

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES**



**CARACTERIZACIÓN DE LA POLINIZACIÓN Y FITOSANIDAD EN  
TRES SISTEMAS DE CULTIVO DE VAINILLA, EN PAPANTLA Y  
COATZINTLA, VERACRUZ.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRIA EN ECOLOGÍA TROPICAL**

**PRESENTA**

**JUAN BAUTISTA SANTIAGO**

**Comité tutorial:**

**Dr. José María Ramos Prado**

**Dra. Ma del Carmen Vergara Tenorio**

**Dr. Mauricio Luna Rodríguez**

**XALAPA, VERACRUZ**

**MAYO 2014**

**DERECHOS DE AUTOR 2014**

## ACTA DE APROBACION DE LA TESIS

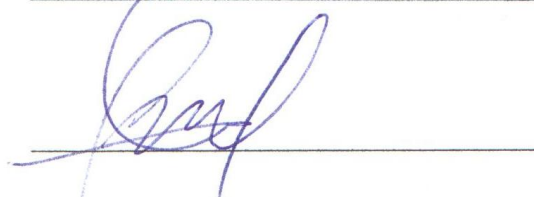
El presente documento: Caracterización de la polinización y fitosanidad en tres sistemas de cultivo de vainilla, en Papantla y Coatzintla, Veracruz, realizado por Juan Bautista Santiago, ha sido aprobado y aceptado como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ecología Tropical.

### COMITÉ TUTORIAL

Director: Dr. José María Ramos Prado



Asesor: Dra. Ma del Carmen Vergara Tenorio

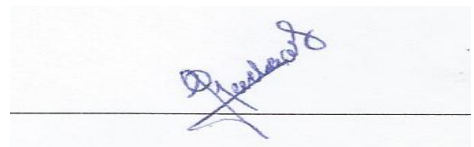


Asesor: Dr. Mauricio Luna Rodríguez



### JURADO

Presidente: Dra. Rebeca Alicia Menchaca García



Secretario: Dr. Delfino Reyes López



Vocal: M. C. Yureli García De La Cruz



## AGRADECIMIENTOS

A todas la personas que me apoyaron en todo momento al equipo de catedráticos

Dra Carmen Vergara Tenorio,

Dr. José María Ramos Prado

Dra Silvia del Amo

Dr. Mauricio Rodríguez

M. C. Yureli García

Dr. Delfino Reyes

A los campesinos por permitirme realizar el experimento en tus cultivos.

Sr. Francisco Francisco

Al grupo de productores de la comunidad de Furberos

A la Sra. Norma Vallejo

A mi familia

Mama Florencia Santiago,

Hermanos Gabino, Aurelia, Mauricio

Amigos

Maribel, Marisa, Chava,

## RESUMEN

Se realizó la caracterización, polinización y fitosanidad de tres sistemas de cultivo de vainilla en comunidades (Taracuan y Francisco Sarabia) de Papantla y Coatzintla (Rancho Nuevo, Cerro del Mirador y Furberos), Veracruz. El estudio se llevó a cabo durante un periodo de tres semestres, desde agosto del 2008 a diciembre del 2009. En una primera etapa se realizó un diagnóstico de cultivo de vainilla en las comunidades de: Cerro del Mirador, Rancho Nuevo y Rancho Nuevo, en el cual se identificó que el cultivo de vainilla está siendo desplazado por varios problemas, como el intermediarismo, la falta de capacitación a productores y el desplazamiento por otros cultivos agrícolas. En una segunda etapa se realizó la polinización de vainilla en tres sistemas de cultivo, con tutores como naranjos, pichoco y casa sombra. De los tres sistemas de cultivo sólo se cosechó vainilla con tutores de naranjo, en los sistemas de tutores con casa sombra se perdió el 100% de vainas polinizadas y en el sistema de cultivo con tutores de pichoco se perdió el 100% de plantas y vainas polinizadas. En una tercera etapa se realizaron pruebas de fitopatogenesidad en plantas de vainilla a partir de esquejes enfermos colectados en campo, en este ensayo se logró aislar *Fusarium oxisporum* y se realizaron pruebas de fitopatogenesidad sin obtener resultados positivos. Aunado a este ensayo, se realizó otro a partir de cepas aisladas de *Phytophthora* sp, obtenidos del Colegio de Posgraduados, sin obtener resultados positivos. Se infiere que las interacciones de varios agentes climáticos y microorganismos pueden estar involucrados en un complejo de sintomatologías que se manifiestan en plantas de vainilla causando el deterioro del cultivo. Se recomienda realizar un tipo de polinización alternada entre inflorescencias para obtener mejor tamaño en vainas, así como polinizar seis u ocho flores por inflorescencia en condiciones físicas apropiadas para la cosecha.

## **CONTENIDO**

DE DERECHOS DE AUTOR 2014.....	I
ACTA DE APROBACION DE LA TESIS .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
RESUMEN .....	IV
LISTA DE FIGURAS .....	VI
LISTA DE TABLAS .....	VI
I INTRODUCCIÓN .....	1
II MARCO TEÓRICO .....	3
2.1 Descripción de sistemas de cultivo .....	3
2.1.1 Sistema tradicional o acahual .....	5
2.1.2 Sistema semi-intensivo (tutores con plantas de naranjos) .....	7
2.1.3 Sistema intensivo (tutores con plantaciones de cocuite y /o pichoco) .....	8
2.1.4 Sistema intensivo (tutor artificial y malla sombra) .....	9
III PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO DE LA VAINILLA EN MÉXICO .....	11
3.1 Polinización de las flores de vainilla.....	14
3.2 Calidad de vaina verde .....	15
3.3 La cosecha .....	16
IV HIPÓTESIS: .....	18
V OBJETIVOS .....	18
OBJETIVOS PARTICULARES.....	18
VI METODOLOGÍA.....	19
6.1 Diagnóstico del cultivo de la vainilla en las comunidades de estudio .....	20
6.2 Polinización, crecimiento, aborto y rendimiento .....	20
6.3 Diagnóstico fitosanitario de la vainilla con tutores de naranjo y malla sombra .....	23
VII RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
7.1 Diagnóstico del cultivo de la vainilla en comunidades de los municipios de Papantla y Coatzintla .....	27
7.2 Polinización, crecimiento, aborto y rendimiento .....	28

7.3 Enfermedades de la vainilla en la zona de estudio .....	35
VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	40
8.1 Diagnóstico del cultivo de la vainilla en algunas comunidades de los municipios de Papantla y Coatzintla .....	40
8.2 Polinización, crecimiento, aborto .....	40
8.3 Enfermedades de la vainilla en la región de estudio .....	41
IX BIBLIOGRAFÍA.....	46
X CURRICULUM VITAE .....	55
XI ANEXOS .....	56

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Planta de vainilla en acahual .....	6
Figura 2 Cítricos como tutores de vainilla .....	8
Figura 3 Cultivo de vainilla con tutores de pichoco .....	9
Figura 4 Cultivo de vainilla con tutores de cocuite .....	9
Figura 5 Cultivo de vainilla en casa sombra y tutor postes de madera .....	10
Figura 6 Cultivo de vainilla en casa sombra y tutor malla borreguera .....	10
Figura 7 Localización de las comunidades involucradas en el estudio .....	19
Figura 8 Plantas de vainilla con tutor naranja valencia.....	24
Figura 9 Daños de antracnosis .....	24
Figura 10 Aislamiento de hongos de material vegetativo en PDA .....	25
Figura 11 Crecimiento de cepa aislada de <i>Fusarium oxisporum</i> en PDA .....	25
Figura 12 Inoculación de micelio de <i>Fusarium oxisporum</i> en plantas sanas .....	26
Figura 13 Revisión de plantas inoculadas con micelio .....	26
Figura 14 Macroconidios de <i>Fusarium oxisporum</i> aislado.....	35
Figura 15 Plaga de vainilla: <i>Tentecorus confusus</i> .....	36
Figura 16 Plaga de vainilla: <i>Pslusia aurifera</i> .....	36
Figura 17 Enfermedad de planta de vainilla <i>Colletotrichum vainillae</i> .....	37
Figura 18 Enfermedad de planta de vainilla: <i>Puccinia sinamonea</i> .....	37

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Diseño de parcelas experimentales con diferentes intensidades de polinización. ....	21
Tabla 2 Diseño experimental para la intensidad de polinización.....	22
Tabla 3 Crecimiento y aborto de frutos para dos intensidades de polinización, a las seis semanas, en los tres sistemas de cultivo de vainilla. ....	29
Tabla 4 Crecimiento y aborto de frutos para dos intensidades de polinización, a las	

20 semanas, en los tres sistemas de cultivo de vainilla estudiados .....	30
Tabla 5 Crecimiento y aborto de frutos para dos intensidades de polinización, a las 36 semanas, en el sistema de cultivo de vainilla con naranjo .....	31



## I INTRODUCCIÓN

La vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews), pertenece a la familia Orquidaceae, se caracteriza por su aroma y sabor, además de ser un ingrediente importante en la industria alimentaria, licorera, cosmética y farmacéutica (COVECA, 2010). Actualmente, la vainilla continúa siendo uno de los aromas y sabores más populares en el mundo entero. Su uso en diversas industrias la hacen ser altamente demandada en el mercado internacional, y es después del azafrán, la segunda especia más cara que se comercializa mundialmente (ASERCA, 2002; Tirado 2013).

México es el centro de origen de *Vanilla planifolia* A., así como el primer país que domesticó y cultivó este recurso natural, desde las culturas prehispánicas mesoamericanas hasta nuestros días, principalmente en la zona del totonacapan al norte de los estados de Veracruz y Puebla, (Curti, 1995; Kouri, 2000; Soto, 2006; Barrera, et al. 2009; Padilla, 2010). Uno de los primeros estudios realizados en la zona del Totonacapan es el de Kelly y Palerm (1954), quienes se enfocaron al estudio de forma de vida de los Totonacas; así como a sus cultivos y costumbres demostrando lo arraigado del cultivo de la vainilla en este grupo étnico. Durante la conquista española, la vainilla llegó a Europa y conquistó los paladares, posteriormente se difundió a África y Asia donde se cultiva la mayor cantidad de vainilla en el mundo (Curti, 1995). Hasta la primera mitad del siglo XX, México fue el primer productor mundial, sin embargo a finales de los 50, una serie de factores climáticos, la vainillina sintética y el cultivo de vainilla en otros países, hizo que la producción disminuyera sustancialmente, hasta los 80, cuando la demanda de vainilla natural aumentó significativamente (Romeu, 1995; Soto, 2006).

Aunque la producción ha aumentado no satisface ni siquiera la demanda interna, por lo que representa una oportunidad para los productores de vainilla actuales y potenciales. Para ello se requiere atender a los problemas de producción más relevantes: falta de técnicas de cultivo adecuadas y de valor agregado por los

productores, lo que se refleja en la baja rentabilidad del cultivo, otras causas indirectas son la falta de organización y capacitación que atiendan los problemas de producción, valor agregado y comercialización (Hipólito, 2011).

La vainilla es una planta con una historia de vida compleja (Soto, 2006). Es una hierba perenne hemiepífita de selvas húmedas en diversos estados sucesionales, con raíces primarias en el suelo y secundaria en los árboles tutores para su crecimiento. Esto implica una nutrición dependiente de relaciones simbióticas con microorganismos en el suelo y en los troncos. En forma silvestre crece bajo el dosel de selvas subperennifolias y subcaducifolias, así como en vegetación secundaria derivada de estas (Soto, 2006; Padilla, 2010). Las condiciones de iluminación, temperatura y humedad, en estos hábitats, varían poco a lo largo del día y de las estaciones. El sistema fotosintético CAM, tanto en hojas como tallos, les permite adaptarse a condiciones de baja iluminación y temporales de sequía. Sin embargo, no tienen órganos especializados para el almacenamiento de energía y por ello no soportan cambios muy fuertes en sus condiciones microclimáticas (Soto, 2006; Padilla, 2010). Por ello los totonacos la han cultivado tradicionalmente en acahuales y huertos de traspatio. Es por ello que su nutrición depende mucho de interacciones micorrízicas. Las hojas tienen estomas únicamente en el envés, su fotosíntesis tiene el metabolismo ácido de las crasuláceas presenta tallos fotosintéticos, esto implica que es una especie muy plástica fisiológicamente (Padilla, 2010). Su reproducción es principalmente vegetativa, ya que la polinización natural es muy baja y aún menor la germinación de las semillas y el establecimiento de las plántulas, la ecofisiología y la forma de crecimiento y reproducción de esta orquídea la hace muy especial y aunque parece fácil de cultivar, el tener rendimientos altos sostenibles es raro (Soto, 2006).

Por ello, a nivel del cultivo, las plagas, enfermedades y problemas fisiológicos como la pudrición de tallos en vainilla y la caída de frutos son los problemas más graves en el campo a nivel nacional y mundial (Hernández, 2004; Soto, 2006 y Huerta, 2009). Por ejemplo, las condiciones ambientales y de manejo son

limitantes, en el sistema de producción; bajo naranjo es la nutrición, la humedad, y la polinización; mientras que bajo malla sombra, además de los anteriores está la temperatura (Barrera, et al. 2009). Aunque la presencia de *Fusarium* sp, en el proceso de pudrición es muy común; en general, no es claro que éste patógeno sea el agente etiológico y puede ser solo un microorganismo oportunista. Las condiciones de manejo del cultivo son muy importantes en la calidad y cantidad de producción de frutos de vainilla, asimismo determinan la capacidad de las plantas de resistir a cambios en las condiciones ambientales y a la incidencia de plagas y enfermedades.

Otros problemas comunes a todos los sistemas son: a) la falta de criterios de selección del material genético para iniciar la plantación, b) la utilización de abonos deficientemente composteados, c) el encausamiento y poda de los esquejes, d) el número de flores a polinizar en cada inflorescencia, e) la caída de frutos después del amarre, f) el corte de la vaina en mazos con vainas inmaduras (Curti, 1995; Soto, 2006; COVECA, 2010) .

A pesar de esta problemática, la vainilla puede ser una alternativa viable para mejorar las economías locales siempre y cuando los sistemas de producción sean más eficientes y productivos (Hipólito, 2011). Por lo que en este estudio, se buscó establecer las bases metodológicas para la caracterización de la polinización y fitosanidad en tres sistemas de cultivo de vainilla, en Papantla y Coatzintla, Veracruz.

## **II MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Descripción de sistemas de cultivo**

En México la mayoría de los diferentes tipos de plantación de vainilla son agroecosistemas forestales tradicionales en los que los árboles nativos soportan y dan sombra a este cultivo, además de que ayudan a mantener las condiciones

microambientales y los ciclos biogeoquímicos (Hernández, 2006; Soto, 2006). Los sistemas tradicionales de cultivo de vainilla utilizados por los antiguos totonacas y que aún existen en la actualidad, son en acahuales o selvas secundarias derivadas de los sistemas sucesionales de manejo y uso del suelo tradicional (Rebolledo, 2008).

Estos sistemas contribuyen a preservar el paisaje, a la biodiversidad local y a la capacidad de regeneración de la selva (Soto, 2006). Se distinguen otros sistemas de manejo para el cultivo de la vainilla más o menos intensivos, algunos de ellos apoyados con sistemas de riego o fertilización: a) bajo plantaciones de naranjos, b) en plantaciones con tutores pichoco y cocuite, (*Erythrina* sp y *Gliricidia* sp) (Sánchez, 1997; Barrera, et al. 2009) y c) bajo malla sombra estas últimas con tutores artificiales, postes de madera, espalderas o mallas borregueras y en algunos casos con tutores de pichoco y cocuite (Bautista, 2006). Es común caracterizar a los sistemas en tres modelos generales: a) tradicional o acahual, b) semitecnificado con o sin riego (tutores de naranjos o pichoco-cocuite) y c) tecnificado con riego y fertilización (tutor artificial y malla sombra al 50%) (Curti, 1995; Sánchez, 1997; Hernández, 2004; Barrera, 2008). A diferencia de los sistemas tecnificados, los sistemas no tecnificados de cultivo proveen diferentes servicios ambientales, por ejemplo, el mantenimiento de la biodiversidad, la captura de agua y de carbono (Soto, 2006).

La vainilla requiere una precipitación media anual entre 2,000 a 3,000 mm (Soto, 2003), bien distribuida durante el año, excepto, en el periodo de polinización, ya que las lluvias disminuyen el porcentaje de las flores polinizadas, por lo cual, en este periodo, es preferible aplicar riegos al suelo. También la planta necesita de dos a tres meses relativamente secos para estimular la floración de la planta. La región de Papantla presenta 1,133 mm de precipitación media anual, la que con frecuencia limita el desarrollo de la planta y provoca la caída de frutos (Curti, 1995). Asimismo se menciona que la vainilla para su crecimiento óptimo requiere 50% de luz en la mayor parte del año. Pero, en épocas secas con soles intensos, es preferible mantener una sombra de 50 a 70% (Hernández, 2004), que permita

conservar la humedad del suelo y del aire. Mientras que en los meses lluviosos, la cantidad de sombra, debe ser de 30 a 50% para evitar condiciones favorables al desarrollo de enfermedades.

El exceso de sombra provoca crecimientos raquíuticos de la planta y menor producción de flores. Mientras que su deficiencia, causa quemaduras a las hojas y tallos de la planta, así como favorece la caída de frutos inmaduros. También, las plantas que crecen con excesos de luz o de sombra, son las más propensas de enfermarse. Es evidente que se requiere seguir de cerca estos sistemas de cultivo de pichoco y malla sombra, para determinar con exactitud cuáles son los factores que determinan los problemas de aborto de frutos, y determinar el o los agentes que están involucrados en la mortalidad de plantas de vainilla, sin embargo los programas gubernamentales continúan promoviendo y financiando este tipo de sistemas de cultivo para la vainilla (Bautista, 2006; CSPNVAC, 2012).

### **2.1.1 Sistema tradicional o acahual**

Los sistemas de este tipo tradicionalmente se cultivan en acahual, con tutores nativos y a densidades de vainilla muy bajas, lo que puede ayudar a mantener las condiciones óptimas del crecimiento vegetativo y a controlar la incidencia de plagas y enfermedades, sin embargo, la producción de frutos por planta y por unidad de área es baja y riego solo de temporal (Curti, 1995; Soto, 2006). Por ello, se han realizado plantaciones de vainilla con métodos semitecnificados y tecnificados. Varios aspectos importantes en todos los sistemas de cultivo son la iluminación, la humedad, la nutrición, la polinización y las enfermedades. Otro factor importante es la polinización manual de las inflorescencias, lo que en muchos casos lleva a una sobrepolinización de la planta con una consecuente disminución en la calidad de los frutos y la pérdida de vigor de la planta (COVECA, 2010). Los productores indígenas totonacas desarrollaron en esta zona el sistema de tumba-roza y quema que consiste en: sembrar maíz durante los dos primeros

años y posteriormente sembrar vainilla por un periodo de seis a ocho años, cuando la producción disminuía se proseguía a sembrar en otro espacio donde previamente ya había maíz y así se rotaba el cultivo (Kelly y Palerm, 1954; Díaz y White, 1968).

En México esta forma de producción es practicada por la mayoría de los campesinos (92%) (Sánchez, 1997), en este sistema se aprovecha la vegetación secundaria que crece en sus parcelas (fig. 1). Las especies de los árboles utilizados como tutores son muy diversos y los más característicos de los acahuals son especies de la zona; Laurel (*Litcea glaucescens*), Pata de vaca (*Bahinia divaricata*), Cojon de gato (*Tabernaemontana* sp), Cocuite (*Glyricidia sepium* J). Pichoco (*Erythrina* sp) y Chaca (*Bursera simaruba*) entre otros (Curti, 1995). En ocasiones cultivan también café (*Coffe arábica*) y palma camedor (*Chamedorea elegans*) dentro del acahual, para diversificar el cultivo.



Figura 1. Planta de vainilla en acahual

La vainilla se cultiva en superficies menores a una hectárea en estos sistemas de cultivo, por lo general los terrenos presentan lomas con pendientes ligeras y pronunciadas. El número inicial de tutores utilizados en estos sistemas de cultivo

va de 1,500 y 2,000 por hectárea, sin embargo cuando la vainilla crece invade todo el acahual y el número de tutores es indeterminado; los rendimientos son muy bajos, en promedio 200 kg/ha, por lo general los productores no le prestan mucha atención a sus vainillales, ya que son una segunda o tercera actividad dentro de sus labores cotidianas (Sánchez, 1997; Hernández, et al. 2009).

### **2.1.2 Sistema semi-intensivo (tutores con plantas de naranjos)**

El sistema de cultivo más prometedor en México es el de naranjo-vainilla, ya que además de producir naranja, la vainilla tiene rendimientos sobresalientes y pocos problemas fitosanitarios. Se mencionan que, en la región totonaca, es la mejor alternativa en términos de rendimiento, con valores máximos de 1.2 ton/ha (Barrera, et al. 2009). Por ello, es importante realizar estudios de estos sistemas de producción agroforestal diversificados y evaluar cuantitativamente los factores ambientales, bióticos y abióticos (COVECA, 2010). Este sistema de cultivo inició a partir de 1990, cuando se comenzó a cultivar cítricos en el totanacapan, se hace referencia a esta zona debido a que es el lugar representativo de producción de vainilla a nivel nacional. El sistema de cultivo semitecnificado es muy parecido al sistema tradicional, solamente cuenta con sistema de riego en algunos casos particulares. Los terrenos en donde se ubican son en laderas, con suelos delgados, poca materia orgánica y mínima fertilidad.

Por lo general, los tutores son cítricos como la naranja, tipo Valencia. Se estima que una plantación tiene por lo general una densidad de entre 208 y 624 tutores de naranjo por hectárea, con un promedio de 1,234 a 1,875 plantas de vainilla por hectárea (Curti, 1995; Sánchez, 1997; Barrera, et al. 2009). Los cítricos son los tutores que presentan las características idóneas para el cultivo de la vainilla, ya que tienen sombra todo el año y las labores de cultivo por lo general se realizan constantemente, el encauce de guía de la vainilla con este tutor es práctico, debido a que el cultivo de cítricos están en constantes podas de manejo y eso facilita a que las guías de vainilla no se extiendan a alturas que los productores no

alcancen para su manejo (fig. 2) (Barrera, et al. 2009). Estudios realizados caracterizaron el sistema de cultivo de vainilla con tutores de naranjo, utilizado por el 44% de los productores de la región totonaca de Veracruz y Puebla, 979 y 216 productores respectivamente (Barrera, et al. 2009). También mencionan rendimientos de 230 a 1,200 kg/ha, dependiendo principalmente de la edad del cultivo, si cuenta con riego o fertilización.



Figura 2. Cítricos como tutores de vainilla

### **2.1.3 Sistema intensivo (tutores con plantaciones de cocuite y /o pichoco)**

Los sistemas tecnificados pretenden aumentar las densidades de siembra y controlar las condiciones microambientales, en nuestro país se promueve activamente las plantaciones de vainilla con tutores naturales, pichoco (*Erythrina* sp), y cocuite (*Glyricidia sepium*), especies de leguminosas que son de rápido crecimiento que permitirán aumentar el rendimiento por unidad de área, la superficie utilizada por lo regular va de media a dos hectáreas (fig. 3 y 4). La cantidad de tutores que se utilizan van desde mil a cinco mil por hectárea y se siembran de dos a cuatro esquejes por tutor, que han producido de los cuatro a los



cinco años y el rendimiento es de una a cuatro toneladas por hectárea, dependiendo del riego y fertilización (Vázquez, 2002; Barrera, et al. 2008). Sin embargo, después de una o dos cosechas la producción y la plantación disminuye drásticamente por problemas de plagas y enfermedades (Hernández, et al. 2009). Aunque estas especies son de rápido crecimiento y el follaje sirve como abono verde, son especies caducifolias y no proveen sombra todo el año necesario para la vainilla, causando problemas de exceso de insolación y quemaduras en tallos, hojas y frutos en la estación seca (Vázquez, 2002; Barrera, et al. 2008; Hernández et al. 2009).



Figura 3. Cultivo de vainilla con tutores de pichoco



Figura 4. Cultivo de vainilla con tutores de cocuite

#### **2.1.4 Sistema intensivo (tutor artificial y malla sombra)**

Estos sistemas en México son relativamente nuevos, sin embargo se están introduciendo por medio de apoyos gubernamentales, son pequeñas unidades de producción, este sistema cuenta con riego y fertilización foliar (Bautista, 2006). Son unidades con tutores de madera o espalderas (malla ciclónica) (fig. 5) se trabaja con materia orgánica como sustrato y anclaje para las raíces, las plantas de vainilla se sujetan con material degradable a los tutores (hojas de maíz o de

plátano) hasta que alcanzan la altura de los tutores, posteriormente la guía se encauza hacia abajo, hasta llegar al suelo, se aporca el tallo para que enraíce y el ápice comience nuevamente a ascender (Curti, 1995; Bautista, 2006). Esta actividad se realiza con el objetivo de mantener todas las prácticas de manejo al alcance y renovar la plantación. Se eliminan las guías deterioradas para mantener al cultivo libre de enfermedades (Bautista, 2006; Hernández, 2006).

En cuanto a las espalderas o tutores de malla ciclónica, se utiliza en mismo mecanismo de prácticas culturales la única diferencia en este tipo de cultivo es colocar blocks en hilera formando un macetero largo o camellón también estos maceteros pueden ser de madera (fig. 6). En el macetero o camellón se coloca el sustrato para la vainilla que es materia orgánica, más una mezcla que permita la filtración de agua y la aireación (Bautista, 2006). La densidad real para este sistema de cultivo es de 2.7 plantas/m<sup>2</sup>, la producción para este sistema de cultivo aún no se ha cuantificado.



Figura 5. Cultivo de vainilla en casa sombra y tutor malla borreguera



Figura 6. Cultivo de vainilla en casa sombra y tutor postes de madera

### **III PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO DE LA VAINILLA EN MÉXICO**

Actualmente, el área de cultivo de la vainilla ha disminuido y con ello la producción, por diversos problemas que enfrenta el cultivo y su comercialización, entre los más importantes tenemos: la baja rentabilidad del producto en verde, la falta de asesoría técnica sobre este cultivo, el intermediarismo de la compraventa de materia prima, el desconocimiento y falta de organización y capacitación en el beneficiado y en la comercialización, entre otros factores (CNPVAC, 2006; Del Amo, et al. 2008; Hipólito, 2011). El cultivo de la vainilla en México se realiza principalmente en forma tradicional, en acahuales y huertos de traspatio, también está extendido el cultivo asociado a naranjales con muy buenos resultados. En los últimos años se ha promovido su cultivo semitecnificado y tecnificado mediante plantaciones de tutores de leguminosas y malla sombra con tutores artificiales (Bautista, 2006; Hernández, 2007).

Los problemas encontrados en cada tipo de sistema de cultivo son diferentes: a) en acahuales se presentan bajos rendimientos y una calidad muy variable de los frutos; b) en naranjales el rendimiento y la calidad es más alta que en acahuales, en particular si tienen un buen manejo de encauce, poda, abonado y riego. Las plagas y enfermedades se controlan mediante un manejo integral de éstas (Barrera, et al. 2019); c) en plantaciones de vainilla con tutores de pichoco y cocuite los principales problemas son la alta insolación en periodos de estiaje, aun cuando se aplica riego, la insolación provoca, el debilitamiento de las plantas y una resistencia menor a plagas y enfermedades (COVECA, 2010).

La incidencia de plagas y enfermedades se agrava también con las altas densidades de siembra en este sistema y d) El sistema de malla sombra tiene una gran cantidad de problemas, debido principalmente a la mala implementación, capacitación y asesoría de esta tecnología. El resultado es que no existe un control de las condiciones microclimáticas, lo que expone al cultivo a cambios muy grandes de radiación solar, temperatura y humedad, provocando el debilitamiento de las plantas y la consecuente pérdida de frutos y alta incidencia de plagas y

enfermedades (Castro y García, 2007; Barrera, et al. 2009).

Aunque se han identificado los principales factores agroecológicos que afectan a la producción y calidad de la vaina verde en México, como son: sequías, altas temperaturas, enfermedades, plagas, la nutrición, la polinización, la relación con el árbol hospedero, las micorrizas y los polinizadores (Soto, 2006; Hernández et al. 2009; Barrera et al. 2009). Además poco se ha trabajado en los factores socioeconómicos. En un análisis diagnóstico para el totonacapan se identificaron aspectos de la cadena productiva y su relación con el mercado, encontrándose que la poca atención y abandono del cultivo de la vainilla se debe principalmente a la baja rentabilidad de la vaina verde, debido a los altos costos de producción en relación a el precio de venta de la materia prima (Hipólito, 2011). Aunque se establecen a nivel regional precios de garantía para la materia prima, son pocos los compradores intermediarios y beneficiadores que los respetan, arguyendo la mala calidad y los precios internacionales. Esto ha provocado un círculo vicioso que ha resultado en la drástica disminución del área de cultivo de vainilla y de los rendimientos en el Estado de Veracruz (Hipólito, 2011).

Se han propuesto alternativas para la integración de los productores a una cadena de valor en donde ellos le den valor agregado a la materia prima mediante estufas de beneficiado familiares o comunitarias (Santos, 2007). Se estima que más del 80% de las plantaciones de vainilla en el país son afectadas por la sequía y altas temperaturas, principalmente durante la floración y el crecimiento del fruto (marzo a junio), afectando tanto la cantidad como la calidad de los frutos (Vázquez, 2002; Curti, 2004; Castro y García, 2007). La reproducción de la vainilla es principalmente asexual, ya que la polinización natural y la producción de frutos es escasa, aún no se sabe con certeza cuales son los polinizadores naturales aunque algunos autores mencionan a las abejas Euglosinas (Soto, 2006; Hernández et al. 2009). En el cultivo, la polinización es manual y se alcanzan altas tasas de fertilización y “amarre” de frutos, aunque esto pueda sobrecargar la capacidad de crecimiento de los frutos y posteriormente de la planta entera. Asimismo hay una gran variedad de plagas y enfermedades que atacan a la planta y aún no se tiene

establecida, con detalle, la etiología de ellas. La vainilla es afectada por varias enfermedades que deterioran diferentes partes de las plantas, desde las raíces hasta los frutos, entre las más comunes tenemos a los marchitamientos, pudriciones, antracnosis y royas (Curti, 2004; Tombe y Liew, 2010).

En nuestro país y en otras partes del mundo, los padecimientos más graves, por su incidencia y capacidad patogénica, son el marchitamiento por *Fusarium sp* y la pudrición por *Phytophthora sp*, que afectan raíz, tallo y hojas principalmente (Hernández, 2004; Soto, 2006; Huerta, 2009; Gleason, 2009; Manceau, 2009; Tombe y Liew, 2010). Estas enfermedades pertenecen al sistema vascular que afectan rápida o paulatinamente a toda la planta, perdiéndose totalmente si no se controla, se dispersan rápidamente y constituyen un alto riesgo. En cuanto a la etiología de las enfermedades, aún es muy arriesgado señalar a un sólo microorganismo como causante de las pudriciones y establecer programas de control fisiológico y agroquímico. Se sospecha que las pudriciones de tallos y hojas podrían ser debidas por *Phytophthora sp*, ya que es común encontrar a este género en las lesiones (Tsao, 1990; Erwin y Ribeiro, 1996; Kahane, et al. 2008; Tombe y Liew, 2010). También se han encontrado bacterias fitopatógenas (Kahane, et al. 2008; Huerta, 2009).

Es indispensable la caracterización ecofisiológica del sistema de cultivo y la identificación correcta del o los agentes etiológicos de esta enfermedad para poder establecer mecanismos y estrategias de control a través de prácticas agroecológicas de cultivo. El ataque de enfermedades se agrava cuando el cultivo se desarrolla en condiciones subóptimas y en el manejo hay poco control de plagas y enfermedades (Curti, 1995). El vigor de la planta depende de muchos factores, y con ello su capacidad de resistencia y resiliencia al ataque de enfermedades, entre ellos los más importantes son los ecofisiológicos a lo largo del año como son: la iluminación, la temperatura, la humedad, la nutrición y simbiosis con microorganismos (Barrera, 2009; Padilla, 2010). También afecta el esfuerzo reproductivo de la planta, por lo que la sobrepolinización, con fines de obtener mayor producción, provoca una descompensación en la fisiología de las

plantas y puede facilitar el desarrollo de patógenos (Hew y Yong, 2003; Hernández, 2006). Por ello, los objetivos de este estudio se centraron en realizar un diagnóstico de estado de cultivo en algunas comunidades, además de estudiar aspectos fitosanitarios en los diferentes sistemas de cultivo en comunidades de la zona totonaca, acahual, tutor con naranjo y malla sombra, además de caracterizar la cantidad de flores polinizadas por inflorescencia (mazo) y cantidad de inflorescencia polinizadas por planta.

### **3.1 Polinización de las flores de vainilla**

La vainilla, por lo general florece a la edad de tres años después de plantada, con las condiciones apropiadas de luz, temperatura y humedad relativa, así como con un apropiado manejo de la materia orgánica del suelo y un mejor manejo de plagas y enfermedades (Curti. 1995, Hernández, 2006). Es una planta hermafrodita, sus flores son de color amarillo claro y verdoso; presentan tres sépalos y tres pétalos y una columna central o ginostermo en donde se fusionan los órganos sexuales, estos solo están separados por una membrana llamada rostelo. Las flores se agrupan en inflorescencias que brotan de las axilas de las hojas; cada planta produce de 10 a 20 inflorescencias y del cual cada inflorescencia produce de 10 a 20 flores. Durante el proceso de floración se observa una maduración secuencial, es decir solo una o dos flores abren por día, hasta completar la inflorescencia (Dessler, 1990; Velázquez, 2004; Castro, 2008).

Entre el 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> año de plantados, dependiendo del sistema de cultivo, los bejucos de vainilla empiezan a florecer, es cuando se inicia la polinización artificial para lograr una fructificación abundante. Para ello se dobla el rostelo (lengueta que separa la antera del estigma) con ayuda de un palito delgado o la uña, luego se presiona con el dedo el polinio (bolsas de polen que se encuentra en el único estambre) sobre el estigma. Las mejores flores son aquellas que se encuentran en la parte baja de la inflorescencia, inclinadas hacia abajo, pues forman frutos derechos después de la polinización (Curti. 1995, Hernández, 2006).

Por lo general las flores abren en par cuando el tiempo es cálido y seco, o ninguna cuando bajan las temperaturas o llueve. Aunque las flores son autocompatibles no son autopolinizables y se requieren polinizadores, entre los naturales se mencionan a las abejas euglosinas y meliponas, así como colibríes (como polinizadores naturales), (Soto, 2003). Sin embargo no se tienen evidencias científicas de los agentes polinizadores referidos y de cómo se realiza la polinización natural (Soto, 1999; Soto, 2003; Hernández, 2004; Lubinsky, et al. 2004).

Una vez polinizada una cantidad suficiente de flores, se eliminarán los restantes capullos. Unos 15 a 20 días después se controlará nuevamente la plantación para efectuar eventuales refuerzos de polinización o retirar brotes y flores que hayan crecido en el intervalo. Las flores polinizadas y fertilizadas no se caen, el ginostermo o columna generalmente se mantiene y sirve de protección al fruto en desarrollo. Las flores no polinizadas correctamente o en condiciones de lluvias o mucho calor, abortan a los 2 a 3 días (Hernández, 2004).

### **3.2 Calidad de vaina verde**

El fruto es una cápsula trivalva que forma una vaina alargada que mide de 10 a 15 mm de diámetro (Curti, 1995; Damiron, 2004; Soto, 2006). La calidad de vaina verde depende, desde el punto de vista organoléptico, en aspectos morfológicos y de los precursores bioquímicos de las sustancias aromáticas (Ranadive, 1994; Pérez, 2007; Ramos y Cervantes, 2009). Todo ello es función de una polinización adecuada y que durante el desarrollo y maduración del fruto se tenga suficiente disponibilidad de productos de la fotosíntesis. Por ello el vigor de la planta y condiciones óptimas ambientales son un prerrequisito para que los frutos alcancen las tallas y contenidos de precursores que permitan, una vez beneficiados, alcanzar categorías de alta calidad (Ranadive, 1994; Pérez, 2007; Ramos y Cervantes, 2009). Las flores de la vainilla se presentan en inflorescencias o racimos, dependiendo del estado fisiológico de la planta y ambientales es la

cantidad de inflorescencias que producen (Castillo y Engleman, 1993). En los cultivos comerciales la polinización es manual, después de la fecundación, natural o provocada artificialmente, el pedúnculo de la flor se abulta y se transforma en una cápsula alargada dehiscente, que se le conoce como "vaina de vainilla". Esta cápsula alargada y carnosa con miles de minúsculas semillas en su interior, llega a alcanzar, durante 8 a 10 meses de maduración, y la longitud que toma la vaina va desde los 10 y 25 cm de longitud (17 cm en promedio), y el diámetro de 7 a 11 mm (Castillo y Engleman, 1993; COVECA, 2010).

Los frutos formados de flores que se encuentran en la parte alta de la inflorescencia forman generalmente frutos doblados (Hernández, 2005). La cantidad de las flores a polinizar y la posible cantidad y calidad de frutos a lograr, depende del grado de desarrollo de la planta y de la disponibilidad de agua y nutrientes (Ranadive, 1994). Se recomienda polinizar de seis a ocho flores por racimo para asegurar que se establezcan de cuatro a cinco frutos de buena calidad por racimo, esto significa que se pueden formar entre 30 y 60 frutos por planta. Sin embargo, la sobrepolinización provoca frutos pequeños y de mala calidad, caída de frutos, debilitamiento de la planta y mayor sensibilidad ante enfermedades e insectos dañinos (Bruneton, 1991; Curti, 1995; Hernández, 2004; Ranadive, 2005). A la caída de frutos se le conoce como aborto, inducida por las características anteriores o en conjunto.

### **3.3 La cosecha**

La cosecha se realiza según el Artículo 30 de la Ley de Fomento y Protección de la Vainilla, del gobierno del Estado de Veracruz de 1941 establece que: "La cosecha de vainilla en el Estado sólo podrá efectuarse a partir del 15 de noviembre de cada año". Esta medida fue establecida principalmente para prevenir el robo y no significa que sea la fecha óptima. Actualmente la cosecha se inicia el 10 de diciembre en el Estado de Veracruz, continuándose hasta febrero (Hernández, et al. 2009). La cosecha de los frutos en México se lleva a cabo en



racimos con todo y raquis, cortando con tijera o navaja desde el caquis, cuando la mayoría de las cápsulas ya se encuentran maduras y de color amarillo, a los 45 días después de la polinización los frutos alcanzan su máximo crecimiento en longitud y diámetro (15 a 25 cm y 8 a 11 mm), durante los próximos 7.5 meses el fruto madura desarrollando todos los precursores aromáticos característicos de la vainilla (Hernández, 2004).

Se requiere cuidado al determinar el término exacto de la cosecha, pues el fruto inmaduro puede tener un bajo contenido de sustancias aromáticas y al contrario, las cápsulas demasiado maduras se abren y pierden calidad. El tamaño de los frutos de la vainilla en los sistemas de producción son variados van desde los 12 a 22 cm, esta gran diferencia en el tamaño provoca que exista una calidad heterogénea (Santos, 2007). Sin embargo, el mejor tamaño de la vaina de vainilla es de 16 a 22 cm, presentando una forma cilíndrica, cerrada completamente, con una coloración ligera verde amarillenta en un extremo y lineal casi perfecta. La vaina debe de estar libre de manchas, picaduras, deformaciones y debe evitar ser de tamaño inferior de los 16 cm. (Santos, 2007).

Es importante mencionar que la cosecha en racimos no es la forma más adecuada, en términos de la calidad de la vaina, ya que en cada racimo se encuentran frutos de diferente edad y estado de maduración. Por ello, los racimos cosechados siempre tienen una proporción alta de frutos inmaduros y pasados o abiertos (Santos, 2007). Una cosecha escalonada de frutos maduros aumentaría la proporción de frutos de alta calidad con un valor mayor en el mercado. Una recomendación para realizar el corte de vainilla es practicarlo de forma escalonadamente en un lapso de 20 a 25 días de la misma forma en que se realizó la polinización. De esta forma, se logrará mejor calidad en la vainilla beneficiada y un índice mayor de conversión de vainilla verde a vainilla beneficiada (Cervantes y Ramos, 2009).

#### IV HIPÓTESIS:

Las condiciones ecofisiológicas y las prácticas de cultivo de la vainilla en los diferentes sistemas de producción, influyen en el rendimiento y calidad de las vainas verdes.

#### V OBJETIVOS

Establecer las bases metodológicas para la caracterización de la polinización y fitosanidad en tres sistemas de cultivo de vainilla en Papantla y Coatzintla, Veracruz.

#### OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Elaborar un diagnóstico del cultivo de la vainilla en tres comunidades de los municipios de Papantla y Coatzintla.
- 2.- Determinar niveles óptimos de polinización y cosecha escalonada en tres sistemas de cultivo.
- 3.- Determinar los agentes etiológicos de la pudrición del tallo de la vainilla en la región de estudio.
- 4.- Proponer prácticas de manejo que optimicen el rendimiento y calidad en los diferentes sistemas de producción.

## VI METODOLOGÍA

El estudio se realizó en cinco comunidades de los municipios Papantla y Coatzintla del estado de Veracruz, las comunidades de Francisco Sarabia, y Taracuan son del municipio de Papantla y Rancho Nuevo, Furberos y Cerro del Mirador del municipio de Coatzintla, estos municipios se encuentran colindantes, al norte del estado de Veracruz (fig. 7). Ambos municipios pertenecen a la región totonaca, Papantla de Olarte se encuentra, a  $20^{\circ} 27'$  latitud norte y  $97^{\circ} 19'$  longitud oeste; con una altitud de 180 msnm, la superficie es de  $1,119.26 \text{ km}^2$ . Al norte colinda con los municipios de Cazones de Herrera y Tihuatlán; al sur con el Estado de Puebla y Martínez de la Torre; al este con el Golfo de México, y los municipios de Tecolutla y Gutiérrez Zamora y al oeste con los municipios de Poza Rica de Hidalgo, Coatzintla y Espinal (Baltazar, 2010). El municipio de Coatzintla se localiza también en la zona norte del estado de Veracruz en las coordenadas  $20^{\circ} 28'$  latitud norte y  $97^{\circ} 27'$  longitud oeste, a una altura de 120 msnm al norte; Su superficie es de  $235.25 \text{ km}^2$  (Santes, 2006).



Figura 7. Localización de las comunidades involucradas en el estudio

El clima de ambos municipios es cálido-húmedo, con una temperatura promedio anual de 21 a 24 °C; su precipitación pluvial media anual es de 1,108 a 1,160 mm. La hidrografía se caracteriza por pequeños ríos que derivan de los ríos Tecolutla y Texistepec; existen arroyos tributarios como el Tlahuanapa, Santa Agueda y Poza Verde. Ambos municipios se encuentran sobre las tribulaciones de un conjunto montañoso de la Sierra Madre Oriental, la cual recibe el nombre local de Sierra Papantla, la topografía es irregular, con cerros de poca altura y con predominancia de valles; el uso del suelo es predominantemente agropecuario, en donde el maíz, frijol, cítricos y ganadería son los principales productos (Baltazar, 2010; Hernández, 2011).

## **6.1 Diagnóstico del cultivo de la vainilla en las comunidades de estudio**

En el semestre de agosto-diciembre del 2008, se realizó la revisión bibliográfica del tema, así como las observaciones directas en campo, entrevistas abiertas con informantes clave, se diseñó y aplicó una entrevista semiestructurada a diez productores y exproductores de vainilla. El diagnóstico se enfocó en el tipo de sistema de producción de vainilla, rendimientos, costos, ganancias y problemas asociados; asimismo se tomaron en cuenta aspectos de tenencia de tierra y superficie, el tipo de cultivos y las especies, el cultivo principal, el tipo de terreno ladera, llano, de riego o temporal, la forma de llegar al predio, las prácticas culturales de cultivo, los insumos y las herramientas utilizadas y la mano de obra utilizada (Anexo 1). Se realizaron estadísticas y gráficos cuantitativos y cualitativos descriptivos en Excel.

## **6.2 Polinización, crecimiento, aborto y rendimiento**

El experimento para realizar la polinización con diferentes intensidades, monitoreo de crecimiento de vainas, cuantificación de abortos de vainas y cosecha escalonada se realizó en tres sistemas de cultivo de vainilla: a) semi-intensivo

(tutores de naranjo, *Citrus sinensis*, variedad valencia) en la comunidad de Francisco Sarabia, b) intensivo (tutores de pichoco, *Erythrina sp*) en la comunidad de Taracuan, y c) tecnificado (casa sombra) en la comunidad de Furberos (tabla 1). Las plantas de vainilla utilizadas para el experimento debían de estar sanas y vigorosas, y tener al menos seis inflorescencias cada una. El número de plantas seleccionadas fue variable de acuerdo al tipo de tutor de cultivo y la cantidad de plantas capaces de mantener el ensayo, a) en el sistema de cultivo intensivo con pichoco se localizaron y etiquetaron treinta plantas de vainilla, b) Para el sistema semi intensivo con naranjos se seleccionaron ocho plantas de vainilla, y c) en el sistema de malla sombra se seleccionaron seis plantas, en total 44 plantas.

**Tabla 1** Diseño de parcelas experimentales con diferentes intensidades de polinización.

Parcelas	Superficie (ha)	Edad (años)	Lugar
Plantación de naranjos ( <i>Citrus sinensis</i> ) variedad valencia.	0.75	7	F. Sarabia
Malla sombra con tutores de madera	0.12	4	Furberos
Plantación de tutores de pichoco ( <i>Erythrina sp.</i> )	3	4	Taracuan

La intensidad de polinización se estableció tomando en cuenta las cargas de frutos que soportan las plantas de vainilla en condiciones de temporal 30 a 40 vainas por planta y riego de 50 a 60 (Curti, 1995). En la literatura se menciona que una planta madura produce en promedio 10 a 20 inflorescencias, cada inflorescencia con 10 a 20 flores (Damiron, 2004; Hernández, 2009); asimismo se reporta que dependiendo de las condiciones de temporal o riego cada planta puede soportar de 30 a 60 frutos (Curti, 1995; Hernández, 2009), lo que equivale a polinizar de tres a seis frutos por racimo o mazo. Esto indica que se deben polinizar de seis a ocho flores por inflorescencia para después ralear a cuatro o cinco frutos, lo anterior es reforzado por los productores, que polinizan dependiendo las características de la planta y el sistema de producción, de cuatro a ocho flores por

mazo. Por tanto tomando como referencia la opinión de los productores, y el número de inflorescencias que presentaron las plantas seleccionadas, que no superaba las ocho inflorescencias, se estableció el diseño experimental de polinización, de parcelas anidadas, de la siguiente manera.

Se diseñó un experimento de parcelas anidadas para determinar los niveles óptimos de polinización y cosecha, en los tres sistemas diferentes de cultivo. Los tratamientos de polinización tuvieron dos niveles: a) seis flores polinizadas por inflorescencia, y b) ocho flores polinizadas por inflorescencia; con tres repeticiones (inflorescencias) en cada planta (tabla 2).

**Tabla 2** Diseño experimental para la intensidad de polinización.

Fuentes de variación	Sistemas de producción	Plantas maduras y vigorosas (repeticiones)	Tratamiento experimental por planta		3 Repeticiones	
	Semi-intensivo naranja	8	6 flores/inflorescencia	8 flores/inflorescencia	18-flores/planta = 144 flores	24-flores/planta = 192 flores
Intensivo pichoco	30	6 flores/planta	8 flores/planta	18-flores/planta = 540 flores	24-flores/planta = 720 flores	
Casa sombra malla sombra	6	6 flores/planta	8 flores/planta	18-flores/planta = 108 flores	24-flores/planta = 144 flores	

La polinización se realizó en abril del 2008, posteriormente se realizaron mediciones y observaciones en las flores fecundadas (vainas): longitud, diámetro de la vaina, aborto de vainas y fitosanidad en vainas a las 6, 20 y 36 semanas. La cosecha de los ejemplares se llevó a cabo entre el mes octavo y noveno (noviembre a diciembre del 2008) después de la polinización, dependiendo de la madurez fisiológica (vainas sanas que presentaban un ligero amarillamiento en el extremo adaxial de la vaina), se registró el peso fresco y posteriormente el peso después del beneficiado de cada vaina.

El análisis estadístico, para sistemas de manejo y tratamientos, consistió en estadísticas descriptivas univariadas, incluyendo pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas. Posteriormente se realizó un ANOVA anidado de

medidas repetidas, seguido de un corrimiento de medias según Duncan. Para evaluar el efecto de la correlación entre las variables de respuesta (longitud, diámetro y peso de la vaina verde) se aplicó un análisis MANOVA. El aborto (caída) de frutos se evaluó primero por covarianza en relación al número inicial de individuos y posteriormente por medio de regresiones lineales simples, después de transformar las variables para tener normalidad y homogeneidad de varianzas. Se evaluó también la tasa de mortalidad para sistemas de producción y tratamientos mediante regresiones lineales simples y pruebas de 't'.

### **6.3 Diagnóstico fitosanitario de la vainilla con tutores de naranjo y malla sombra**

El diagnóstico fitosanitario se realizó en la comunidad de Francisco Sarabia, Papantla, en un sistema semi-intensivo con tutor de naranja valencia (*Citrus sinensis*), con extensión de 0.75 hectáreas de cultivo, con otras especies como: maíz (*Zea mays*), pimienta (*Pimenta dioica*), café (*Coffea arabica*), palma tepejilote (*Chamaedorea elegans*), árboles maderables como la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela odorata*). También en el sistema, pero en menor proporción, se encuentran otras especies de usos medicinales y alimenticias, *Erythrina sp*, plátanos (*Musa paradisiaca*), palo mulato (*Bursera simaruba*), frijoles varios (*Phaseolus sp*), chile piquín (*Capsicum annum*), laurel (*Lauraceae sp*), piñón (*Jatropha curcas*), hoja santa (*Piper auritum*), zapote chico (*Manikara zapota*) y mango (*Mangifera indica*) el periodo de diagnóstico fue el primer semestre del 2008 (Enero-Julio).

Las plantas de vainilla se seleccionaron, siguiendo un muestreo sistemático, el cual consistió en tomar el 5% de la población de tutores, 20 árboles de naranja; en cada tutor se registró el estado fitosanitario (Romero, 1993; Agrios, 1999) y se tomaron muestras de siete plantas de vainilla. El muestreo se inició en la segunda fila (segundo tutor) para evitar el efecto de orilla. El registro del estado fitosanitario incluía el tipo de daño (plaga o enfermedad), la localización (hojas, tallos o raíz y la intensidad del ataque de las partes de la planta de vainilla (% total de daño

sobre la superficie) como aclaran (Romero, 1993; García, 2007). El material vegetativo con signos y/o síntomas de enfermedades, se etiquetó, se envolvió en papel de estraza y se colocó en bolsas de plástico a la sombra. Posteriormente se llevaron al laboratorio del Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) para su aislamiento e identificación (García, 2007), (fig. 8 y 9).



Figura 8. Plantas de vainilla con tutor naranja valencia



Figura 9. Daños de antracnosis

El diagnóstico en el laboratorio, consistió en aplicar la metodología estándar para diagnóstico fitosanitario (Romero, 1993; Agrios, 1999): a) aislar agentes etiológicos de las partes enfermas vegetativas, utilizando medios adecuados para aislamiento de *Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp, b) identificar los agentes etiológicos mediante observaciones macro y microscópicas, usando claves taxonómicas y consultas con expertos. Para aislar *Phytophthora* sp, se utilizó un medio selectivo de crecimiento, Papa Dextrosa Agar, PDA, con jugo de ocho verduras carbonatado (PDA-V8CaCo<sub>3</sub>) con antibióticos fúngicos como el pentacloronitrobenzeno (PCNB), pimaricina, ampicilina, rifamicina e hymexazol (Tsao, 1987). Para aislar *Fusarium oxisporum* se utilizó medio de cultivo PDA para *Fusarium* sp. (Cova, 1993; Trigiano, 2004).



Las cuatro cepas de aisladas de *Fusarium* sp. (fig. 10 y 11) se usaron para inocular siete plantas sanas de vainilla y verificar los postulados de Koch<sup>1</sup>.



Figura 10. Aislamiento de hongos de material vegetativo en PDA



Figura 11. Crecimiento de cepa aislada de *Fusarium oxisporum* en PDA

Se inoculó el micelio de las cepas aisladas en los dos primeros internudos del tallo, desde la base hacia el ápice, cubriéndose con cinta enmascaradora; en los siguientes dos internudos se pinchó el tallo repetidamente con una aguja de disección, colocando micelio sin cubrirla; los últimos dos internudos, testigos, fueron pinchados sin colocar micelio ni cinta. Los esquejes de vainilla se colocaron en una cámara húmeda a temperatura promedio de 28°C, y se observaron cada tercer día durante 45 días. Dos plantas inoculadas tuvieron síntomas de la enfermedad (pudrición del tallo) y se procedió a aislar *Fusarium oxisporum*, el cuál fue reinoculado en cinco plantas sanas, usando la metodología anteriormente mencionada. Adicionalmente, a partir de cepas aisladas de *Phytophthora cinamomi* y *Phytophthora capsici*, obtenidas en el colegio de posgraduados, se realizó otro ensayo de fitopatogenicidad en tres plantas sanas. Se elaboraron tablas y figuras con estadísticas descriptivas, cualitativas y cuantitativas, para

---

<sup>1</sup> A partir de un organismo enfermo, se aísla el organismo que causa los síntomas, una vez aislado, se inocula en organismos sanos para probar su patogenicidad y si se repiten los síntomas, el postulado de Koch se cumple (Romero y Cova 1993).

analizar los resultados. En las siguientes imágenes se muestra la forma en que fueron inoculadas las plantas de vainilla antes mencionada (fig. 12 y 13).



Figura 12 Inoculación de micelio de *Fusarium oxisporum* en plantas sanas



Figura 13 Revisión de plantas inoculadas con micelio

## VII RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **7.1 Diagnóstico del cultivo de la vainilla en comunidades de los municipios de Papantla y Coatzintla**

La mayoría de los productores rurales de vainilla en estos municipios son de edad avanzada, el promedio de edad de los productores entrevistados fue de 49 años, consistente con otros estudios en la zona en donde el 75% cuentan con más de 51 años (Vázquez, 2002). El 90% de los entrevistados son bilingües, hablan español y totonaco, y el nivel de escolaridad es muy bajo 50% de analfabetos y sólo el 40% han terminado la primaria, niveles más bajos que los reportados en otros trabajos en donde mencionan que el 60% cuentan con primaria (Vázquez, 2002). Todos tienen parcelas propias, estas son pequeñas de 3.4 hectáreas en promedio, que dedican principalmente al cultivo de maíz (para autoconsumo y hoja para tamales), el cultivo de cítricos, la ganadería y otros cultivos, como el café, pimienta, vainilla o frutales, las cuales trabajan familiarmente. La vainilla es un cultivo marginal, tanto en área de producción como en aportación económica, asociado al cultivo de cítricos principalmente, así como en acahuales, solares y huertos frutales, hecho que ha sido observado en otros estudios como el de Hipólito (2011).

Los productores entrevistados, utilizan principalmente el sistema de tutores de naranjo, en plantaciones, de cinco a ocho años de edad, en superficies promedio de 0.5 hectáreas, con un promedio 240 plantas de naranjo y 960 plantas de vainilla. Algunos de ellos han sido promovidos por diferentes agencias gubernamentales y se ha intentado mejorar y tecnificar los cultivos de vainilla con tutores de pichoco o con malla sombra sin éxito. Aunque algunos estudios han demostrado que la tecnificación con tutores de pichoco o malla sombra, puede aumentar el rendimiento (Hernández, 2006; Castro, et al. 2008), los resultados de este estudio y otros en la región (Vázquez, 2002; Barrera, et al. 2009), permiten afirmar que los intentos de tecnificar el cultivo de la vainilla, con pequeños productores rurales, han sido muy desalentadores.

Las principales actividades que realizan en el cultivo de la vainilla y el promedio de jornales por año, por productor, son:

- a) Acarreo y siembra de esquejes (15 jornales)
- b) Recolección y aplicación de materia orgánica (15 jornales),
- c) Deshierbe, acomodo de bejuco, poda de tutores y aplicación de fungicidas (60 jornales)
- d) Polinización (30 jornales)
- e) Cosecha (2 jornales).

Esto significa un total de 184 jornales por hectárea, cifra baja según lo reportado por otros autores que mencionan de 172 a 575 jornales, en promedio 316 jornales, dependiendo del sistema de producción y la edad del cultivo (Curti, 1995; Vázquez, 2002; Hernández, et al. 2009). Se puede inferir que, aunque las actividades son adecuadas, no lo es la frecuencia y estacionalidad de las mismas, por lo que no llevan a cabo un manejo óptimo del cultivo, lo que puede estar relacionado con la falta de capacitación, carencia de apoyos económicos y marginalidad del cultivo en términos de rentabilidad económica.

## **7.2 Polinización, crecimiento, aborto y rendimiento**

A las seis semanas de desarrollo de los frutos no se observaron diferencias significativas en longitud y diámetro entre los tres sistemas de producción (cítricos, malla sombra y pichoco). Tampoco hubo diferencias en longitud y diámetro en la intensidad de polinización (seis y ocho flores por inflorescencia). Para las variables de crecimiento, longitud y diámetro, no se encontraron diferencias significativas entre los sistemas de producción ni para las dos intensidades de polinización (hasta las 20 semanas). Sin embargo se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de abortos para los diferentes sistemas de cultivo, pero no para las diferentes intensidades de polinización (Tabla 3). Los promedios de porcentajes de abortos, a las seis semanas, fueron menores para el sistema de naranjo (8.8%), seguido por el de malla sombra (33.6) y el que tuvo el mayor porcentaje fue el de

pichoco (52.1%).

El análisis estadístico muestra diferencias significativas para el porcentaje de mortalidad tanto entre sistemas de producción como en el tiempo. Desde las seis semanas ya había diferencias en la mortalidad entre sistemas, siendo el sistema con pichoco el más alto y el de naranjo el más bajo. La mortalidad fue aumentando con el tiempo y para la semana 36 el único sistema con vainas fue el de naranjo, alcanzando una mortalidad promedio de 33.5.

Aunque los valores de mortalidad para naranjo a las 36 semanas fueron de 29% y 38% para el tratamiento de seis y ocho flores respectivamente, no se encontraron diferencias significativas (Tabla 3).

**Tabla 3** Crecimiento y aborto de frutos para dos intensidades de polinización, a las seis semanas, en los tres sistemas de cultivo de vainilla.

TIEMPO DE DESARROLLO			6 semanas			
SISTEMA DE PRODUCCIÓN						
Naranjo (8 plantas)						
Tratamiento	18_flores/planta = 144 flores			24_flores/planta = 192 flores		
	Prom.	E.S.	N	Prom.	E.S.	n
Longitud (cm)	14,7a	0,9	135	15,7a	0,7	149
Diámetro (cm)	1,0a	0,08	135	1,1a	0,06	149
Abortos (%)	6,3a	4,2	135	11,3a	9,0	149
Malla sombra _ 50% (6 plantas)						
Tratamiento	18_flores/planta = 108 flores			24_flores/planta = 144 flores		
	Prom.	E.S.	N	Prom.	E.S.	n
Longitud (cm)	16,6a	0,2	61	16,6a	0,8	110
Diámetro (cm)	1,2a	0,04	61	1,2a	0,07	110
Abortos (%)	43,5b	11,6	61	23,6b	9,4	110
Pichoco (30 plantas)						
Tratamiento	18_flores/planta = 554 flores			24_flores/planta = 720 flores		
	Prom.	E.S.	N	Prom.	E.S.	n
Longitud (cm)	15,2a	0,3	262	15,1a	0,6	340
Diámetro (cm)	1,0a	0,03	262	1,0a	0,05	340
Abortos (%)	51,5c	36,8	262	52,8c	33,8	340

A las 20 semanas se observa un ligero aumento en longitud y diámetro en todos los sistemas de producción e intensidades de polinización, sin embargo no se observaron diferencias significativas. También hubo un aumento en los porcentajes de abortos para todos los sistemas e intensidades de polinización, manteniéndose las diferencias significativas para los diferentes sistemas de cultivo (Tabla 4). Los promedios de porcentajes de abortos, a las veinte semanas, fueron menores para el sistema de naranjo (16.2%), seguido por el de malla sombra (38.4) y el que tuvo el mayor porcentaje fue el de pichoco (72.1%).

**Tabla 4** Crecimiento y aborto de frutos para dos intensidades de polinización, a las 20 semanas, en los tres sistemas de cultivo de vainilla estudiados.

TIEMPO DE DESARROLLO			20 semanas			
SISTEMA DE PRODUCCIÓN						
Naranjo (8 plantas)						
Tratamiento	18_flores/planta = 144 flores			24_flores/planta = 192 flores		
	Prom.	E.S.	N	Prom.	E.S.	n
Longitud (cm)	15,7a	0,4	123	15,9a	0,1	138
Diámetro (cm)	1,2a	0,05	123	1,2a	0,01	138
Abortos (%)	14,6aa	4,2	123	17,9aa	4,7	138
Malla sombra _ 50% (6 plantas)						
Tratamiento	18_flores/planta = 108 flores			24_flores/planta = 144 flores		
	Prom.	E.S.	N	Prom.	E.S.	n
Longitud (cm)	17,0a	0,4	58	16,9a	0,8	100
Diámetro (cm)	1,2a	0,05	58	1,2a	0,06	100
Abortos (%)	46,3b	11,2	58	30,6b	7,3	100
Pichoco (30 plantas)						
Tratamiento	18_flores/planta = 540 flores			24_flores/planta = 720 flores		
	Prom.	E.S.	N	Prom.	E.S.	n
Longitud (cm)	15,1a	1,1	139	16,0a	0,4	217
Diámetro (cm)	1,1a	0,02	139	1,1a	0,07	240
Abortos (%)	74,3c	19,4	139	69,9c	23,6	240

Para las 36 semanas en la cuales los frutos alcanzan la madurez fisiológica, el sistema de naranjo mostró que las variables de crecimiento, longitud y diámetro, no presentan diferencias significativas para las dos intensidades de polinización (Tablas 4 y 5). Los promedios finales fueron de 16.3 cm de longitud y 1.35 cm de diámetro. Al parecer las intensidades de polinización que se probaron no ponen en condiciones de sobrecarga a la planta. El peso sólo se registró para el sistema de naranjo a las 36 semanas cuando se cosecharon las vainas, encontrándose un valor promedio de 13.3 g sin mostrar diferencias significativas entre los tratamientos de polinización (Tabla 5).

A las 36 semanas se observó una mortalidad del 100% para los sistemas de malla sombra y pichoco. Para el sistema de naranjo se observa un ligero aumento en longitud y diámetro en las dos intensidades de polinización, sin embargo no se observaron diferencias significativas. También hubo un aumento en los porcentajes de abortos para las dos intensidades de polinización, 29.2% y 38.1% para 6 y 8 flores respectivamente, manteniéndose las diferencias significativas para los diferentes sistemas de cultivo (Tabla 5).

**Tabla 5 Crecimiento y aborto de frutos para dos intensidades de polinización, a las 36 semanas, en el sistema de cultivo de vainilla con naranjo.**

TIEMPO DE DESARROLLO			36 semanas			
SISTEMA DE PRODUCCIÓN						
Naranjo (8 plantas)						
Tratamiento	18_flores/planta = 144 flores			24_flores/planta = 192 flores		
	Prom.	E.S.	N	Prom.	E.S.	n
Longitud (cm)	16,1a	0,3	102	16,7a	0,4	104
Diámetro (cm)	1,3a	0,03	102	1,4a	0,14	104
Peso (g)	12,9a	0,70	102	13,4a	0,80	104
Abortos (%)	29,2a	6,3	102	38,1a	2,7	104

Para el sistema con tutores de pichoco, las 30 plantas que estuvieron en observación, la mortandad fué del 100%; mientras que para el sistema con malla sombra se manifestó solo el aborto de las vainas en su totalidad no así con la mortalidad de plantas y para el sistema de naranjo no hubo mortandad de plantas,

solo un porcentaje de abortos en vainas. Para este caso la *V. planifolia*, no solo las hojas proveen de carbohidratos fotosintéticos, también los tallos y los frutos realizan esta función. La relación de fuentes, sumideros y almacenes de productos de la fotosíntesis en una planta es un proceso dinámico y cambia durante el desarrollo de la planta, la floración y desarrollo de frutos y semillas. En la mayoría de las plantas hay prioridades de asignación, de los órganos fotosintéticos hacia hojas, tallos y raíces en desarrollo en el periodo vegetativo; durante las etapas reproductivas, el patrón cambia y tanto las flores, frutos y las semillas se vuelven prioritarios (Hew and Yong, 2004).

En esta etapa aunque los frutos no han alcanzado su longitud, diámetro y peso final; y su madurez fisiológica, caracterizada por el amarillamiento y dehiscencia, las semillas ya tienen embriones viables capaces de germinar (Menchaca, 2011). Por lo que el aborto de frutos se puede deber a factores fisiológicos y ambientales, más que a efectos de incompatibilidad del polen y los óvulos. La especie *V. planifolia*, como muchas epífitas y hemiepífitas, es una planta CAM obligada, lo que le confiere una capacidad de resistir a la sequía y vivir en condiciones muy inestables en cuanto a la disponibilidad de agua y nutrimentos (Padilla, 2010). Sin embargo, en condiciones limitantes, de iluminación, temperatura, humedad y nutrientes, las flores y frutos dejan de ser prioritarios y disminuyen o detienen su desarrollo, provocando un crecimiento limitado y/o abortan. Otras causas del poco desarrollo de flores y frutos, están relacionadas con sustancias reguladoras del crecimiento y su efecto en el desarrollo del polen y de los óvulos, el desbalance de estas sustancias durante la polinización y el desarrollo de frutos pueden provocar su aborto (CSPNVAC, 2012).

En condiciones naturales la vainilla está bajo la sombra de un dosel cerrado, donde las condiciones de iluminación, temperatura, humedad y nutrientes, se mantienen dentro de intervalos óptimos para esta especie. La polinización por insectos no representa una carga alta de frutos para la planta, se menciona que sólo 1 a 3% de las flores se polinizan naturalmente (Soto, 2006).

El rendimiento de un cultivo depende de la asimilación de bióxido de carbono y su



subsecuente distribución en los diferentes componentes de la planta. El conocimiento de cómo el CO<sub>2</sub> fijado se asigna a la floración y subsecuente desarrollo de los frutos es importante para optimizar el rendimiento y buscar las causas del poco desarrollo y/o el aborto de los frutos. Durante el cultivo se promueven las condiciones para que la planta maximice su producción de frutos, lo que representa una sobrecarga para la planta y un compromiso de asignación de productos de la fotosíntesis. Si llegan a existir condiciones limitantes de iluminación, temperatura, humedad, nutrientes y adicionalmente problemas de enfermedades en planta, antes y durante el periodo reproductivo, la planta reasignará recursos al crecimiento vegetativo provocando un desarrollo pobre y/o el aborto de frutos incluso la decadencia de la planta (CSPNVAC, 2012). Aunque el sistema de naranjo es el más parecido al hábitat natural de la vainilla, se presenta la aborción de frutos, aunque en menor proporción que en malla sombra y pichoco.

Lo anterior indica que se presentan condiciones limitantes en los tres sistemas, el exceso de iluminación va asociado con un aumento en la temperatura y una disminución en la humedad del aire y del suelo, estos tres factores aumentan la evapotranspiración, provocando déficit de agua y con ello una disminución en la capacidad fotosintética de la planta y de carbohidratos para suplir el crecimiento de los frutos (CSPNVAC, 2012). Ante esta situación la prioridad reproductiva se cambia a una de sobrevivencia, ya ni de crecimiento vegetativo. Las temperaturas óptimas para el crecimiento de la vainilla son de 20 a 32°C (Childers, et al. 1948; Ranadive, 2005; Purseglove, et al. 1981; Anandaraj, et al. 2005). Las temperaturas menores de 20 °C, afectan la velocidad de crecimiento de la planta y la intensidad de floración (Ranadive, 1994); mientras que las temperaturas mayores de 32 °C, favorecen el amarillamiento y caída prematura de los frutos (Hernández, 2007).

De los sistemas estudiados el sistema de naranjo es más adecuado pero, bajo las condiciones de manejo actual no es óptimo, se requiere conocer aún los regímenes óptimos de sombreado o cobertura arbórea, así como las necesidades hídricas y nutricionales para que se alcancen rendimientos adecuados y un estado

de vigor suficiente para resistir el ataque de plagas y enfermedades. El cultivo de la vainilla requiere de un manejo intensivo y semitecnificado para tener plantas vigorosas, sanas y productivas. Bajo las condiciones actuales de lugar, característico en donde se realice este cultivo, se necesitan implementar sistemas de riego por aspersión y goteo, además de programas de abonado y fertilización foliar, así como la poda y el encauce de guías (Hernández, 2004; Bautista, 2006). Se debe estudiar el efecto de la remoción de yemas apicales en el desarrollo y retención de frutos, así como el raleo de frutos pequeños, defectuosos y enfermos.

La vainilla es una planta para horticultores, la forma en cómo se cultiva y comercializa en nuestro país requiere de cambios para que sea económicamente viable (Soto, 1999). El cultivo de vainilla sobre tutores de naranjo, aunque es susceptible a mejoras, es una prueba de que los sistemas agroforestales con especies nativas de uso múltiple, son una opción para el cultivo de la vainilla en nuestro país (Barrera, et al. 2009), sin embargo estos sistemas deberán contemplar, para tener rendimientos aceptables, mantener un control y manejo adecuado del sistema de cultivo en función de los requerimientos fisiológicos de esta orquídea hemiepífita. La polinización es una de las prácticas agrícolas que se realizan en el cultivo de la vainilla, muchos de los productores polinizan las flores de sus plantas de vainilla con un número de flores que va de cuatro a seis flores, en la actualidad y en el campo esto varía de acuerdo a las condiciones climáticas y de sistema de cultivo (Hernández, 2004). Sin embargo, se dice que si el cultivo está en buenas condiciones agrícolas la polinización que se debe realizar es de cinco a siete flores por maceta y en donde las condiciones no es tan favorable se debe de polinizar de tres a cuatro flores (Barrera, 2009). Esta práctica es variable ya que este estudio demuestra en el caso particular del cultivo con tutores de cítricos, se logró cosechar vainilla lo cual es un indicador que puede ser el mejor sistema cultivo, no hay diferencias significativas en la longitud, diámetro y aborto de vainas, entre seis y ocho flores polinizadas por mazo.

### 7.3 Enfermedades de la vainilla en la zona de estudio

En cuanto a las principales enfermedades encontradas en campo la más relevante fue la pudrición en partes aéreas de las plantas de la vainilla: tallos, hojas, en menor proporción frutos y flores. La incidencia de la enfermedad (pudrición) es relativamente alta, ya que el 45% de las plantas muestreadas presentaban síntomas. Sin embargo, la “gravedad” fue baja ya que sólo se encontró en el 5% de la longitud de los tallos (García, 2009), los valores están influenciados por las prácticas de manejo que se llevan a cabo en el cultivo en donde se realizó el diagnóstico. El diagnóstico de cultivo se efectuó a los 15 días después de realizarse un saneamiento del cultivo que consiste en eliminar con tijera o navaja, las partes dañadas por alguna enfermedad en la plantación. El material vegetativo colectado con síntomas de pudrición y cultivado en medios selectivos para aislar *Phytophthora* sp. fue negativo, sin embargo, se desarrollaron cuatro cepas diferentes; tres de *Fusarium* sp (fig. 14) y una especie desconocida.

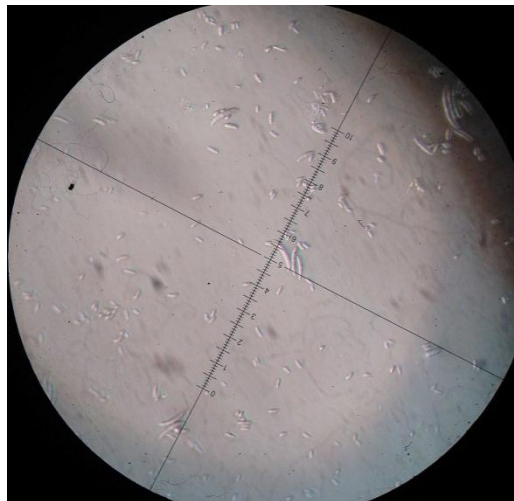


Figura 14 Macroconidios de *Fusarium oxisporum* aislado de plantas de vainilla

El aislamiento e identificación de ellas, mostró las siguientes especies: *F. oxisporum*, *F. moniloforme* y *F. solani*. Posteriormente, siguiendo los postulados de Koch (García, 2009), se inocularon siete plantas sanas de vainilla para verificar la capacidad patogénica de las cepas aisladas, sin resultados positivos

representativos, ya que sólo dos de siete plantas resultaron enfermas, una con síntomas ligeros, parecidos a los de campo y la otra planta presentó daños graves fuera del lugar inoculado. Se inoculó sobre tallos y hojas de vainilla de dos cepas patógenas, mencionadas en la literatura como patógenas de vainilla, aisladas de otros cultivos: *Phytophthora cinamomi* y *P. capsici*, no provocaron infecciones en condiciones experimentales, por lo que éstas especies pudieran ser oportunistas bajo condiciones de cultivo.

Los agentes etiológicos reportados en la literatura, en diversas partes del mundo, no corresponden con los resultados de inoculación en plantas sanas, encontrados en este estudio. Las más reportadas son especies y subespecies de *Fusarium* (*F. oxisporum*, *F. batatis* var. *Vanillae*, etc.) Que se asocian a pudriciones y marchitamientos de raíz, tallos hojas (Curti, 1995; Hernández, 1999; Huerta, 2009; Gleason, 2009). Otros microorganismos encontrados en pudriciones de raíces, tallos y hojas son especies de *Phytophthora sp* (Tsao, 1990; Erwin, 1996; Manceau, 2009); *Rhizoctonia solani* (Alconero, Stone and Cairns, 1973; Alconero, 1979); y bacterias fitopatógenas (Kahane, et al. 2008; Huerta, 2009). El ataque de enfermedades se agrava cuando el cultivo se desarrolla en condiciones subóptimas y hay poco control de plagas, ya que estas últimas provocan daños por donde pueden penetrar los microorganismos patógenos (fig 15 y 16).



Figura 15 Plaga de vainilla: *Tentecorus confusus*



Figura 16 Plaga de vainilla: *Pslusia aurifera*

Reportes de antracnosis en tallos hojas y frutos, debido a *Colletotrichum vanillae* y *Puccinia sinamonea* (fig 17 y 18) también son comunes (Castillo, 1989; Curti, 1995). El vigor de la planta disminuye y por ende su capacidad de resistencia y resiliencia al ataque de enfermedades, depende también de otros factores, entre los más importantes están los ecofisiológicos a lo largo del año: iluminación, temperatura, humedad, nutrición y simbiosis con microorganismos. También afecta el esfuerzo reproductivo de la planta, por lo que la sobrepolinización, con fines de obtener mayor producción, provoca una descompensación en la fisiología de las plantas (CSPNVAC, 2012).



Figura 17 Enfermedad de planta de vainilla *Colletotrichum vanillae*



Figura 18 Enfermedad de planta de vainilla: *Puccinia sinamonea*

Existen evidencias sobre el carácter oportunista de estos microorganismos en función de la ecofisiología de la vainilla, que como otras orquídeas hemiepífitas, depende de micorrizas para la obtención de agua y nutrimentos (Soto, 2006). No se conoce el ciclo de vida en condiciones naturales, su reproducción es principalmente asexual, la germinación en condiciones naturales no está documentada; sin embargo se sabe que las orquídeas necesitan de hongos simbióticos para germinar y establecerse (Ordóñez, et al. 2012). No se sabe si la vainilla en condiciones naturales germina en el suelo o en el tutor, lo que abre la posibilidad de varias especies micorrízicas en las raíces primarias en el suelo y a

las raíces adventicias, asociadas también a la corteza del tutor. Es común encontrar que el género *Rhizoctonia* es micorrízico en orquídeas y fitopatógeno en muchas otras especies (Bonilla et al. 2014). Se ha reportado que el hongo *Rhizoctonia sp*, establece una simbiosis con la raíz de muchas especies de orquídeas, mediante la cual, mejoran la absorción de nutrientes y humedad y a cambio el hongo aprovecha los carbohidratos que produce las raíces (Wong, et al. 2003; Dearnaley, 2007). También se ha descrito para vainilla esta simbiosis que en ausencia de abundante materia orgánica en descomposición o cuando la planta está estresada, se convierte en patógeno y permite la colonización de otros hongos oportunistas (Porras and Bayman, 2003; Gardella, 2007). También se han encontrado simbiosis con los hongos *Ceratobasidium*, *Thanatephorus* y *Tulasnella*, en particular *Ceratobasidium*, tiene un efecto positivo sobre la germinación de la semilla y crecimiento de la planta de vainilla (Porras & Bayman, 2007).

Se sabe que las condiciones ambientales y culturales desfavorables aumentan a las probabilidades de que las plantas enfermen. Sin embargo no hay un consenso al respecto, se menciona que las lluvias prolongadas, humedad excesiva, drenaje del suelo inadecuado, exceso de sombra, y la escasa ventilación favorecen las enfermedades; por otro lado, se reporta que la presencia de pudriciones en plantas de vainilla se da en periodos épocas de calores, ocasiona mayor daño a los vainillales, sobre todo cuando el suelo es arcilloso, con drenaje deficiente y pobre en materia orgánica; también por el exceso en la polinización y producción de frutos (Curti, 1995; Vázquez, 1999; Bautista, 2006; Hernández, 2006; Gardella, 2007). Adicionalmente a lo mencionado anteriormente, los productores de la región poseen conocimientos empíricos que consiste en eliminar las partes dañadas, añadir cal o azufre y cubrir las raíces con hojarasca del monte que dan buenos resultados. Tomando en consideración lo anterior, la pudrición de la vainilla en particular y las enfermedades en general, son un sistema complejo entre hospedante, agente, etiología y el ambiente, en donde el estado fisiológico del hospedero es crucial (García, 2009). El estado fisiológico del hospedero, a su vez responde a los factores ambientales y culturales asociados que determinan el

vigor de la planta y favorecen los procesos de infección y subsecuente proliferación de las enfermedades. Por ello, es muy arriesgado de señalar a un solo microorganismo y establecer programas de control fisiológico y agroquímico, es indispensable la caracterización ecofisiológica del sistema de cultivo y la identificación correcta del o los agentes etiológicos de esta enfermedad para poder establecer mecanismos y estrategias de control a través de prácticas agroecológicas de cultivo. Lo anterior nos lleva a revisar el sistema micorrícico de la vainilla y como su alteración puede derivar en un proceso infeccioso.

## VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### **8.1 Diagnóstico del cultivo de la vainilla en algunas comunidades de los municipios de Papantla y Coatzintla**

La vainilla es un cultivo marginal, tanto en área como en aportación económica, asociado al cultivo de cítricos principalmente, así como en menor escala en acahuales y solares. Los productores de vainilla la región del totonacapan, son una minoría, que se caracterizan por ser adultos y adultos mayores además de tener superficies pequeñas de tierra dedicadas al cultivo de maíz, cítricos entre otros cultivos en menor escala para autoconsumo. En la vainilla asociada principalmente a los cítricos, tiene se realizan pocas prácticas culturales para este cultivo, en general este cultivo no cuenta con riego aunado a otros factores ambientales y de manejo de cultivo los sus rendimientos de vainilla en verde son muy bajos. El abandono del cultivo de la vainilla en la región se debe principalmente al bajo precio que los intermediarios pagan a los productores, a la alta manifestación de plagas y enfermedades, al robo de los frutos.

Aunque los productores de la región del Totonacapan se caracterizan por tener pequeñas superficies dedicadas al cultivo de vainilla, que oscilan entre un cuarto y media hectárea y sus rendimientos de vainilla en verde, son bajos, de 0-240 kg/ha, es el precio que los intermediarios les pagan, \$20-30 por kilogramo uno de los factores decisivos por el cual el 40% de los productores en estos municipios han abandonado el cultivo. Otros factores que agravan la situación de las pocas familias que aún cultivan la vainilla son los rendimientos (0-40 kg / en 0.25 ha), que se encuentran en niveles muy bajos y en los últimos 7-8 años el masivo aborto de frutos ha determinado la crisis actual y el abandono del cultivo.

### **8.2 Polinización, crecimiento, aborto**

Se encontraron diferencias significativas para el porcentaje de aborto o mortalidad



de frutos tanto entre sistemas de producción como en el tiempo. A las seis semanas el sistema con pichoco mostró el porcentaje más alto de aborto, seguido por el de malla sombra y el menor en naranjo. La cantidad de frutos abortados fue aumentando con el tiempo y para la época de cosecha, semana 36, el único sistema con vainas fue el de naranjo. Las variables estudiadas en intensidad de polinización no presentaron diferencias significativas en números de flores polinizadas, aborto, longitud, diámetro y peso en verde debido a que las plantas seleccionadas presentaban vigorosidad, lo cual nos indica que el cultivo con las prácticas adecuadas soportan una intensidad mayor de números de flores polinizadas.

En las comunidades estudiadas los sistemas de malla sombra y con tutores de pichoco aún se desconoce el manejo que permita cultivar vainilla ya que se deben de controlar las condiciones de luz y humedad. Para el sistema de cultivo en casa sombra se observó que el aborto de frutos posiblemente esté directamente relacionado con el control de enfermedades, luz y ventilación. En el sistema con tutores de pichoco, la caída de frutos, se dio posiblemente por alta humedad, además existió una manifestación de enfermedades en general en hojas tallos y frutos aunado a esto hubo un exceso de luz después de realizar la poda a los tutores; lo que provocó que las 30 plantas muestreadas murieran.

### **8.3 Enfermedades de la vainilla en la región de estudio**

La principal enfermedad encontrada fue la pudrición en partes aéreas de las plantas de la vainilla: tallos, hojas, en menor proporción frutos y flores. Aunque la incidencia es relativamente alta, sin embargo, la “gravedad” fue baja en el sistema de naranjo y mayor en los sistemas de malla sombra y pichoco. Se encontraron cuatro especies de *Fusarium* y una especie desconocida en las lesiones; sin embargo, las pruebas de patogenicidad fueron negativas. Las pruebas de presencia y patogenicidad de *Phytophthora* sp. También fueron negativas.

Tomando en consideración lo anterior, la pudrición de la vainilla es un sistema complejo hospedante/agente-etiológico/ambiente, en donde el estado fisiológico del hospedero es crucial. El estado fisiológico responde a los factores ambientales y culturales asociados que determinan el vigor de la planta y favorecen los procesos de infección y subsecuente proliferación de las enfermedades.

Es muy arriesgado señalar a un solo microorganismo y establecer programas de control fisiológico y/o agroquímico, es indispensable la caracterización ecofisiológica del sistema de cultivo y la identificación correcta del o los agentes etiológicos de esta enfermedad para poder establecer mecanismos y estrategias de control a través de prácticas agroecológicas de cultivo. Lo anterior nos lleva a revisar el sistema micorrícico de la vainilla y como su alteración puede derivar en un proceso infeccioso. De los sistemas estudiados el sistema de naranjo es más adecuado pero, bajo las condiciones de manejo actual no es óptimo, se requiere conocer aún los regímenes óptimos de sombreado o cobertura arbórea, así como las necesidades hídricas y nutricionales para que se alcancen rendimientos adecuados y un estado de vigor suficiente para resistir el ataque de plagas y enfermedades.

El cultivo de la vainilla requiere de un manejo intensivo y semitecnificado para tener plantas vigorosas, sanas y productivas. Bajo las condiciones actuales de Papantla, se necesitan implementar sistemas agroforestales con riego por aspersión y goteo, además de programas de abonado y fertilización foliar, así como la poda y el encauce de guías. Se debe estudiar el efecto de la remoción de yemas apicales en el desarrollo y retención de frutos, así como el raleo de frutos pequeños, defectuosos y enfermos. Como dice Soto (1999), la vainilla es una planta para horticultores, la forma en cómo se cultiva y comercializa en nuestro país requiere de cambios para que sea económicamente viable. El cultivo en naranjo, aunque susceptible de mejoras, es una prueba de que los sistemas agroforestales con especies nativas de uso múltiple, son una opción para el cultivo de la vainilla en nuestro país (Barrera, et al. 2009), sin embargo estos sistemas tienen que contemplar, convertirse en parcelas agroforestales tecnificadas con un

manejo integral que optimicen el rendimiento y calidad, para tener una viabilidad económica, social y ecológica, de varios productos comerciales, a partir de los diferentes sistemas de producción existentes.

La selección del material vegetativo para establecer un cultivo de vainilla es crucial, tiene que estar sano y ser de algún cultivar conocido y productivo; las especies de tutores, su cobertura y densidad de follaje a lo largo del año tienen que ser adecuados y manejados a lo largo del cultivo; el manejo de suelos, sustratos, coberturas, compostas y fertilizantes es muy importante en términos de nutrición y control de plagas y enfermedades; el manejo del crecimiento del bejuco permite que la planta obtenga el mejor régimen lumínico, de temperatura y humedad, la poda y el encauce, permiten y mantienen la planta a una altura fácilmente manejable; los estudios recientes indican que para mejorar los rendimientos es necesario establecer sistemas de riego y fertirrigación mixtos, aspersión a lo largo del año cuando exista déficit hídrico y goteo en floración, estos además de controlar la humedad y nutrición también regular la temperatura.

La intensidad de polinización requiere aún de más estudios para establecer los óptimos en función de estado de desarrollo, vigor y sanidad de las plantas; durante el desarrollo de frutos se deben establecer calendarios de raleo de frutos inferiores y remoción de yemas apicales y laterales vegetativas, para optimizar el crecimiento y minimizar el aborto; finalmente, pero no menos importante, la cosecha debe ser escalonada en función de la madurez fisiológica de las vainas y no por mazos, que tienen una proporción alta de frutos sobremaduros e inmaduros que disminuyen la calidad y el precio del producto.

Se requiere analizar el complejo hospedante-agente etiológico-ambiente, en particular, a los organismos que interactúan de manera conjunta, además del suelo-raíz primaria, el tutor y las raíces adventicias para determinar las causas de la pudrición, de especies alelopáticas o antagónicas. Es posible la interacción con insectos, bacterias y virus. Algunos de factores es que en condiciones controladas sean un factor determinante para que la planta de vainilla se adapte y mejore sus condiciones de resistencia, debido a que la manifestación de *Fusarium oxisporum*

con un grado excesivo y daños severos en periodos calurosos y con humedad escasa.

Son muchas las recomendaciones al respecto, las plantas deben mantenerse en un estado vigoroso, mediante un manejo adecuado de la sombra, especialmente durante la estación seca; la polinización debe realizarse con moderación y el suministrar agua durante al cultivo durante los periodos secos y prolongados; se debe enriquecer la materia orgánica y mejorar el drenaje del suelo. Se propone que el sistema de riego para la vainilla en el norte de Veracruz, sea el riego por goteo debido a que en esta región el agua es escaza y además de ser el principal factor para el crecimiento y desarrollo de la vainilla, básicamente en la floración y polinización, que son las etapas más críticas para la vainilla.

El sistema de riego con micro aspersores es el que se instala con mayor frecuencia en los vainillales, debido a que proporciona un mejor mojado del sustrato que es la cobertura de materia orgánica, que es el lugar en donde se encuentran las raíces primarias; Este sistema de riego es el más económico y práctico; también se utiliza pero en menor frecuencia el riego por goteo. El criterio es mantener húmedo en todo momento la cobertura o sustrato en donde se encuentran las raíces primarias, pero sin que haya una saturación del agua. Por lo tanto, la cantidad de agua y frecuencia depende del tipo de cobertura, etapa fenológica del cultivo y de las condiciones climáticas como las lluvias y radiación solar; también influye el porcentaje de sombra que recibe el vainillal.

El sistema vainilla en general requiere de un estudio complejo de microorganismos involucrados en el desarrollo que actúan de manera simbiótica, parasítica, etc. además del estudio de las condiciones ambientales, requerimientos agrícolas del cultivo, así como la innovación y adaptación de cada sistema de cultivo, es decir que para cada sistema de cultivo de vainilla ya sea con tutores de pichoco, cocuite, casas sombras, espalderas debe realizarse un paquete de requerimientos agrícolas para este cultivo. El cual permitirá conocer los procesos particulares de cultivo necesarios para cada sistema en particular.

Sin embargo los programas gubernamentales continúan promoviendo y financiando este tipo de sistemas de cultivo para la vainilla. Es necesario desarrollar un paquete tecnológico de manejo del cultivo bajo estos sistemas (casa sombra y tutores de pichoco) y además de darle continuidad desde la producción, cosecha, beneficiado, comercialización y tal vez elaboración de productos varios a base de vainilla.

## IX BIBLIOGRAFÍA

- Alconero R, EG Stone and JR Cairns. 1973. Intensive cultivation of vanilla in Uganda. *Agronomy Journal*. 65: 44-46.
- Alconero R. 1969. Mycorrhizal synthesis and pathology of *Rhizoctonia solani* in Vanilla orchid roots. *Phytopathology* 59:426–430.
- ASERCA. 2002. La vainilla en México, una tradición con un alto potencial. SAGARPA.
- Baltazar-Nieto, P. 2010. Caracteres morfológicos de vainilla (*Vanilla planifolia* J.) utilizados por el agricultor en la selección de material reproductivo en cuatro municipios del Totonacapan, México. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Puebla.
- Barrera-Rodríguez, A. I; Herrera-Cabrera, B. E; Jaramillo-Villanueva J. L; Escobedo-Garrido J. S. y Bustamante-González Ángel. 2009. Caracterización de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* A.) Bajo naranjo y en malla sombra en el Totonacapan. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10 (2009): 199 – 212.
- Bautista, S. J. 2006. Comparación del crecimiento de esquejes de vainilla (*Vainilla planifolia* A) de dos procedencias en condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura U.V. Xalapa Veracruz.
- Bautista, S. J; García-Espinosa R; Ramos-Prado J. M; Vázquez-González J. T, y Luna-Rodríguez M. 2009. Fitosanidad en el sistema vainilla-naranjo: Aislamiento y patogenicidad de *Fusarium spp* y *Phytophthora spp* en Vainilla (*Vanilla planifolia* A.) Centro de Investigaciones Tropicales-Universidad Veracruzana, México
- Bhai, R. S. and Thomas, J. 2000. *Phytophthora rot* - a new disease of vanilla

- (*Vanilla planifolia* Andrews) in India. *Journal of Spices and Aromatic Crops* 9(1): 73-75.
- Biolandes, 2001. Producción de vainilla en el 2001, 2,000 tons, el 70% es adquirida por EUA y Canadá (estima pérdidas de 1,200 ton/año por *Phytophthora spp.*)
- Bonilla, B. O; Reyes, L. D; Mendoza, L. A; Aguirre, M. J.F. y Avendaño, A. C. H. Las Micorriza Asociadas a la raíz de vainilla *Vanilla planifolia*. Revisado enero del 2014.
- Castillo M. R. E. Mark Engleman. 1993. Caracterización de dos tipos de *Vainilla Planifolia*. *Acta Botánica*. Instituto de Ecología A.C. Diciembre. No. 025:49-59.
- Castro-Bobadilla, G. y García-Franco, J. G. 2007. Vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) crop systems used in the Totonacapan area of Veracruz, México: Biological and productive evaluation. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 5(3): 44-51.
- Castro, Bobadilla, G. 2008. Evaluación del cultivo y producción de vainilla en la zona de Papantla, Veracruz, México. Instituto de Ecología. Xalapa Veracruz.
- Cervantes, P. L. y Ramos, P. J. M. 2009. Vanilla Curing under controlled environmental conditions: An option to standarize organoleptic quality and inocuity. International Meeting on vanilla, November 10-11, Jamesburg, NJ, USA.
- Cibrian, J. A. 2000. Variación genética de *Vanilla planifolia* en México. Tesis Licenciatura en Biología, UNAM, México.
- Childrens, N. F., Cibes, A.N.D. 1948. Vanilla culture in Puerto Rico, U.S. Department. Federal Experiment Station in Puerto Rico. Circular No 28. Washington, D.C. 94 p.
- Correl, D. S. 1978. Native Orchids of North America: North of Mexico. Stanford University Press. Stanford, California. pp. 155-163.

- COVECA, 2004. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Diversificación productiva en las zonas marginales productoras de café en el Estado de Veracruz, México. COVECA. Gob. Edo. Ver.
- COVECA, 2010. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Monografía 2010, Gobierno del Estado de Veracruz.
- Consejo Nacional de Productores Vainilleros A.C. 2006. Obtenido en junio 2011 desde: <http://www.conavai.com.mx>
- Comité Sistema Producto Nacional de la Vainilla A. C. 2012. Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Filogenéticos.
- Curti, D. E. 1985. Unión Regional de Productos de Vainilla. Boletín. No. 30.
- Curti, D. E. 1995. Cultivo y beneficiado de la vainilla en México. ONVISC-INE. México.
- Damiron, V. R. 2004. La vainilla y su cultivo. Dirección General de Agricultura y fitosanitaria. Gobierno del estado de Veracruz.
- Del Amo Rodríguez. S; Vergara Tenorio Ma. T; Ramos Prado J. Ma; Jiménez Valdes Ma. L, y Ellis Edgard A. 2008. Plan de Ordenamiento Ecológico de Participación Comunitaria del Municipio Zozocolco de Hidalgo. Programa de Acción Forestal, Centro de Investigaciones Tropicales.
- Dearnaley, John (2007). Further advances in orchid mycorrhizal research. Mycorrhiza, 17 (6), 475-486. ISSN 0940-6360.
- Dessler, L R. 1990. The Orchids. Natural history and classification. Smithsonian Institution, Harvard University, Boston, USA.
- Díaz, L. F. & White, S. 1968. Breve Tratado de vainilla el cultivo y su beneficio. México. 24pp.
- Erwin, Donald, C. and Ribeiro, Olaf, K. 1996. Phytophthora diseases worldwide. By the American Phytopathological society. USA.



- Gallaga L.S. 2001. Producción de anturio para flor de corte. CECAF, AC, Ver., México.
- Gardella, D. 2007. Mycorrhiza and Mulching. <http://rainforestvanilla.org/index.php>. 02Nov2011.
- García-Espinoza, R. 2009, Comunicación Personal. Colegio de Posgraduados, Montecillos. México. D.F. (Estancia Sabática el CITRO).
- González, M. S. 2001 Producción del cultivo de jitomate bajo condiciones de invernadero rústico en la comunidad de Vaquería, Ver. INVEDER, México.
- Hernández, H.J. 2004. Producción intensiva de vainilla. Agroentorno. 5-10.
- Hernández H. J. 2006. Casa-sombra: sistema nuevo de producción intensiva de vainilla, en la Región del Totonacapan. Agroentorno. INIFAP.
- Hernández, H. J., Lubinsky, P. Y Gómez-Pompa, A. 2009. La producción de vainilla en México. Gaceta, Universidad Veracruzana. 109: 19-23.
- Hernández, Estivalet, V. M. 2011. Plan de Desarrollo Municipal de Coatzintla 2011-2013.
- Herrerías, F. 1980. El cultivo de la vainilla. Boletín técnico informativo. Año II, Tomo 2. Marzo-Diciembre, CONAFRUT, México.
- Hew, C.S. and Yong, J.W.H. 2004. The physiology of tropical orchids in relation to the industry. World Scientific Publishing, Singapore.
- Hipólito, R. E. 2011. Modelo de intervención con enfoque ecosistémico para el desarrollo empresarial rural de pequeños productores: estudio de caso en la región totonaca del estado de Veracruz, México. Universidad Veracruzana: Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO). Septiembre 2011.
- Huerta, L. M. 2009. Reunión Red Vainilla, Sistema Nacional de Recursos

Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. 18 de Junio 2009, Instalaciones Biblioteca, UV. Jalapa Veracruz.

Indian Institute of Spices Reserch, 2009. Obtenido en junio 2011 desde: <http://www.spices.res.in/package/index.php?spice=Vanilla&body=Diseases>.

Kahane, Rémi; Besse, Pascale; Grisoni, Michel; Le Bellec, Fabrice and Odoux, Eric. 2008. Bourbon Vanilla: Natural Flavour with a Future.

Kelly, I. and Palerm, A., 1954. The Tajin Totonac. Inst. Social Anthropology, Smithsonian Inst.

Kouri Emilio H.2000. La vainilla de Papantla: Agricultura, comercio y sociedad rural en el siglo XIX

Li, K., J. W. Frost. 1998. Synthesis of vanillin from glucose. J. Am. Chem. Soc. 120:10545-10546.

Lubinsky, P. S. 2004. Conferencia Magistral. Department of Botany and Plant Sciences University of California, Riverside. Xalapa, Veracruz, México.

Manceau, 2009. Producción de vainilla en el 2008, 3,600 tons, problemas de producción en Uganda, Papua New Guinea, crisis política en Madagascar.

Mathew, K. M., Y. S. Rao, K. P. Kumar, K. J. Madhusoodanan and S. N. Potty. 1999. *In vitro* culture systems in *Vanilla*. In: Plant Tissue Culture and Biotechnology: Emerging Trends. Kavi-Kishor P. B. (ed). University Press. USA. pp. 171- 179.

Mata G. B., Silecio L. M., González M. V. S., Almaguer V. G., Espinosa R. E., Karla V., Ortíz B., y Fajardo F. M. L. 2007. Agricultura con sabor cítrico y aroma de vainilla en la región del Totonacapan. Universidad Autónoma Chapingo. 285 p.

Menchaca, G. R. 1989. Germinación IN VITRO de Vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews). Editorial T. A. Thorpe, New York. 7 – 20pp.

Menchaca, G.R. 2011. Caracterización morfológica de híbridos de *Vanilla planifolia*

- x *Vanilla pompona*. Tesis doctoral, Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana.
- Metzel, J., Raparson, E., Mandrara, E.T. 1999. Le cas de la Vainille à Madagascar. USAID, Washington, USA.
- NOM-037-FITO-1995 Por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos.
- Padilla, V. J. 2010. Estudio fisiológico de *Vanilla planifolia* A. (Orchidaceae), cultivada en un sistema agroforestal en Ixtacomitán, Chiapas, México. Colegio de Posgraduados, el Colegio de la Frontera Sur. ECOSUR. Tesis de maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural.
- Porras-Alfaro, A Bayman P. 2003. Mycorrhizal fungi of Vanilla: root colonization patterns and fungal identification. *Lankesteriana* 7:147–150.
- Porras-Alfaro, A; Bayman, P. 2007. Mycorrhizal fungi of Vanilla: diversity, specificity and effects on seed germination and plant growth. *MYCOLOGIA*. 99(4):510-525.
- Ramachandra R. S. y G. A. Ravishankar. (2000). Vanilla flavour: Production by conventional and biotechnological routes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80:289-304.
- Ramos, P.J. 2002. Establecimiento de huertos familiares para la producción de vaina verde y esquejes de vainilla (*Vanilla planifolia* A.) En la comunidad de Vaquería, Veracruz. CITRO-UV/PROMEP. México.
- Ramos, P.J. and Cervantes, P.L. 2009. Vanilla curing under environmental controlled conditions: An option to standardize organoleptic quality and inocuity. International Meeting on Vanilla, 2009. Vanilla diseases: Past, history and future prospects. November, 10-11, Jamesburg, N.J. USA.
- Ranadive, A. S. 1994. Vanilla- cultivation, curing, chemistry, technology and commercial products. In: *Spices, Herbs and Edible Fungi*. Charalambous G. (ed). Elsevier Science. Amsterdam pp. 517-577.

- Rebolledo, M.A. 2008. El cultivo de vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews.) y su manejo tradicional en la zona del Totonacapan. Tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.
- Reyes C. N. Y M. González V. 1994. Tlilxóchitl, los usos de la vainilla. *Arqueología Mexicana* 1: 44-48.
- Rivera, G. 1998. Orquídeas, generalidades y cultivo. Heredia, Costa Rica. Editorial Fundación UNA. 263 pp.
- Rivera-Coto, G. y Corrales-Moreira, 2007. Problemas fitosanitarios que amenazan la conservación de las orquídeas en costa rica. *lankesteriana* 7(1-2): 347-352.
- Romero, C. S. 1993. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo, dirección general del patronato universitario. México, DF.
- Röling W. F. M. J. Kerler, M. Braster, A. Apriyantono, H. Stam and van Verseveld, H. W. 2001. Microorganisms with a Taste for Vanilla: Microbial Ecology of Traditional Indonesian Vanilla Curing. *Applied and environmental microbiology* 67:1995-2003.
- Sánchez, M. S. 1997. Caracterización de los principales sistemas de producción comercial de vainilla, *Vanilla planifolia* A. en México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.
- Sánchez M. S. 2001. Crecimiento y desarrollo de vainilla en tres sistemas de producción en Papantla, Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 24: 49-56.
- Santos, V. M. J. 2007.- Modelo experimental para el beneficiado de vainilla *Vanilla planifolia* A con estufas eléctricas. Tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana.
- SARH-INIFAP, 1993. Manual de producción de vainilla en el estado de Veracruz. Folleto técnico (3), 2ª Ed. SARH-INIFAP, Papantla, México.
- Schultes, R. E. 1991. La etnobotánica, su alcance y sus objetivos. *Caldasia* 1(3): 7-12pp.

- Simpson, B. B. and Conner, M.O. 1986. Economic botany. McGRAW-HILL, U.S.A.
- Smith N. J. H., J. T. Williams, D. L. Plucknett and J. P. Talbot. 1992. Tropical Forests and their Crops. Comstock Publishing Associates. USA. pp. 357-364.
- Soto, A. M. A. 1999. Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México. [Http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJ101.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJ101.pdf).  
Fecha de consulta junio del 2011
- Soto, A. M. A. 2003. Vanilla (tratamiento genérico). pp. 321-334 en Pridgeon, A.M., P.J. Cribb, M.W. Chase y F.N. Rasmussen. Genera Orchidacearum, vol. 3. Orchidoideae (Part two) Vanilloideae. Oxford University Press.
- Soto, A. M. (2006). La vainilla: retos y perspectivas de su cultivo. Biodiversitas, 66, mayo- junio, 2-9.
- Tirado E. M. E. 2013. Plan de negocios para crear una empresa dedicada a la venta de helado suave en la ciudad de Tijuana, B. C. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Turismo y Mercadotecnia.
- Tombe, M. and Liew, E. C. Y. 2010. Fungal diseases of vanilla. En: Odoux, E. y Grisoni, M. Vanilla. CRC Press, USA.
- Trolle-Tadeo, A., Nolasco, C.J. y Escamilla, M.A. 1994. Evaluación de cinco diferentes tamaños de esquejes de vainilla (*Vanilla planifolia* A.) en la aplicación del ANA e IBA para acelerar el enraizamiento en la técnica de preparación de vivero. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana.
- Trigiano, Robert, N; Windham, Mark, T y Windham, Alan, S. (2004). Plant Pathology, Concepts and Laboratory Exercises. ed. CRC Press LLC. EUA.
- Tsao, P. H. And Mu, L. 1987. Involvement of *Phytophthora* in vanilla root rot in French Polynesia (Abstr.) *Phytopathology* 77:1704
- Tsao, P. H. 1990. Why many *Phytophthora* root rot and crown rots of tree and horticultural crops remain undetected. EPPO (Eur. Mediter. Plant. prot. Organ.) Bull 20:11-17.

- Vázquez, O.R. 2002. Diagnóstico de la producción de vainilla (*Vanilla planifolia* L.) en la zona centro-norte del estado de Veracruz. Tesis de licenciatura en agronomía. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Velázquez, R. D. 2004. La vainilla y su cultivo. Dirección General de Agricultura y Fitosanitaria. Gobierno del Estado de Veracruz, México.
- Wilsnack, R. W. 2008. Department of Clinical Neuroscience University of north Dakota School of medicine & Health Sciences obtenido en junio 2011 desde: <http://www.vigirom.com/vanilla-diseases.htm>

## **X CURRICULUM VITAE**

Juan Bautista Santiago. Estudió la carrera de ingeniero agrónomo en la Universidad Veracruzana en el campus Xalapa, de la generación 2002-2006, realizó el servicio social en la comunidad de Vaquería Coatepec, Veracruz, en el proyecto de producción de vainilla en invernadero de Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad veracruzana. Colaboró en el proyecto de zonas riparias en la zona del Totonacapan actividades: muestreo de ríos, vegetación y georreferenciación de transectos en Zozocolco Veracruz 2004. Fue aplicador de encuestas socioeconómicas en los municipios de Atzalan y Zozocolco Veracruz en el proyecto de Diversificación Productiva de Cafetales de baja altitud. DIPROCAFE, Universidad Veracruzana agosto-diciembre 2006. Impartió cursos de capacitación ``cultivo de hortalizas de traspatio`` en el municipio de Cazonces de Herrera Veracruz. Servicio Nacional del Empleo 2010. Actualmente colabora en la empresa de Sociedad Hidroponia de Tlapanala, Puebla, donde se desempeña como técnico en fertirriego de cultivo de jitomate, pepino y producción de lombricomposta.

## XI ANEXOS

### ENCUESTA DELS SISTEMA DE PRODUCCION DE VAINILLA PARA EL TOTNACAPAN. DR. RAMOS/ ING BAUTISTA (AGOSTO 2008)

Encuestador	
No de encuesta	
Fecha:	
Comunidad:	
Municipio:	
Productor:	
Nombre:	
Datos Generales	
Ocupación	
Lengua	
Sexo	
Edad	
Edad en la que empezó a trabajar	
Escolaridad	
Trabajo asalariado;	
Empresa	
Dirección de la empresa	
Cuál fue su pago	Hora-Semana-día-quincena
Tenencia de la tierra	
Usted o algún miembro de su familia posee tierra	



Cuál es su régimen de tenencia de la tierra	Privada	Ejidal	Comunal	Otros
Cuál es su uso	Cultivos básicos	Cultivos perennes (frutales)	Pecuario	Otros
Qué actividades realiza y cuantas hectáreas le dedica	Actividad ha			
Tiene parcela				
Cuántas parcelas tiene				
Parcela propia				
Extensión de la parcela (ha)				
Ubicación				
Tipo de terreno	Ladera	Llano		
Tipo de riego	Riego	Temporal		
Cómo trabaja esas tierras	Individual	Renta	Mediaria	
Actividades agrícolas; cultivo de vainilla				
Preparación de la cosecha				
Produjo cultivos perennes el año pasado aparte de la vainilla (frutales, café, pimienta, cítricos)	No	Si		
Cuál fue el cultivo principal				
Cuántas hectáreas cultivo				
Cuántos árboles cultivó	Semillas	Esquejes	Plántulas	
Cultivo otras especies en ese terreno	Si	No		
Cuáles				
Si cultiva para la venta que porcentaje de				

terreno cultivada				
Dónde está ese terreno				
Qué características tiene				
Cuánto tiempo tarda en trasladarse de su hogar al terreno				
Cómo se transporta				
Tiene algún costo ese traslado	No	Si		
Cuánto cuesta				
Cuántas veces va al día				
Regresa a su hogar para almorzar o comer	No	Si		
Lleva itacate al terreno				
Quién le lleva el almuerzo				
Realizó trabajos en el terreno previos a la cosecha				
Cuáles				
Cuándo inicio				
Cuándo termino				
Cuánto gasto				
Contrato peones para esos trabajos	No	Si		
Cuántos peones				
Número de días				
Número de horas al día				
Pago por día				
Recibió ayuda de los miembros de su hogar	No	Si		
Parentesco	1 persona	2	3	

Número de días			
Número de horas al día			
Recibieron algún pago			
Cuánto	\$		
Realizo otro gasto antes de la cosecha	No	Si	
Gasto			
Fecha de gasto			
Cuánto gasto			
Dónde realizo ese gasto	Comunidad	Región	Resto del país
Cosecha			
Cuándo inicio la cosecha			
Cuándo termino			
Contrato peones para cosechar el terreno	No	Si	
Cuántos peones	Locales	Regionales	
Número de días			
Número de horas al día			
Pago por día			
Recibió ayuda de los miembros de su hogar	No	Si	
Parentesco	1	2	3
Número de días			
Número de horas al día			
Recibieron algún pago			
Cuánto	\$		
Uso equipo para cosechar el terreno	No	Si	
Propio			
Descripción del equipo			
Fecha de compra			
Dónde lo compro			

Cuánto le costo			
Cuánto tiempo le va a durar			
Mantenimiento o reparación			
Cuándo			
Cuánto			
Realizó otros gastos durante la cosecha	No	Si	
Descripción del gasto			
Fecha del gasto			
Cuánto gasto			
Dónde realizo ese gasto	Comunidad	Región	Resto del país
Realizó otros trabajos en el terreno una vez terminada la cosecha	No	Si	
Cuáles			
Selección y venta			
Cuánto cosecho el año pasado	Ha	Kg	
Quién realizó la cosecha			
Cuánto le pago por día	\$		
Cuántos días			
Cuánto gasto en costales, huacales o similares			
Del total de su cosecha cuánto destino para la venta			
Cuánto le pagaron por tonelada			
A quien le vendió			
Dónde vive	Comunidad	Región	Resto del país
Cómo le pagaron			
Efectivo			

Crédito			
Especie			
Utilizó otro medio de transporte para transportar sus productos	No	Si	
Propio			
Transporte			
Propio			
Fecha de compra			
Dónde lo compro			
Cuánto le costo			
Cuánto tiempo le va a durar			
Mantenimiento o reparación			
Cuándo			
Cuánto			
Del total de su cosecha cuanto destino para	%	Cuánto hubiera pagado por ella	
Consumo del hogar o gasto			
Alimentar a sus animales			
Guardar para el siguiente ciclo			
Gasto	No	Si	
Recibe algún apoyo o subsidio	No	Si	
De quien, cuanto recibió			
Bajo qué condiciones			
Sin ese apoyo cuanto hubiera tenido que aportar extra para tener la misma producción	\$	\$	
Sin ese apoyo cuanto hubiera disminuido su producción en cantidad y	S	S	

porcentaje				
------------	--	--	--	--

<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>	<b>JORNALES (DÍA)</b>	<b>COSTO (\$ SEMANA)</b>		<b>MESES</b>
Limpia y adecuación del terreno				
<b>PLANTACIÓN</b>				
Obtención de tutores				
Plantación de tutores				
Material vegetativo (4 meses después de la plantación de tutores)				
Siembra de esquejes				
Recolección de materia orgánica				
Recolección de materia orgánica				
<b>FERTILIZACIÓN</b>				
Recolección de materia orgánica				
Distribución de materia orgánica				
<b>LABORES CULTURALES</b>				
Deshierbe manual				
Acomodo de bejuco				
Polinización				
Poda de tutores				
<b>CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES</b>				
Bioinsecticidas				
Fungicida				
Aplicación (Considerando dos aplicaciones)				
<b>CORTE Y RECOLECCIÓN</b>				
Cosecha				
Vigilancia				
Cosecha de esquejes				

