
*Tropical and
Subtropical
Agroecosystems*

**CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE
VAINILLA (*Vanilla planifolia* A.) BAJO NARANJO Y EN MALLA SOMBRA
EN EL TONACAPAN**

[CHARACTERIZATION OF VANILLA PRODUCTION SYSTEMS (*Vanilla
planifolia* A.) UNDER ORANGE TREE AND MESH SHADE IN THE
TONACAPAN REGION]

**Ariadna I. Barrera-Rodríguez^{1*}, B. Edgar Herrera-Cabrera²,
José Luis Jaramillo-Villanueva³, J. Sergio Escobedo-Garrido⁴
And Ángel Bustamante-González⁵**

¹ Colegio de Postgraduados en Ciencia Agrícolas - Campus-Puebla. Km. 125.5
Carretera Federal México-Puebla, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula,
C.P. 72760 Col. La Libertad, Puebla, Pue. México. e-mails: ariadna.barrera@gmail.com,
behc@colpos.mx, jjaramil301@yahoo.es, seresco@yahoo.com, bus632003@yahoo.com.mx
*Corresponding author

RESUMEN

Se realizó la caracterización de los sistemas de producción de *Vanilla planifolia* A., bajo naranjo y en malla sombra (al 50% de luminosidad), a través de la identificación de las variables climáticas y técnicas que inciden en el rendimiento de las plantaciones de vainilla en la región del Totonacapan, Puebla, Veracruz. La caracterización se realizó con base en el enfoque teórico de agrosistemas. La información fué recopilada a través de la aplicación de un cuestionario estructurado a 99 productores de la región. Los resultados señalan que en el rendimiento de los vainillales, la característica de mayor incidencia es el número de flores polinizadas por maceta, por lo que en vainillales con un manejo adecuado deben de polinizarse de cinco a siete flores por maceta y en vainillales donde el aspecto de las plantas no es vigoroso deben de polinizarse de tres a cuatro flores por maceta. Hasta ahora el sistema de producción de vainilla bajo naranjo representa la mejor alternativa en términos de rendimiento para los productores. La vainilla bajo naranjo registró un rendimiento máximo de 1.2 ton ha⁻¹ con lo que superó el rendimiento obtenido por el sistema de producción en malla sombra de 435 kg. Con base en el conocimiento tradicional de los productores, los factores más importantes que determinan el buen desarrollo de las vainas de vainilla, en el sistema de producción bajo naranjo son: la nutrición (21%), la humedad atmosférica (19%) y la polinización (16%). Mientras que para el sistema de producción en malla sombra son: la nutrición (20%), la temperatura (15%) y humedad (14%).

Palabras clave: Rendimiento; conocimiento tradicional; manejo del cultivo; validación de tecnología.

SUMMARY

A characterization of to production systems of *Vanilla planifolia* Andrews was carried out, one under orange trees and the other under mesh shade (50% brightness), was conducted through the identification of technical and climatic variables that may affect the yield of vanilla plantations in the Totonacapan region, in the Mexican states of Puebla and Veracruz. The characterization was conducted based on the theoretical approach of agrosystems, and by applying the technique nonparametric, chi square technique. The information was obtained through the application of a structured questionnaire to 99 producers in the region. The results indicate that the yield of vainillales, the feature with the highest incidence is the number of pollinated flowers per pot, so that in vainillales with proper management must pollinate from five to seven flowers per pot and vainillales where the plants are not vigorous should pollinate three to four flowers per pot. So far under the systems orange trees represents the best alternative in terms of yield for producers. The vanilla production system under orange trees showed a maximum yield of 1.2 ton ha⁻¹ which exceeded the yield of the production system mesh shade of 435 kg. Based on the traditional knowledge of producers, the most important factors that determine the proper development of the vanilla pods in the production system under orange trees are: nutrition (21%), moisture (19%) and pollination (16%). While for the production system mesh shade are: nutrition (20%), temperature (15%) and moisture (14%).

Key words: Yield; traditional knowledge; managing of the culture; validation of technology.

INTRODUCCIÓN

La producción de vainilla (*Vanilla planifolia* A.) en México esta históricamente ligada a la cultura totonaca, por lo que es muy importante considerar la modificación de las condiciones socio-económicas del país que han traído consigo el advenimiento de nuevos sistemas de producción que conservan vestigios de la tradición indígena (Toussaint-Samat, 2002a). México país de origen del cultivo (Soto, 2006), contribuye con el uno por ciento de la producción de vainilla beneficiada a nivel mundial (FAOSTAT, 2005). Esta participación se debe principalmente a que 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, con bajos rendimientos de vainilla en verde.

En el Totonacapan existen cuatro sistemas de producción de vainilla: en acahual (tradicional), bajo sombra de pichoco (*Eriitina* sp.), naranjo (*Citrus sinensis* L.) Osbeck) y malla (con 50% de luminosidad); cada uno de ellos muestra un nivel de tecnificación y uso del conocimiento tradicional en el manejo del cultivo. Si se tiene en cuenta que, los sistemas de la agricultura tradicional se han generado a través de siglos de evolución biológica y cultural, que representan experiencias acumuladas de interacción entre el ambiente y agricultores (Altieri, 1991; Díaz-Bautista *et al.*, 2008), se entiende que el sistema en malla sombra con acceso a insumos externos y capital, es un manejo que aún falta consolidarse en la producción del cultivo de la vainilla y por lo mismo requiere del análisis y caracterización. Los sistemas de producción en estudio fueron, bajo naranjo, empleado en 44% de los vainillales de la región y en malla sombra utilizado en 4 %. (COVERVAINILLA, 2007; COPOVAI, 2007).

El rendimiento promedio para el sistema de producción bajo naranjo fue de 230 kg ha⁻¹, y en malla sombra de 435 kg 0.1 ha⁻¹ en 2007. Estos rendimientos se consideran bajos, debido a que una planta de vainilla bien atendida produce 1k de vainas verdes, con promedio de 1234 plantas ha⁻¹ para el primer sistema y 1862 plantas 0.1 ha⁻¹ para el segundo.

De acuerdo con el Congreso Internacional de Vainilla de 2006, en donde los productores vertieron sus necesidades y expusieron la problemática entorno al cultivo, se puede decir que la diferencia en niveles de rendimiento unitario de vainilla verde entre el registrado y el estimado, indica que existen problemas en la cadena de producción de vainilla relacionados con: inadecuada validación y transferencia de tecnología por parte de instituciones de investigación, escasa valoración de la agricultura tradicional como

una alternativa para mejorar el bienestar de los productores, reducida tecnificación de los vainillales y ausencia de capacitación y asesoría a los productores en materia de fitomejoramiento y manejo del cultivo (Soto, 2006).

La producción y comercialización de vainilla verde representa para los pequeños productores una fuente de ingresos que puede contribuir a mejorar la economía de la unidad familiar, en la medida en que se incrementen los rendimientos significativamente y se implementen instrumentos regulatorios del mercado (Del Ángel y Mendoza, 2002). Para lograr lo anterior es necesario impulsar los sistemas de producción de vainilla compatibles con las condiciones físicas, socioeconómicas y culturales de la región.

El desarrollo de la agricultura moderna se caracteriza por realizar recomendaciones tecnológicas que ignoran la heterogeneidad ambiental, cultural y socioeconómica de una determinada región, esto genera que el desarrollo agrícola no responda a las necesidades de los agricultores ni a los potenciales agrícolas locales. Por tanto, resulta imperativo generar un sincretismo de conocimiento que contribuya a la generación de tecnologías eficientes desde el punto de vista productivo y agroecológico, a fin de incrementar la productividad de los sistemas de producción de vainilla en la región del Totonacapan.

La hipótesis planteada indica que el sistema de producción de vainilla bajo naranjo representa la mejor alternativa en rendimiento para los productores frente al sistema de producción en malla sombra, dadas las condiciones físicas, ambientales y sociales de la región del Totonacapan.

El objetivo de la presente investigación es caracterizar los sistemas de producción de vainilla bajo naranjo y en malla sombra, considerando variables tecnológicas y agroecológicas en la región del Totonacapan Puebla, Veracruz tomando como eje de análisis el rendimiento unitario. Así como, identificar las variables tecnológicas y agroecológicas que coadyuven a la toma de decisiones en el diseño e instrumentación de políticas y programas de fomento a la cadena productiva vainilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región del Totonacapan, la cual comprende 7,551 Km², compartida por 38 municipios que cultivan vainilla de los cuales 19 pertenecen al estado de Veracruz y 19 al estado de Puebla. Existen municipios aledaños en ambos estados donde también se cultiva la vainilla gracias a las características agro-climáticas de la zona (Sosa, 1994).

Esta región se caracteriza por una diferenciación en los sistemas de producción de vainilla verde, que responden a factores agro-climáticos, tecnológicos y económicos. Las características físico-climáticas y socio-económicas de la región se muestran en la Tabla I.

Cabe destacar que los productores se caracterizan por tener pequeñas superficies de tierra (menor a diez hectáreas), particularmente la que destinan al cultivo de la vainilla. El acceso a la tierra es muy restringido y su forma de tenencia más común es la propiedad privada y el minifundio ejidal que limitan la expansión de la frontera agrícola, aunado a los problemas como la baja fertilidad de la tierra. Actualmente la agricultura no proporciona los ingresos suficientes para que las familias campesinas de la región cubran sus necesidades básicas de tal forma que se han visto obligadas a realizar otras actividades agropecuarias y no agrícola (Del Ángel y Mendoza, 2002). También la región ha experimentado problemas de migración de la población joven hacia las ciudades, asignándole el papel de rectora de la familia a la mujer, quien lleva a cabo las actividades agrícolas.

De acuerdo con Del Ángel y Mendoza (2002), las condiciones físicas de la región ha condicionado el tipo de agricultura y tecnología empleada, así como otros factores antropogénicos impulsados por los procesos de industrialización como las perforación petroleras, la transferencia de tecnología (gubernamental y privada), el trabajo asalariado y la incorporación de la región al mercado a través de la comercialización de cultivos tales como el tabaco, los cítricos y la vainilla.

Determinación de tamaño de muestra

De acuerdo con datos del Consejo Poblano de la Vainilla el Estado de Puebla tiene 869 productores (COPOVAI, 2007). De estos, 216 vainilleros emplean el sistema de producción bajo naranjo, mientras que solo tres mantienen el vainillal con malla sombra. En el Estado de Veracruz, de 979 productores 600 vainilleros cultivan en sistema de producción bajo naranjo y 75 emplean malla sombra (COVERVAINILLA, 2007).

Tabla 1. Características físico-climáticas y socioeconómicas de la región del Totonacapan Veracruz-Puebla, México.

Clima	- Cálido húmedo temperatura media anual entre 22°C y 26°C, temperatura del mes más frío >18°C (Tlapacoyan, Martínez de la Torre, San Rafael, Gutiérrez Zamora, Tecolutla, Temapache, Castillo Teayo, Venustiano Carranza, Pantepec, Tenampulco, San José Acateno y Ayototxo de Guerrero). - Cálido sub-húmedo temperatura media anual de 22°C que supera los 26°C, con temperatura del mes más frío > 18°C (Papanla, Tuxpan y Tihuatlán). - Semi-cálido húmedo del grupo C temperatura media anual >18°C y temperatura del mes más caliente mayor a 22°C (Jopala y Hueytamalco). Precipitación media anual de 800 mm a 2000 mm, con zonas de hasta 4000 mm.
Fisiografía	Laderas y lomeríos con ligeras pendientes, surcados por varios ríos y arroyos.
Suelos	Predominan suelos lateríticos bastante fértiles, ricos en arcilla, arena fina, óxido de hierro y carbonatos de cal, magnesio y potasio.
Vegetación	Selva mediana subperennifolia, una época de sequía marcada; sus costas, lagunas y ríos dan origen a ecosistemas de manglar, vegetación riparia y vegetación de dunas costeras.
Hidrología	Principales ríos: Panuco, Tuxpan, Cazonas y Tecolutla.
Uso de suelo	Base económica para la reproducción de comunidades indígenas se concentra en maíz (<i>Zea mays</i> L.), frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L.) y chile (<i>Capsicum annuum</i> L.) para autoconsumo. Cultivos comerciales de los pueblos indígenas: café (<i>Coffea arabica</i> L.), caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>), tabaco (<i>Nicotiana Tabacum</i>), pimienta (<i>Piper nigrum</i>), plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), ajonjolí (<i>Sesamum Indicum</i> L.), jengibre (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.), líchi (<i>Litchi chinensis</i>), cítricos (<i>Citrus spp.</i>) y vainilla (<i>Vanilla Planifolia</i> A.).
Actividades productivas	89% de la población indígena dedicada a la agricultura, 8% a la ganadería, 1% a la silvicultura y 2% actividades menores como negocios y otros oficios.

Fuente: Curti, 1995; Toussaint-Samat, 2002a; Toussaint-Samat, 2002b; Ortiz, 1994; CONABIO, 2006.

El tamaño de muestra se calculó mediante muestreo aleatorio simple, con grado de confiabilidad del 95% (Sharon, 2000) El coeficiente de variación, se determinó a partir de datos de superficie sembrada de vainilla para el caso de Puebla y a partir de los datos sobre producción de vainilla para Veracruz, en ambos casos con una precisión del 5%. El tamaño de muestra en Puebla resultó de 21 productores (20 en naranjo y 1 en malla sombra) distribuidos en 12 localidades de siete municipios y para Veracruz de 78 agricultores (69 en naranjo y 9 en malla sombra) distribuidos en 26 localidades de 10 municipios. Las unidades de muestreo se seleccionaron por representación proporcional.

Determinación de variables para la caracterización

Los sistemas de producción de vainilla son complejos debido a las interacciones entre factores productivos, sociales, económicos y culturales. Por lo que su análisis bajo el enfoque de agrosistemas (Turrent *et al.*, 2005), permitió identificar las variables que inciden directamente en el rendimiento (Laird *et al.*, 1994). Esta perspectiva descansa en el fundamento de la Ley de rendimientos de cultivos (Jenny, 1994), la cual determina la interacción sustancial entre suelo, clima, planta y manejo del cultivo. Una característica importante de este enfoque es que considera el empirismo del productor.

El estudio se basó en la aplicación de una encuesta, a través de un cuestionario estructurado (Quispe, 2000), bajo el método descriptivo de encuesta muestral (FAO, 1998), compuesto por 94 variables, de las cuales, se seleccionaron 16 para la caracterización de cada uno de los dos sistemas de producción, vainilla bajo malla sombra y vainilla bajo naranjo: dos variables acerca de las características del productor, edad (ED) y años dedicado a la vainilla (AV); 13 variables técnico-productivas, años del tutor (AÑTUT), superficie del vainillal (SUPVAI), número de tutores en vainilla (NTUTVAI), número de tutores por hectárea (NTUTHA), distancia entre tutores (DISTUT), número de esquejes por tutor (NESQTUT), número de esquejes en el vainillal (NESQVAI), número de esquejes por hectárea (NESQHA), edad del esqueje (EDESQ), rendimiento del vainillal (RENDVAI), número de flores que poliniza por maceta (FLOPOL), sistema de riego que emplea (SISRIE), porcentaje de vainilla que aborta en su vainillal (PORCA); una variable de comercialización, tamaño de vaina (TAVAI); además de otra variable sobre apoyos gubernamentales recibidos (APGOB). La aplicación de cuestionarios a productores se llevó al cabo en el segundo semestre de 2007, por lo que se recopilaron datos de 2006-2007.

Se realizaron siete entrevistas con apoyo de un cuestionario semi-estructurado (Santoyo *et al.*, 2002), a las autoridades de instituciones gubernamentales encargadas de fomento y apoyo al cultivo de vainilla, así como a técnicos especialistas en vainilla y líderes de organizaciones regionales, con el propósito de complementar y corroborar la información obtenida en campo.

El rendimiento de vainas verdes de vainilla por hectárea es el indicador de productividad, por lo que se consideró como variable independiente para caracterizar los sistemas de producción bajo naranjo y en malla sombra. Las variables explicativas fueron seleccionadas considerando aquellas que tienen una incidencia en el rendimiento de acuerdo al conocimiento de los productores, técnicos de la región y las que señala la literatura (Sánchez, 2001; Damirón, 2004; Soto, 2006; Hernández, 2007).

Análisis estadístico

Con base en el tamaño de muestra, la diferenciación tecnológica, productiva y de manejo, los sistemas de producción de vainilla bajo estudio se analizaron por separado, con 89 muestras para el sistema de naranjo y 10 para el sistema en malla sombra.

En el análisis de la información, un primer paso fue la obtención de estadísticas descriptivas univariadas, que incluyen la prueba de normalidad con la prueba de Smirnov-Kolmorov (Ferrán, 2001). Al obtener que sólo la edad de los productores se comportó como una variable normal, se re-codificaron las variables transformándolas en variables cualitativas a través de la definición de intervalos (al tomar de referencia la media de las observaciones) con el objeto de aplicar una prueba no paramétrica basada en la *Chi cuadrada* X^2 (Ferrán, 2001). La cual permitió hacer pruebas de significancia entre las distribuciones de frecuencias de dos o más grupos. Esta plantea la no existencia de diferencia entre los subgrupos de la variable dependiente y las variables independientes. Con lo que se estableció la asociación entre la variable RENDVAI (variable dependiente) y las 16 variables en el sistema de producción de vainilla bajo naranjo. Las variables AV, EDESQ, SUPVAI, NTUTHA, NESQTUT, NESQHA, y FLOPOL, están asociadas al rendimiento de los vainillales bajo naranjo en la región del Totonacapan (Tabla 2). En el caso del sistema malla sombra dado el número de observaciones se realizó una descripción del mismo considerando las variables significativas. Para la realización de los análisis se utilizó el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS v.12).

Tabla 2. Variables asociadas al rendimiento de los vainillales bajo naranjo.

Variable	<i>Chi cuadrada (X²)</i>	<i>P</i>
Años dedicados a la vainilla (AV)	5.90	0.04
Edad del esqueje (EDESQ)	9.75	0.04
Superficie del vainilla (SUPVAI)	15.77	0.00
No. tutores por hectárea (NTUTHA)	13.47	0.01
No. esquejes por tutor (NESQTUT)	6.07	0.04
No. esquejes por hectárea (NESQHA)	20.56	0.00
No. flores polinizadas por maceta (FLOPOL)	12.96	0.04

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del sistema de producción de vainilla bajo naranjo

Con el propósito de caracterizar los sistemas de producción de vainilla bajo naranjo y en malla sombra en la región del Totonacapan Puebla – Veracruz, es importante tener presente que la vainilla es una orquídea que se desarrolla en climas subtropicales, cálidos, y húmedos (Castillo *et al.*, 1993), entre los 20 grados de latitud norte y sur (Smith *et al.*, 1992), exigente en cuanto a las condiciones de calidad del terreno (pH de 6 a 7), con buen drenaje y abundante humus, con un ambiente de humedad relativa alta (80%), temperatura de 22 a 32 °C, precipitación promedio de 1200 mm anuales, altura sobre el nivel del mar de 0 a 600 m y una sombra de alrededor del 50% (Mata *et al.*, 2007).

El sistema de producción de vainilla bajo naranjo se clasificó con base en el rendimiento en tres grupos: alto medio y bajo. Para lo anterior se tomó en consideración la media de los vainillales bajo naranjo

muestreados. El rendimiento de vainilla verde alto se definió de 501 kg a 1200 kg ha⁻¹, el medio entre 231 kg a 500 kg ha⁻¹, y el bajo de 0 a 230 kg ha⁻¹ (Figura 1).

Las plantaciones de vainilla bajo naranjo que registraron un rendimiento de 510 a 1200 kg ha⁻¹, están ubicadas en los municipios de Temapache, Papantla, Tlapacoyan, San Rafael, y Tihuatlán. Se caracterizan por tener de cuatro a seis años de edad, estar bajo condiciones de temporal y utilizar fertilización orgánica (composta de naturaleza orgánica a base de hojarasca del tutor, principalmente, y estiércol animal). Estos municipios comparten un clima cálido húmedo y cálido sub-húmedo y registran una precipitación media anual que va de 1200 mm hasta 1500 mm, a excepción de Tlapacoyan que registra una precipitación entre 2500 a 4000 mm.

Del total de plantaciones de vainilla bajo naranjo muestreadas 14% registraron un rendimiento alto, de las cuales 64% tuvieron un promedio de 1234 esquejes por hectárea. El número de plantas recomendado resulta de un promedio de 4 plantas por tutor, siendo 294 tutores de naranjo ha⁻¹ (Sánchez, 2001). Las cuatro plantas por tutor permiten que cuenten con los nutrientes, sombra y ventilación requerida para su desarrollo y crecimiento

Cabe destacar que las plantaciones localizadas en el municipio de Tihuatlán, que registraron un rendimiento alto, cuentan con una densidad menor de 700 plantas. Por tanto, la variable densidad de población influye en el rendimiento de un vainillal pero no lo determina. Con base en la Tabla 2, existen otras variables que inciden en el rendimiento, tales como la edad de los esquejes, los años que tiene el productor dedicado a la vainilla, el número de plantas por tutor, el número de tutores por hectárea, el número de inflorescencias polinizadas, el manejo del vainillal (el cual esta relacionado con el conocimiento que tiene el productor), del material vegetativo y de las condiciones agro-climáticas de la región.

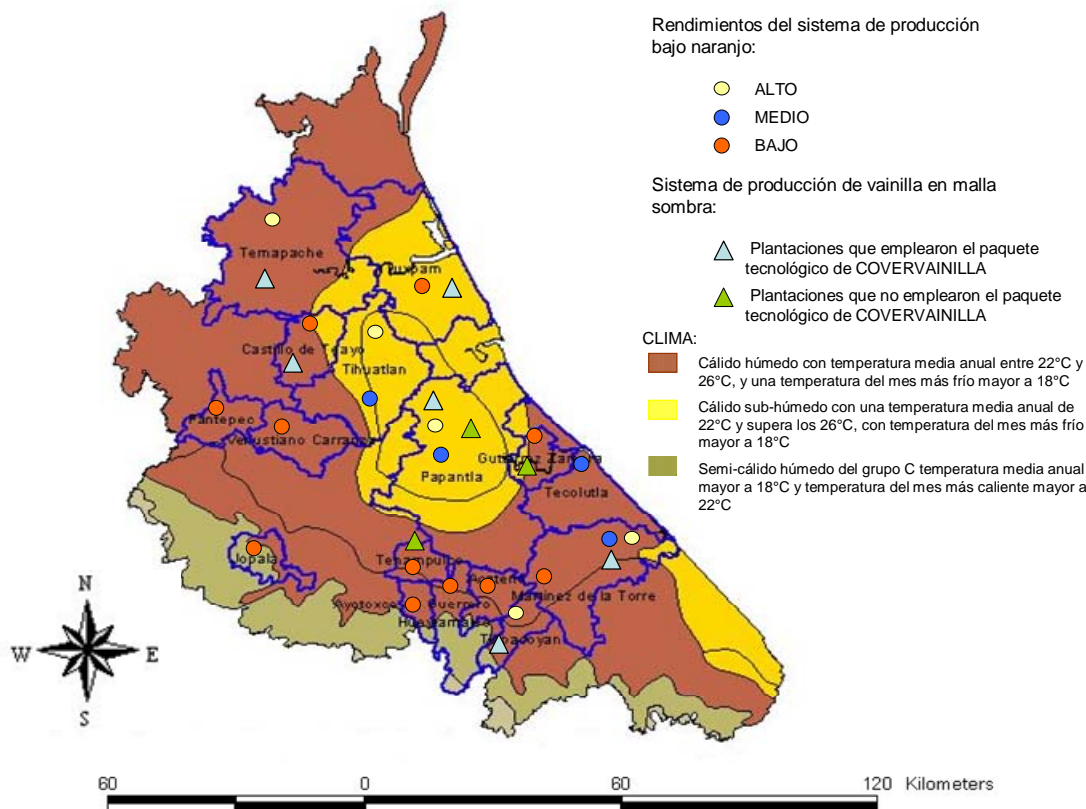


Figura 1. Rendimientos del sistema de producción de vainilla bajo naranjo en la Región del Totonacapan.

La edad de la planta es importante pues de acuerdo con los productores, al cuarto año de la plantación (segundo año de cosecha) se obtiene mayor rendimiento y se estabiliza en función del manejo que se le proporcione al vainillal; en caso del manejo inadecuado de un esqueje de vainilla tiene una vida de cinco años. Cabe destacar que los productores consideran que el manejo adecuado de un vainillal implica realizar las labores de poda de los bejucos que ya florecieron y de los tutores para la regulación de la sombra, de encauzamiento de la guía, riego en los meses de floración (abril-junio) y desarrollo de la vaina, la efectiva polinización de cinco a siete flores por maceta durante el tiempo de floración y la aplicación de fertilizante orgánico dos veces al año. El control fitosanitario forma parte de un adecuado manejo del vainilla, consiste en el control de plagas mediante el uso de plaguicidas e insecticidas tolerantes para la planta preferentemente orgánicos; los productores emplean medidas de prevención como el uso de la calhidratada y la desinfección del esqueje al momento de sembrarlo, en ocasiones realizan el control de plagas de forma manual. La estabilización de la producción depende de la poda de bejucos, eliminando las plantas que ya tuvieron brotes, y del encauzamiento de la guía que permite a las

plantaciones renovarse a través del nacimiento de otras plantas.

Respecto a la edad de los vainillales, del total de plantaciones muestreadas, cuatro por ciento tiene tres años de edad, 76% tiene de cuatro a seis años y 20% tiene siete años en promedio. De los vainillales de menos de siete años 14.5% registraron un rendimiento alto. 59% de los vainillales muestreados tienen de 251 a 400 tutores por hectárea, de los cuales 13% registraron un rendimiento alto.

El número de tutores en el vainillal tiene que ver con las distancias entre naranjos, que resulta importante dado el requerimiento de sombra de la vainilla. La distancia entre tutores que se recomienda para las plantaciones bajo naranjo es de 6m x 6m ó 7m x 7m (Sánchez, 2001), de tal forma que la vainilla quede expuesta al sol en un 50% y las copas de los naranjos no la cubran totalmente.

De acuerdo con Damirón (2004), el tutor debe tener una adaptación a la región, por lo que se recomienda emplear especies que ya existen en la zona, como es el caso del naranjo, el cual por su baja altura, permite encauzar los bejucos y facilita las labores de poda, polinización y cosecha, además, la hojarasca sirve

como materia orgánica para el binomio naranjo-vainilla. La vainilla, como todas las plantas trepadoras necesita un árbol de soporte para poder ascender por él y alcanzar su desarrollo. El naranjo le brinda al mismo tiempo protección frente a la fuerza del sol y el viento, además tiene raíces profundas que extrae los nutrientes de las capas internas del suelo, y no de las externas que es donde anidan las raíces superficiales de la planta de vainilla (Curti, 1995).

De acuerdo con los productores, la vainilla se ve afectada por el uso de plaguicidas e insecticidas empleados en el control de patógenos para el naranjo, y por el daño que sufre al realizar las labores de poda y cosecha del naranjo que requiere del uso de escaleras. Con respecto al naranjo, los productores consideran que hay una reducción en la producción, debido a que proveer la sombra requerida por la vainilla, implica la poda del naranjo de la parte inferior en donde se concentra la producción de naranja.

Por otro lado, el número de esquejes por tutor, nos permite determinar si se está obteniendo el rendimiento de 1k de vainilla verde por planta, que de acuerdo con Damirón (2004) es el rendimiento adecuado. Situación que no sucede en la región; donde 99% de los vainillales tienen en promedio de uno a cuatro esquejes por tutor, de los cuales 20% registró un rendimiento medio y 13% un rendimiento alto, con un promedio de 1.6 kilos en 2006. Sólo uno por ciento que sembró más de cuatro esquejes por tutor obtuvo un rendimiento alto. De acuerdo con los productores, cuatro esquejes por tutor permiten realizar un adecuado encauzamiento de la guía de vainilla en el tutor, conservando la ventilación y la sombra que requiere el cultivo para su desarrollo y crecimiento. De lo contrario, si siembran muchas plantas por tutor, pueden presentarse problemas al momento de la floración dado que la parte de la guía que presenta mayor número de inflorescencia es la que se encuentra en el exterior y las del interior tienden a florear en menor grado, en detrimento del rendimiento.

El número de inflorescencias por planta varía en función de la nutrición que recibe, sin embargo, de acuerdo con Mata *et al.* (2007), se tiene un estimado de 200 flores por planta, siendo que cada planta proporciona de 10 a 15 macetas, de las cuales cada maceta arroja entre 20 y 15 flores respectivamente.

El 47% de los productores polinizan de tres a cuatro flores por maceta, 38% polinizan de cinco a siete flores, 14% de ocho a 10 flores y solo uno por ciento poliniza todas las flores que arroja cada maceta. Del 47% sólo el dos por ciento registró un rendimiento alto

contra un siete por ciento de vainillales en donde el productor poliniza entre cinco y siete flores (Figura 2).

Sin embargo, a medida que se polinizan un mayor número de flores el rendimiento tiende a disminuir, sólo cuatro por ciento de los vainillales que registraron un rendimiento alto polinizaron de ocho a 10 flores por maceta (Figura 2).

La cantidad de flores que los productores polinizan depende del vigor y sanidad de la planta (caracteres que se relacionan con el estado de nutrición de la vainilla), e influye en el tamaño y la maduración de la vaina. Los productores señalaron que si el vainillal no recibe la aplicación de fertilizantes y de humedad suficientes, es mejor polinizar pocas flores a fin de que maduren y tenga posibilidad de continuar dando flores los años siguientes. Sin embargo, no solo polinizar un adecuado número de flores por maceta determina un mayor rendimiento, pues se requiere que la polinización se realice de manera correcta para que se alcance la fecundación y la vaina se desarrolle.

La decisión de polinizar determinado número de flores se basa en el conocimiento tradicional que tiene el productor. El 74% de los productores tienen entre tres a siete años dedicados a la vainilla, contra 26% de productores que tiene más de siete años. Estos porcentajes corroboran el dato respecto a la breve edad de los vainillales (edad de las plantas) estamos frente a vainillales que tienen poco tiempo de establecidos. El conocimiento con el que cuentan los productores de la región ha sido transmitido entre ellos mismos (42%), respecto a un 32% de los productores aprendieron a cultivar la vainilla por la enseñanza de sus padres y abuelos, mientras que 15% lo hicieron de forma autodidacta. Cabe destacar que, la participación de instituciones académicas (9%) y gubernamentales (2%) es mínima en la difusión del conocimiento sobre el cultivo de la vainilla (Figura 3).

Si bien estadísticamente no se obtuvo una asociación entre el sistema de riego de los vainillales y la producción de los mismos, el suministro de agua determina el alto grado de vigor, sanidad y productividad de las plantas (Alconero *et al.* 1973). De 89 vainillales muestreados, 83% se encuentran bajo temporal, de los cuales 11% registraron un rendimiento alto. Por otro lado, de 17% de los vainillales con sistema de riego sólo 5% registró un rendimiento alto. Estos porcentajes reflejan el empirismo del productor, el cual a través de siglos de manejo de sistemas agrícolas tradicionales acumula experiencias entre la interacción planta – ambiente y logra exitosos manejos en temporal (Altieri, 1991).

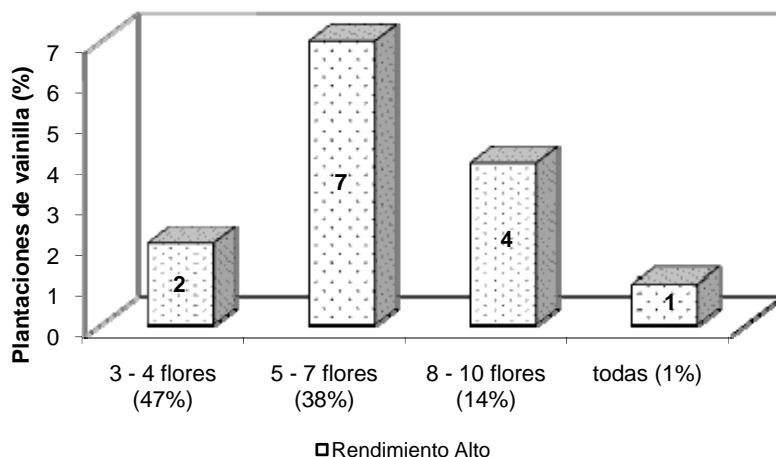


Figura 2. Porcentaje de vainillales bajo naranjo con rendimiento alto agrupados de acuerdo a número de flores polinizadas por maceta en la región del Totonacapan, México.

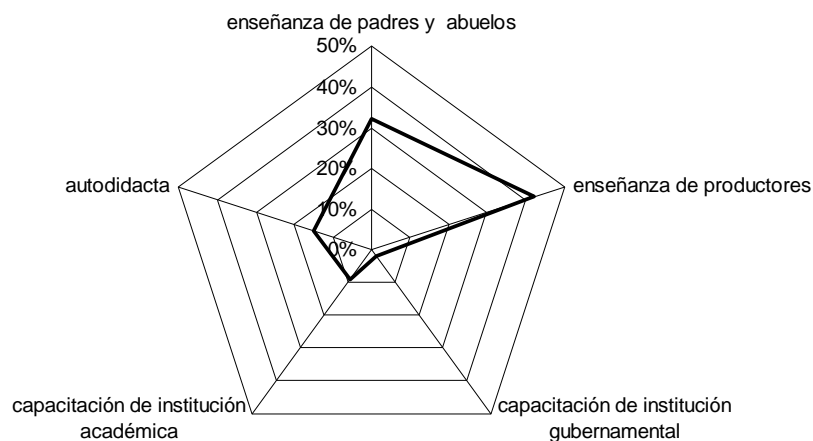


Figura 3. Identificación de las formas de transmisión del conocimiento sobre el cultivo de la vainilla en la región del Totonacapan

La vainilla requiere de agua, en mayor medida en etapas específicas de su ciclo fenológico, como es la etapa de crecimiento y desarrollo del fruto, de abril a junio, por lo que los cambios climáticos que se han presentado en los últimos años han perjudicado el cultivo, ya que prolongadas sequías provocan la caída del fruto antes de su maduración (Mata *et al.*, 2007). Frente a ello, resulta importante destacar la importancia de la incorporación de sistemas de riego empíricos, acordes a las demandas fenológicas de la planta. El sistema bajo naranjo requiere de riego por microaspersión debido a que la vainilla se encausa entre las ramas y follaje que componen la copa del

tutor. Existen productores que lo combinan con el riego por goteo, a fin de mantener la humedad que requiere la vainilla en el área de donde se alimenta la planta a través de su sistema radical.

De acuerdo con los productores, los factores más importantes que determinan el buen desarrollo de las vainas de vainilla para los sistemas de producción bajo naranjo son: la nutrición (21%), la humedad atmosférica (19%) y la polinización (16%). Mientras que los productores con sistema de malla sombra opinaron que es la nutrición (20%), la temperatura (15%) y humedad (14%) (Figura 4).

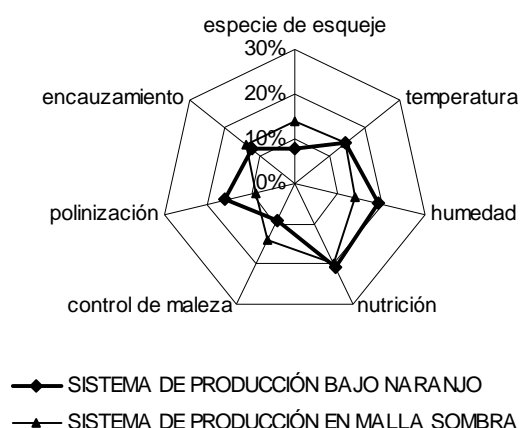


Figura 4. Identificación de los factores ambientales y de manejo que influyen en el desarrollo y crecimiento de las vainas de *Vanilla planifolia* A. en los sistemas de producción bajo naranjo y malla sombra en la región del Totonacapan.

Un 43.8% de los productores de vainilla bajo naranjo y 37.5% con el sistema en malla sombra consideran que la calidad del producto está definida por el tamaño de la vaina. De acuerdo con los productores, una variable importante para el desarrollo y crecimiento de la vainilla, es el suelo, ya que debe contar con buen drenaje, abundante materia orgánica y un pH de 6.0 a 7.0. Se requieren suelos de al menos 40 cm de profundidad para el establecimiento de árboles tutores, que darán soporte y sombra a las plantas de vainilla (Damirón, 2004). Algunos especialistas consideran que la naturaleza del suelo no es primordial, siempre y cuando la tierra sea permeable, no muy compacta y arcillosa. Los suelos en la mayor parte de la región del Totonacapan son de tipo cambisol eutrítico que poseen escasa materia orgánica; seguido de feozem haplico, el cual se caracteriza por ser rico en materia orgánica y nutrientes, así como por un alto rendimiento y el acrisol ortico, que son suelos con rendimientos bajos (CONABIO, 2006).

Si bien para los productores no resultó ser la especie de esqueje una variable que incida positivamente en la producción y el rendimiento del vainillal, de acuerdo con Soto (2006) un aspecto de gran relevancia al establecer un cultivo de vainilla es la selección del material que se propaga. Es muy importante obtener esquejes de vainillales en plena producción para asegurarse de no estar propagando plantas improductivas (como es el caso de la especie conocida como *oreja de burro*), ya sea por su baja o nula producción de frutos.

El 20% de las plantaciones de vainilla bajo naranjo, registraron un rendimiento medio de 231 kg ha⁻¹, y se ubicaron en los municipios de Tihuatlán, Papantla, Tecolutla y San Rafael (Figura 1). De estas,

12% tienen el número de esquejes recomendado (1234 esquejes) y 18% entre cuatro y seis años de edad de la planta.

Respecto al número de flores polinizadas, del 47% de vainillales en los que se polinizan entre tres y cuatro flores 10% registraron un rendimiento medio, contra un siete por ciento de vainillales en donde los productores polinizan de cinco a siete flores, de un total de 38% que obtiene un rendimiento medio. El porcentaje de vainillales con rendimiento medio disminuye a tres por ciento al polinizar de ocho a 10 flores por maceta (Figura 5).

En plantaciones bajo naranjo de rendimiento medio en temporal, es posible obtener calidad de vainilla gourmet (más de 22 cm) con un rendimiento de 460 kg ha⁻¹, como lo encontrado en el vainillal del municipio de Tihuatlán.

Por su parte, las plantaciones que registraron un rendimiento bajo (0 a 230 kg ha⁻¹) se ubicaron en los municipios de Venustiano Carranza, Pantepec y Jopala en la Sierra Norte de Puebla; Tuxpan, Martínez de la Torre y Gutiérrez Zamora en Veracruz (Figura 1). En el municipio de Tuxpan los vainillales tuvieron un rendimiento entre 140 kg y 160 kg ha⁻¹, con vainas entre 19 a 22 cm catalogada de primera calidad. El 66% de los vainillales muestreados registraron bajos rendimientos por contar con un número de esquejes menor (de 100 a cerca de 1000 esquejes) y mayor (más de 1234 esquejes) al recomendado por hectárea. El 51% de vainillales con edades de cuatro a seis años registraron un rendimiento bajo, cuando de acuerdo a los productores y técnicos de la región deberían ser los de mayor producción. Estas plantaciones son las de menor densidad de población, y una posible

explicación puede ser factores de manejo y condiciones climáticas (Figura 1). El 71% de vainillales con rendimiento bajo tienen de 251 a 400 tutores por hectárea y 66% cuentan con menos de 4 esquejes por tutor. Las causas del bajo rendimiento en plantaciones de vainilla, que cuentan con el promedio recomendado de número de esquejes por tutor, pueden ser por cuestiones relacionadas con el manejo de la guía, específicamente el número de flores polinizadas por maceta, que a su vez se relaciona con el conocimiento del productor sobre la vainilla y el tiempo que tiene dedicado a su cultivo.

En relación a lo anterior, el número de flores a polinizar es una de las variables más importante en los sistemas de producción de vainilla bajo naranjo, vainillales con un manejo adecuado deben de polinizar de cinco a siete flores por maceta, por el contrario, si en el vainillal el aspecto de las plantas no es del todo vigoroso deben de polinizarse de tres a cuatro flores por maceta. Lo que asegura que las vainas lleguen a la madurez, de tamaño mediano a grandes y que las plantas continúen produciendo los años siguientes.

Caracterización del sistema de producción de vainilla en malla sombra

En el sistema de malla sombra, en siete plantaciones de vainilla (que aplicaron la tecnología propuesta e impulsada por COVERVAINILLA), los productores estimaron un rendimiento de 435 kg 0.1ha⁻¹ para el ciclo 2006-07 que extrapolada a una hectárea se traduciría 4.350 kg de vainilla verde. Las plantaciones se ubican en las localidades de La Camelia en el

municipio de Tuxpan, La Esperanza en Temapache, Castillo y La Defensa en Castillo de Teayo, Valsequillo en Papantla, Puntilla Aldama en San Rafael y Tlapacoyan en Tlapacoyan, Veracruz (Figura 1).

En los tres vainillales restantes bajo el sistema malla sombra se estimó un rendimiento de 100 kg, 200 kg y 200 kg en superficies de 5000 m², 600 m² y 200 m², respectivamente. Estas plantaciones no incorporaron la tecnología propuesta por COVERVAINILLA, y se ubican en las localidades de El Mango de Gutiérrez Zamora, Paso Valencia de Papantla y Tenampulco de Tenampulco (Figura 1).

Los 10 vainillales en malla sombra comparten un mismo clima, cálido húmedo con una temperatura media anual entre 22°C y 26°C y una temperatura del mes más frío mayor a 18°C (Figura 1).

En el sistema de producción en malla sombra, la tecnología propuesta por COVERVAINILLA (Hernández, 2007), se distingue por el empleo de dos sistemas de riego, el de nebulización que de acuerdo con los técnicos permite mantener un efecto de neblina requerido por el vainillal, y un segundo sistema que es de goteo, el cual suministra agua directamente a la planta en los tutores elaborados a base de concreto. Sin embargo, los productores comentan que dichos sistemas de riego no contrarrestan la alta temperatura que se genera al interior de los módulos de malla sombra alcanzando los 40°C o más, lo que constituye la principal razón del fenómeno abortivo de la planta.

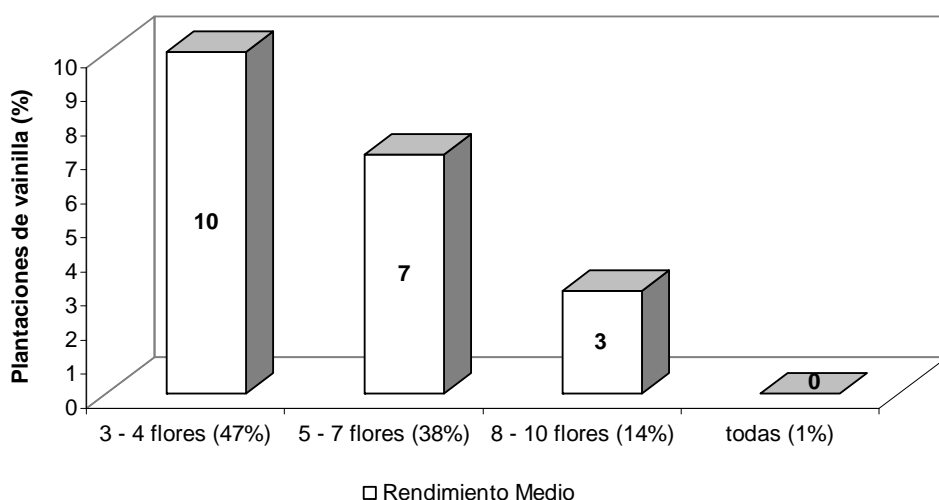


Figura 5. Porcentaje de vainillales bajo naranjo con rendimiento medio agrupados de acuerdo a número de flores polinizadas por maceta en la región del Totonacapan, México.

El módulo tiene una superficie de 1 000 m² (25 m de ancho x 40 m de largo) con una altura entre tres y cinco metros, compuesto por cuatro paredes cubiertas por malla sombra de color negro o rojo con un grado de transmisión de luz de 50%. La malla es sostenida entre 24 y 144 tubos metálicos, en el interior hay postes de bambú o encino con una altura de dos metros, que cargan los cables y mangueras sobre los que se enreda la guía de la vainilla. Asimismo, las bases del módulo son de tubo galvanizado, o bambú como es el caso de los vainillales en los municipios de Tenampulco y Gutiérrez Zamora. En el caso de los tutores de concreto, estos sirven de sostén de la composta que va atada a dicho soporte, ya que la guía de la vainilla se sostiene de las cuerdas que van a lo largo de la casa sombra.

El sistema de riego se plantea como una opción que favorece el rendimiento de los vainillales, particularmente los que cuentan con el sistema bajo naranjo, dado que los vainillales en malla sombra en su totalidad cuentan con sistemas de riego.

La producción de vainillales en malla sombra es un estimado teórico que aun carece de datos prácticos o empíricos, dado que son sistemas de producción de reciente incorporación en la región y que aún se encuentran en su tercer año de desarrollo. Es decir, están por obtener su primera cosecha en diciembre de 2007.

Estos sistemas de producción tecnificados se caracterizan por tener una mayor densidad de población, tanto de tutores como de plantas de vainilla por hectárea. En invernaderos con una superficie de 1000 m² se tiene un promedio de 1862 esquejes, que por hectárea se traducirían en 18620 esquejes, frente a una media de 1234 esquejes por

hectárea en sistemas de producción bajo naranjo (Tabla 3).

Existen vainillales que emplean el sistema de malla sombra con ciertas modificaciones, como es el caso de tres plantaciones muestreadas bajo dicho sistema de producción, si bien emplean el sistema por goteo, no tienen el mismo control fitosanitario. El tipo de tutor empleado en el caso del vainillal de Paso Valencia fue de concreto, mientras que el de los otros dos fue pichoco (*Erythrina baerteroana*).

Las estimaciones de los productores sobre la cosecha de los vainillales en malla sombra, están por debajo de las esperadas por los técnicos especialistas en dicho sistema, quienes estiman una producción de 2 ton 0.1 ha⁻¹, en el primer año de cosecha. En siete de los 10 vainillales que se muestrearon se obtuvo un promedio de 435 kg, que se traducen en 4.3 ton ha⁻¹, frente a la estimación realizada por el COVERVAINILLA de 20 ton ha⁻¹. Los otros tres vainillales registraron una producción de 100 kg a 200 kg (Figura 5).

Otra característica importante en los sistemas tecnificados en malla sombra, es el empleo de tutores muertos, dado que son de concreto, ello parte de la idea de que el tutor sólo sirve de sostén a la vainilla (Damián, 2004); sin embargo, los productores comentan que la vainilla a través de sus raíces llega a alimentarse del tutor.

En los sistemas de producción de vainilla en malla sombra, el uso de la malla, cuerdas y alambres implica la renovación a cierto tiempo de dicho material, una vez cumplido su tiempo de vida útil, lo cual representa un incremento de costos. Por ejemplo, la malla sombra tiene un tiempo de vida promedio de 5 a 8 años dependiendo de la calidad.

Tabla 3. Características técnico-productivas de los vainillales en malla sombra

SUPVAI (m ²)	NUTUTVAI	DISTUT	NESQTUT	NESQVAI	NESQHA	Producción [§]			Rendimiento (ton ha ⁻¹) [§]
						por tutor (kg)	2007 (kg)	kg ha ⁻¹	
1000 [†]	266 [†]	2 * 1.5 [†]	7 [†]	1862 [†]	18620 [†]	1.6 [†]	435 [†]	4350 [†]	4.3 [†]
5000 [¶]	300	1.5 * 1.5	8	2 400	4800	3	100	200	0.2
200 [¶]	200	50 cm * 2m	2	400	20000	1	200	10000	10
600 [¶]	125	2 * 1.5	3	375	6250	1.6	200	3333	3.3

[†] Valor de la media de las variables de siete vainillales en malla sombra validado por COVERVAINILLA

[¶] Vainillales que implementaron la tecnología de malla sombra,

[§] Estimación de productores para la cosecha de 2007

Fuente: Datos de campo 2006. COVERVAINILLA, 2007.

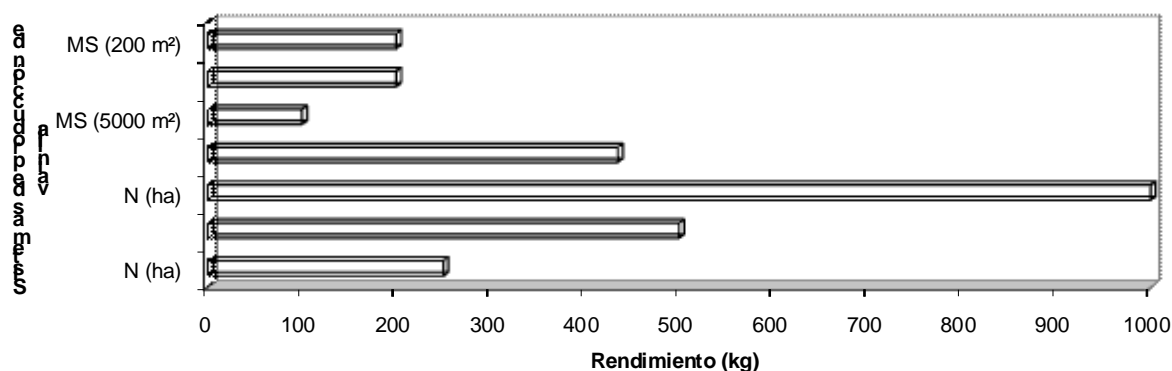


Figura 5. Rendimientos de vainillales bajo naranjo (N) y en malla sombra (MS)

Al igual que los sistemas de producción de vainilla bajo naranjo, los sistemas en malla sombra son susceptibles a plagas y enfermedades, como la chinche roja y enfermedades como *Fusarium spp.* y *Antracnosis spp.* Para su combate, ambos sistemas emplean insecticidas y fungicidas químicos y orgánicos.

En cuanto a la calidad de la vainilla basada en su longitud, se obtienen vainas de 16 a 20 cm, catalogada como de segunda y primera calidad, respectivamente.

Los datos sobre producción tomados de los vainillales en naranjo son estimaciones realizadas por los productores en virtud de su conocimiento del cultivo y la cantidad de vainas desarrolladas al momento de la aplicación del cuestionario. Es importante reconocer que hasta el ciclo productivo del 2007, las plantaciones en malla sombra no han arrojado los resultados de rendimiento esperados, manteniendo al sistema de producción bajo naranjo como la alternativa viable y factible para incrementar los rendimientos unitarios de la vainilla, dada las características climáticas y las condiciones económicas, productivas y técnicas de la región.

Cabe destacar que los siete módulos de malla sombra establecidos con el paquete tecnológico de COVERVAINILLA, registraron una pérdida de fruto mayor a 40% frente a 15% de los vainillales bajo sistema de naranjo. Esta pérdida del fruto es producto de la falta de adaptación de la tecnología en los sistemas de producción de vainilla en la región, aunado a las prolongadas sequías por las condiciones climáticas de los últimos años que ha padecido la región del Totonacapan.

En la región de estudio, se combinan dos sistemas de producción de vainilla contrastantes, bajo naranjo y en malla sombra, cada uno de los cuales tiene sus propias

características, pero sobre todo reflejan la falta de investigación y validación en el uso de tradicionales y nuevas tecnologías, lo que trae generación de expectativas que enfrentan sistemas de producción, que inciden en baja productividad del cultivo de la vainilla en México.

CONCLUSIONES

El promedio de rendimiento de vainilla verde de 230 kg ha⁻¹ es bajo, lo cual representa una restricción importante para mejorar los ingresos de los productores de vainilla en la región del Totonacapan Puebla - Veracruz.

La variación en rendimientos de vainillales bajo naranjo y en malla sombra, refleja la necesidad de validar un paquete tecnológico para cada sistema de producción, que determine el número de esquejes que debe sembrarse por tutor, el número de flores polinizadas por maceta, el número de flores por esqueje, así como el tipo, las dosis y las aplicaciones de fertilizante, que responda a las condiciones agroclimáticas de la región del Totonacapan Puebla, Veracruz.

Dado que 42% de los productores aprendieron a cultivar la vainilla a través de la transmisión de conocimientos entre ellos mismos, y 32% a través de las enseñanzas de sus abuelos y padres. En la región de estudio el manejo del vainillal se realiza en función del conocimiento empírico, que en algunos casos les permite obtener rendimientos altos, sin embargo este manejo no puede extrapolarse a toda la región sin atender las condiciones climáticas y socioeconómicas sui generis.

En el rendimiento de los vainillales, la característica de mayor incidencia es el número de flores polinizadas por maceta. En vainillales con un manejo adecuado deben de polinizarse de cinco a siete flores por maceta, por el contrario, en vainillales donde el aspecto de las

plantas no es vigoroso deben de polinizarse de tres a cuatro flores por maceta.

El sistema de producción de vainilla bajo naranjo registró un rendimiento máximo de 1.2 ton ha⁻¹ con lo que superó el rendimiento obtenido por el sistema de producción en malla sombra de 435 kg. Hasta ahora el sistema bajo naranjo representa la mejor alternativa en términos de rendimiento para los productores, dadas las condiciones agro-climáticas y de manejo tradicional que se aplica en los vainillales. Mientras que, en las plantaciones en malla sombra se detecto falta de conocimiento de manejo del cultivo entre la tecnología aplicada y los requerimientos de la planta. Con base en el conocimiento tradicional de los productores, los factores más importantes que determinan el buen desarrollo de las vainas de vainilla, en el sistema de producción bajo naranjo son: la nutrición (21%), la humedad atmosférica (19%) y la polinización (16%). Mientras que para el sistema de producción en malla sombra son: la nutrición (20%), la temperatura (15%) y humedad (14%).

REFERENCIAS

- Alconero R, EG Stone and JR Cairns. 1973. Intensive cultivation of vanilla in Uganda. *Agronomy Journal*. 65: 44-46.
- Altieri M. A. 1991. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? *Agroecología y Desarrollo*. Revista de CLADES 1. marzo. En: <http://www.clades.cl/revistas/1/rev1art2.htm> (Consultado: 03/04/07)
- Castillo M. R. E. Mark Engleman. 1993. Caracterización de dos tipos de Vainilla Planifolia. *Acta Botánica*. Instituto de Ecología A.C. Diciembre. No. 025. Pátzcuaro. México. p. 49-59.
- Curti D. E. 1995. Cultivo y beneficiado de la vainilla en México, Organización Nacional de Vainilleros Indígenas, Jalapa, Ver. México. 96 p.
- Damirón V. R. 2004. La vainilla y su cultivo. Dirección General de Agricultura y Fitosanitaria del estado de Veracruz. 50 p.
- Díaz B. M., Hernández C. B. E., Ramírez J. J., Aliphath F. M. y Delgado A. A. 2008. Conocimiento campesino en la selección de variedades de haba (*Vicia faba* L.) en la Sierra Norte de Puebla México. *Interciencia*. 33(8): 610-615.
- Del Ángel P. A. L. y Mendoza B. M. A. 2002. Familia totonaca, expresión cultura y sobrevivencia. Papeles de Población. Universidad Autónoma del Estado de México. Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados de la Población. Abril-junio. No. 32. Toluca. México. pp. 96-121.
- FAO. 1998. Encuestas agrícolas con múltiples marcos de muestreo. Programa de encuestas agropecuarias basadas en diseños de muestreo con marco de área o doble marco de selección (de área y de lista). 2 (10): 1-32.
- Ferrán A. M. 2001. Análisis Estadístico. SPSS para Windows. McGraw Hill. España.
- Hernández H. J. 2007. Casa-sombra: sistema nuevo de producción intensiva de vainilla, en la Región del Totonacapan. Agroentorno. INIFAP 90. Año 10. Octubre.
- Jenny H. 1994. Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology. Dover Publications Inc. 191 p.
- Laird R J, Turrent A., Volke V. y Cortés J. I. 1994. Evolución de la Investigación en Productividad de Agrosistemas en México. *Terra*. 12: 135-149.
- Mata G. B., Silecio L. M., González M. V. S., Almaguer V. G., Espinosa R. E., Karla V., Ortiz 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.
- Ortiz E. B. 1994. Los paisajes agrícolas del Totonacapan” en *Agricultura Indígena: pasado y presente*. Rojas R. T. (coord.) CIESAS. Ed. De la Casa Chata. México. pp. 359-395.
- Quispe L. A. 2000. La encuesta, uso de cuestionarios y muestreo, en *Evaluación socioeconómica de programas de desarrollo*. Ed. Plaza Valdés. Pp. 115-156.
- Sánchez M. S. 2001. Crecimiento y desarrollo de vainilla en tres sistemas de producción en Papantla, Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 24: 49-56.
- Santoyo H., Ramírez P. y Suvedi M. 2002. Manual de Evaluación de Programas de Desarrollo Rural, CUESTAAM, SAGAR, Alianza para el Campo, Sinder, Inca Rural y Michigan State University. 151 p.

- Sharon L. L. 2000. Muestreo: "Diseño y Análisis". Internacional Thomson Editores. 480 p.
- Smith, N.J.H., Williams J.T., Plucknett D.L. y Talbot J.P.. 1992. Tropical forests and their crops. Comstock Pub. Assoc. 568p.
- Sosa M. L. 1994. El cultivo de la vainilla. Folleto. Universidad Autónoma de Chapingo. 48 p.
- Soto A. M. A. 2006. La vainilla: retos y perspectivas de su cultivo. Biodiversitas. 66. Mayo-junio. pp. 1-9.
- Toussaint-Samat M. 2002a. La Vainilla, un "extracto" ampliamente utilizado por la industria de alimentos en el mundo. Claridades Agropecuarias. 101 (1): 17-26.
- Toussaint-Samat M. 2002b. La vainilla en México una tradición con un alto potencial. Claridades Agropecuarias. 101 (1): 3-16.
- Turrent F. A., Laird J. R., Cortés F. J. I. y Volke H. V. 2005. Revisiting Agrosystem productivity: I. Fundamentals and tools. Agrociencia 39: 29-39.

Submitted September 24, 2008 – Accepted December 19, 2008
Revised received February 07, 2009