111.00	284,856.00	1,374,163.00	1,180,631.00	6,013,829	14,175.00
México	772,382.00	1,254,682.00	1,743,212.00	2,220,338.00	3,812,683.00	4,079,678	428.57.
EUA	4,583,450.00	7,278,428.00	10,733,810.00	7,026,000.00	11,790,680.00	8,078,480	76.20
España	1,704,200.00	1,622,800.00	1,711,000.00	2,604,000.00	2,616,220.00	2,818,888	1.11
Pakistán	255,000.00	312,000.00	684,200.00	1,126,400.00	1,328,000.00	1,387,540	452.00
Egipto	157,000.00	567,000.00	920,881.00	1,574,287.00	1,610,520.00	2,577,720	1,613.33
Italia	799,200.00	1,325,000.00	1,539,700.00	1,760,700.00	1,876,182.00	2,469,939	211.39
Irán	51,000.00	178,000.00	360,000.00	1,333,804.00	1,843,564.00	1,200,897	2,300.00
Otros	5,096,865.00	7,999,363.00	9,974,036.00	11,155,528.00	13,764,332.00	16,452,747	223.18
Total	15,976,472.00	24,930,824.00	40,014,509.00	49,705,740.00	63,827,770.00	69,461,782	334.94

Δ: Incremento en porcentajes de 1960 a 2011.

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos de FAOSTAT (2014).

4.1.2. Producción nacional

4.1.2.1. Distribución de la producción

En el cuadro 8 se observa que la superficie sembrada es de 334,658.68 hectáreas de las cuales 320,654.74 hectareas fueron cosechadas, es decir se cosechó el 96% a nivel nacional en 2013 (SIAP, 2014).

Los estados más importantes por la superficie sembrada son: en primer lugar Veracruz con 49% que equivale a 166,554 hectáreas, seguido por San Luis Potosí con 11% que equivale a 38,755 hectáreas, en tercer lugar se encuentra Tamaulipas con 31,687 hectáreas que representa el 9%, Nuevo León en cuarto lugar con casi 8% que equivale a 25,765 y Sonora con casi 2% que corresponden a 6,249 hectáreas (SIAP, 2014).

En cuanto a los rendimientos, el estado de Tamaulipas sobresale con casi 25 ton/ha, en segundo lugar se encuentra Sonora con 22.5 ton/ha, Veracruz en tercer lugar con 13.5 ton/ha, en cuarto lugar Nuevo León con 11.5 ton/ha y San Luis Potosí en quinto lugar con 10.5 ton/ha (SIAP, 2014).

Se observa que el principal productor de naranja a nivel nacional es Veracruz con 2.1 millones de toneladas, es decir casi el 49%, seguido por Tamaulipas con casi el 17%, que equivale 747,870 toneladas, en tercer lugar se encuentra San Luis Potosí con 9% que corresponden a 402,194 toneladas, Nuevo León en cuarto lugar con 294,163 casi el 7% y Sonora con casi el 3%, que equivale a 122,807 toneladas (SIAP, 2014).

En Veracruz, la cantidad de la superficie sembrada y cosechada genera una gran producción que se acumula en cierta temporada del año, lo que causa la saturación de los mercados internos, colapsando el precio (SIAP, 2014).

Se presenta un fenómeno creciente de incorporación de nuevas áreas al cultivo de naranja, actualmente tenemos alrededor de 14,000 hectareas que ha aun no entran en su fase productiva pero que en pocos años esta superficie va incrementar la producción en México de naranja en cerca de 192,500 toneladas (SIAP, 2014), esto va ocasionar una presión a la baja de los precios del cítrico, ocasionando bajos ingresos en los productores y por consiguiente una desatención de las huertas. Una forma de contrarrestar este proceso de auge en las áreas productivas de naranja es a través de la reducción de los costos y de mayor productiviadad con una orientación a los mercados no convencionales de consumo de naranja (SIAP, 2014).

Cuadro 8. Principales estados productores de naranja, 2013 (hectáreas, toneladas y por ciento).

Estado	Superficie (hectáreas)				Rendimiento (toneladas/ hectárea)	Producción (toneladas)	
	Sembrada	% del total	Cosechada	% del total	Obtenido	Obtenida	% del total
Veracruz	164,554.50	49.17	158,586.00	49.45	13.52	2,143,561.20	48.60
San Luis P.	38,755.00	11.58	38,193.50	11.91	10.53	402,194.88	9.12
Tamaulipas	31,687.09	9.46	30,353.59	9.46	24.64	747,870.40	16.95
Nuevo León	25,765.98	7.69	25,445.98	7.93	11.56	294,163.71	6.67
Sonora	6,249	1.86	5,453.00	1.70	22.52	122,807.20	2.78
Otros	67,647.11	20.21	62,622.67	19.52	11.29	699,370.23	15.85
Total	334,658.68	100.00	320,654.74	100.00	13.75	4,409,967.62	100.00

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.2.2. Superficie sembrada de naranja de riego y temporal

En el cuadro 9 se puede observar que el estado de Tamaulipas ocupa el primer lugar en superficie sembrada bajo riego al tener 28,892.34 hectáreas que representa el 33% del total nacional, seguido por Nuevo León con 19,867 hectáreas que representa un 23.64% y Sonora que tiene toda su superficie bajo riego con 6,199 hectáreas, Veracruz solo participa con el 4%. Sin embargo, en la superficie de naranja bajo temporal son solo dos estados los que representan más del 50% de la superficie total nacional, Veracruz ocupa el primer lugar con 160,955 hectáreas representando así un 65% del total nacional, seguido de San Luis Potosí con 31,075 hectáreas que equivale al 12.5%.

Es importante mencionar que los estados que poseen mayor porcentaje de superficie de riego son: Sonora con el 100%, Tamaulipas con el 89.21% de riego y 10.7% de temporal, Nuevo León con el 77.49% de riego y 22.5% de temporal, San Luis Potosí con el 19.58% de riego y 80.42% de temporal, Veracruz con 2.15% de riego y 97.84% de temporal (SIAP, 2014).

Cuadro 9. Superficie sembrada de riego y temporal a nivel nacional, 2013 (hectáreas).

Estados	Superficie total (hectáreas)	% del total	Superficie de riego (hectáreas)	% del total	Superficie de temporal (hectáreas)	% del total
Veracruz	164,554.50	49.17	3,599.00	4.12	160,955.50	65.04
San Luis P.	38,755.00	11.58	7,679.50	8.80	31,075.50	12.55
Tamaulipas	31,687.09	9.46	28,892.34	33.13	2,794.75	1.12
Nuevo león	25,765.98	7.69	19,867.23	22.78	5,898.75	2.38
Sonora	6,249	1.86	6,249.00	7.16	0.00	0.00
Otros	67,647.11	20.21	20,914.36	23.98	46,732.75	18.88
Total	334,658.68	100.00	87,201.43	100.00	247,457.25	100.00

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.2.3. Comportamiento de la producción

4.1.2.3.1. Superficie sembrada

La superficie sembrada a nivel nacional se ha incrementado en un 99% aproximadamente, pasando de 168,208 hectáreas en 1980 a 334,658 hectáreas en 2013. Esta tendencia varía entre los 5 estados más importantes: Veracruz casi con el 128%, Tamaulipas con 109%, Sonora con 81%, San Luis Potosí con 66%. En lo que respecta a Nuevo León presento un decremento del 24% de 1980 a 2013 (SIAP, 2014). Cuadro 10.

Cuadro 10. Superficie sembrada de naranja a nivel nacional, 1980-2013 (hectáreas).

Estado/Año	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2013	Δ%
Veracruz	72,207.00	86,112.00	120,349.00	153,272.00	144,627.55	147,723.00	161,403.80	164,554.50	127.89
San Luis Potosí	23,339.00	29,632.00	31,823.00	39,819.00	40,337.25	45,255.31	44,155.50	38,755.00	66.05
Tamaulipas	15,138.00	14,874.00	17,199.00	22,239.00	37,831.37	35,174.30	32,235.92	31,687.09	109.32
Nuevo León	34,210.00	24,399.00	22,551.00	26,760.00	25,067.43	25,660.98	25,445.98	25,765.98	-24.68
Sonora	3,461.00	/	7,650.00	9,895.00	8,838.00	8,277.00	8,007.00	6,249.00	80.55
Otros	19,853.00	26,205.00	40,357.00	75,616.00	80,347.47	74,679.27	68,140.84	67,647.11	240.73
Total	168,208.00	181,222.00	239,929.00	327,601.00	337,049.07	336,769.86	339,389.04	334,658.68	98.95

Δ: Incremento en porcentajes de 1980 a 2013.

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.2.3.2. Superficie cosechada

En el cuadro 11 se observa una tendencia a la alza de 142%, pasando de 132,363 hectáreas en 1980 a 320,654 hectáreas en 2013. En 1980 la superficie cosechada represento el 78% de la superficie sembrada y en el 2013 el 96%, que refleja el grado de madurez y manejo que los productores le han dado a este cultivo. En porcentajes, el estado que mayor aumentó fue Nuevo León con 504%, Tamaulipas con 135%, Veracruz casi con el 125 %, San Luis Potosí con 68% y Sonora con 57% (SIAP, 2014).

Sin embargo si se analiza el aumento de la superficie cosechada por número de hectáreas encontramos que Veracruz fue el de mayor incremento, ya que tuvo 88,372 hectáreas, seguido por Nuevo León con 21,235 hectáreas, Tamaulipas con 17,429 hectáreas, San Luis Potosí con 15,478 hectáreas y Sonora con 1,993 hectáreas (SIAP, 2014).

Cuadro 11. Superficie cosechada de naranja a nivel nacional, 1980-2013 (hectáreas)

Estado/ Año	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2013	Δ%
Veracruz	70,214.00	62,488.00	103,295.00	125,235.00	142,849.80	142,722.25	161,346.80	158,586.00	125.86
San Luis Potosí	22,715.00	29,345.00	21,156.00	37,768.00	40,272.25	40,257.97	43,450.50	38,193.50	68.14
Tamaulipas	12,924.00	8,757.00	12,244.00	22,239.00	33,271.97	34,107.55	32,235.92	30,353.59	134.86
Nuevo León	4,210.00	8,587.00	6,399.00	22,532.00	24,965.43	25,660.98	25,445.98	25,445.98	504.41
Sonora	3,460.00	0.00	6,016.00	9,451.00	7,688.00	7,677.00	7,413.00	5,453.00	57.60
Otros	18,840.00	18,469.00	26,895.00	55,961.00	74,571.02	66,854.32	64,681.01	62,622.67	232.39
Total	132,363.00	127,646.00	176,005.00	273,186.00	323,618.47	317,280.07	334,573.21	320,654.74	142.25

Δ%: Incremento en porcentaje de 1980-2013.

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.2.3.3. Rendimiento

En el cuadro 12 se puede observar que los rendimientos de naranja a nivel nacional muestran una tendencia que se ha mantenido constante, pasando de 12.10 ton/ha en 1980 a 13.75 ton/ha en 2013. Tamaulipas es el estado que presenta un incremento del 71.5%, seguido por Sonora con 47%, en tercer lugar Veracruz con 45%, San Luis Potosí casi con 26%. Sin embargo Nuevo León disminuyó en un 4%. Estos incrementos se están dando en 33 años, lo cual nos indica que en el proceso de producción estamos fallando en algo, hace falta más asesoría, más capacitación para así duplicar los rendimientos (SIAP, 2014).

Cuadro 12. Rendimientos de naranja a nivel nacional, 1980-2013 (toneladas/hectárea).

Estado/Año	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2013	Δ%
Veracruz	9.31	17.87	14.46	14.96	13.38	14.25	12.43	13.52	45.22
San Luis Potosí	8.37	9.21	7.43	11.10	7.31	8.60	9.05	10.53	25.80
Tamaulipas	14.36	17.46	8.05	16.84	12.73	14.00	15.91	24.64	71.58
Nuevo León	12.03	1.32	5.98	11.27	7.84	11.40	9.29	11.56	-3.90
Sonora	15.30	0.00	20.31	17.09	17.87	26.35	25.06	22.52	47.18
Otros	13.25	11.49	9.29	10.00	10.25	11.45	10 .56	11.29	-14.79
Total	12.10	11.47	10.92	13.54	11.56	14.34	12.45	13.75	13.04

Δ%: Incremento en porcentaje de 1980-2013.

Fuente: Vicencio (2014) basados en datos del SIAP (2014).

4.1.2.3.4. Producción

En el cuadro 13 se puede observar que a nivel nacional la producción de naranja de 1980 a 2013 se incrementó en casi un 153%, es decir, 2, 666,755 toneladas más. Esta tendencia se reflejó en los cinco estados de mayor producción: en Tamaulipas se incrementó en 303%, en Veracruz casi el 228%, Sonora casi con el 132% y San Luis Potosí el 111%. Sin embargo Nuevo León disminuyo en casi un 28%. Al analizar el incremento en toneladas, Veracruz ocupa el primer lugar con 1.48 millones de toneladas, seguidos por Tamaulipas con 562,318 toneladas, San Luis Potosí con 212,099 toneladas y Sonora con 69,869 toneladas (SIAP, 2014).

Cuadro 13. Producción de naranja a nivel nacional, 1980-2013 (toneladas).

Estado/Año	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2013	Δ%
Veracruz	653,665	1,116,618	1,493,616	1,874,197	1,911,106.19	2,034,199.19	2,006,224.53	2,143,561.20	227.92
San Luis Potosí	190,095	270,205	157,276	419,397	294,236.90	346,030.24	393,133.20	402,194.88	111.57
Tamaulipas	185,552	152,923	98,546	374,507	423,600.25	477,539.79	512,933.29	747,870.40	303.05
Nuevo León	407,554	11,334	38,234	253,916	195,632.90	292,559.75	236,493.46	294,163.71	-27.82
Sonora	52,938	0	122,187	161,500	137,381	202,316	185,730.04	122,807.20	131.98
Otros	253,408	263,312	310,479	488,024	850,725.78	760,006.38	717,117.09	699,370.23	175.98
Total	1,743,212	1,814,392	2,220,338	3,571,541	3,812,683.02	4,112,651.35	4,051,631.61	4,409,967.62	152.97

Δ%: Incremento en porcentaje de 1980-2013.

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.2.3.5. Valor de la producción

En el valor de la producción de naranja, Veracruz ocupa el primer lugar con $ 2,452, 488.38 en 2013. Tamaulipas mostro un incremento de 177,149%, $760,447.81 más que en 1980, le sigue Sonora con 127,763%, es decir $216,431.24 más que en 1980, San Luis Potosí en 111,371% y Nuevo León en un 62,148% de incremento. A nivel nacional el valor de la producción se incrementado en un 109,225%, mientras que otros estados han logrado incrementar 169,104% el valor de la producción (SIAP, 2014). Cuadro 14.

Cuadro 14. Valor de la producción de la naranja, 1980-2013 (miles de pesos).

Estado/Año	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2013	Δ%
Veracruz	2,617.98	23,282.63	533,634.88	1,081,119.11	1,460,118.01	992,648.69	2,015,723.11	2,452,488.38	93,578.00
San Luis Potosí	441.89	5,925.94	67,813.48	178,243.72	197,737.52	210,439.64	569,425.37	492,582.46	111,371.00
Tamaulipas	429.27	6,373.07	46,809.35	243,429.55	320,112.81	398,902.55	820,659.98	760,877.08	177,149.00
Nuevo León	702.38	319.99	10,626.85	126,241.85	256,561.85	240,093.15	247,866.77	437,223.81	62,148.00
Sonora	169.40	0.00	149,678.46	83,011.00	127,584.84	208,865.30	290,159.52	216,600.64	127,763.00
Otros	681.12	9,305.28	134,212.78	280,447.50	666,312.47	630,796.77	933,153.19	1,152,486.38	169,104.00
Total	5,042.04	45,206.91	942,775.80	1,992,492.73	3,028,427.50	2,681,746.10	4,876,987.94	5,512,258.75	109,225.00

Δ%: Incremento en porcentaje de 1980-2013.
Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.3. Producción estatal

4.1.3.1. Distribución de la producción por Distritos de Desarrollo Rural (DDR)

En el cuadro 15 se observa que la superficie sembrada total es de 164,554 hectáreas de las cuales 158,586 hectáreas fueron cosechadas, es decir se cosechó el 96% a nivel estatal en el 2013 (SIAP, 2014).

Los distritos más importantes por la superficie sembrada en el estado de Veracruz son: en primer lugar Tuxpan con el 50%, que equivale a 81,400 hectáreas aproximadamente, en segundo lugar se encuentra Martínez de la Torre con el 34% que equivale a 56,000 hectáreas, seguido por Pánuco con casi el 11% que equivale a 17,600 hectáreas para el año 2013 (SIAP, 2014). Nuestro caso de estudio se ubica en Martínez de la Torre.

En cuanto a los rendimientos, de los tres distritos más importantes del estado de Veracruz sobresale Tuxpan con 15.4 ton/ha, en segundo lugar Pánuco con 14 ton/ha y Martínez de la Torre con 11.5 ton/ha, esto en 2013 (SIAP, 2014).

Se observa que el principal productor de naranja a nivel estatal es el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) de Tuxpan, no solo por la superficie cosechada, sino también por los altos rendimientos y por tanto un mayor volumen de producción de 1.19 millones de toneladas, seguido por el distrito de Martínez de la Torre con 629,230 toneladas y Pánuco con 248,881 toneladas para el año 2013 (SIAP, 2014).

Cuadro 15. Distribución de la producción de naranja por distritos en el estado de Veracruz, 2013 (hectáreas, toneladas y por ciento)

Distrito	Superficie (hectáreas)				Producción (toneladas)	% del total	Rendimiento (toneladas/ hectárea)	Valor Producción (miles de Pesos)	% del total
	Sembrada	% del total	Cosechada	% del total					
Choapas	2,222.00	1.35	2,027.00	1.28	11,038.00	0.51	5.45	31,941.11	1.30
Coatepec	76.00	0.05	76.00	0.05	220.80	0.01	2.91	617.60	0.03
Fortín	230.00	0.14	230.00	0.15	1,977.45	0.09	8.60	7,875.84	0.32
Huayacocotla	3,165.00	1.92	2,415.00	1.52	24,035.00	1.12	9.95	17,640.42	0.72
Jáltipan	2,323.00	1.41	2,230.00	1.41	20,736.50	0.97	9.30	19,862.46	0.81
Martínez de la Torre	56,085.00	34.08	54,858.50	34.59	629,230.50	29.35	11.47	840,433.11	34.27
Pánuco	17,694.00	10.75	17,694.00	11.16	248,881.50	11.61	14.07	237,377.37	9.68
San Andrés Tuxtla	1,184.00	0.72	1,174.00	0.74	7,434.00	0.35	6.33	36,539.00	1.49
Tuxpan	81,492.50.00	49.52	77,798.50	49.06	1,197,960.20	55.89	15.40	1,257,628.61	51.28
Veracruz	83.00	0.05	83.00	0.05	2,047.25	0.10	24.67	2,572.86	0.10
Total	164,554.50	100.00	158,586.00	100.00	2,143,561.20	100.00	13.52	2,452,488.38	100.00

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.3.2. Superficie de riego y de temporal por distritos en el estado de Veracruz

En el cuadro 16 se observa que el estado de Veracruz tiene una superficie sembrada de 164,554 hectáreas, de las cuales 160,995 hectáreas son de temporal, representando casi el 98% de la superficie total sembrada y solo el 2% son de riego, que equivale 3,600 hectáreas aproximadamente (SIAP, 2014).

Los distritos más importantes por la superficie sembrada de temporal en el estado de Veracruz son: en primer lugar Tuxpan con el 50% aproximadamente que equivale a 81, 492 hectáreas, seguido por Martínez de la Torre con casi el 35% que corresponden a 55,575 hectáreas y Pánuco con 9% que equivalen a 14,682 hectáreas (SIAP, 2014).

En cuanto a los distritos más importantes por la superficie sembrada de riego son: en primer lugar Pánuco con 84% aproximadamente que equivale a 3,012 hectáreas, y Martínez de la Torre con 14% que corresponde a 510 hectáreas (SIAP, 2014).

El cultivo de naranja en dos de los distritos citrícolas más importantes a nivel nacional se encuentra bajo una superficie sembrada de temporal, teniendo en primer lugar a Tuxpan con el 100% y Martínez de la Torre con el 99% (SIAP, 2014).

Cuadro 16. Superficie sembrada de riego y de temporal por distritos en el estado de Veracruz, 2013 (hectáreas).

Distrito	Superficie total (hectáreas)	% del total	Superficie de temporal (hectáreas)	% del total	Superficie de riego (hectáreas)	% del total
Choapas	2,222.00	1.35	2,222.00	1.38	0.00	0.00
Coatepec	76.00	0.05	76.00	0.05	0.00	0.00
Fortín	230.00	0.14	230.00	0.14	0.00	0.00
Huayacocotla	3,165.00	1.92	3,165.00	1.97	0.00	0.00
Jáltipan	2,323.00	1.41	2,308.00	1.43	15.00	0.42
Martínez de la Torre	56,085.00	34.08	55,575.00	34.53	510.00	14.17
Pánuco	17,694.00	10.75	14,682.00	9.12	3,012.00	83.69
San Andrés Tuxtla	1,184.00	0.72	1,184.00	0.74	0.00	0.00
Tuxpan	81,492.50	49.52	81,492.50	50.63	0.00	0.00
Veracruz	83.00	0.05	21.00	0.01	62.00	1.72
Total	164,554.50	100.00	160,955.50	100.00	3,599.00	100.00

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.3.3. Comportamiento del rendimiento en los distritos del estado de Veracruz.

En el cuadro 17 se puede observar que los rendimientos de naranja a nivel estatal muestran que a lo largo de 14 años se ha dado un incremento de casi 17%, una tendencia en la cual se han mantenido constantes, pasando de 11.6 ton/ha en 1999 a 13.52 ton/ha en 2013 (SIAP, 2014).

Los distritos de mayor producción muestran indicadores diferentes: Pánuco incremento un 42% aproximadamente, Tuxpan mostro un incremento del 39% y Martínez de la Torre que presento un decremento del 9%, junto con otros 6 distritos. Aunque el distrito de Veracruz no representa un volumen de producción significativo en el estado, llama la atención el incremento que ha venido teniendo en rendimientos del 109%, al pasar de casi de 11.7 ton/ha a 24.6 ton/ha, habrá que ver que es lo que están haciendo (SIAP, 2014). Sin embargo, a pesar de que se habla de un incremento, estos rendimientos son cuatro veces menos que lo que se está obteniendo con el proceso de innovación de Eco-intensificación que más adelante se explicara.

Cuadro 17. Comportamiento del rendimiento en los distritos del estado de Veracruz, 1999-2013 (toneladas/hectárea).

Distrito/Año	1999	2002	2005	2008	2011	2013	Δ%
Choapas	9.30	8.54	5.01	4.48	4.72	5.45	-41.40
Coatepec	5.00	3.62	3.50	3.02	3.25	2.91	-41.80
Fortín	9.86	11.08	9.67	7.71	8.02	8.60	-12.78
Huayacocotla	10.00	8.96	14.98	10.99	9.47	9.95	-0.50
Jáltipan	11.27	12.03	10.31	8.90	6.66	9.30	-17.48
Martínez de la Torre	12.61	12.88	12.47	12.91	12.78	11.47	-9.04
Pánuco	9.92	9.64	13.25	11.67	14.65	14.07	41.83
San Andrés Tuxtla	12.00	14.61	11.13	11.13	7.15	6.33	-47.25
Tuxpan	11.08	14.55	16.49	12.67	12.28	15.40	38.99
Veracruz	11.78	22.83	24.41	24.83	23.70	24.67	109.42
Total	11.57	13.22	14.25	12.31	12.34	13.52	16.85

Δ%: Incremento en porcentaje de 1999-2013.

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.3.4. Evolución de la producción en los distritos del estado de Veracruz

En lo que respecta al apartado de producción en el estado de Veracruz en el cuadro 18 se puede observar un incremento del 28% aproximadamente en los últimos 14 años.

Sin embargo en el distrito de Martínez de la Torre donde se ubica nuestro estudio de caso se presentó un retroceso del 16%, en la misma tendencia se ubicaron 5 distritos más con una reducción en el mismo periodo. Solo 2 distritos importantes por su gran aporte a la producción nacional que son Tuxpan con 61% y Pánuco con 200% mostraron un incremento en su producción. En el distrito de Tuxpan se ubica el municipio de Álamo el principal productor a nivel nacional (SIAP, 2014).

Cuadro. 18. Evolución de la producción en los distritos del estado de Veracruz, 1999-2013 (toneladas).

Distrito/Año	1999	2002	2005	2008	2011	2013	Δ%
Choapas	47,984.75.00	45,355.00	26,662.00	21,892.20	20,902.30	11,038.00	-77
Coatepec	950.00	687.00	626.10	541.50	130.00	220.80	-76.76
Fortín	2,267.80	2,547.50	2,225.00	1,772.50	1,725.25	1,977.45	-12.80
Huayacocotla	17,060.00	15,457.00	25,848.00	18,972.00	23,678.00	24,035.00	40.89
Jáltipan	21,909.00	23,383.00	20,916.00	18,415.00	14,149.00	20,736.50	-5.35
Martínez de la Torre	750,178.00	765,343.00	616,685.50	758,633.90	717,648.33	629,230.50	-16.12
Pánuco	77,775.70	114,611.20	139,146.75	206,131.63	257,671.00	248,881.50	220
San Andrés Tuxtla	15,084.00	19,120.00	14,018.00	13,899.00	9,248.00	7,434.00	-50.72
Tuxpan	741,788.00	1,051,159.20	1,185,991.75	973,385.00	935,927.90	1,197,960.20	61.50
Veracruz	1,532.00	1,769.63	2,062.59	1,937.00	1,872.00	2,047.25	33.63
Total	1,676,529.25	2,039,432.53	2,034,199.19	2,015,579.73	1,982,951.78	2,143,561.20	27.86

Δ%: Incremento en porcentaje de 1999-2013.

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.4. Producción municipal en los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) de Tuxpan y Martínez de la Torre

4.1.4.1. Distribución de la producción por municipios en el distrito de Tuxpan

En el cuadro 19 se observa que la superficie sembrada total del distrito de Tuxpan es de 81,492 hectáreas de las cuales 77,798 hectáreas fueron cosechadas, es decir se cosechó el 95% a nivel estatal para el 2013 (SIAP, 2014).

Los municipios más importantes por la superficie sembrada en el distrito de Tuxpan son: en primer lugar Álamo Temapache con el 53%, que equivale a 43,517 hectáreas, en segundo lugar se encuentra Tihuatlán con 17% que equivale a 13,912 hectáreas, seguido por Castillo de Teayo con 13% que equivale a 10,702 hectáreas, y Tuxpan con 6% que equivale a 5,341 hectáreas para el año 2013 (SIAP, 2014).

En cuanto a los rendimientos, de los municipios más importantes del distrito de Tuxpan sobresale Álamo Temapache con 17.2 ton/ha, seguido por Tuxpan con 14 ton/ha, en tercer lugar se encuentra Castillo de Teayo con 13 ton/ha y Tihuatlán con 12.5 ton/ha, para el año 2013 (SIAP, 2014).

Se observa que en el distrito de Tuxpan el principal productor es el municipio de Álamo Temapache con aproximadamente 62% del total que equivale a 738,720 toneladas, seguido por Tihuatlán con 172,887 toneladas que representa el 14%, en tercer lugar se encuentra Castillo de Teayo con 10% que corresponde a 121,875 toneladas y Tuxpan con casi el 6% que equivale a 69,874 toneladas para el año 2013 (SIAP, 2014).

El municipio de Álamo Temapache es el principal productor de naranja a nivel nacional no solo por la superficie cosechada, sino también por los altos rendimientos en comparación con los otros municipios y por tanto un mayor volumen de producción (SIAP, 2014).

Cuadro 19. Distribución de la producción de naranja en el distrito de Tuxpan, 2013 (hectáreas, toneladas, miles de pesos y por ciento).

Municipio	Superficie sembrada (hectáreas)	% del total	Superficie cosechada (hectáreas)	% del total	Producción (toneladas)	% del total	Rendimiento (toneladas/ hectárea)	Valor Producción (miles de Pesos)	% del total
Castillo de Teayo	10,702.00	13.13	9,382.00	12.05	121,875.00	10.17	12.99	98,019.19	7.79
Cazones de Herrera	3,241.00	3.97	3,184.00	4.09	40,755.20	3.40	12.80	29,580.12	2.35
Cerro Azul	29.00	0.03	20.00	0.02	240.00	0.02	12.00	168.00	0.01
Coatzintla	1,273.00	1.56	825.00	1.06	10,725.00	0.89	13.00	7,816.49	0.62
Tamiahua	2,520.00	3.09	2,093.00	2.69	29,302.00	2.44	14.00	30,052.13	2.38
Tepetzintla	957.50	1.17	754.50	0.96	13,581.00	1.13	18.00	40,254.76	3.20
Tihuatlán	13,912.00	17.07	13,831.00	17.77	172,887.50	14.43	12.50	138,590.08	11.01
Tuxpan	5,341.00	6.55	4,991.00	6.41	69,874.00	5.83	14.00	70,880.88	5.63
Álamo Temapache	43,517.00	53.40	42,718.00	54.90	738,720.50	61.66	17.29	842,266.95	66.97
Total	81,492.50	100.00	77,798.50	100.00	1,197,960.20	100.00	15.40	1,257,628.61	100.00

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.4.2. Comportamiento de los rendimientos a nivel municipal en el distrito de Tuxpan

En el cuadro 20 se puede observar que los rendimientos de naranja a lo largo de 9 años se ha dado un incremento de 24%, una tendencia en la cual se han mantenido constantes, pasando de 12.3 ton/ha en 2004 a 15.4 ton/ha en 2013 (SIAP, 2014).

Los municipios más importantes en el distrito de Tuxpan mostraron un incremento, en primer lugar Tihuatlán con 41% aproximadamente, en segundo lugar se encuentra Tuxpan con 35%, seguido por Castillo de Teayo con casi 30% y Álamo Temapache con 20% (SIAP, 2014).

Sin embargo, a pesar de que se habla de un incremento, estos rendimientos son cuatro veces menos que lo que se está obteniendo con el proceso de innovación de Eco-intensificación que más adelante se explicara.

Cuadro 20. Rendimientos por municipios, en el distrito de Tuxpan, 2004-2013 (toneladas/hectárea).

Municipio/año	2004	2006	2008	2010	2012	2013	∆%
Castillo de Teayo	10.00	12.65	12.00	12.28	12.00	12.99	29.90
Cazones de Herrera	9.02	19.93	12.00	11.38	11.00	12.80	41.90
Cerro Azul	11.78	12.00	19.00	14.00	11.70	12.00	1.86
Coatzintla	10.00	13.00	9.97	12.11	11.50	13.00	30.00
Tamiahua	14.00	10.14	14.50	13.21	11.90	14.00	0.00
Tepetzintla	8.04	12.00	16.00	14.85	14.98	18.00	123.88
Tihuatlán	8.84	15.17	12.00	10.99	11.00	12.50	41.40
Tuxpan	10.36	11.26	14.00	14.36	14.24	14.00	35.00
Álamo Temapache	14.40	17.01	12.72	14.87	9.99	17.29	20.06
Total	12.37	15.69	12.67	13.62	10.81	15.40	24.49

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

∆%: Incremento en porcentaje de 2004-2013

4.1.4.3. Distribución de la producción por municipios en el distrito de Martínez de la Torre

En la cuadro 21 se observa que la superficie sembrada total es de 56,085 hectáreas de las cuales 54,858 hectáreas fueron cosechadas, es decir se cosechó cerca del 98% a nivel estatal para el año 2013 (SIAP, 2014).

Los municipios más importantes por la superficie sembrada en el distrito de Martínez de la Torre son: en primer lugar Papantla con 15,450 hectáreas que representa el 27%, en segundo lugar se encuentra Martínez de la Torre con casi 16% que equivale a 8,958 hectáreas y Gutiérrez Zamora con 15% aproximadamente que equivale a 8,335 hectáreas para el año 2013 (SIAP, 2014).

En cuanto a los rendimientos, de los municipios más importantes del distrito de Martínez de la Torre se encuentra en primer lugar Papantla con 12 ton/ha, seguido por Gutiérrez Zamora también con casi 12 ton/ha y Martínez de la Torre con 10 ton/ha aproximadamente, para el año 2013 (SIAP, 2014).

Se observa que en el distrito de Martínez de la Torre el principal productor es el municipio de Papantla con 29% del total que equivale a 184,900 toneladas, seguido por Gutiérrez Zamora con 98,700 toneladas que representa el 16% aproximadamente y en tercer lugar se encuentra Martínez de la Torre con 13% que corresponde a 85,134 toneladas para el año 2013 (SIAP, 2014).

Cuadro 21. Distribución de la producción de naranja en el distrito de Martínez de la Torre, 2013 (hectáreas, toneladas, miles de pesos y por ciento).

Municipio	Superficie sembrada (hectáreas)	% del total	Superficie cosechada (hectáreas)	% del total	Producción (toneladas)	% del total	Rendimiento (toneladas/ hectárea)	Valor Producción (miles de Pesos)	% del total
Atzalan	4,180.00	7.45	4,180.00	7.62	35,481.00	5.64	8.49	37,656.70	4.48
Chumatlán	70.00	0.12	70.00	0.13	1,050.00	0.17	15.00	775.99	0.09
Colipa	27.00	0.05	27.00	0.05	432.00	0.07	16.00	405.41	0.05
Coxquihui	234.00	0.42	164.00	0.30	2,460.00	0.39	15.00	2,020.99	0.24
Coyutla	130.00	0.23	130.00	0.24	1,950.00	0.31	15.00	1,400.51	0.17
Espinal	1,026.00	1.83	936.00	1.71	14,955.00	2.38	15.98	14,694.55	1.75
Gutiérrez Zamora	8,335.00	14.86	8,250.00	15.04	98,700.00	15.69	11.96	163,760.08	19.49
Martínez de La Torre	8,958.00	15.97	8,658.00	15.78	85,134.00	13.53	9.83	87,138.56	10.37
Misantla	3,676.00	6.55	3,634.00	6.62	57,955.00	9.21	15.95	55,614.78	6.62
Nautla	783.00	1.40	660.00	1.20	6,925.00	1.10	10.49	9,062.64	1.08
Papantla	15,450.00	27.55	15,325.00	27.94	184,900.00	29.39	12.07	249,940.42	29.74
San Rafael	4,530.00	8.08	4,323.50	7.88	41,891.50	6.66	9.69	45,163.07	5.37
Tecolutla	6,786.00	12.10	6,696.00	12.21	75,120.00	11.94	11.22	127,637.89	15.19
Tlapacoyan	1,717.00	3.06	1,637.00	2.98	19,739.00	3.14	12.06	41,199.53	4.90
Vega de Alatorre	165.00	0.29	150.00	0.27	2,250.00	0.36	15.00	3,586.48	0.43
Yecuatla	18.00	0.03	18.00	0.03	288.00	0.04	16.00	375.50	0.04
Total	56,085.00	100.00	54,858.50	100.00	629,230.50	100.00	11.47	840,433.11	100.00

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.1.4.4. Comportamiento de los rendimientos a nivel municipal en el distrito de Martínez de la Torre

En el cuadro 22 se puede observar que los rendimientos de naranja a lo largo de 9 años se ha presentado un decremento de casi 7%, una tendencia a la baja, pasando de 12.3 ton/ha en 2004 a 11.4 ton/ha en 2013 (SIAP, 2014).

De los tres municipios más importantes en el distrito de Martínez de la Torre, dos presentaron un decremento, Papantla con 0.74% lo cual nos indica que se han mantenido y Martínez de la Torre con 23%, por su parte solo Gutiérrez Zamora incremento sus rendimientos en un 17% (SIAP, 2014).

Nuestro estudio de caso se encuentra en el municipio de Papantla, en donde se ha podido incrementar en un 400% los rendimientos bajo un proceso de innovación de Eco-intensificación.

Cuadro 22. Rendimientos por municipios, en el distrito de Martínez de la Torre, 2004-20013 (toneladas/hectárea).

Municipio/Año	2004	2006	2008	2010	2012	2013	Δ%
Atzalan	11.77	13.50	13.59	12.57	10.70	8.49	-27.86
Chumatlán	15.00	15.00	15.00	14.97	15.20	15.00	0.00
Colipa	11.59	10.11	11.22	11.44	17.00	16.00	38.05
Coxquihui	14.11	15.00	15.00	15.00	14.46	15.00	6.30
Coyutla	14.50	15.00	15.00	14.86	14.92	15.00	3.44
Espinal	13.11	15.00	16.14	15.66	14.95	15.98	21.89
Gutiérrez Zamora	10.19	10.59	11.84	9.76	11.59	11.96	17.36
Martínez de la Torre	12.84	13.03	13.70	13.50	11.02	9.83	-23.44
Misantla	12.90	10.53	10.80	10.74	16.99	15.95	23.64
Nautla	16.06	16.01	15.00	14.12	14.13	10.49	-34.68
Papantla	12.16	12.42	12.33	9.80	9.82	12.07	-0.74
San Rafael					10.68	9.69	
Tecolutla	11.76	12.59	13.00	10.82	10.46	11.22	-4.59
Tlapacoyan	15.17	14.46	16.24	17.51	13.75	12.06	-20.50
Vega de Alatorre	16.08	16.06	15.00	15.00	14.96	15.00	-6.71
Yecuatla	12.53	10.50	11.00	11.47	17.00	16.00	27.69
Total	12.31	12.51	12.91	11.59	11.28	11.47	-6.82

Δ%: Incremento en porcentaje de 2004-2013.

Fuente: Vicencio (2014) basado en datos del SIAP (2014).

4.2. Diagnóstico de la producción de naranja en la región de estudio

Para llevar a cabo este trabajo de tesis fue necesario entrevistarse con productores, visitándolos en su casa o bien haciendo recorridos por sus parcelas que fue la mejor opción, porque así me percate realmente de la situación las huertas. Mediante la observación y el conocimiento adquirido en la universidad pude detectar muchos problemas que el productor no podía decirme por falta de conocimiento técnico.

En base al diagnóstico realizado por medio de entrevistas semiestructuradas se pudo detectar la problemática prevaleciente en la región de estudio, la cual ha sido y es una limitante en el desarrollo y progreso de este sector. Es así que se determinó que la producción de naranja atraviesa por una aguda problemática, que se puede caracterizar en cuatro aspectos:

1.- Baja productividad con tendencia a mantenerse estancada y marcado énfasis durante varias décadas.

2.- Producción sostenida bajo un paradigma tecnológico convencional que contamina suelo, agua y planta, basado en un incremento continuo en los costos de los insumos y nocivo para la salud de trabajadores, productores y consumidores.

3.- Bajos precios obtenidos por los productores por sistemas de comercialización con una fuerte participación de intermediarios.

4.- Falta de asesoría con técnicos formados con orientación agroecológica, acorde a las capacidades económicas y sociales del pequeño productor.

Algunos productores ya están acostumbrados a que en la región se hagan este tipo de estudios, en donde no se ven beneficiados, debido a que después les proponen una solución a sus problemas en el proceso de producción. El detalle está en que no hay un seguimiento del proceso, en el cual se verifique que si lo están haciendo y que si realmente está funcionando acorde a sus necesidades.

4.3. Proceso de innovación de Eco-intensificación de la producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) orgánica, variedad valencia tardía

El proceso de innovación de Eco-intensificación es un modelo más equitativo en la producción de alimentos, dónde se puede aumentar los rendimientos y al mismo tiempo ser sostenible haciendo uso intensivo e inteligente de las funcionalidades naturales que ofrecen los ecosistemas (Tittonell, 2013). Llevando a cabo las prácticas agroecológicas en campo se permitió entender, ordenar y presentar la información del proceso de innovación de Eco-intensificación, dividiéndolo en 6 grandes apartados en función de los requerimientos del cultivo y de los principios agroecológicos. A continuación tenemos la clasificación y las prácticas correspondientes a cada apartado:

1.- Manejo ecológico de arvenses (limpias con motocultor, desbrozadora rastra, chapeadora de tractor, chapeo manual a ras de suelo y chapote), manejo de zacates.

2.- Manejo del tejido productivo (poda normal, poda de formación, poda de rejuvenecimiento, desmamonado y poda cariño).

3.- Prácticas para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar la nutrición de los árboles (Análisis de suelo, propuesta de nutrición, ajuste de pH, remineralizacion de suelos, composta, aplicación de microorganismos efectivos y cepas y aplicación de abono foliar).

4.- Prácticas para el manejo de ecológico de plagas y enfermedades: pulgón verde (*Aphis citrícola*), pulgón café (*Toxoptera aurantii*), psílido asiático (*Diaphorina citri*), mosca de la fruta (*Anastrepha ludens*), hormiga arriera (*Atta cephalotes*), tuza (*Geomys tropicalis*), manejo del hongo letal (*Ustulina deusta*), gomosis (*Phythophtora parasítica*), antracnosis (*Colletotrichum acutatum*).

5.- O tras prácticas para el manejo general de la huerta (elección del patrón, yemas de naranja tardía, sistema de plantación, utilización y reproducción de microorganismos, manejo de la humedad de la huerta y barreras vivas

6.- Tratamiento especial a los árboles enfermos, recién plantados, menores de tres años y árboles con poda de rejuvenecimiento (acolchado o mulch, riego de las resiembras en épocas de sequía, aplicación de pasta bordelesa, poda especial, aplicación de foliar y cepas de microorganismos.

Cuadro 23. Principios agroecológicos asociados a las prácticas empleadas en la huerta de naranja orgánica

Principio agroecológico	Prácticas
1. Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética en tiempo y en espacio.	Manejo ecológico de arvenses Manejo de zacates
2. Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad y balances del flujo de nutrientes.	Composta Aplicación de microorganismos efectivos y cepas Remineralizacion de suelos
3. Provisión de condiciones edáficas óptimas para crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando biología del suelo.	Composta Aplicación de microorganismos efectivos y cepas Remineralizacion de suelos
4. Minimización de pérdidas de suelo y agua manteniendo cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima.	Reserva ecológica Manejo ecológico de arvenses Manejo de plagas. Manejo de zacates Barreras vivas Manejo de la humedad
5. Minimización de pérdidas por insectos, patógenos y malezas mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica, antagonistas, alelopatía, etc.	Manejo de plagas y enfermedades Manejo ecológico de arvenses Reserva ecológica Manejo de zacates
6. Explotación de sinergias que emergen de interacciones planta-planta, plantas animales y animales-animales.	Aplicación de microorganismos efectivos y cepas Manejo ecológico de arvenses

Fuente: Vicencio (2014) en base en Altieri 2009.

4.4. Descripción de las prácticas agroecológicas

La descripción de las practicas agroecológicas permite entender en qué consisten, es así que la limpieza y poda son las principales prácticas que un productor tiene que llevar a cabo en el manejo de un naranjal, la experiencia nos ha mostrado que tan solo con llevar a cabo estas dos prácticas podemos llegar a tener 20 ton/ha en suelos de aluvión y árboles de entre 6 y 30 años de edad. A continuación se describen las prácticas agroecológicas, del proceso de Eco-intensificación.

4.4.1. Manejo ecológico de arvenses

Es esencial eliminar a las arvenses, ya que compiten con los árboles por el agua y nutrientes disponibles en el suelo y en ocasiones también por la luz, cuando se trata de bejucos que cubren la copa de los árboles.

La limpia es una práctica generalizada, ya que se realiza en todo el naranjal y de acuerdo a la época se dan dos tipos de limpia, que enseguida se explicarán :

- En época de sequía (marzo-mayo), se da un “chapote”, con machete o con una desbrozadora debajo de las copas de los árboles, el cual consiste en dejar 5 cm de arvenses. En las calles se pasa una chapeadora de tractor o un motocultor como se observa en la figura 3, el cual también deja en las calles un chapote ligero. Así también se puede pasar solo un paso de rastra no más de 10 cm de profundidad, ya que los cítricos tienen una raíz muy superficial, sobre todo en aquellos suelos de textura arenosa llamados “vega”. Este tipo de limpia se hace para mantener la humedad (ver figura 3).
- En época de lluvias (junio-noviembre), se da un chapeo a ras de suelo como se observa en la figura 4, con machete o desbrozadora bajo las copas de los árboles, para así evitar la competencia de nutrientes con los arvenses, debido a que en esta época los arvenses se desarrollan muy rápido. En las calles de igual manera se debe utilizar ya sea chapeadora o un paso de rastra (ver figura 4).

Llevar a cabo la limpia quizá resulte ser la práctica que más costos genera en una producción orgánica. Una limpia con machete o desbrozadora dura mes y medio en que rebrote la hierba, mientras que un herbicida (Glifosato) dura hasta tres meses en rebrotar la hierba, por si fuera poco un trabajador en un día realiza la limpia de 25 árboles utilizando el machete y 50 árboles utilizando la desbrozadora. Pero utilizando herbicida logra 100 árboles en promedio por día. De ahí el por qué los productores eligen el método convencional, ya que es más barato. Sin embargo está demostrado que el uso de herbicidas daña el medio ambiente, la salud del productor, trabajador y consumidor (RAP-AL, 2014). Al producir orgánicamente la naranja tiene un sobre precio, el cual remunera nuestros gastos en esta práctica, entonces, ahí el productor se recupera.

Figura 3. Limpia con motocultor.

Figura 4. Redondeo con machete a ras de suelo en la hilera del árbol.

4.4.1.1. Manejo de pastos o zacates

Regularmente en las huertas citrícolas de la región de estudio predominan los pastos como el zacate Johnson (*Sorghum halepense* L. Pers), el zacate fino (*Cynodon dactylon* L. Pers), etc., (Curtí-Díaz, 1998).

En la huerta de estudio predominaban también los pastos, pero los hemos ido eliminando en una etapa vegetativa es decir, cuando todavía no reproducen semilla y de esta manera tratamos de que estas especies no dominen en la huerta. La manera de eliminar a los pastos es por medio de un machete o bien arrancado con un pala espada.

4.4.2. Manejo del tejido productivo (podas)

La poda es la eliminación y/o acortamiento de parte de las ramas de un árbol para facilitar la formación, iluminación y la aireación de su copa, con el fin de mejorar la producción y la calidad de sus frutos (González, 2008).

En la huerta al realizar la poda las herramientas como tijeras y serruchos se desinfestan con 100 ml de cloro en 10 litros de agua, así mismo después de un corte se pinta con pasta bordelesa (sulfato de cobre, cal y agua) a modo que actué como un sellador. Cuando se elimina una rama gruesa es recomendable cortarla al ras del tronco que le da origen para no dejar tocón; con ello se logra un sanado más rápido y se evitan pudriciones. En la huerta de estudio se realizan 5 tipos de poda, las cuales se explican a continuación:

4.4.2.1. Poda normal. Consiste en cuatro aspectos:

4.4.2.1.1. Quitado de secapalo (*Struthanthus quercicola*): Existe una maleza semiparasita llamada comúnmente “Secapalo” *Struthanthus quercicola* (Schlechten y Cham.) Blume (Santiago, 2003), la cual puede cubrir y secar la copa del árbol si se le deja desarrollar libremente. Las semillas de secapalo son dispersadas por aves de los géneros *Centurus, Megarychus, Pitangus, Myiozetetes, Turdus, Icterus,*

principalmente; por su parte en la propagación asexual, se origina a partir de brotaciones anuales con capacidad de emitir raíces que penetran y absorben materiales de los tejidos del naranjo y cuando estos brotes están bien establecidos sobre el naranjo, pueden sobrevivir como una planta independiente a la que le dio origen, es así que la presencia de secapalo no ocasiona una reducción nutrimental, su efecto en la disminución del tamaño y numero de frutos, está relacionado con el sombreamiento causado a las ramas fructificantes. (Santiago, 2003). No existe producto químico que la controle sin dañar al follaje del naranjo (Curtí, 2009).

Se sugiere eliminar manualmente una o dos veces por año, para evitar que afecte al sistema vascular de las ramas del naranjo.

4.4.2.1.2. Desmamonado: El desmamonado consiste en la eliminación de ramas llamados chupones o “mamones”, los cuales presentan un crecimiento vertical y una ramificación en tramos largos de hasta 40 cm, tienen hojas grandes. Regularmente se originan tanto abajo del injerto como sobre él, creciendo en el tronco y en ramas estructurales de la parte central del árbol. Cuando el chupón es tierno se puede desprender fácilmente con la mano y de esta manera la herida que queda en el tronco, por ser muy pequeña, no requiere de alguna medida de protección. Se realiza en épocas de brotacion, mínimo dos veces por año.

4.4.2.1.3. Poda de ramas secas: Las ramas secas se presentan porque son muestra de alguna sintomatología de alguna enfermedad o por crecimiento de otras ramas. Se debe eliminar la parte afectada hasta llegar a la madera sana. Se realiza después de la cosecha, una vez al año (ver figura 5).

4.4.2.1.4. Poda de ramas improductivas: Cuando hay una o más ramas muy cerca o cruzadas, es recomendable eliminar las más delgadas o que crezcan al centro, para ayudar a que la o las ramas que queden crezcan con más fuerza. Así también se recomienda eliminar las ramitas que crecen hacia abajo, las que comúnmente se conocen como “zacatillo” ya que son muy débiles y delgadas. Se realiza después de la cosecha. Una vez al año.

Figura 5. Eliminación de ramas secas e improductivas.

4.4.2.2. Poda de formación

Durante la etapa de crecimiento la poda se limita a darle forma y fuerza mecánica al árbol. Es decir, que se busca formar un esqueleto o armazón que resista el golpe de los vientos y que aguante el peso de las ramas y de los frutos durante las temporadas de mucha producción. Además, un árbol bien formado recibe mayor cantidad de luz del sol y tiene mejor aireación en el centro del mismo (González, 2008).

4.4.2.3. Poda de rejuvenecimiento

Esta poda se centraliza entre la fase de luna menguante y la luna nueva, evitando pudriciones, obteniéndose una rápida y mejor cicatrización (Restrepo, 2005). Esta poda se aplica en árboles muy viejos o aquellos que a pesar de ser jóvenes, se han avejentado debido a un mal manejo. Esta es una poda severa y su intensidad dependerá de la situación del árbol, hasta eliminar ramas enfermas completas, desde su base y recortar el resto de ellas. Lo importante es nuevamente formar el esqueleto del árbol, por lo que deben seleccionarse las ramas que quedarán, antes de empezar a podar (ver figura 6).

Figura 6. Poda de rejuvenecimiento.

4.4.2.4. Desmamonado

Esta práctica se limita a quitar mamones y andar revisando la presencia de ramas vegetativas nuevas. Generalmente se eliminan los chupones, a menos que vaya a ocupar un área de la copa que está vacía. Se realiza de dos a tres veces, después de la cosecha.

4.4.2.5. Poda cariño

La poda cariño es la poda normal, pero en forma ligera, solo se le quita los mamones y lo mas importante que afecte al arbol; por ejemplo ramas secas gruesas, secapalo abundante, etc. Su finalidad es ahorrar en mano de obra, pero se afecta al arbol al no hacer bien la poda normal.

4.4.3. Prácticas para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar la nutrición de los árboles.

4.4.3.1. Análisis de suelo

El análisis de suelo es una buena referencia para conocer los elementos minerales existentes en el mismo. Se realizó un muestreo en forma de zig zag, obteniendo 10 submuestras por hectárea. La muestra se debe llevar a un laboratorio de prestigio que dé resultados de buena calidad y de nutrimentos disponibles para la planta, en este caso se llevó acabo en el Laboratorio Central de la UACh. El análisis nos mostró un pH alcalino de 8.1, un nivel medio de 1.88 % de materia orgánica. Debido al pH alto, la disponibilidad de algunos nutrientes es baja, así también es recomendable ya no utilizar nutrientes que se encuentran en un nivel medio o alto debido a que el exceso puede provocar intoxicaciones en la planta. Los productos que se apliquen deben de ser solubles en el suelo y que sean de lenta liberación para que la planta pueda aprovecharlos y disponer de ellos por más tiempo (ver anexo 3).

4.4.3.2. Propuesta de nutrición

Para llevar a cabo la propuesta de nutrición partimos del análisis de suelo en base a la pregunta de cuanto se quiere obtener por hectárea y de los requerimientos específicos del árbol de naranja.

4.4.3.3. Ajuste del pH

Se presenta un pH de 8.1. Es necesario aclarar las diferencias entre un suelo salino y uno sódico. El primero tiene exceso de sales solubles; en cambio, en el segundo la presencia de sodio supera el 15% en el complejo de intercambio del suelo, principalmente arcillas. Este último suele desarrollar cierta impermeabilidad, como consecuencia de la acción dispersante de este ion (INA, 2006).

Suponemos que la principal causa de que se tenga este pH es por las inundaciones, que se presentan periódicamente en la región. La conductividad eléctrica nos muestra que el suelo está libre de sales, pero presenta un nivel de sodio considerable que nos hace pensar que puede ser el que está afectando. En el análisis de suelo se muestra que se presentan altos niveles de calcio.

Puede ocurrir que el suelo sódico presente calcio en forma insoluble como carbonato de calcio. Es decir que existe la posibilidad de movilizar esta reserva calcárea para desplazar al sodio. El proceso para lograrlo es más largo y se debe recurrir a una enmienda de azufre. En el suelo el azufre se transforma en ácido sulfúrico gracias a la acción de bacterias específicas. El azufre, en forma ácida, reacciona con el carbonato de calcio precipitado. De la reacción química se desprende dióxido de carbono y se produce sulfato de calcio, el cual en definitiva reacciona con el sodio adsorbido por el complejo coloidal (INA, 2006).

4.4.3.4. Remineralización de suelos

La remineralizacion de suelos es devolverle al suelo los minerales que cosecha a cosecha se van extrayendo en cantidades importantes y que a la larga nos traen un suelo agotado y poco fértil. La utilización de harinas de roca de distinto origen, permite restaurar la fertilidad de suelos con marcadas carencias minerales, partiendo del hecho de que el origen mineral del suelo es su roca madre (Restrepo, 2007).

Las harinas integrales de rocas molidas preparadas a base de salitres, guanos, ostras, fosforitas, apatitas, granitos, basaltos, micaxistos, serpentinitos, zeolitas, marmolinas, bauxitas, etc., fueron la base de los primeros fertilizantes usados en la agricultura, representando los elementos minerales esenciales para el equilibrio nutricional de las plantas a través del suelo (Restrepo, 2007). No es correcto darle al polvo de piedras el calificativo de “abono”, ya que este es superior a los así llamados abonos en el hecho de que reestablece las condiciones naturales para el crecimiento de los cultivos (Restrepo, 2007).

En base al análisis de suelo el especialista en nutrición recomendó aplicar una mezcla de minerales (ver anexo 5).

- 270 kg/ha de yeso fosfórico el cual contiene 18% de azufre y 21% de calcio, con esto se estaría bajando el pH del suelo (ver anexo 10).
- 270 kg/ha de zeolita con una pureza del 43% de Clinoptilolita, 25% de cuarzo y 29% de carbonato de calcio, con una composición de 33% de silicio, elemento que se le atribuye gran influencia en los mecanismos de resistencia de las plantas y en la conversión de los óxidos de hierro y aluminio en silicatos (formas químicas en el suelo no dañinas para los cultivos), además de otros elementos como calcio magnesio etc., (ver anexo 9).
- 130 kg/ha de leonardita que contiene acidos húmicos, acidos fúlvicos y más de 10 elementos (ver anexo 6).
- 130 kg/ha de roca fosfórica con una pureza del 77% de carbonato fluoroapatita y un 8 % de wollastonita, con una composición del 34 % de fosforo y algunos elemento más (ver anexo 8).
- 200 kg/ha de arcilla potásica con 15% de potasio, además de otros elementos (ver anexo 7).

De esta mezcla de las rocas se aplican 2Kg a los árboles con un diámetro de 4m de copa, 1 Kg. a los árboles de un diámetro de 2m y ½ kg a los árboles con un diámetro de 1m. Se aplica una vez al año en época de humedad. El costo por tonelada de cada roca varia, esta mezcla tuvo un costo por tonelada de $1,800.00 incluyendo el transporte de envío (ver anexo 4).

4.4.3.5. Composta

En los ecosistemas, el contenido de materia orgánica es un componente de la fertilidad natural, aquí lo relevante es el contenido de carbono orgánico, ya que participa en la fertilidad natural, por ejemplo: (a) es fuente de nutrimentos N y P; (b)

mejora la capacidad de intercambio catiónico; (c) mejora la solubilidad de los micronutrientes; (d) es fuente de alimento para la actividad microbiana; (e) aumenta la estabilidad estructural (Gómez, 2012).

Biológicamente el humus representa soporte para una multitud de microorganismos, ello es lo que permite que el suelo esté vivo. Sus funciones se relacionan con la productividad, por ello, de no incorporarse materia orgánica a los suelos agrícolas se impactará en la biología del suelo, recordemos que en condiciones tropicales los suelos agrícolas deberían contener 5% de materia orgánica (Gómez, 2012).

La materia orgánica del naranjal es de 1.88% es decir está en un nivel medio y debe ser aumentado para garantizar una buena fertilidad del suelo en todos sus aspectos.

Para el cálculo de la necesidad de materia orgánica/árbol se realizaron los siguientes cálculos (Noriega, 2010):

1.- Calculo del peso de la capa de suelo: P= (Dap)(Espesor)(Superficie)

P= peso en ton/ha
Dap= densidad aparente ton/m^3

E= Espesor en metros (m)

S= superficie 1 ha

Nota: la planta de naranja considerando su espacio de exploración será de 3mx3m= 9m^2

P= (1.14 ton/m^3)(0.20m)(9m^2)= 2.052 x 1000= 2052 kg de suelo

2.- Estimar la materia orgánica que se requiere para llegar al 3%

2052 kg ——— 100%

X ——— 3%

X= 61.56 kg de materia orgánica se requiere, pero el suelo presenta un 1.88% de materia orgánica, así que se tiene que hacer el cálculo de cuantos kilos de materia orgánica tiene, para eso se hacen los siguientes cálculos:

2052 kilos——— 100%

X——— 1.88%

X= 38.57 kg de materia orgánica tiene el suelo.

Entonces solo incorporar 61.56-38.57= 22.99= 23 kg/árbol

Se aplica cada dos años. La aplicación de composta en el naranjal enfrenta dos retos. Por un lado, no es posible producir la composta en la huerta por falta de las materias primas, sobre todo del estiércol. Además, la composta ofrecida en la región es muy cara. Es por ello que hay que traer el material desde el centro del país, aprovechando transportes de naranja que normalmente regresan vacíos a Veracruz. Por otro lado, las frecuentes inundaciones impactan negativamente sobre la materia orgánica en el suelo. En fin, es un reto permanente alcanzar un buen nivel de materia orgánica.

4.4.3.6. Microorganismos aplicados al suelo

La incorporación de microorganismos fijadores de nitrógeno fue en base a la relación Carbono/Nitrógeno (C/N), el cual es un parámetro que evalúa la calidad de los restos orgánicos de los suelos, es decir, determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo, así como el tipo de humus que se encuentra en él (Noriega, 2010).

Cuanto menor sea el valor de esta relación, mayor será el grado de mineralización de la materia orgánica y, por tanto, la calidad edáfica será superior (Noriega, 2010).

Cuadro. 24. Valores de relación C/N que dan lugar a diferentes calidades edáficas de la materia orgánica

Valor de relación de C/N	Calidad edáfica de la materia orgánica
<8	Muy buena
8-10	Buena
12-15	Mediana
15-20	Deficiente
20-30	Mala
>30	Muy mala

Fuente: Noriega, 2010

Para encontrar el valor de C/N, se realizaron los siguientes el cálculos basándonos en el contenido de materia orgánica de 1.88% y el contenido de nitrógeno (N) de 10.1 % que nos muestra el análisis de suelo (ver anexo 2). (Noriega, 2010).

Principios: C= % de M.O./1.724

C= contenido de carbono orgánico (% materia orgánica = (1.724) (% carbono orgánico).

Solución: C= 1.88%/1.724= 1.09

C/N= 1.09/10.1= 0.10

El resultado nos muestra que el valor de la relación C/N es de 0.10 lo que nos indica que se tiene una muy buena calidad edáfica de la materia orgánica. Para mantener esta buena calidad, estamos incorporando microorganismos al suelo, como bacterias nitrificadoras (*Azotobacter, Azospirillum* y *Rhizobium*) que son capaces de fijar el nitrógeno del medio ambiente y hacerlo disponible de inmediato para las plantas. En si es todo un complejo bacteriano especializado en fijación de nitrógeno e amplio espectro para cultivos, entre ellos frutales como la naranja (Calvo, 2011).

Además se cuenta con otros microorganismos como: Micorrizas (*Glomus intraradices* y *Glomus fasciculatum*), que son biotransferentes de fosforo y promotoras de desarrollo radical. También mejoran la estructura del suelo uniendo sus partículas en agregados más estables por medio de sus hifas. Esto promueve la rápida multiplicación de bacterias aeróbicas benéficas que pueden fijar nitrógeno, solubilizar fósforo y procesar otros elementos en formas utilizables para las plantas. Como los hongos son también organismos aeróbicos, convierten la arcilla del suelo en una estructura granular lo que mejora su proprio abastecimiento de oxígeno. Las hifas de los hongos también unen la arena, la cual mejora su capacidad de retención de agua disponible para las raíces de las plantas y las bacterias. Además la descomposición de la materia orgánica se hace más rápida (Camargo, 2012).

Bacillus megaterium el cual es un promotor de microbiología benéfica en el suelo, estabiliza la absorción de nutrientes y mejora la estructura del suelo (Tejera, 2011).

Bacillus subtilis de los bacilos ahora estudiados, este es el más versátil, ya que su rápida colonización inhibe el desarrollo de hongos y bacterias fitopatogenas, además de que promueve el crecimiento cuando se aplica al suelo, ya que ayuda a la microflora de la rizósfera a desarrollarse adecuadamente (Tejera, 2011).

Trichoderma harzianum es un hongo antagónico que conjuntamente tiene una acción supresora de patógenos, además numerosos estudios señalan a *Trichoderma,* como promotor o estimulador del crecimiento de plantas porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas, Inbar (1994), citado por Silvila y Alvarez (2013) ha documentado que la aplicación de *Trichoderma* a plantas promueve incremento de tamaño, aumento del área foliar.

Se aplica una dosis es de un litro de cepas de los microorganismos como *Azotobacter spp, Azospirillum spp, Rhizobium spp, Bacillus megaterium, Bacillus subtilis, Micorrizas arbusculares* y *Trichoderma harzianum* en 200 litros de agua. La aplicación se realiza con aspersoras manuales y se aplica debajo de las copas de los árboles, directamente al suelo, para lo cual se necesita que los arboles estén redondeados (limpios). Debe existir humedad en el suelo para poder llevar a cabo

esta actividad, es por eso que las aplicaciones se hacen en los meses cuando se presentan frentes fríos y la época de lluvias.

4.4.3.7. Fertilización foliar

La nutrición se complementa con un fertilizante foliar, el cual contiene de acuerdo al análisis que se realizó al fertilizante (ver anexo 2), elementos como nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y microelementos (magnesio, fierro, zinc, cobre, manganeso, boro). Las concentraciones a aplicar al follaje deben ser 1.5 litros de fertilizante foliar en 200 lts de agua para una hectárea. Se aplica a partir del mes de noviembre hasta marzo, se hacen 5 aplicaciones al año. El fertilizante foliar es un producto que deberá aplicarse a los cultivos con el propósito de complementar su nutrición ayudando a corregir deficiencias nutrimentales, estimula el desarrollo radicular y promueve el crecimiento de la planta durante estrés. El momento más favorable para su óptima aplicación es en las últimas horas de la tarde o por la mañana.

4.4.4. Prácticas para el manejo ecológico de plagas

En la región Golfo Centro existen varias plagas y enfermedades que cada año disminuyen el rendimiento y calidad de la fruta de los cítricos. Actualmente se controlan principalmente con productos químicos, ya que existe poca información con base a las prácticas agroecológicas. Las plagas más importantes en la región son:

4.4.4.1. El pulgón verde (*Aphis citrícola* Van der Goot) y pulgón café (*Toxoptera aurantii* (Fons)

En la región del Golfo Centro existen 2 especies de pulgones con importancia para el naranjo como son: pulgón verde (*Aphis citrícola* Van der Goot) y pulgón café (*Toxoptera aurantii* Fons).

El ciclo de vida de los dos tipos de pulgón dura de 12 a 33 días y se presentan en las épocas de brotacion que son en los meses de febrero a marzo y de septiembre a octubre, preferentemente se alimentan del envés de las hojas, provocando un enroscamiento de ellas y por ende disminuyen el área fotosintética del árbol (Curtí, 1998).

Una de las herramientas útiles dentro del manejo ecológico de poblaciones de áfidos es el control biológico, donde diversas especies de coccinélidos, crisópidos, sírfidos, parasitoides y hongos entomopatógenos son importantes agentes de control del pulgón café de los cítricos. Estos agentes benéficos se encuentran en forma natural en el campo, pero en ocasiones es necesario que estos organismos sean producidos masivamente en insectarios o laboratorios de reproducción para su posterior liberación; esta estrategia de incremento de enemigos naturales es factible y puede contribuir notablemente en el manejo de esta plaga (Arredondo, 2002).

Hernández (2007), evaluó la mortalidad del pulgón café de los cítricos causada por el uso de cepas de hongos entomopatógenos de las especies *Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*, en condiciones de vivero y campo. Los resultados obtenidos mostraron que el porcentaje de mortalidad promedio fue mayor en condiciones de campo que en vivero (90 vs. 48%). El hongo *Paecilomyces fumosoroseus* cepa AMBAS1 fue el más eficiente, tanto en condiciones de vivero como de campo (61 y 100% de mortalidad). Este agente al ser aplicado en aceite mineral o el polvo humectable causó mortalidad de 95 y 94%, respectivamente. Los resultados muestran el gran potencial de P. fumosoroseus para ser utilizado en el control del pulgón café de los cítricos en México.

Para el manejo en la huerta se está utilizando la combinación de tres cepas de hongos entomopatógenos; *Beauveria bassiana con Metarhizium anisopliae y Lecanicillium lecanii*, reproducidos artesanalmente en la huerta al 5%, es decir un litro en 20 litros de agua durante la época de brotacion. Se observó que de 10 pulgones; 3 fueron infectados, es decir un 30% (ver figuras 7 y 8). Así también se ha aplicado jabón Roma en polvo al 1%.

Figura 7. Brote infestado de pulgón café (*Toxoptera aurantii*).

Figura 8. Pulgón infectado por microorganismos (*Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*).

4.4.4.2. Psílido asiático (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Hemíptera: Psyllidae)

López (2012), menciona que *Diaphorina citri,* se desarrolla sólo sobre especies de la familia Rutaceae. Existen 61 hospederos incluidos en 24 Géneros de la familia sobre las cuales el psílido puede alimentarse; pero la oviposición y el desarrollo ninfal no es exitoso en varias de ellas. Entre las especies preferidas se encuentra la "limonaria o mirto" (*Murraya paniculata)* y algunos cítricos comerciales. La importancia de *Murraya paniculata* o limonaria, radica en que es una especie ornamental ampliamente distribuida en las zonas citrícolas de México y del mundo, que presenta una constante emisión de brotes vegetativos y florales en momentos en que en los cítricos comerciales no están disponibles.

la limonaria ha expresado síntomas de huanglongbing (HLB) después de la inoculación experimental con *Candidatus Liberibacter* (López, 2012). Aunque *Diaphorina citri* tiene varios enemigos naturales (González *et al* 2003, citados por López 2012), su impacto en las poblaciones de la plaga aparentemente es mínimo, probablemente debido al mal uso de los plaguicidas, la reducción en la diversidad de especies vegetales hospedantes

el incremento en la extensión de monocultivos y las condiciones climáticas adversas (Altieri y Gliessman 1983, citados por López 2012).

Otros factores que favorecen las poblaciones de la plaga son: la simplificación de la vegetación ocasionada por la expansión de los monocultivos; la apertura de nuevas áreas de cultivo y la intensificación de la producción agrícola a expensas de la vegetación natural y de la agricultura diversificada y el establecimiento del mismo cultivo cada año sin realizar rotaciones con otros cultivos no hospederos para insectos herbívoros específicos (Altieri y Letourneau 1982, citados por López 2012).

Las arvenses son huéspedes importantes de insectos y patógenos en los agroecosistemas. Numerosos ejemplos detallan el papel de las arvenses en la epidemiología de insectos plaga y enfermedades de plantas, especialmente para patosistemas donde se involucra la participación de insectos vectores (López, 2012).

Diversas plagas comunes viven en las arvenses durante ciertas etapas de su desarrollo o hasta que el cultivo se encuentra disponible, algunos de estos insectos atacan diferentes tipos de arvenses y otros se alimentan en un reducido número de especies, usualmente aquellas estrechamente emparentadas con el cultivo afectado por la plaga. Ciertos insectos plaga, pasan parte de su desarrollo en las arvenses, las cuales ocupan como huéspedes primarios, y migran a los cultivos en etapas adultas, cuando la colonia está estable Más de 70 familias de artrópodos que afectan a cultivos tienen asociación primaria con malezas (López, 2012).

Anteriormente en la huerta de estudio, se realizó una investigación para conocer la dinámica poblacional de la comunidad de arvenses, en donde se elaboró primeramente un inventario de las especies presentes, excluyendo a los pastos. López (2012) determinó que en la huerta existen 47 especies y dos géneros incluidas en 22 familias de las cuales Asteraceae fue la mejor representada con 12 especies, seguida de Euphorbiaceae con 6 especies.

Esta información fue recabada en diferentes parcelas, así que la diversidad de las arvenses presentes en cada huerta varió en función del manejo y de la fecha de muestreo, presentándose la mayor diversidad en las huertas y en la época donde el uso de herbicida fue reducido o nulo (López, 2012).

López (2012) menciona que la fluctuación de las poblaciones de depredadores fue similar a la de las poblaciones de *Diaphorina citri*, lo cual se atribuye a la dependencia que tienen los primeros a la densidad del psílido.

Los depredadores colectados fueron *Cycloneda sanguinea*, *Azya* sp. *Scymnus* sp, *Curinus* sp, y *Brachiacantha* sp, (Coleoptera: Coccinellidae) y algunos ejemplares de Chrysopidae. *Scymnus* sp fue el depredador más abundante seguido de *Cycloneda sanguinea.* El parasitoide *Tamarixia radiata* presentó poblaciones bajas como resultado de la baja densidad de estados inmaduros de *Diaphorina citri* (López, 2012).

La alta diversidad de arvenses en algunas huertas coincidió con densidades altas de depredadores, lo cual puede deberse a que los depredadores obtuvieron recursos alimenticios alternos de las arvenses. La presencia de arvenses en las huertas de naranja no beneficia a *Diaphorina citri,* ya que ninguna especie arvense está registrada como su hospedante, por el contrario, dichas especies proporcionan recursos alternativos a los entomófagos que se alimentan del psílido, por lo cual, es factible incorporarlas a los programas de manejo ecológico de *Diaphorina citri* (López, 2012), (ver figura 9 y 10).

Figura 9. Adulto de *Diaphorina citri* y ninfas en un brote tierno.

Figura 10. Lepidóptero (primero izquierda), Sírfido (segundo izquierda) en *Melampodium bipinnatifidum* y *Cycloneda sanguinea* sobre *Parthenium bipinnatifidum* (derecha).

4.4.4.3. Mosca de la fruta (*Anastrepha ludens* Loew)

Una característica de estos insectos es su alta capacidad de dispersión y de adaptabilidad a diversos medios. Las hembras adultas insertan los huevecillos por debajo de la cascara de los frutos próximos a madurar o ya maduros. Entre 2 y 4 días más tarde, las larvas recién eclosionadas empiezan a alimentarse de la pulpa del fruto. La duración del periodo larval es de 15 a 18 días.

Para que la larva se convierta en pupa, esta sale del fruto y la mayoría de las veces se entierra en el suelo, hecho que generalmente coincide con la caída del fruto. La mosca recién emergida es blanda y húmeda, por lo que busca refugio entre las hojas y ramas secas caídas, en donde permanece inmóvil, secándose (González, 2008).

Una vez seca, la mosca se activa y vuela a un árbol donde busca alimento que encuentra en los frutos maduros. El apareo entre estas estas moscas ocurre de 6 a 12 días después de la emergencia, al atardecer. La oviposicion se realiza de 3 a 6 días después del apareo. Una sola hembra puede ovipositar hasta 400 huevecillos durante toda su vida. La longevidad de los adultos es de 2 a 4 meses. La trampa más utilizada para capturar adultos de moscas de la fruta del genero *Anastrepha* es la tipo McPhail, que consiste en un recipiente de vidrio con una invaginación en la

parte inferior que deja entrar a la mosca pero no le permite salir (González, 2008).

El manejo de la mosca de la fruta se realiza por medio de la colocación de trampas McPhail (ver figura 11). En un extremo de la huerta de estudio existen 200 árboles de toronja (*Citrus paradisi* Macf.), y es en estos árboles donde se colocan las trampas a ¾ partes del árbol de lado sureste, porque a partir del mes de agosto la toronja empieza a madurar y empieza la presencia de la mosca.

Se cuentan con 8 trampas y a cada una se le agrega 250 mg de melaza con 250 ml de agua. Cada 10 días se revisan las trampas para ver el número de moscas por trampa y para cambiar el atrayente ya que por las altas temperaturas se llega a secar y ya no atrae por la pérdida de olor. Así también cada 10 días, toda la toronja caída se pica en forma de cruz con un machete (ver figura 12), para así romper el ciclo biológico de la larva que está adentro de la fruta y al picarla se muere porque afectamos las condiciones que son favorables para su desarrollo. Con estos dos métodos se previene la fruta de la naranja valencia tardía que llega a madurar en febrero-marzo.

Figura 11. Trampa McPhail.

Figura 12. Frutos de toronja (parte superior izquierda), picado (parte superior derecha), picado en 4 partes (parte inferior izquierda) y larva de la mosca de la fruta (parte inferior derecha).

4.4.4.4. Hormiga arriera (*Atta cephalotes*)

Las hormigas arrieras cortadoras de hojas, son una de las plagas económicamente más perjudiciales en la agricultura, consideradas entre las más importantes, las cuales para su control han presentado grandes complicaciones, principalmente por el comportamiento alimenticio nocturno del adulto, su adaptación a diferentes ecosistemas, la compleja composición social y la ineficacia de los insecticidas químicos, los cuales se han limitado debido a su contaminación ambiental y baja especificidad. Por esto, es necesario el desarrollo de nuevos métodos y productos para el control de la hormiga, tal como el uso de enemigos naturales, entre los que se encuentra el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Lemus *et al.*, 2008).

Es un hongo perteneciente a la familia *Moniliaceae*, que se caracteriza por presentar conidióforos libres y expuestos, lo que facilita la dispersión de las conidias y la infección de insectos sanos, prolongando la presencia del entomopatógeno en terreno (Lemus *et al.*, 2008).

El aspecto característico de *Metarhizium anisopliae* en adultos de *Atta cephalotes* es el desarrollo de hifas, la cual la rodean. La caracterización microscópica y macroscópica determinó que el hongo que ataca la hormiga presenta una textura polvorosa, topografía lisa, de micelio color verdoso, hifas septadas, conidias redondas y micelio hialino (Lemus *et al.*, 2008).

El hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* es capaz de infectar a la hormiga arriera en un periodo de 4 días, donde se ocasiona su muerte, lo cual permite la continuación de la investigación para el desarrollo de una formulación que pueda ser aplicada en campo (Lemus *et al.*, 2008).

El manejo de la hormiga arriera en la huerta consta de aplicaciones al 10%, es decir 1.5 lts del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* en 15 litros de agua. Se empieza aplicando alrededor del nido y sobre él, posteriormente se excava con una pala hasta encontrar hasta donde tienen sus huevecillos y el hongo cultivado (ver figura 13), las aplicaciones se hacen cada 20 días (ver figura 14).

Para llevar a cabo un manejo de cualquier plaga es necesario conocer su ciclo de vida, Vergara (2005) menciona que el apareamiento se da en la época de lluvias (septiembre-octubre), la metamorfosis completa en estado inmaduro tarda: huevo (25 días), larva (52 días), ninfa (14 días), en total son 91 días y en estado inmaduro duran de 4 a 7 meses. Algo que hay que considerar para tener un manejo más eficaz es la eliminación de la hormiga reina y del hongo que cultivan el cual sirve de alimento para las hormigas (Vergara, 2005).

Figura 13. Nido (parte superior izquierda), respiradero del nido (parte superior derecha), excavación de un nido (parte inferior izquierdo), huevecillos y el hongo cultivado (parte inferior derecho).

Figura 14. Hormiga arriera (*Atta cephalotes),* infectada por el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae.*

4.4.4.5. Tuza (*Geomys tropicalis*)

El frijol ayocote *(Phaseolus coccineus* L.) es una leguminosa nativa de México con gran potencial de uso y aprovechamiento con fines alimenticios para la población humana mediante el uso de su follaje, flores, vainas y semillas (CONABIO, 2014).

Las tuzas son un problema en la región, es por eso que es de vital importancia su manejo. Para eso primero se debe conocer sus características por ejemplo: los machos siempre son más grandes que las hembras, poseen pelo marrón u otro color con el color del suelo en el que viven, presenta grandes mejillas como bolsitas (abazones) donde transportan comida, tienen pequeños ojos y una corta y peluda cola que utiliza para sentir los túneles cuando camina hacia atrás. El problema está en que cavan madrigueras en la cual pasaran casi la mitad de su vida, alimentándose de raíces, en este caso del naranjo. Su presencia se nota por la aparición de montículos de tierra fresca de casi 20 cm de diámetro en el terreno (ver figura 15), (UC Davis, 2014).

El manejo consiste en la siembra cerca del nido de varias matas de 3 semillas cada una de frijol ayocote (ver figura 15 y 16), el cual en la raíz produce unos nódulos que contienen ácido cianogenico que son tóxicos para la tuza.

Figura 15. Frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.).

Figura 16. Nido de tuza (*Geomys tropicalis*).

4.4.4.6. Prácticas para el manejo ecológico de enfermedades

Las condiciones calido-humedas que prevalecen en la región Golfo Centro favorecen el desarrollo de muchas enfermedades en los cítricos. Los daños ocasionados por ellas pueden ser: disminución del rendimiento, reducción de la calidad de la fruta e inclusive muerte del árbol. Si bien el manejo ecológico del naranjal es un elemento clave para las enfermedades, no todos los factores se pueden controlar a través de ello. Es por ello que se requieren aplicar medidas específicas dentro de las normas de producción orgánica. Cabe aclarar que el éxito en el manejo de enfermedades y plagas requiere de un proceso de aprendizaje continuo donde el intercambio de experiencias y la propia experimentación son claves. Las principales enfermedades se describen a continuación:

4.4.4.6.1. Hongo letal o Cáncer basal (*Ustulina deusta*)

En la región de Papantla uno de los principales problemas es el hongo letal (*Ustulina deusta*, *Kretzschamaria deusta*). Se caracteriza por un cáncer o estroma muy consistente al tacto, ubicándose en la base del tronco, con una coloración blanquecina en un principio, después se torna gris y por ultimo toma un color negro. El tamaño de estos estromas puede variar (ver figura 17). El hongo se mantiene activo durante nueve meses (junio-febrero). Hasta la fecha no se han reportado curas a esta enfermedad (APS, 2014).

Con la finalidad de poder encontrar soluciones, Ruiz (2003), menciona que la agrohomeopatía es un conocimiento científico nuevo que recupera el aporte histórico hecho por el Dr. Samuel Cristiano Federico Hahnemann quien en 1796 logra descubrir a la homeopatía y le dio un método de preparación. Este método incide en los procesos biológicos de la planta para acelerar o detener su crecimiento y por otro lado puede contribuir al control natural de plagas y enfermedades, fomentando con esto de manera directa en un incremento de la producción.

La agrohomeopatia se basa en los principios de la homeopatía al hacer suyos: la ley de la similitud (el similia, similibus curentur) o sea que el similar se cura con el similar el remedio único y la dosis mínima dinamizada (Ruiz, 2003).

De ésta manera la agrohomeopatía tiene algunas ventajas, por ejemplo el costo de preparación de las sustancias homeopáticas es barato, además el método de preparación, posibilita que el grado de toxicidad sea nulo en la medida que se preparan las sustancias sobre todo a dosis mayores a la doceava centesimal y que según Avogadro, citado por Ruiz (2003) desaparece el soluto utilizado, por ejemplo, al preparar una dinamización a la sexta centesimal, tendríamos una billonésima parte de la sustancia inicial. Es así que este método ofrece la alternativa de no depender del mercado de agroquímicos, lo que posibilita cierta independencia tecnológica (Ruiz, 2003).

La agrohomeopatía es versátil ya que puede adaptarse a la agricultura tradicional orgánica, ecológica, agroecológica e incluso a la moderna posibilitando en todos los casos alimentos sanos (Ruiz, 2003).

Una investigación realizada por K. K. Khanna y A. Chandra (1976), citado por Ruiz (2003) muestran los efectos de algunas sustancias homeopáticas en la germinación de esporas de cuatro aislamientos de *Alternaria Alternata* logrando su inhibición permanente con sustancias homeopáticas a la 200 centesimal.

La forma más útil, sencilla, accesible, directa, inocua y moderna de incidir sobre una enfermedad o una plaga son los agronosodes, que son preparados infinitesimales de una planta o animal enfermo. Los agronosodes son la elaboración de un preparado de una plaga o de una planta dañada por una enfermedad. Siendo esta la metodología de uso para la preparación homeopática de las enfermedades en el naranjal.

Para el caso del Hongo letal *Ustulina deusta* se procedió con la siguiente preparación:

- Se tomaron muestras del estroma del hongo letal aproximadamente 150 gramos.
- La preparación se llevó a cabo en el laboratorio de homeopatía de la Universidad Autónoma Chapingo a cargo del Dr. Felipe de Jesús Ruiz Espinoza.
- Se inició con la preparación de una tintura madre, iniciando con moler parte de la planta infestada con azúcar en un mortero más alcohol, en cantidades iguales hasta dejar completamente pulverizado (Ruiz, 2003).
- Posteriormente, se procedió con la elaboración de dinamizaciones homeopáticas (escala centesimal), hasta la 200 CH (Ruiz, 2003).
- Las aplicaciones de las dinamizaciones fueron aplicados a 35 árboles enfermos a la 10 CH, 60CH, 200CH, cada 15 días sobre el estroma del hongo que se encuentra en la base del tronco, con una dosis de 1 gota de la dinamización para 1 litro de agua succionada. Esto se aplicó en una mochila aspersora de 15 litros de agua limpia, por cuatro veces, es decir, una gota para un litro y este para 60 litros de agua. En aspersión se aplica a todo el tronco y sobre el hongo en el cuello del árbol. Una gota se agrega a un litro de agua y se agita durante 2 minutos, es 1 litro para 60 litros de agua.

Se han tenido resultados en los que se ha observado que la dinamización a la 60 CH cada 15 días provoca una reacción de cambio de color del estroma al momento de la aplicación al hongo (ver figura 18), pero debido a la presencia de lluvias nuevamente brotaron por lo que se redujo a 8 días, observando también un cambio de color y el desprendimiento del estroma. Pero debido a la forma reproductiva asexual y sexual del hongo y condiciones ambientales favorables como la humedad y temperatura, permite que se disemine rápidamente, lo que lo hace permanecer activo durante nueve meses (junio-febrero). Para poder reducir aún más la infestación de hongos se apoyó en el uso de nylon cubriendo la parte baja de los tallos con la finalidad de que no se humedeciera el estroma del hongo durante las lluvias, sin embargo brotaron de nuevo.

En la huerta de estudio se tienen arboles injertados con patrón tolerantes (carrizo) y patrón agrio o cucho (ver figura 19), en donde se ha observado que el que mejor responde a la resistencia del hongo es el agrio, debido a que de los 35 árboles enfermos 25 son de patrón tolerante y 10 son de patrón agrio.

A través de la experiencia en campo mediante la observación, se ha determinado que aunque el árbol muere el hongo permanece en el suelo, esto se demuestra cuando se siembra un árbol en el mismo lugar donde estaba el otro porque a los 4 años muere; mientras que si se siembra a un metro, el árbol sobrevive hasta los 8 años y si se siembra a 2 metros el árbol llega a morir hasta los 15 años.

Figura 17. Estroma del Hongo letal (*Ustulina deusta*).

Figura 18. Cambio de color del estroma al momento de la aplicación de gota homeopática.

Figura 19. Árbol enfermo afectado en su producción.

4.4.4.6.2. Gomosis (*Phythophtora parasítica*)

Una de las principales enfermedades es la Gomosis causado por el hongo *Phythophtora parasítica*, la cual se observa en la raíz, tronco y parte aérea de los árboles, en ataques severos, el follaje toma un aspecto clorótico y ocurre una intensa defoliación, así como un secado de las ramas. Se presenta una coloración oscura y exudación de goma. La mayor actividad del hongo, ocurre durante el temporal de lluvias de junio a octubre y con la presencia de los nortes de diciembre a febrero (Campbell (1979), citado por Curtí-Díaz, 1998).

El manejo de esta enfermedad se está llevando a cabo también mediante la Agrohomeopatia, en donde el procedimiento es el mismo que se hizo para el hongo letal, en este caso se colectó 150 gramos de exudados de goma que normalmente se encuentra en tallos y ramas (ver figura 20), se hace el agronosode a la 60 CH y se asperja a todo el tronco y en donde se aprecie los exudados de goma (ver figura 21).

Figura 20. Árbol con Gomosis (*Phythophtora parasítica).*

Figura 21. Tronco curado con agrohomeopatia.

4.4.4.6.3. Antracnosis (*Colletotrichum acutatum)*

La antracnosis es una enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum acutatum* Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen como manchas acuosas en los botones y flores recién abiertas, ya que son los pétalos el tejido susceptible al hongo. Los frutos pequeños se amarillean en su base poco antes de desprenderse, quedando adherida a la rama del disco basal, cáliz y pedúnculo, que en conjunto se conocen como “tachuela”, la cual normalmente se desprende junto con los frutos sanos que no logran amarrar o cuajar (Timmer *et al.,* (1994), citado por Curtí-Díaz (1998). La incidencia de la enfermedad es mayor cuando se presentan los nortes húmedos (noviembre a marzo) durante la floración principal y amarre de fruto.

Esta enfermedad se está controlando con una mezcla sulfocalcica que contiene 2 kg de azufre, 1 kg de cal y 10 litros de agua (Gómez y Rodríguez, 2013). Se coloca a hervir los 10 litros de agua en un recipiente, al estar hirviendo poner la cal y azufre poco a poco (previamente mezclados en seco) y revolver hasta que el preparado cambie a un color rojo vino (más o menos 45 minutos). Aplicar 2 litros de esta mezcla en 200 litros de agua (ver figura 22). Se aplica cuando hay caída de fruta (ver figura 23) durante los meses de noviembre a marzo con dos aplicaciones.

Figura 22. Fruta caída.

Figura 23. Aplicación de mezcla sulfocálcica.

4.4.4.7. Reserva ecológica

Se cuenta con dos reservas ecológicas que en total suman más de 4 ha es decir 20% de la huerta, éstas se encuentras en partes bajas a 5 metros por arriba del nivel del río Tecolutla susceptibles a inundaciones. Originalmente, la certificadora IMO-Control exigía tal reserva, pero ante lo reducido de las superficies de los productores de la región y la imposibilidad de muchos productores de dejar una parte de su superficie en descanso, este requisito fue eliminado. No obstante, en el caso del naranjal en cuestión se ha mantenido esta reserva porque sirve de protección ante las inundaciones y guarda una gran cantidad de flora y fauna nativa. Además, son un reservorio invaluable de insectos, hongos y bacterias benéficos para el manejo ecológico de plagas y enfermedades.

4.4.4.8. Biodiversidad a través de la conservación de arvenses

Por biodiversidad se conoce al conjunto de plantas, animales y microorganismos que viven e interaccionan en un ecosistema (Cirujeda, 2010).

El concepto de arvense significa aquella vegetación asociada a cultivos o prados artificiales y que compite con la vegetación sostenida por el hombre (Font Quer (2000), citado por López (2012).

La diferencia básica entre la definición de arvense y maleza es que la primera se refiere exclusivamente a la vegetación natural que crece asociada a cultivos, mientras que la segunda se refiere de forma general a las plantas que resultan nocivas para los intereses humanos (López, 2012).

Las especies arvenses tienen gran importancia económica desde muchos puntos de vista, debido a que algunas son perjudiciales y/o útiles al hombre y además son integrantes del ecosistema antropógeno. Son perjudiciales al hombre porque compiten con los cultivos, pueden causar daño a la ganadería y a la salud humana. Son útiles porque algunas se consumen como alimento, otras se usan como remedio, protegen al suelo (Villegas 1979, citado por López 2012).

Las arvenses son huéspedes importantes de insectos y patógenos en los agroecosistemas. Diversas plagas comunes viven en las arvenses durante ciertas etapas de su desarrollo o hasta que el cultivo se encuentra disponible, algunos de estos insectos atacan diferentes tipos de arvenses y otros se alimentan en un reducido número de especies, usualmente aquellas estrechamente emparentadas con el cultivo afectado por la plaga (Muenscher 1955, citado por López 2012).

Los sistemas de cultivo se han intensificado enormemente en los últimos 50 años, debido al conjunto de medidas (laboreo, herbicidas, desbrozados y otras prácticas culturales) las cuales han provocado que algunas especies no hayan sido capaces de adaptarse, mientras que otras se han visto favorecidas (Cirujeda, 2010).

En la huerta se deja que otras arvenses como los de hoja ancha produzcan semilla para su reproducción, aclarando que solo se dejan en medio de las calles, por la cuestión de la competencia de nutrientes disponibles en el suelo con el cultivo y ya posteriormente se eliminan. De esta manera se tiene tanto una biodiversidad de arvenses (ver figura 24) como de un equilibrio entre los insectos plaga y sus enemigos naturales.

Figura 24. Biodiversidad de especies de arvenses en huerta de naranja.

López (2012), realizó una investigación en la huerta de estudio, en donde identificó y determino a 47 especies y dos géneros incluidas en 22 familias, de las cuales Asteraceae fue la mejor representada con 12 especies, seguida de Euphorbiaceae con seis especies, mediante uno de los métodos más sencillos para medir la biodiversidad que es contar el número de especies de arvenses presentes en un campo. Cabe aclarar que el estudio realizado solo identificó esas especies debido a la época, ya que las plantas no presentaban todas sus estructuras para ser identificadas correctamente, pero en cursos-talleres que se dan en la huerta a alumnos de la Universidad Autónoma Chapingo, se han colectado más de 120 especies de arvenses. A continuación se presentan las especies identificadas por López, 2012 (ver cuadro 25).

Cuadro 25. Especies de arvenses asociadas al cultivo de cítricos en Papantla, Veracruz. México

Familia	**Nombre científico**
Acanthaceae	*Ruellia nudiflora* (Engelm. & A. Gray) Urban
Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus* L. *Amaranthus spinosus* L.
Apiaceae	*Coriandrum sativum* L. *Spananthe paniculata* Jacq.
Asteraceae	*Ambrosia psilostachya DC. Bidens odorata* Cav. *Conyza canadensis* (L.) Cronq. *Conyza laevigata* (Rich.) Pruski *Eclipta prostrata* (L.) L. *Lagascea mollis* Cav. *Melampodium divaricatum* (Rich.) DC. *Parthenium bipinnatifidum* (Ortega) Rollins. *Sclerocarpus uniserialis* (Hook.) Benth. & Hook. f. ex Hemsl. *Simsia eurylepis* S. F. Blak. *Spilanthes oppositifolia* (Lam.) D'Arcy. *Youngia japonica* (L.) DC.
Begoniaceae	*Begonia wallichiana* Lehm.
Boraginaceae	*Heliotropium angiospermum* Murray *Heliotropium procumbens* Mill.
Brassicaceae	*Rorippa indica* (L.) L.H. Bailey
Campanulaceae	*Lobelia diastatoides* Mc Vaugh
Caryophyllaceae	*Stellaria cuspidata* Willd. ex Schltdl.
Cucurbitácea	*Cucumis melo* subsp. *agrestis* (Naudin) Pangalo

Continuación Cuadro 25. Especies de arvenses asociadas al cultivo de cítricos en Papantla, Veracruz. México

Euphorbiaceae	*Acalypha alopecuroides* Jacq. *Acalypha setosa* A. Rich. *Astraea lobata* (L.) Klotzsch. *Euphorbia heterophylla L. Euphorbia hirta* L. *Euphorbia hyssopifolia L.*
Hydrophyllaceae	*Nama jamaicensis L*
Lamiaceae	*Hyptis* aff. *mutabilis (*Rich.) Briq.
	Leonotis nepetaefolia (L.) R. Br.
	Teucrium vesicarium Mill.
Malvaceae	*Sida acuta* Burm. F.
Oxalidaceae	*Oxalis latifolia* Kunth
Phytolaccaceae	*Rivina humilis L.*
Piperaceae	*Peperomia* sp.
Primulaceae	*Samolus parviflorus* Raf.
Rubiaceae	*Hamelia patens* Jacq.
	Mitracarpus hirtus (L.) DC. *Spermacoce* aff. *confusa* Rendle
Solanácea	*Physalis cinerascens* (Dunal) Hitchc.
	Solanum americanum Mill.
Urticaceae	*Pilea* aff. *hyalina* Fenzl
	Pilea microphylla (L.) Liebm.
Valerianaceae	*Valeriana* sp.
Verbenaceae	*Lippia queretarensis* Kunth
	Priva lappulacea (L.) Pers.

Fuente: López, 2012.

4.4.5. Otras prácticas para manejo general de la huerta

El tratamiento general consiste en prácticas que se aplican a todo el naranjal. La limpia y poda son las principales prácticas que se realizan para llegar a obtener buenos rendimientos.

4.4.5.1. Elección del Portainjerto

La elección del Portainjerto es una labor de gran importancia ya que dependerá de la vida productiva de nuestro cultivo, en este caso se maneja el patrón agrio (*Citrus aurantum* L.), pero se injertan yemas de naranja valencia tardía con patrón tolerante. La huerta tiene plantas de naranja valencia tardía con patrón de naranja agria, también llamado cucho y tolerante (Carrizo). Así también se cuenta con naranja temprana variedad Marrs, se sembró con patrón tolerante de Carrizo y C35.

En 2014 la experiencia indica que se obtiene buena producción de las plantas tolerantes, pero con el manejo de eco-intensificación se obtienen calidades y rendimientos comparables con árboles sembrados sobre patrón criollo. Es más, por las frecuentes inundaciones (7 en 2013 en total) se han notado debilidades de los árboles tolerantes al no poder mantener las frutas y desprenderlas, así que ya no son de calidad comercial. Los patrones agrios en comparación soportan mucho mejor las inundaciones y el exceso de humedad. Es por ello que se decidió regresar al patrón tradicional de la zona.

Esta resistencia que se llega a presentar en estos árboles con patrón cucho es porque presentan resiliencia, debido al manejo agroecológico que se les ha venido dando. A pesar de que el patrón tolerante es más precoz, la fruta es de mayor calidad, el color, un tamaño más grande, pero con el manejo con patrón cucho se puede llegar a tener esa calidad de fruta. Es así que se está cambiando el patrón tolerante por el patrón cucho el cual está siendo injertado con yema de patrón tolerante.

4.4.5.2. Conservación de yema

Se procura cuidar y reproducir el material genético existente en la huerta. Una actividad que resalta es el cuidado de material genético de los años 60, utilizando en los injertos actuales material de antes de 1962. Estas yemas han resultado no solamente de buena calidad en la producción sino también son especialmente resistentes frente a plagas y enfermedades.

4.4.5.3. El sistema de plantación

Es importante porque la densidad de la plantación es el punto de partida para el manejo, además influye en forma decisiva sobre los rendimientos. En el naranjal ejemplo se encuentran diferentes densidades de población de árboles, que reflejan también un avance en el entendimiento de las posibilidades de producción. Así se tienen diferentes sistemas de plantación, por ejemplo:

- Marco real de 8m x 8m con densidades de 156 árboles/ha.
- Tresbolillo de 8m x 8m un árbol en medio con densidades de 300 árboles/ha. Actualmente, aquí se obtiene el mayor rendimiento de 60 t/ha. Se recomienda esta forma de siembra para tierras de vega y para productores que tienen 1 o 2 hectáreas, porque esa forma de siembra ya no permite el trabajo con tractor.
- Otra forma de siembra más reciente es 8m x 4m alcanzando 300 árboles por hectárea. De esta forma se pretende tener cerrado el espacio entre árboles y un área amplia entre las calles para que pueda pasar el tractor. Este sistema de plantación es para productores que tienen más de 5 hectareas.

4.4.5.4. Módulo de reproducción artesanal de microorganismos

a) Reproducción de cepas de microorganismos benéficos

La reproducción artesanal de cepas de microrganismos es un método sencillo y barato. Lo primero que se debe de hacer es conseguir la cepa del microorganismo con un laboratorio certificado, para después reproducirlos de manera artesanal de la siguiente manera:

Materiales:

- Cuarto o lugar de reproducción oscuro.
- Garrafas de 50 lts.
- 20-25 litros de agua sin cloro
- 1 litro de microrganismos de la cepa a reproducir
- 1 kg de Melaza
- 1 kg de Almidón (maíz molido, maseca, arroz).
- 1 litro de Leche o suero
- 1 litro de Microorganismos del rumen

Procedimiento: Cabe de mencionar que se tiene que tener en una garrafa un solo microorganismo. En las garrafas se depositan 25 litros de agua sin cloro, después se agrega la cepa del microrganismo, posteriormente se le agrega un litro de leche o suero, un kg de melaza, un kg de maíz molido o maseca y un litro de microorganismos del rumen (los cuales se reproducen de la misma manera).

En 21 días estos microorganismos están listos para ser utilizados, pero en el módulo se implementando el uso de reactores para acelerar su reproducción y en vez de 21 días se reproducen en 5 días (Noriega, 2012).

b) Reproducción de microorganismos efectivos

El uso de la tecnología de microorganismos para la agricultura fue desarrollada en los años 80 por un japonés, el Dr. Teruo Higa y fue ganando popularidad a través de los productos comerciales elaborados en laboratorios y conocidos como EM (Microorganismos efectivos) (Mau, 2006). Por otro lado, se desarrolló una tecnología casera fácil de implementar y de bajo costo para reproducir los microorganismos que viven naturalmente en nuestros bosques. Estos microorganismos son llamados comúnmente “Microorganismos de Montaña” o MM (Paniagua, 2009).

Preocupados por utilizar los recursos que se tienen disponibles, se empezó también a reproducir Microorganismos de Montaña (MM), nativos del lugar a los que denominamos “Consorcio”. Los microorganismos de montaña son: hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos benéficos. Los cuales viven y se encuentran en el suelo de montañas, bosques, lugares sombreados y sitios donde en los últimos 3 años no se han utilizado agroquímicos (Paniagua, 2009).

Estos microorganismos habitan y se desarrollan en un ambiente natural. En el suelo se reconocen fácilmente por la formación de micelios blancos debajo de la hojarasca. Para asegurar mayor efectividad de los microorganismos en el suelo es recomendable que se tomen de la zona cercana al sitio donde se van a utilizar; ya que están adaptados al tipo de materia orgánica, temperatura, humedad y otras condiciones del clima. Para recolectar los microorganismos de montaña de los lugares seleccionados, se aparta la capa de hojas de la superficie, luego debajo de esta se toma la hojarasca en descomposición, que contiene los microorganismos, y luego la colocamos dentro de bolsas o sacos. Luego de haber recolectado los microorganismos de montaña (MM) se procede a la reproducción, en medio sólido y posteriormente en medio líquido (Paniagua, 2009).

Reproducción en fase solida: Materiales: Tambor de 200 litros, 10 kg de tierra de montaña, 10 kg de harina de maíz, 10 lts de leche o suero, 10 kg de melaza, Agua suficiente (Paniagua, 2009).

Procedimiento: En un piso limpio de cemento, se mezcla bien la tierra de montaña la cual contiene a los microorganismos con el maíz. Se moja la mezcla con el agua de melaza removiendo constantemente hasta que la mezcla llegue al punto de la prueba del puño (ni muy aguado ni tampoco debe desmoronarse). Se coloca la mezcla en el tambor, apisonando bien hasta llenarlo (Paniagua, 2009).

La finalidad de apisonar la mezcla es sacar todo el aire del recipiente, pues de esa manera se crean las condiciones para la reproducción de los MM (reproducción anaeróbica). Cerrar herméticamente y dejar fermentar bajo sombra. Después de 30 a 35 días, se puede activar en fase líquida (Paniagua, 2009).

Reproducción en fase liquida: Materiales: Tambor de 200 litros con tapa hermética, 1 galón de melaza, 4 kg de microorganismos de montaña sólido, Un costal limpio (se usara como colador), 100 litros de agua sin cloro (pozo, manantial o lluvia) (Paniagua, 2009).

Procedimiento: Se depositan los 100 litros de agua y el galón de melaza al tambor. Se pone el costal sobre el tambor para que sirva de colador y se agrega los microorganismos de montaña sólidos. Se debe mantener el recipiente bajo sombra. A los 4 días se desarrollan hongos, a los 8 días las bacterias y a los 15-25 días las levaduras. El agua irá tomando un color café y un olor a fermentado (Paniagua, 2009).

El origen de los microorganismos para su aplicación en el naranjal ha cambiado radicalmente desde su compra comercial hace algunos años de laboratorios especializados ($100 para 250 ml), a la adquisición en el módulo del CIIDRI de Chapingo hasta la propia reproducción en un módulo artesanal en el rancho en San Pablo, Papantla, Veracruz. Esto ha permitido bajar los costos de producción, así como ha motivado hacer diferentes experimentos para encontrar nuevos y mejores usos.

Actualmente estamos reproduciendo 23 cepas de microorganismos: *Azotobacter spp, Bacillus subtilis, Bacillus thurigiensis, Paecilomyces fumorosus, Beauveria bassiana, Lecanicillum lecani, Trichoderma harzianum* y *viridae, Trichoderma II, Micorrizas arbusculares, Azospirillum spp, Metarhizium anisopliae, Rhizobium spp, Bacillus megaterium, Heterhorabditis bacteriophora,* dos especies más de *Metarhizium,* y microorganismos del Rumen*)* y 5 tipos de Microorganismos de Montaña o también llamados "Consorcios" (Montaña de Loxicha, Montaña de Geño, consorcio San Pablo, consorcio Tabasco cero, consorcio Tabasco 1 y un complejo de las 22 cepas.

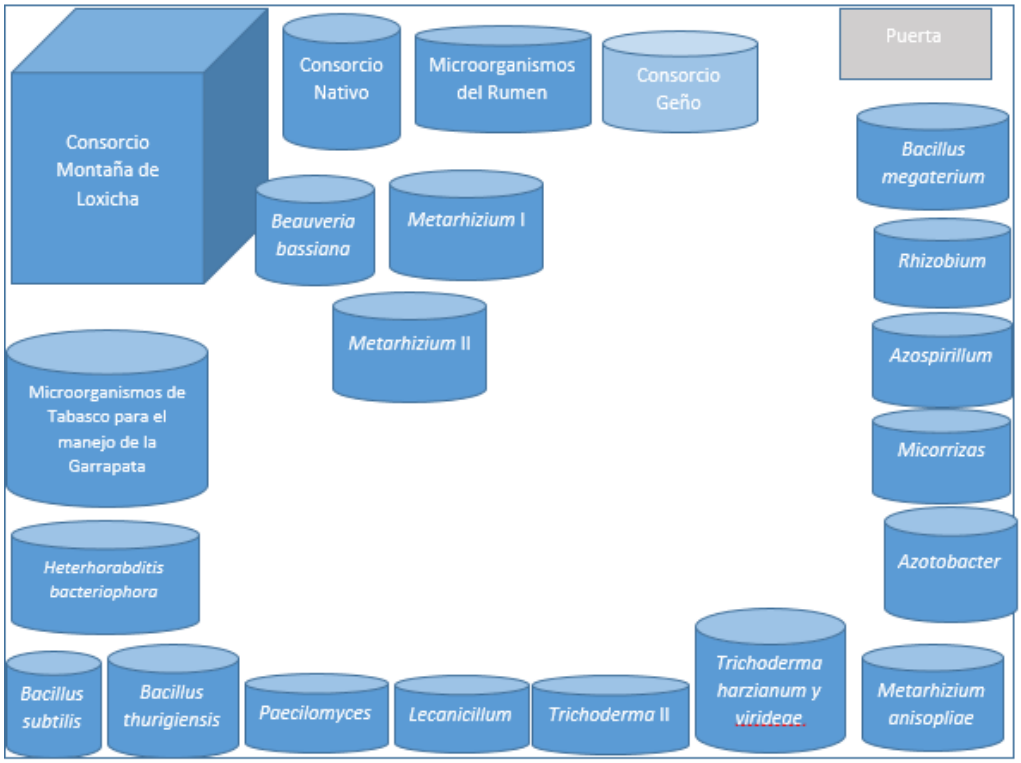

Figura 25. Esquema general del módulo de reproducción de microorganismos benéficos.

4.4.5.5. Manejo de la humedad

El mantener la humedad en la huerta cada vez es más difícil, debido al cambio climático que ha venido causando una prolongación de los períodos de sequía durante la primera mitad del año en la zona y asevera también la fase de sequía durante el verano, llamada “canícula”.

Ante esta situación es indicado tomar medidas que ayuden a los arboles a soportar este estrés. Una práctica relacionada es el mulch que consiste en acumular arvenses cortados por la limpia y de otros residuos como hojas de plátano etc., los cuales se colocan debajo de la copa del árbol, alrededor del tronco, para guardar la humedad. Se realiza en árboles enfermos y resiembras durante los meses de sequía (marzo-mayo) y durante el periodo de canícula (agosto). Cada semana se revisa el tipo de mulch para observar si todavía está guardando humedad.

4.4.5.6. Barreras vivas

Las barreras vivas son utilizadas para la delimitación de la huerta. En particular se usa una especie llamada Cocuite (*Gliricidia sepium* Jacq. Steude), el cual es un árbol caducifolio, es decir, pierde las hojas en la época de floración que es a mediados de febrero y principios de marzo, su polinización es entomofiila llevada por abejorros. Es una especie de muy rápido crecimiento y presenta una gran capacidad para establecerse. Al ser leguminosa se presenta una asociación con nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces. Su hoja se descompone muy rápido en el suelo y no se ve una acumulación de hojarasca bajo el árbol. El árbol suprime el crecimiento de las malezas bajo su sombra, esto se debe a la sombra moderadamente densa y también posiblemente a algún efecto tóxico de la hojarasca que pueda presentar un carácter alelopático debido a la presencia de varios flavonoides (CONABIO, 2014). Debido a esta facilidad de establecimiento y manejo es que se busca para cerca, lindero, postes o barreras. Se siembra por medio de estacas o varas en los meses de febrero a marzo por que enraíza muy rápido en esta época. Cada vareta se establece cada 20 cm de distancia.

4.4.6. Tratamiento especial para árboles enfermos, recién plantados, de tres años y árboles con poda de rejuvenecimiento.

El tratamiento especial se da a los árboles enfermos (ver figura 26y 27), recién plantados, árboles con poda de rejuvenecimiento y árboles menores de tres años. Consiste en aplicar prácticas específicas que ayudaran a estos árboles a tener un buen desarrollo. Cabe mencionar que también se le da el tratamiento general, lo que hace la diferencia está en que son más las aplicaciones que se les hacen a estos árboles. Entre estas prácticas agroecológicas están:

- Aplicación de pasta bordelesa a base 1 kilogramo de cal y 100 gramos de sulfato de cobre en 10 litros de agua para manejo de gomosis (*Phythophtora parasítica)* (Gómez y Rodríguez, 2013).
- Agrohomeopatia para el manejo de gomosis (*Phythophtora parasítica*).
- Agrohomeopatia para el manejo de hongo letal (*Ustulina deusta*).
- Aplicación cada dos años de composta (20kg/árbol) y se tapa con arvenses recién cortados.
- El Acolchado se realiza con la finalidad de guardar humedad en época de sequía. Se utilizan arvenses. Riego de resiembras en época de sequía.
- Aplicación de 400 mililitros de foliar y 250 mililitros de 8 microorganismos (*Metarhizium anisopliae Trichoderma harzianum, Lecanicillum lecanii, Paelomyces fumorosus, Bacillus thurigiensis, Bacillus subtilis y Beauveria bassiana*), para control de plagas en aspersoras de 15 litros.

Figura 26. Árbol con un tratamiento especial.

Figura 27. Árbol con Mulch de arvenses.

4.4.7. Cosecha

En las condiciones climáticas de Veracruz, la naranja Valencia requiere alrededor de 11 meses a partir de la antesis (apertura floral), para alcanzar la madurez comercial indicada por una relación de sólidos/ácidos de 8.5/1. Los meses de enero y febrero son la mejor época de cosecha para rendimiento y calidad interna de la fruta para consumo en fresco. La fruta cosechada en diciembre es más acida y con menos volumen de jugo que la cosechada en febrero (Curtí, 1998).

Las cosechas tardías de abril y mayo rinden 25% menos de fruta que la cosechada en febrero e incrementan la alternancia de la producción; esto se debe a que la fruta madura de la temporada anterior compite por agua y alimentos con la floración y frutos pequeños de la presente temporada, disminuyendo así su rendimiento. Sin embargo, febrero-marzo es el periodo óptimo de cosecha para fines de la industria juguera, ya que la fruta rinde mayor cantidad de azucares por tonelada de fruta, tiene menor precio y responde en grados brix a las exigencias del mercado que tiene como destino la exportación. El precio de la fruta varia a través del año de acuerdo a la oferta y la demanda. Se estima que de diciembre a marzo se cosecha el 60% del volumen total producido en el año y es la fruta que alcanza el menor precio; mientras la fruta obtenida en el periodo de mayo-agosto vale dos o tres veces más. Generalmente, los productores que solo cuentan con su huerta como soporte económico, cosechan temprano y los productores grandes tienen la oportunidad de cosechar a fines de temporada cuando el precio es mejor (Curtí, 1998).

La cosecha de la naranja en la huerta se realizó de mediados de febrero a mediados de marzo, en donde se pudo observar que la fruta todavía seguía creciendo, debido a que se realizaron aplicaciones del foliar. La caída de fruta ocasionada por madurez comercial o por la antracnosis se evitó debido a la aplicación de mezcla sulfocalcica. Se presenta una mejor calidad de la fruta en aspectos como una consistencia firme, un tamaño grande de la fruta, un color más amarillo, esta menos manchada y se aumentan los racimos de naranjas.

Además, como esta fruta es para juguera, la que está recién caída y en buen estado se cosecha con la demás fruta. Todos estos aspectos se vieron reflejados en el registro de la báscula ya que se obtuvo un mayor peso.

4.4.8. Comercialización

La comercialización se realiza en la zona a través de intermediarios. El grueso de los productores venden entre enero y marzo, cuando existe el pico de la cosecha y es cuando se mantiene el precio relativamente bajo, los precios altos son al final de la cosecha, cuando la producción regional es menor del 20%, hay caída de fruta, daño por aves, menor peso y se ha llegado a un término de su ciclo. Los productores por necesidades económicas se ven obligados a vender antes o hasta pedir prestado a costo de la cosecha.

Gracias a este sistema de producción orgánico en la huerta se tiene un contrato con la industria juguera, en donde se recibirá el precio de la naranja más alto entre el 1 de enero y el 30 de marzo, más un sobreprecio del 30% del primer al tercer año en un proceso de conversión a orgánica y al cuarto año en adelante el 50% ya siendo una producción orgánica. La producción fue certificada por la agencia IMO-Control de Suiza (IMO-Control, 2014). En 2014 se cosechó de mediados de febrero a mediados de marzo y se vendió con un sobreprecio del 50%.

4.5. Comparación de los costos de producción orgánica y los costos de producción convencional

Los costos de producción y los ingresos son factores que influyen en la producción a tal grado que mientras mayor sea la relación de los ingresos sobre los costos, mayor será la rentabilidad. Se podría pensar que se tiene buena rentabilidad si el productor tiene: una alta producción por hectárea y bajos costos de producción por hectárea. Sin embargo, una alta producción por sí misma, no necesariamente será un mejor negocio si se tienen altos costos en los insumos (ver cuadro 26), por lo que es muy importante conocer el costo de producción por tonelada (ver cuadro 27). El tener bajos costos por hectárea tampoco resultarán en mayores ganancias si el volumen producido es pequeño. El mayor ingreso por tonelada resultará de la calidad lograda y de la capacidad del productor para comercializar su producto.

Cuadro 26. Costo de insumos para una hectárea de producción de naranja tardía convencional. Suelos planos de aluvión, 200 árboles por hectárea, Edad de la plantación 25 años.

No.	Insumo	Unidad	Cantidad /ha	Valor unitario	Dosis/planta o ha	Costo total/ha
	Limpia					
1	Herbicida (glifosato)	litro	3	$ 120.00	4 aplicaciones	$ 1,440.00
	Nutrición					
2	Urea	kg	400	$ 8.00	2 kg/planta	$ 3,200.00
3	17-17-17	kg	400	$ 10.00	2 kg/planta	$ 4,000.00
	Control de plagas y enfermedades					
5	Aliette	litro	1	$ 430.00	2 veces al año	$ 860.00
6	Curabien	litro	1	$ 100.00	1 vez al año	$ 100.00
7	Producción de caída de fruto	litro	2	$ 200.00	1 vez al año	$ 400.00
					Subtotal	**$ 10,000.00**

Fuente: Vicencio, 2014.

Cuadro 27. Costo de mano de obra para una hectárea de producción de naranja tardía convencional. Suelos planos de aluvión, 200 plantas por hectárea, Edad de la plantación 25 años

No.	Labor o actividad	Observaciones	No. de jornales	Costo de la labor
	Limpia			
1	Rastra	4 veces al año/ costo de la maquina 800	4	$ 3,200.00
2	Aplicación de herbicida	4 veces al año/ costo de jornal $ 120	8	$ 960.00
	Poda y limpieza			
3	Primera poda	1 vez al año	20	$ 2,400.00
4	Segunda poda	1 vez al año	4	$ 480.00
5	Desazolve	1 vez al año	4	$ 480.00
	Nutrición			
6	Aplicación de urea	1 vez al año	2	$ 240.00
7	Aplicación de 17-17-17	1 vez al año	2	$ 240.00
	Control de plagas y enfermedades			
9	Aplicación de Aliette	2 veces al año	2	$ 240.00
10	Aplicación de Curabien	1 vez al año	2	$ 240.00
11	Producto para evitar caída de fruto	1 vez al año	2	$ 240.00
12	Otras labores		3	$ 360.00
			Subtotal	**$ 9,080.00**

Subtotal (costos de insumos + costos de mano de obra)	**$ 19,080.00**

Costos de transaccion 12%	$ 2,289.60
Costo de interés 10 %	$ 1,908.00
Costos de administración 5%	$ 954.00
Total de costos/hectárea	**$ 24,231.60**

Rendimiento por hectárea	40 toneladas
Costo/tonelada (costos totales/rendimiento)	$ 605.79
*Precio de venta (por tonelada)	$ 1,000.00
Ingresos brutos/hectárea	$ 40,000.00
Utilidad/hectárea (ingresos – costos totales)	**$ 15,768.40**

*Precio en el árbol, el comerciante regional asume el corte y el arrastre. Pago en efectivo en subasta al peso del camión.

Fuente: Vicencio, 2014.

La Eco-intensificación es un proceso de innovación que hace uso intensivo e inteligente de las funcionalidades naturales que ofrecen los ecosistemas, es así que el uso de insumos alternativos a los de síntesis química es una opción viable tanto ecológica y económicamente como se muestra en el cuadro 28. Este proceso genera más mano de obra y con ello más costos de producción que se ve reflejada en una práctica como lo es la limpia. Pero el costo de esta práctica se compensa cuando se vende bajo una producción certificada como orgánica (ver cuadro 29).

En el proceso de innovación de Eco-intensificación el costo de producción por hectárea es de $ 22,326.00, con un rendimiento de 40 toneladas, con lo cual se tiene un costo por tonelada de $ 558.00, en comparación con el sistema de producción convencional en donde también obteniendo 40 toneladas por hectárea se tienen costos de producción de $ 24,000.00 aproximadamente con un costo por tonelada de $600.00. En los dos procesos de producción se obtienen 40 toneladas por hectárea, pero la Eco-intensificación de la producción reduce los costos de producción por hectárea y se tienen mayores ingresos al comercializar bajo una producción certificada como orgánica.

Cuadro 28. Costos de insumos para una hectárea de producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) con Eco-intensificación.

No.	Insumo	Unidad	Cantidad/ha	Valor unitario	Dosis/ planta o ha	Costo total/ha
	Nutrición					
1	*Composta	Toneladas	4	$ 1,500.00	20 kg/planta	$ 3,000.00
2	*Azotobacter* (microorganismos biológicos de laboratorio)	Litros	1	$ 100.00	dosis/ha	$ 100.00
3	Micorrizas (microorganismos biológicos de laboratorio)	Litros	1	$ 100.00	dosis/ha	$ 100.00
4	*Metarhizium* (microorganismos biológicos de laboratorio)	Litros	1	$ 100.00	dosis/ha	$ 100.00

*****se aplica cada dos años, pero se ajustó por año.

Continuación Cuadro 28. Costos de insumos para una hectárea de producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) con Eco-intensificación.

No.	Insumo	Unidad	Cantidad/ha	Valor unitario	Dosis/ planta o ha	Costo total/ha
5	*Trichoderma* (microorganismos biológicos de laboratorio)	Litros	1	$ 100.00	dosis/ha	$ 100.00
6	Foliar orgánico	Litros	5 aplicaciones	$ 75.00	1.5 l / ha	$ 375.00
7	Mezcla de polvo de rocas minerales	Toneladas	400	$ 1,800.00	2kg/planta	$ 720.00
	Manejo de plagas y enfermedades					
8	Mezcla sulfocalcica					
	Azufre	Kilogramo	4	$ 25.00		$ 100.00
	Cal	Kilogramo	2	$ 5.00		$ 10.00
9	Caldo bordeles					
	Sulfato de cobre	Kilogramo	1	$ 100. 00		$ 100.00
	Cal	Kilogramo	1	$ 5.00		$ 5.00
10	Gota agrohomeopática	Gota	1	Propio		
11	Reproducción de microorganismos					$ 750.00
					Subtotal	**$ 5,460.00**

Fuente: Vicencio, 2014.

Cuadro 29. Costo de mano de obra para una hectárea de producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) con Eco-intensificación

No.	Labor o actividad	Observaciones	Numero de jornales	costo de la labor
	Limpia			
1	Chaponeo	4 veces al año/ 120 jornal	8	$ 3,840.00
2	Rastra	2 veces al año/ costo de la maquina 500	1	$ 1,000.00
	Poda y limpieza			
3	Primera poda	1 vez al año	20	$ 2,400.00
4	Segunda poda	1 vez al año	4	$ 480.00
5	Desazolve	1 vez al año	4	$ 480.00

Continuación Cuadro 29. Costo de mano de obra para una hectárea de producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) con Eco-intensificación

No.	Labor o actividad	Observaciones	Numero de jornales	costo de la labor
	Nutrición			
6	Aplicación de composta	1 vez al año	4	$ 480.00
7	Aplicación de microrganismos al suelo	1 vez al año	1	$ 120.00
8	Aplicación de foliar (una con microorganismos)	5 veces al año	10	$ 1,200.00
9	Aplicación de agrohomeopatia control gomosis y hongo letal	2 veces al año	2	$ 240.00
10	Aplicación de mezcla sulfocalcica	1 vez al año	1	$ 120.00
11	Otras labores	1 vez al año	3	$ 360.00
12	Análisis del suelo	1 vez cada 2 años		$ 700.00
13	Aplicación de polvo de rocas	1 vez al año	4	$ 480.00
14	Aplicación de caldo bordeles	1 vez al año	1	$ 120.00
15	Reproducción de microorganismos	24 veces al año	12	$ 1,440.00
			Subtotal	**$ 12,120.00**

Subtotal (costos de insumos + costos de mano de obra)	**$ 17,580.00**

Costos de transaccion 12%	$ 2,109.60
Costos por interés 10 %	$ 1,758.00
Costos de administración 5%	$ 879.00
Total de costos/hectárea	**$ 22,326.60**

Rendimiento/hectárea	40 toneladas
Costo/tonelada (costos totales/rendimiento)	$ 558.16
*Precio de venta (por tonelada)	$ 1,355.00
Ingresos brutos/hectárea	$ 54,200.00
Utilidad/hectárea (ingresos – costos totales)	**$ 31,873.40**

*Precio en planta de $ 1,150.00 pesos por tonelada, más el 50%, que equivale a $ 575.00 por tonelada, menos $ 370.00 de costos de corte y transporte a planta. Fuente: Vicencio, 2014.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según FAOSTAT 2014, México ocupa el quinto lugar a nivel mundial en la producción de naranja, el claro ejemplo es la superficie que se destina a su producción con 334,658.68 hectareas sembradas, en donde se producen 4.4 millones de toneladas. Y de acuerdo con el SIAP 2014, el estado de Veracruz es el principal productor de esta fruta con cerca del 50% de la producción nacional, en donde dos distritos citrícolas (Tuxpan y Martínez de la Torre) llegan a representar el 85.24 % de la producción estatal, los cuales son los más importantes a nivel nacional.

Según SIAP 2014, en el distrito de Tuxpan se encuentra el municipio de Álamo Temapache, el cual es el principal productor de naranja a nivel nacional. En lo que respecta a nuestra región de estudio que es el municipio de Papantla de acuerdo con el SIAP 2014, este se encuentra en el Distrito de Martínez de la Torre y es el principal productor de este distrito. Se puede decir que el municipio de Papantla se encuentra en segundo lugar de producción de esta fruta a nivel nacional. Estos dos municipios se caracterizan, porque a través de los años solo han incrementado su producción por una mayor superficie sembrada, y no por un incremento en los rendimientos los cuales han mantenido constantes.

De ahí la importancia de realizar un diagnóstico, el cual nos permitió detectar la situación en la que encuentra la producción de naranja, y de esta manera determinar que existe una problemática que se caracteriza por cuatro aspectos: baja productividad, una producción convencional, bajos costos de venta y falta de asesoría técnica.

Un aspecto importante es que mediante alternativas se puede resolver esta problemática. De esta manera se presenta un proceso de innovación de Eco-intensificación basado en prácticas agroecológicas las cuales han sido validadas a través de la experiencia de ocho años, con bitácoras del productor año con año.

Cada practica se basa en los principios agroecológicos y a su vez estos principios pueden tomar diversas formas tecnológicas de acuerdo a las condiciones ambientales y socio-económicas imperantes y cada una de ellas puede tener un efecto diferente sobre la productividad, estabilidad y resiliencia dentro de cada finca, dependiendo de las oportunidades locales, la disponibilidad de recursos y, en muchos casos, del mercado.

Mediante la observación práctica del productor, el intercambio de experiencias, el registro técnico de seguimiento que lleva la juguera, la certificación de la huerta como orgánica por una certificadora internacional, el peso en bascula de la fruta y un pago de un sobreprecio por ser una producción orgánica, demuestran ser una opción para enfrentar la situación en la que se encuentra la producción de naranja.

Este proceso de innovación abarca más de 20 prácticas agroecológicas que han sido agrupadas en grandes apartados o fases del proceso de producción (manejo ecológico de arvenses, manejo del tejido productivo mediante podas, prácticas para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar la nutrición de los árboles, manejo de plagas y enfermedades, manejo general de la huerta y tratamiento especial a los árboles enfermos, recién plantados, menores de tres años y árboles con poda de rejuvenecimiento) y en cada apartado existen muchas prácticas e incluso para un mismo problema. Por ejemplo: la enfermedad de la gomosis (*Phythophtora parasítica*), se está tratando con agrohomeopatia, con caldo bordelés. Otro ejemplo es el manejo del pulgón verde (*Aphis citrícola*) y pulgón café (*Toxoptera aurantii*), con la aplicación de tres cepas de hongos entomopatógenos; *Beauveria bassiana con Metarhizium anisopliae y Lecanicillium lecanii*, la aplicación de jabón al 1%, además el tener una biodiversidad a través de más de 120 arvenses y una reserva ecológica hace que se tenga un equilibrio entre plagas y controladores biológicos. En la fertilización se aplica polvo de rocas y para complementar microorganismos al suelo que son capaces de fijar nitrógeno atmosférico, así como asimilar otros nutrientes para hacerlos disponibles a la planta y mejorar la estructura del suelo. Al describir cada práctica se observa que estas son sencillas de realizar y que el

pequeño productor puede dominar, ajustar a sus necesidades sociales, productivas y económicas. Que esto que es sencillo, esté al alcance del productor y que esta tecnología que se está desarrollando podría llevarse a cabo para otros cultivos. La práctica de limpia en el manejo ecológico del proceso de innovación de Eco-intensificación, resulta ser más cara en comparación con el uso de herbicidas en el sistema convencional. Sin embargo el uso de herbicidas contamina el suelo, daña la salud del trabajador, productor y consumidor, en cambio el manejo de arvenses bajo un manejo ecológico no contamina el suelo ni daña la salud humana.

La producción certificada como orgánica es una de las mejores opciones al vender ya que se da un sobreprecio del 30% del primer al tercer año y al cuarto año en adelante el 50%, de esta manera se remunera cualquier costo de producción que se aumente, además la cosecha es anticipada, ahorrando una merma del 25%.

CONCLUSIONES

Los distritos más importantes a nivel nacional enfrentan serios problemas, por un lado el incremento de superficies sembradas, lo que traerá mayor producción, bajos precios y por otro lado los bajos rendimientos que se mantienen constantes.

Existe una problemática que se caracteriza por cuatro aspectos: baja productividad, una producción convencional, bajos costos de venta y falta de asesoría técnica.

El proceso de innovación bajo Eco-intensificación basado en prácticas agroecológicas demuestran ser una opción para enfrentar la situación en la que se encuentra la producción de naranja en México.

La descripción de las prácticas agroecológicas dentro del proceso de innovación de Eco-intensificación deben de agruparse en apartados para entender mejor la importancia que tienen en el proceso de producción. Ya que de hecho estas prácticas aparte de sencillas, son cuestiones de lógica, es solo retomar lo que ya está hecho con el conocimiento agroecológico y aplicarlo a un cultivo.

Existen muchas prácticas agroecológicas e incluso muchas para un solo problema, por ejemplo en el manejo de gomosis se aplican la pasta bordelesa, caldo bordelés y agrohomeopatia. Las prácticas agroecológicas pueden cambiar en cada proceso de producción, pero siempre los principios agroecológicos serán los mismos.

El enfoque de mantener la biodiversidad y tener una reserva ecológica nos permite una gran fortaleza para el naranjal en estudio, pues el reservorio que se tiene incluido los arvenses nos permiten un equilibrio entre plagas y enfermedades que podrían afectar el naranjal.

Los costos de producción del proceso de Eco-intensificación, a excepción de una práctica (limpia), se reducen; y con una producción certificada como orgánica se tiene un sobre precio del 30% el primer al tercer año y al cuarto año del 50%, compensando así esta práctica y teniendo más ingresos por hectárea.

A raíz de esto, la Eco-intensificación de la producción de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), demuestra ser una forma alternativa de producción a lo convencional, al generar un mayor ingreso, un mayor rendimiento, pero conservando el ambiente, por lo que es necesario promover su adopción tecnológica.

RECOMENDACIONES

Se trata de que la Universidad se convierta en un catalizador que pone al alcance de los pequeños y medianos citricultores tecnologías de bajo impacto ambiental, adaptables a las condiciones locales, de bajos costos en pro de una producción sustentable (económica, social y ecológica).

Se propone difundir este proceso de innovación de Eco-intensificación en toda la región citrícola en el estado de Veracruz, por medio de acuerdos con organizaciones y ejidos, estableciendo a través de la utilización del factor demostrativo parcelas localizadas en forma estratégica en varios municipios e impartir cursos a los productores y técnicos.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA R., M. 2005. **Enfermedades Fungosas de los Cítricos**. Conferencia impartida en el departamento de Parasitología Agrícola, 4 de marzo del 2005. Profesor de la Universidad Autónoma Chapingo.

AGUADO S., G.A. 2012. **Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura**. INIFAP, México. www.inifap.gob.mx/circe/Documents/publigto/librobio.pdf. (23/02/2014).

AGUIRRE M., J. F. y M. B. Irizar G. 2009. **Los Biofertilizantes Microbianos: Alternativa para la Agricultura en México**. México. http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3046/3131%20los%20biofertilizantes%20microbianos.pdf?sequence=1. (26/02/2014).

AGUSTÍ, M. 2003. **Citricultura.** 2ª edición, Editorial Mundi-Prensa, España. pp 422, pc 19-37, 39-60, 265-279, 331-349, 351-358.

ALBORNOZ, F. y M. Salinas. 2011. **Resultados y Lecciones en Controladores Biológicos: *Bacillus subtilis* y *Bacillus thuringiensis.*** Chile. http://bibliotecadigital.fia.cl/gsdl/collect/publicac/index/assoc/HASH9de5.dir/83_Libro_Bacillus.pdf. (28/02/2014).

ALCANTAR G., J. **Microorganismos.** Guía técnica 4. Salvador. http://www.centa.gob.sv/sidia/pdf/guias/4%20Guia%20en%20produccion%20Microorganismos.pdf. (04/03/2014).

ALTIERI, M. y C. I. Nicholls. 2000. **Vertientes del Pensamiento Agroecológico: Fundamentos y Aplicaciones**. SOCLA. Medellín, Colombia. pp. 71-76.

ALTIERI, M. A. 2009. **Agroecología: Principios y Estrategias para Diseñar Sistemas Agrarios Sustentables.** http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/cap2-Altieri.pdf. (18/09/2014).

ÁLVAREZ H., J. *et al.* 2014. ***Paecilomyces lilacinus* y *fumosoroseus***. Conferencia impartida en el departamento de Agroecología, 3 de abril de 2014. Alumnos del departamento de Agroecología de la UACh.

ANDRADE D., A. G. 2013. **Evaluación de la Rentabilidad del Control de *Diaphorina citri* en la Región Huasteca de Veracruz e Hidalgo.** Tesis de licenciatura. Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Chapingo. 51 p.

ARREDONDO B., H. C. *et al.* 2002. **Control Biológico del Pulgón Café Toxoptera Citricida, Vector del Virus de la Tristeza de los Cítricos.** file:///C:/Users/Hp/Downloads/CONTROL%20BIOL%C3%93GICO%20DEL%20PULG%C3%93N%20CAF%C3%89%20Toxoptera%20citricIda.pdf. (04/09/2002).

APS, 2014. **American Phytopathological Society.** http://www.apsnet.org/Pages/default.aspx**.** (16/10/2014)

ARREDONDO B., H. C. 2010. **Avances en el Control Biológico de *Diaphorina citri* en México**; http://calcitrusquality.org/wp-content/uploads/2009/05/TALLER-HLB-YUCATAN.pdf. (12/03/2014).

BARRIOS S., J. G. y Y. A. Delgadillo M. 2011. **Rentabilidad de una Planta Beneficiadora de Cítricos en Alamo Temapache, Veracruz.** Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 119 p.

BARRERA H., M. *et al*. 2014. ***Trichoderma***. Conferencia impartida en el departamento de Agroecología, 3 de abril de 2014. Alumnos del departamento de Agroecología de la UACh.

BAUTISTA H., J. L. 2014. **Efectos de la Utilización de Hongos y Bacterias sobre Organismos Benéficos.** Conferencia impartida en el departamento de Agroecología. Alumna del departamento de Agroecología de la UACh.

BLOG AGROLOGICA. 2014. **Corrección de un Suelo Alcalino (pH básico);** http://blog.agrologica.es/correcion-de-un-suelo-alcalino-ph-basico/ (25/05/2014).

CALVO G., S. 2011. **Bacterias Simbióticas Fijadoras de Nitrógeno.** México. file:///C:/Users/Hp/Downloads/DialnetBacteriasSimbioticasFijadorasDeNitrogeno-3761553.pdf. (23/062014).

CAMARGO R., S. L. *et al*. 2012. **Micorrizas: Una Gran Unión Debajo del Suelo.** Mexico.file:///C:/Users/Hp/Documents/estancia%20tesis/proyectos%20de%20tesis/micorrizas.pdf. (09/07/2014).

CAMERA E. *et al*. 2009. **Claves para el éxito del Hongo *Beauveria bassiana* como Controlador Biológico de la Broca del café.** Cenicafe, Colombia. http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/346/1/avt0384.pdf. (22/03/2014).

CAPULA, H. I. 2011. **Manejo Integral de Gomosis (*Phytophthora* spp.) del Naranjo (*Citrus sinensis* l. Osbeck) en la Región de Panuco, Veracruz.** Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 72 p.

CASTILLO, M. R. 2004**. Análisis de los Estilos de Agricultura Ecológica.** Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1908E/A1908E.PDF. (26/03/2014).

CIRUJEDA., A. 2010. **La Biodiversidad y la Agricultura: 11 preguntas sobre la Biodiversidad y las Plantas Arvenses.** España. http://www.nolaboreo.es/publicaciones/articulos/pdf/100910_11PreguntasSobreLaBiodiversidad.pdf. (10/09/2014).

COLPOS. 2014. **Plagas de los Cítricos (*Citrus spp*).** http://www.colpos.mx/entomologia/plagas.htm. (26/01/2014).

CONABIO, 2014. ***Phaseolus coccineus* L. Ayocote;** http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolus-coccineus/fichas/ficha.htm. (13/03/2014).

CURTÍ-DÍAZ, S. A. *et al.* 1998. **Manual de Producción de Naranja para Veracruz y Tabasco.** Libro técnico No.2. CIRGO. INIFAP, SAGAR, 175 p. Pdf.

CURTÍ-DÍAZ., S. A. *et al.* 2009. **Patrones para cultivar Naranjo 'Valencia' en Veracruz.** Ficha tecnológica sistema producto. INIFAP México. http://www.siac.org.mx/tecnos/6168.pdf. (03/04/2014).

CURTÍ-DÍAZ., S. A. **La Poda de los Cítricos**. CEDEFRUT, Consejo Estatal de Citricultores de Veracruz A.C. México. http://www.concitver.com/cursos%20modulares/poda%20y%20desfasamientro%20de%20cosecha.pdf. (06/04/2014).

DEL ÁNGEL H., J. C. 2009. **Análisis de la Producción y Comercialización de Naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) en el Municipio de Álamo Temapache, Veracruz".** Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 126 p.

DEVOTO, L. *et al.* 2003. **Hongos Entomopatógenos: Una Alternativa para la obtención de Biopesticidas**. Informativo Agropecuario, BIOLECHE – INIA QUILAMAPU. http://www.inia.cl/cobertura/quilamapu/bioleche/BOLETIN23.html. (11/04/2014).

DOF. 2013. Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias; http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5319831&fecha=29/10/2013. (19/04/2014).

ECOINSUMOS. 2014. **Ficha Técnica Zeolita**. Costa Rica.http://www.ecoinsumos.com/fichas-tecnicas/FT_Surco%20Zeolita.pdf. (23/04/2014).

ECOMINERALES. 2014. **Remineralizacion.** El salvador. http://ecominerales.com. (23/07/2014).

EL UNIVERSAL. 2014. **Pega Dragón Amarillo en producción de Limón en Colima, 26.02.2014;** http://www.eluniversal.com.mx/finanzas-cartera/2014/limon-colima-dragon-amarillo-produccion-citrico-plaga-990795.html. (27/04/2014).

FAO, 2014. **Programa de Agricultura Orgánica; Glosario.** http://www.fao.org/organicag/es/ (17/09/2014).

FAOSTAT. 2014. **Producción (Cultivos)**. http://faostat.fao.org/default.aspx. (15/08/2014).

GARAY C., L. 2009. **Manual Técnico de Identificación a campo del Huanglongbing de los Cítricos y el Insecto Vector, *Diaphorina citri*.**

SENAVE, Paraguay. http://www.senave.gov.py/docs/hlb/HLB.pdf. (29/04/2014).

GÓMEZ C., M. A. y R. Schwentesius R. 1992. **La Producción de Naranja en México y su Perspectiva ante el Tratado de Libre Comercio, en: Clava, J.L., 1992. La Agricultura Mexicana frente al Tratado Trilateral de Libre Comercio.** Ed. Juan Pablos, México, pp. 101-110.

GÓMEZ C., M. A. y R. Schwentesius R. 1994. **Naranja Triste Competitividad de la Naranja de Veracruz, México, frente a la de Florida, EUA y de Sao Paulo, Brasil.** Universidad Autónoma Chapingo, México. Ed. CIESTAAM. pp. 11-27.

GÓMEZ C., M. A. y R. Schwentesius R. 1997. **La Agroindustria de Naranja en México**. Universidad Autónoma Chapingo, México. Ed. CIESTAAM. pp. 31-60.

GÓMEZ C., M. A. *et al*. 2010. **Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánicas de México-2009.** Universidad Autónoma Chapingo, México. Ed. CIIDRI. pp. 15-26.

GÓMEZ C., M. A. y R. Schwentesius R. 2012. **Zonificación Agroecológica de Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en la Producción Central del Golfo Mexicano.** FIRCO, CIIDRI, CEA y UACh. México. pp 55.

GÓMEZ C., M. A. *et al.* 2014**. Alto Rendimiento en Producción de Naranja (*Citrus sinensis* L.) Variedad Valencia Tardía bajo Manejo Agroecológico en los Municipios de Álamo, Tuxpan, Tihuatlán, Cazones, Papantla y Gutiérrez Zamora, Veracruz**. CIIDRI, IISEHMER, UACh. México. 31 p.

GÓMEZ T., L. y M. A. Gómez C. 2000. **Desafíos de la Agricultura Orgánica**. México, D.F. Ed. Litofaseca. pp. 19-32.

GÓMEZ T., L. y C. Rodríguez H. 2013. **Biopreparados Vegetales y Minerales para el Manejo de Plagas y Enfermedades en la Agricultura Ecológica.** UACh, México. 21 p.

GÓMEZ T., L. *et al*. 2013. **Situación Actual y Retos de la Producción Orgánica**. CIIDRI. http://imagenagropecuaria.com/2013/situacion-actual-y-retos-de-la-produccion-organica/. (12/03/2104).

GONZALEZ E., A. I. *et al*. 2008. **Manual del Productor "Aplicaciones de Buenas Prácticas Citrícolas, Inocuidad Alimentaria y Control Integrado de Moscas de la Fruta".** Veracruz, Fundación Produce Veracruz. pp. 17-93.

GONZÁLEZ, L. M. 2009. **Análisis de la Producción y Competitividad del Cultivo de la Naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) en el Estado de Veracruz y Municipio de Tihuatlán.** Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 70 p.

HERNANDEZ T., I. *et al.* 2007. **Evaluación de hongos Entomopatógenos para el Control del Pulgón Café de los Cítricos, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy), en México.** INIFAP. CIRNE. Campo Experimental General Terán. General Terán, Nuevo León, México. Folleto Científico No. 1. 19 p. México. http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/698/6.pdf?sequence=1. (26/04/2014).

IFOAM. 2014. http://www.ifoam.org/. (22/04/2014).

IMO-Control, 2014. **Institute for Marketecology**; http://www.imo.ch. (22/04/2014).

INEGI, 2014. **Geografía**. México. http://www.inegi.org.mx/. (30/04/2014).

INTA. 2006. **Fruticultura y Diversificación N° 49**. Argentina. http://inta.gob.ar/documentos/fruticultura-diversificacion-no-49/at_multi_download/file/F%26D_49.pdf. (11/09/2014).

LEMUS, Y. A. *et al*. 2008. **Determinación de la Factibilidad del Hongo *Metarhizium anisopliae* para ser usado como Control Biológico de la Hormiga Arriera (*Atta cephalotes*)**. Colombia. http://www.redalyc.org/pdf/1053/105312257007.pdf. (03/05/2014).

LÓPEZ L., R. 2012. **Entomófagos Asociados a *Diaphorina citri* (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) en Cítricos con Diferentes Sistemas de Manejo de Arvenses en Papantla, Veracruz.** Tesis de licenciatura, Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo. México. 61p.

MARTÍNEZ C., R. 2004. **Análisis de los Estilos de Agricultura Ecológica**. Manejo de plagas y Agroecologia, No. 72. Costa Rica. http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1908E/A1908E.PDF. (19/09/2014).

MARTÍNEZ M., L. *et al.* 2014. ***Bacillus subtilis***. Conferencia impartida en el departamento de Agroecología, 3 de abril de 2014. Alumnos del departamento de Agroecología de la UACh.

MARTINI B., A. 2008. **Nutrición de Cítricos**. Conferencia impartida en Mazatlán, 22 de agosto del 2008. SQM, México.

MAU F.-P. 2006. **EM: Microorganismos Efectivos.** Barcelona. México. Ciidri2008@yahoo.com.mx. (07/06/2014).

MICROORGANISMOS EFICIENTES. 2014. https://microorganismoseficientes.wordpress.com/category/microorganismos-eficientes-2/. (12/05/2014).

MUÑOZ H., M. *et al.* 2104. ***Lecanicillium lecanii*, Organismo para Control Biológico de Plagas.** Conferencia impartida en el departamento de Agroecología, 3 de abril de 2014. Alumnos del departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo.

NOCON. 2013. **Manejo de Enfermedades en Cultivos Orgánicos**. Texcoco, Edo. http://www.nocon.mx/. (14/05/2014).

NORIEGA A., G. 2010. **Interpretación de análisis de suelos de la parcela orgánica.** Universidad Autónoma Chapingo, México.

NORIEGA A., G. 2012. **Transferencia de Tecnología para la Restauración de Suelos y la Producción Sustentable de Maíz en los Valles Altos de México.** Universidad Autónoma Chapingo, México. 56 p.

NORIEGA A., G. 2014. **Eco-intensificación de la producción de Naranja y Maíz en el Norte de Veracruz.** Conferencia magistral impartida en la Sala de Juntas de la "Escuela Secundaria Técnica Industrial No. 102 de Praxedis Guerrero, Tuxpan, Veracruz, 24 de mayo de 2014. CIIDRI. Profesor de la Universidad Autónoma Chapingo.

OBREGÓN G., M. A. 1999**. Asesoramiento Fitosanitario Laboratorios Doctor Obregón**. http://www.doctor-obregon.com/Pages/default.aspx. (18/05/2014).

FAO. 2009. **Glosario de Agricultura Orgánica**. Roma.

PANIAGUA, J.J. 2009. **Reproducción de Microorganismos de Montaña-MM**. Costa Rica y Perú.http://www.bandavelo.lautre.net/public/galeries/12_06_13_Perou/12_07_31_Kokopelli/doc/Louis-Marie_A2-03.pdf. (24/05/2014).

PARRA, Y. y F. Cuevas. 2002. **Potencialidades de Azospirillum como Inoculante para la Agricultura**. Cuba. http://www.redalyc.org/pdf/1932/193218120004.pdf. (26/05/2014).

PREZA D., A. 2011. **Enemigos Naturales de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemíptera: Psyllidae) en tres sitios del Estado de Veracruz.** Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. 63 p.

PROCHNOW, L. y R. Mikkelsen. 2003. **Uso Agronómico de la Roca Fosfórica para aplicación directa**. USA y Brasil. https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/4469D11E5D4BD93D0525784E0060BF85/$file/Uso+agron%C3%B3mico+de+la+roca+fosf%C3%B3rica+para+aplicaci%C3%B3n+directa.pdf. (13/06/2014).

RAP-AL.2014. **Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina**. http://www.rap-al.org/. (17/04/2014).

RESTREPO R., J. 2005. **La Luna "Sol Nocturno en los Trópicos y su Influencia en la Agricultura".** Colombia, Fundación Juquira Candiru. pp. 14-37.

RESTREPO R., J. 2007. **Manuel Practico El A, B, C, de la Agricultura Orgánica y Harina de Rocas.** 1era Ed-Managua, Nicaragua. SIMAS. pp 233-249.

RODRIGUEZ T., J.L. 2009. **Control de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae) con Insecticidas de Diferente Modo de Acción en el Cultivo de Naranja Valencia en el Edo. de Morelos.** Tesis de maestría. Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Chapingo. 113 p.

ROSARIO B., M. 1999. **Bacterias Ruminales**. Argentina. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/69bacterias_ruminales.pdf. (27/06/2014).

RUIZ E., F. J. 2003. **Agrohomeopatia una Alternativa Ecológica Tecnológica y Social.** Tesis doctoral. Departamento de Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo. México. 381 p.

RUIZ E., F. J. 2014. **Curso-Taller de Agrohomeopatia.** Curso impartido en Despacho de Servicios Agropecuarios (DESEA) de Alamo Temapache, Ver., 30 de abril del 2014. Profesor-Investigador del Centro Regional Universitario del Anáhuac (CRUAN).

SANCHEZ V., A. S. y R. M. GARCIA N. 2012. **Breve guía para Redactar Reportes, Ensayos, Artículos y Proyectos, y Formas Alternas de Citar Bibliografía.** Chapingo, México. pp 3-18.

SANTIAGO F., M. 2003. **Efecto del Secapalo (*Struthanthus quercicola* (Schlechten y Cham) Blume), sobre Naranjo Valencia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), en Alamo, Veracruz.** Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. 67 p.

SASTRE D., A. 2014. **Diagnostico Nutrimental de Suelos de Cítricos y Fertilización en Naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) en Veracruz.** Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. pp. 27-34, 93-96.

SEBASTIÁN, S. A y G. J. Navarro. 2014. ***Bacillus thuringiensis***. Conferencia impartida en el departamento de Agroecología, 3 de abril de 2014. Alumnos del departamento de Agroecología de la UACh.

SIAP. 2014. **Producción Agropecuaria (Agricultura- Producción mensual)**. México. http://www.siap.gob.mx/. (15/06/2014).

SILVA, A. 2010. **Potencialidades de Uso Agrícola del Fosfoyeso en Venezuela**. UNFER.Venezuela.http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/CVCS19/propiedades_procesos/PPS23.pdf. (02/07/2014).

SCHWENTESIUS R., R. y M.A. Gómez C. 1998. **Modernización y Desmodernización de la Producción de Naranja. Tendencias Históricas y Recientes.** Universidad Autónoma Chapingo; http://www.concitver.com/archivosenpdf/naranjamodernizaci%C3%B3n.pdf

SCHWENTESIUS R., R. 2008. **Recursos Naturales, Insumos y Servicios para el Agro Mexicano**. Universidad Autónoma Chapingo, México. Ed. CIESTAAM. pp. 17-24.

SCHWENTESIUS R., R. 2014. **Tema 5: Protección Fitosanitaria en Agricultura Ecológica.** Curso Especialista en Agricultura Ecológica. Curso optativo en la Universidad Autónoma Chapingo, agosto-diciembre 2014. Investigadora del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral.

SOI. Global. 2014. **¿Qué es la leonardita?** http://www.soiglobal.net/oikossolutions/uploaded/mod_documentos/La_Leonardita.pdf. (20/06/2014).

TEJERA H., B. *et al.* 2011. **Potencialidades del Genero *Bacillus* en la Producción del Crecimiento Vegetal y el Control Biológico de Hongos Fitopatógenos.** Cuba. http://www.redalyc.org/pdf/1812/181222321004.pdf. (06/05/2014).

TITTONELL P. 2013: **Farming Systems Ecology. Toward Ecological Intensification of World Agriculture.** Wageningen University, Holanda; https://www.wageningenur.nl/upload_mm/8/3/e/8b4f46f7-4656-4f68-bb11-905534c6946c_Inaugural%20lecture%20Pablo%20Tittonell.pdf. (09/07/2014).

UC Davis, 2014. **Las Tuzas**; http://ucipm.ucdavis.edu/QT/gopherscardsp.html.

VALLE, E. M. F. 2013. **La Universidad al Servicio de la Comunidad**. Boletín informativo trimestral de proyección social, UNAN-León.

VERGARA C., J.C. 2005. **Biología, Manejo y Control de la Hormiga Arriera.** Colombia.file:///C:/Users/Hp/Downloads/Cartilla_hormiga_arriera_en_PDF.pdf. (13/08/2014).

ZAPATA, E. y N. Roy R. 2007. **Utilización de las Rocas Fosfóricas para una Agricultura Sostenible**. Boletín FAO, Italia. http://www.fao.org/3/a-y5053s.pdf. (15/07/2014).

.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta semiestructuradas con indicadores básicos.

Nombre del productor: _____ **Comunidad:** _____

Localización de la parcela: _____

Variedad: _____ Portainjerto **o patrón:** _____

Tipo de suelo: _____

Pendiente: _____

Hectáreas en producción: _____ **Hectáreas menores de 3 años:** _____
Arboles por hectáreas: _____ **Arreglo topológico:** _____
Edad de la superficie en producción: _____ **Rendimiento por hectárea:** _____
Producción de tiempo: _____ **Producción fuera de temporada:** _____

Limpia:

_____
_____

Podas:

_____
_____

Fertilización:

_____
_____
_____

Fecha o época de aplicación:

_____
_____

Plagas y enfermedades:

_____
_____
_____
_____

Árboles enfermos: _____

Fecha de corte: _____ **Precio de venta:** _____

Tipo de comprador: _____

Costo de insumos

No.	Insumo	Unidad	Cantidad/ha	Valor unitario	Dosis/planta o ha	Costo total/ha
	Limpia					
	Nutrición					

	Control de plagas y enfermedades					
					subtotal	

Costo de mano de obra

No.	**Labor o actividad**	**Observaciones**	**No. de jornales($150/jornal)**	**Costo de la labor**
	Limpia			
	Podas			
	Nutrición			
	Control de plagas y enfermedades			

Subtotal

Costos de transacción 12%	
Costos de interés 10%	
Costos de administración 5%	

Total costos/ha

Rendimiento/ha	
Costo ($/tonelada)	
Precio de venta ($/tonelada)	
Ingresos brutos/ha	
Utilidad/ha	

Comentarios:

Fuente: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral de la Universidad Autónoma Chapingo.

Anexo 2. Análisis del fertilizante foliar

pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	dSm^{-1}										
3.85	27.70	525.00	458.25	2820.00	2443.62	1340.31	286.25	287.95	1512.35	457.40	79.73

Fuente: Laboratorio Central Universitario de la Universidad Autónoma Chapingo.

Anexo 3. Análisis de suelo. San Pablo, Papantla, Ver.

pH	M.O.	N	P	K	Na	Ca	Mg	CIC	Fe	Cu	Zn	Mn	B	DAp	Arena	limo	arcilla	CE
	%	mg Kg $^{-1}$						$Cmol_{(+)}$ Kg^{-1}	mg Kg $^{-1}$					Tm^{-3}	%			dSm^{-1}
8.1	1.88	10.1	11.3	230	107	5515	132	22.3	55.6	2.08	3.5	21.9	1.03	1.14	9.6	66	24.4	0.77
Moderadamente alcalino	Medio	Bajo	Moderadamente bajo	Medio		Alto	Moderadamente bajo	Medio	Alto	Alto	Moderadamente alto	Moderadamente alto	Alto		Textura: franco-limoso			Libre de sales

Fuente: Laboratorio Central Universitario de la Universidad Autónoma Chapingo

Anexo 4. Precio aproximado por tonelada de minerales.

Rocas minerales	Precio aproximado por tonelada
Yeso fosfórico	$ 800.00
Zeolita	$ 800.00
Leonardita	$ 1,900.00
Roca fosfórica	$ 1,900.00
Mineral potásico	$ 1,900.00

$ 1300.00 puesta en planta en bolsas de 50kg y $ 500.00 el viaje en total $1800.00

Fuente: Molino del Ing. Pío Mendoza, Tehuacán Puebla.

Anexo 5. Mezcla por tonelada de minerales

Cantidad (kg)	Rocas minerales
270	Yeso fosfórico
270	Zeolita
130	Leonardita
130	Roca fosfórica
200	Mineral potásico

Fuente: Molino del Ing. Pío Mendoza, Tehuacán Puebla.

Anexo 6. Composición y características físicas de la Leonardita.

Producto	AHF-325	
Composición	Análisis mineralógico	Análisis en base a % de saturación
Silicio (SiO_2)	58.12%	ND
Aluminio (Al_2O_3)	18.08%	ND
Potasio (K_2O)	3.80%	1.56%
Calcio (CaO)	3.22%	84%
Hierro (Fe_2O_3)	5.83%	16.3 PPM
Magnesio (MgO)	1.42%	21.30%
Sodio (Na_2O)	0.42%	1.86 PPM
Fosforo (P_2O_5)	0.42%	ND
Manganeso (MnO)	56 PPM	6.3 PPM
Titanio (TiO_2)	748 PPM	ND
Zinc (Zn)	ND	0.3 PPM
Cobre (Cu)	ND	1.01 PPM
*Contiene Azufre (S) en forma de SO_4	ND	29.4 PPM
Acidos húmicos totales	ND	11.47g/100 ml
Acidos fúlvicos	ND	10.69 g/100 ml
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
Perdida por calcinación	7.54	
pH	7.9	
Dureza (Moh´s)	3.5	

Fuente: Molino del Ing. Pío Mendoza, Tehuacán Puebla.

Anexo 7. Composición y características físicas de la Arcilla potásica.

Producto	BK-100
Composición	
Potasio (K_2O)	15.20%
Calcio (CaO)	54.90%
Hierro (Fe_2O_3)	4.02%
Magnesio (MgO)	21.30%
Estroncio (Sr)	342 PPM
Bario (BaO)	732 PPM
Contiene Azufre (S) en forma de SO_4	
CARACTERISTICAS FISICAS	
Perdida por calcinación	10.69
pH	7.9
Dureza (Moh´s)	3.5

Fuente: Molino del Ing. Pío Mendoza, Tehuacán Puebla.

Anexo 8. Composición y características físicas de la Roca fosfórica.

Producto	RP
Pureza	
Carbonato fluoroapatita	76.98%
Wollastonita	8.34%
COMPOSICION	
Fosforo (P_2O_5)	34.05%
Silicio (SiO_2)	27.64%
Calcio (CaO)	5.81%
Magnesio (MgO)	5.43%
Carbonatos (CO_3)	24.88%
Manganeso (MnO_2)	0.11%
Fluor (F)	0.14%
Aluminio (Al_2O_3)	0.18%
Hierro (Fe_2O_3)	0.08
Sodio (Na_2O)	0.425
CARACTERISTICAS FISICAS	
Color	Pardo
Humedad	1.22%
pH	7.25%
Dureza (Moh´s)	5

Fuente: Molino del Ing. Pío Mendoza, Tehuacán Puebla.

Anexo 9. Composición y características físicas de la Zeolita.

PRODUCTO	ZCa	Zn	Zk
PUREZA			
Clinoptilolita	43.70%	58.29%	60.66%
Cuarzo	25.68%	37.43%	33.28%
Carbonato de calcio	29.89%	3.87%	6.05%
COMPOSICION			
Silicio (SiO_2)	33.08%	67.50%	61.78%
Aluminio (Al_2O_3)	9.13%	15.26%	11.42%
Calcio (CaO)	15.29%	5.70%	7.35%
Hierro (Fe_2O_3)	3.69%	1.50%	1.36%
Magnesio (MgO)	9.76%	0.80%	1.45%
Potasio (K_2O)	2.51%	2.50%	1.33%
Sodio (Na_2O)	0.94%	1.20%	2.64%
pH	10.4	9.2	8.4
CIO (meq/100 gr)	>86	>90	>93
CARACTERISTICAS FISICAS			
Color	Crema	Crema a verde	Verde claro
Dureza	3.55	4	4.2
Perdida por calcinación	24.99	12.86	12.16
Retención de humedad	54%	43%	35%

Fuente: Molino del Ing. Pío Mendoza, Tehuacán Puebla.

Anexo 10. Composición del Sulfato de calcio (yeso agrícola).

CONTENIDO MINIMO	
Calcio	21%
Azufre	18%

Fuente: Molino del Ing. Pío Mendoza, Tehuacán Puebla.