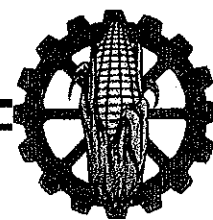


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES TECNOLÓGICAS DE
CULTIVO PARA PRODUCIR LIMON PERSA (*Citrus latifolia* Tan.) DE
CALIDAD JAPÓN”**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

AGROALIMENTARIA

PRESENTA:

EPIFANÍA LOZANO LÓPEZ

Bajo la dirección de: **J. Joel E. Corrales García, Dr.**

Chapingo, Estado de México, Marzo de 2006



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

MAESTRIA



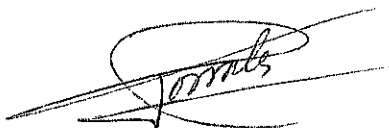
Ciencia y Tecnología Agroalimentaria

**"DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES TECNOLÓGICAS DE CULTIVO
PARA PRODUCIR LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tan.) DE CALIDAD JAPÓN"**

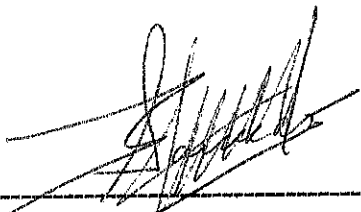
Tesis realizada por **Epifanía Lozano López** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA**

DIRECTOR: _____


J. JOEL E. CORRALES GARCÍA

ASESOR: _____


CRESCENCIANO SAUCEDO VELOZ

ASESOR: _____


JUAN GUILLERMO CRUZ CASTILLO

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres, por su amor y ayuda incondicional.

A mis hermanos, por ser para mí un ejemplo de fortaleza y un gran apoyo en todo momento.

A mis sobrinos, por ser mi más grande manantial de alegrías.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por haberme brindado un espacio en su seno estudiantil.

Al Departamento de Ingeniería Agroindustrial, por haberme facilitado mayores bases en mi carrera profesional.

A la empresa: B&S Grupo Exportador S. A. de C. V. por el valioso apoyo recibido durante el desarrollo del trabajo de campo.

Al Doctor Joel Corrales García, por la dirección de la presente investigación y valiosas contribuciones a la misma.

Al Dr. Crescenciano Saucedo Veloz, por su disponibilidad e importante aportaciones.

Al Dr. Juan Guillermo Cruz Castillo, por sus valiosas aportaciones y el magnífico e incondicional apoyo prestado siempre a sus tesis.

Al Dr. Ignacio Covarrubias, por su importante aportación durante el desarrollo de la encuesta.

Al M. C. David Rubio Hernández, por el apoyo brindado en todo momento a toda la generación, durante nuestra estancia en el posgrado.

A todos mis amigos: Kary, Magui, Avila, Cuba, Natzy, Juan, Oscar, Jorge, por su compañía, cariño y respeto.

DATOS BIOGRÁFICOS

Epifanía Lozano López nació en octubre de 1977, es originaria del Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz., su formación académica inició con sus estudios básicos y nivel medio básico en la Martínez de la Torre, continuó su formación medio superior en la Universidad Autónoma Chapingo, de donde egresó en el año 2000 como Ingeniero Agroindustrial y en el año 2005 como Maestro en ciencias en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria.

Ingresó al campo laboral en el año 2001 al principio como gerente en capacitación del área de frescos y posteriormente como Gerente Nacional Formador de una de las escuelas de las tiendas francesas de autoservicio 'Carrefour' en Polanco México.

Otro de sus espacios laborales fue en el año 2002 en el despacho de Contadores Públicos 'Ramírez Granados & Asociados' ubicado en la Ciudad de Puebla, Pue., donde fungió como asesor de adquisición de créditos para PYMES por parte de Banca Comercial y a través de la Banca de desarrollo NAFINSA.

**DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES TECNOLÓGICAS DE CULTIVO
PARA PRODUCIR LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tan.) DE CALIDAD JAPÓN**

**DETERMINING THE TECHNOLOGICAL CONDITIONS TO CULTIVATE
PERSIAN LIMES (*Citrus latifolia* Tan.) WITH THE CHARACTERISTICS
REQUIRED BY THE JAPANESE MARKET**

Epifanía Lozano López¹ y J. Joel Corrales García²

RESUMEN

México es líder en la producción de limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) en el mundo. La calidad "Japón" es la menos producida y la mejor pagada. Mediante encuestas a 36 productores de Martínez de la Torre, Ver., y un análisis multivariado por componentes principales, se determinaron las condiciones tecnológicas de cultivo bajo las cuales se obtienen 36 ton/ha por año, con un 5% de calidad Japón. Las principales condiciones fueron: aplicación de una poda de sanidad de ligera intensidad y otra de aclareo central de severidad media; espaciamiento entre copas de árboles de 1.5 m en calles, entre hileras de 1.1 m y altura de árboles de 2 m; aplicación al suelo de nitrógeno, fósforo y potasio tres veces por año; aplicación de fungicidas tres veces por año; aplicación de plaguicidas tres veces por año y cosechar al menos cada 14 y 21 días durante las temporadas de alta y baja de producción, respectivamente.

Palabras Clave: *Citrus latifolia* Tan., lima Tahití, componentes principales.

¹Tesista

²Director

ABSTRACT

Mexico is leader producer of persian lemon in the world. The Japan quality is the least produced and the best paid. Through surveys with 36 producers from Martinez de la Torre, Veracruz, and a multivariate analysis of the principal components, the technological conditions for growth under which 36 ton/ ha per year is obtained with 5% of the Japan quality fruit were found. The principal conditions were: light pruning, and another medium intensity pruning involving central clearing; a space of 1.1 m between the tree crowns in the street, and a tree height of 2 m; the ground application of nitrogen, phosphorus, and potassium 3 times a year; the application of fungicides; the application of pesticides three times a year; and harvesting at least every 14 to 21 days during the high and low production season, respectively.

Keywords: *Citrus latifolia* Tan., Tahiti lime, principal components

Thesis author

Thesis director

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA	12
III.1 Características generales del limón persa	12
III. 2 Fenología del cultivo	14
III. 3 Particularidades del cultivo	15
III. 4 Proceso técnico de producción	16
III. 5 Rendimiento de calidades según nivel tecnológico empleado	25
III. 6 Atributos de calidad según principales mercados de exportación	26
III. 7 Características del procedimiento de Componentes Principales	29
IV. MATERIALES Y METODOS	30
V. RESULTADOS y DISCUSIONES	35
VI. CONCLUSIONES	75
VII. LITERATURA CITADA	77

LISTA DE CUADROS

Cuadro A. Rendimiento natural de calidades de la planta de limón persa, según niveles de tecnificación empleados en Martínez de la Torre, Ver	26
Cuadro B. Atributos de calidad de limón persa según algunos destinos de comercialización	27
Cuadro 1. Valores característicos de los Componentes Principales más importantes de las técnicas de cultivo empleadas para limón persa	35
Cuadro 2. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 1	37
Cuadro 3. Valores estandarizados del Componente Principal 1 de las variables medidas para productores de limón persa	42
Cuadro 4. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 2	43
Cuadro 5. Valores estandarizados del Componente Principal 2 de las variables medidas para productores de limón persa	47
Cuadro 6. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 3	48
Cuadro 7. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 4	53

Cuadro 8. Valores estandarizados del Componente Principal 4 de las variables medidas para productores de limón persa	58
Cuadro 9. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 5	59
Cuadro 10. Valores estandarizados del Componente Principal 5 de las variables medidas para productores de limón persa	63
Cuadro 11. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 6	64
Cuadro 12. Valores estandarizados del Componente Principal 6 de las variables medidas para productores de limón persa	68
Cuadro 13. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 7	69
Cuadro 14. Valores estandarizados del Componente Principal 7 de las variables medidas para productores de limón persa	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentajes de frutos de limón persa producidos con calidad Japón, para dos muestras de productores en Martínez de la Torre, Ver.	38
Figura 2. Tipo de topografía y textura del suelo utilizado por dos muestras de productores de limón persa en Martínez de la Torre, Ver.	39
Figura 3. Número de aplicaciones de fungicidas realizadas por dos muestras de productores de limón persa en Martínez de la Torre, Ver.	41
Figura 4. Espacios (m) mantenidos entre copas de árboles de limón persa, dentro de calles e hileras, para dos muestras de productores de Martínez de la Torre, Ver.	45
Figura 5. Número de aplicaciones de reguladores de crecimiento en limón persa llevados a cabo por dos muestras de productores en Martínez de la Torre, Ver.	50
Figura 6. Rendimientos por hectárea (t) obtenidos por dos muestras de productores de lima persa en Martínez de la Torre, Ver.	54
Figura 7. Porcentajes de frutos de limón persa producidos con calidad Japón, para dos muestras de productores en Martínez de la Torre, Ver.	55
Figura 8. Número de aplicaciones de fertilizantes al suelo realizadas para dos muestras de productores de limón persa en Martínez de la Torre, Ver.	55

Figura 9. Tipo de podas empleadas en huertas de limón persa, para dos muestras de productores en Martínez de la Torre, Ver. 60

Figura 10. Número de podas aplicadas al año en huertas de limón persa, para dos muestra de productores en Martínez de la Torre, Ver. 66

Figura 11. Número de aplicaciones de plaguicidas por año en huertas de limón persa, para dos muestras de productores de Martínez de la Torre, Ver. 71

I. INTRODUCCIÓN

México es el país líder en la producción y tercero en la exportación de limas y limones después de España y Argentina, produce cuatro tipos de éstos: limón persa (*Citrus latifolia* Tan.), limón mexicano ó agrio (*C. swingle*) y en menor escala, limón Italiano (*C. lemon*) y limón real (*C. aurantifolia*). La importancia de la lima persa radica en que se destina principalmente a la exportación en fresco y representa una alternativa para los productores y comerciantes de diferentes regiones del país, ya que registra una demanda creciente en los mercados nacional y mundial, además de ser un cultivo altamente rentable que genera empleos directos e indirectos y divisas (Corrales y Lozano, 2003).

El 77.5% de la producción nacional de limón persa, se destina al mercado de exportación, y el 22.5% restante, al mercado nacional. Los principales destinos de exportación son Estados Unidos con un 80% y el 20% restante se distribuye entre países como Japón, Francia, Alemania Canadá, Alemania, Inglaterra, Holanda y Bélgica. De estos mercados, el más atractivo por los precios que paga es el mercado japonés y algunas empacadoras ya han incursionado en este importante mercado (SAGARPA, 2003).

Para limón persa, no se tiene una información precisa que permita saber cuales son las condiciones de precosecha que se deben reunir para obtener

frutos con características de exportación y que correspondan a las exigencias de un determinado mercado.

De acuerdo con Curti *et al.*, (2000), los frutos con calidad exportable deben reunir ciertos atributos de: tamaño, porciento de superficie con color verde oscuro, rugosidad del epicarpio (cáscara), madurez e integridad del fruto (sin manchas ni laceraciones), y estos pueden variar de acuerdo al mercado de exportación; así el mercado japonés que se caracteriza por ser el más exigente de todos, requiere una calidad que se designa como "Primera" ya que demanda de 32 a 54 frutos por caja de 10 libras, 95% de superficie con color verde intenso, sin protuberancias en los extremos del fruto, y exentos de laceraciones, y contener 42.7% como mínimo de jugo, es decir, de manera apreciativa los limones de esta calidad son los mas grandes y verdes que se producen en las huertas.

El mercado japonés, se ha convertido un mercado muy importante, al que se debería enviar un porcentaje mayor de la producción nacional, no obstante, en Martínez de la Torre, Ver. un árbol de lima persa produce de manera natural aproximadamente el 80% calidad Estados Unidos, 10% de calidad Francia y solo un 2% de calidad Japón (Curti *et al.*, 2000). Es difícil de aceptar que estos porcentajes se obtengan de manera constante ya que hay estudios que indican que la calidad de productos hortofrutícolas se ve afectada, diferencialmente, por factores externos, principalmente de carácter climático y de cultivo (Agusti, 2000). No obstante, para limón persa este último factor debe precisarse científicamente, dado que aún no se ha documentado, es por ello que en el presente estudio se identificaron

mediante una encuesta y un análisis multivariado por Componentes Principales diferentes condiciones tecnológicas de cultivo, que a juicio de los productores, son necesarias para la obtención de una mayor proporción de frutos con calidad Japón.

II. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El limón persa también llamado "limón sin semilla" es originario de Asia y desde su introducción en México en la década de los setentas, se ha cultivado comercialmente en la costa del Golfo de México. De acuerdo con estimaciones de la SAGARPA (2001), más de 25,000 familias dependen del cultivo y su aprovechamiento, y se requiere de 3.7 millones de jornales al año en las más de 35, 000 hectáreas plantadas a nivel nacional. En México, las principales entidades productoras son: Veracruz, Tabasco y Oaxaca, siendo Veracruz, el estado mas importante (SAGARPA, 2005) por su región productora del centro norte, particularmente, el Municipio de Martínez de la Torre, el cual aporta hasta el 48% de la producción estatal y cuenta con 45 agroindustrias de empaque, mismas que para el año 2002 emplearon aproximadamente 320 000 jornales durante la época de alta producción y 200 000 jornales en la de baja producción (Corrales y Lozano, 2003). Para el mismo año, el valor de la producción y de las exportaciones de este cítrico, fueron de 706 millones de pesos (SAGARPA, 2002) y 63 millones de dólares, respectivamente (FAO, 2002).

Aparentemente, la producción natural reducida de frutos de limón persa de la calidad que se envía al mercado japonés, limita la comercialización de mayores volúmenes en tan importante mercado y por lo tanto, se ve frenado

el ingreso de mayores divisas al país y la mejora de la calidad de vida tanto de los productores como de todos aquellos que participan en este sistema producto. De acuerdo con Curti *et al.*, (2000), esta escasa producción, se debe a una característica natural del portainjerto naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.), que es el más utilizado comercialmente en México (Ramírez y López, 2002), sin embargo, algunas referencias bibliográficas, establecen que la máxima calidad obtenible de los productos agrícolas está determinada por diversos factores, entre los que destacan, en efecto, aspectos genéticos propios de la variedad del cultivo, pero también, factores como: época de maduración del fruto, condiciones climático-ambientales (temperatura, fotoperiodo, humedad relativa, textura del suelo, nubosidad, vientos y precipitación pluvial) y las condiciones de cultivo (nutrición mineral, manejo del suelo, podas, aclareos, aspersiones de agroquímicos, uso de portainjerto, intensidad de producción, densidad de plantación, anillado, riego y drenaje); y estos factores, afectan en mayor o menor medida, dependiendo del cultivo (Corrales, 1993; Turcker *et al.*, 1995).

De los factores de importancia mencionados, el clima es el punto más difícil de discutir, ya que representa la integración de varios factores, lo cual establece condiciones que cambian continuamente durante los periodos de crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a esto, su análisis es complicado y desde el punto de vista agronómico, difícilmente modificable, sobre todo, para cultivos de especies arbóreas como los cítricos (Agusti, 2000). Por lo tanto, los factores que, además de tener influencia sobre la calidad de los frutos, pueden ser modificables hacia la obtención de una calidad deseada, son los relacionados con las condiciones de cultivo

(Agusti, 2000) y existen evidencias que así lo demuestran, algunas de éstas se describen a continuación:

Intensidad de producción. A mayor producción de fruto por árbol, se incrementa la competencia entre ellos. Lo que limita su tamaño final y contenido de sólidos solubles (Albrigo, 1993; Agusti, 2000).

Fertilización. La fertilización con cantidades grandes de N en cítricos, elevan la acidez y el contenido de jugo; sin embargo, los frutos son pequeños y con cáscara más verde. Por su parte el K disminuye los sólidos solubles e incrementa acidez (INPOFOS, 2000). En caso de deficiencias por K en los frutos se presentan tamaños muy pequeños, cáscara muy delgada, poco ácido y cambian de color prematuramente (Agusti, 2000). Los excesos de K no afecta la calidad en limón persa (Sarooshi, 1991) y lo que se ha observado es que se incrementa el tamaño del fruto y la rugosidad en la cáscara, se atrasa la maduración, aumenta ligeramente la acidez y se disminuyen los sólidos solubles, el porcentaje de jugo y la relación sólidos solubles/acidez (Borroto y Borroto, 1991). También se ha observado que en los árboles jóvenes de Naranja 'valencia' el K en la hoja disminuye con la edad, resultando eventualmente en una deficiencia de K (Jones et al., 1973, citado por Hernández, 2004). Estas deficiencias reducen la tasa fotosintética y aumentan la respiración, lo cual disminuye la producción total de carbohidratos al morir prematuramente las hojas inferiores reduciendo el área efectiva cuando los carbohidratos se utilizan principalmente en la producción de frutos (Solórzano, 1997).

Bryan, (1957, citado por Corrales, 1993) reportó que la deficiencia de boro en cítricos causó endurecimiento y malformación de los frutos, además de manchas pardas y gomosas en el albedo. Para limón persa la deficiencia de P provoca que los frutos presenten una cáscara muy delgada y los gajos no se juntan en el centro (Orphanos *et al.* 1986, citado por Corrales, 1993). Las deficiencias de boro (B) Son frutos pequeños, deformes de consistencia dura y de cáscara gruesa, con sacos de goma en el albedo y en ocasiones en el centro del fruto (Curti *et al.*, 2000).

La exantema de los cítricos, que se manifiesta en la corteza de los frutos como erupciones de color pardo oscuro, brillantes y llena de goma, formando manchas irregulares, que se tornan negras a medida que el fruto madura es causada por deficiencias de Cu (cobre). Esta condición se agrava por fertilizaciones excesivas de N (nitrógeno) y P (fósforo) (Smoot *et al.* 1971; citado por Corrales, 1993).

Uso de reguladores de crecimiento. Aplicaciones precosecha de ácido giberélico, genera un retraso en la maduración y la senescencia de la cáscara de frutos de naranja Navel y limones (Coggins, 1981; citado por Agustí, 1991). La aplicación de giberelinas en toronjos próximos a cosecharse, prolongó la temporada de corte (Gilfillan *et al.* 1976, citado por Corrales, 1993).

Aspersiones de agroquímicos. El uso de agroquímicos, sobre todo de los que controlan plagas y enfermedades, evitan que la calidad externa de los frutos se disminuya considerablemente, particularmente, cuando ocurre un ataque severo de aradores y mancha grasienta (Albrigo, 1993).

Portainjertos. En naranja, el uso de diferentes portainjertos causa diferentes efectos sobre la calidad; Cuando el portainjerto es naranjo agrio, aumenta el rendimiento pero bajan los contenidos de jugo, ácidos y de sst; cuando el injerto es Naranjo trifoliado o Tangelo, se tienen los efectos contrarios (Keffor y Chandler, 1970, citado por Corrales, 1993).

Edad del árbol y manejo del vigor. Los frutos de naranja producidos por los árboles más viejos resultaron más pequeños y con cáscara más delgada; estos tendieron a ser más dulces que los grandes (Marloth y Basson, 1959, citado por Corrales, 1993). Un retraso consistente de la cosecha, más allá de la madurez legal de los frutos cítricos, redujo el rendimiento y la calidad de los mismos; además la cosecha tardía aumentó la alternancia de la producción. Se ha pensado que la permanencia de frutos maduros, conocida como "almacenamiento en el árbol", constituye una extracción de carbohidratos al mismo (Jones *et al.*, 1964, citado por Corrales, 1993).

Riego. En limón persa, se ha observado que el riego favorece tanto el rendimiento como el tamaño del fruto, sin embargo existe la tendencia a disminuirse la cantidad de sólidos solubles y la acidez en estos últimos (Davis *et al.*, 1985).

Podas. Permiten la penetración de la luz y aireación a la parte central e inferior de la copa, una mejor distribución de los frutos dentro de la copa, incrementa la intensidad de la coloración verde del fruto y evitar que la base de la copa muera, incluso se incrementa el rendimiento en limón persa (Mc Carty *et al.*, 1982).

La coloración verde de los frutos, se debe a la presencia de las clorofilas que son las encargadas de absorber la luz solar y se sintetizan en los cloroplastos, a partir del aminoácido ácido glutámico que se convierte en ácido delta-levulínico, por la acción primordial de los fitocromos, los cuales se encargan de captar, traducir y ampliar las fotoseñales y aprovecha esa información para dirigir y adecuar el desarrollo de la planta a las condiciones del medio ambiente, actúa particularmente, regulando el proceso de senescencia y estimula la biosíntesis de giberelinas, reguladores vegetales antagónicos al proceso de maduración y senescencia promovidos por el etileno. La pérdida de color verde en los frutos, se deben a la degradación de la estructura de la clorofila, donde los principales agentes responsable de esta degradación son los cambios de pH por la salida de ácidos orgánicos de la vacuola, el sistema oxidativo y las clorofilazas.

Lo anterior explica de alguna forma que a mayor luminosidad haya una mayor síntesis de clorofila, por lo tanto también una mayor coloración verde y que este color no se pierda como ocurre en la mayoría de los limones persa que de manera natural entran en el proceso de maduración y senescencia, en consecuencia frutos (que son la minoría) como los que van al mercado Japonés, que no entran en el proceso madurativo y de senescencia pueden continuar creciendo sin amarillarse a un tiempo mayor, respecto al resto de los frutos, no obstante, son considerados como un caso de desincronía metabólica poco común en la formación normal de los frutos. Las condiciones de cultivo de cualquier producto agrícola, pueden variar dependiendo, entre otras condicionantes, de la cantidad de adopciones de nuevos o mejores métodos y equipos para el cambio en la producción que

cada productor hace a través del tiempo. Este conjunto de adopciones puede tener tantas variantes específicas como productores existan (Muñoz et al., 2004). Así por ejemplo, la antracnosis *Colletotrichum acutatum* (Brown et al., 1996, antes *C. gloesporioides* Penz.) en el cultivo de limón persa, es controlada de múltiples maneras, ya que cada productor puede variar el momento de la fumigación, la mezcla y cantidad de productos empleados, la frecuencia e intensidad de las fumigaciones, etc. y esta situación ocurre con todas las innovaciones que se emplean para el manejo de las diferentes huertas existentes. Esta diversidad de condiciones, existe en todos los sistemas de cultivo, sin embargo, para el caso del limón persa de la región de Martínez de la Torre, Ver., es posible determinarse el conjunto de innovaciones técnicas que han adoptado los productores de particularmente de aquellos que producen altas proporciones de frutos con calidad Japón, por medio de herramientas de obtención de información, como son las encuestas y un análisis estadístico multivariado por Componentes Principales, lo cual puede contribuir generar información pertinente, científica y original que permita ser un referencia posterior para la implementación regional de estas innovaciones, con la finalidad de orientar la producción hacia la obtención de un mayor porcentaje de dicha calidad. La técnica de Componentes principales ha sido muy útil en la caracterización hortícola de frutales (Cruz-Castillo et al., 1991), particularmente, cuando se trata de evaluar muchos factores que intervienen en un proceso, como es el caso.

OBJETIVO E HIPOTESIS

OBJETIVO

- Identificar las principales condiciones tecnológicas de cultivo con las que se producen mayores proporciones de limón persa, con la calidad que se envía al mercado japonés.

HIPÓTESIS NULA

- La metodología empleada permite identificar las condiciones tecnológicas de cultivo con las que se producen mayores proporciones de limón persa, con la calidad que se envía al mercado japonés.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA

- La metodología empleada no permite identificar las condiciones tecnológicas de cultivo con las que se producen mayores proporciones de limón persa, con la calidad que se envía al mercado japonés.

III. REVISION DE LITERATURA

III. 1 Características generales del limón persa

Origen

El limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) se supone llegó de Persia a la región del mediterráneo y de allí a Brasil, Australia y Tahití (Gómez y Schwentesius, 1994). A esta especie se le considera una lima verdadera y se cree que probablemente se originó de un híbrido de alguna especie de cítricos (Jackson, 1991). En México se conoce como limón persa o limón sin semilla, no obstante en otros países recibe una serie de nombres que lo identifican, por ejemplo en Estados Unidos se le llama Tahití lime, Persian lime y Bearss sedles, en Brasil lo conocen como Tahití limao (Zavala, 2001).

Ubicación taxonómica

De acuerdo con Salunkhe (1995) el limón persa tiene la siguiente ubicación taxonómica:

Familia: Rutáceas

Subfamilia: Aurantioide

Tribu: Citreae

Subtribu: citrinnae

Género: Citrus

Especie: *Citrus latifolia* L.

Morfología de la planta

El árbol de limón persa es de porte medio (3-6 m de altura) y vigoroso, con espinas fuertes y robustas; las hojas son verde pálido, oblongas a elíptico-ovaladas, de 6 a 10 cm, terminadas en punta, trenadas: los pecíolos son cortos, con ala angosta, la articulación con la hoja es amplia. Las flores son solitarias o en racimos en las axilas, miden de 0.8 a 1.7 cm de largo, los pétalos son de color púrpura por debajo, pero blanco por arriba; tiene 20 estambres o más; el ovario es subcilíndrico y se estrecha en la unión con el estilo. El fruto se clasifica botánicamente como un hesperidio, y tiene una forma que va de globosa a oval, con un diámetro entre 3.5 a 7 cm y presenta una protuberancia o “pezón” típica de algunos cítricos, su color va de verde oscuro a amarillo, con ligeras rugosidades, de 8 o 10 segmentos, su jugo es ácido y no desarrolla semillas (ASERCA, 1995).

Morfología del fruto

Los cítricos están compuestos de tres partes morfológicas. El epicarpio consiste de la porción coloreada de la cáscara y es conocido como flavedo. En el flavedo están las células que contienen a los carotenoides y las clorofilas, los cuales proporcionan el color característico de los cítricos. Las glándulas de aceite, también se encuentran en el flavedo. Inmediatamente bajo el epicarpio, está el mesocarpio o albedo, misma que se caracteriza por

ser una capa típicamente densa, blanca y esponjosa. El albedo consiste de largas células de parénquima que son ricas en sustancias pécticas y hemicelulosas. La combinación de albedo y flavedo se conoce como pericarpio, comúnmente conocido como la corteza de la cáscara (Salunkhe, 1995).

III. 2 Fenología del cultivo

Floración

De acuerdo con Guzmán (1999) para limón persa, al igual que para otros cítricos en Veracruz, la estacionalidad de la floración, corresponden a las bajas temperaturas de noviembre a enero (15 a 18 °C), las floraciones de junio, septiembre y ocasionalmente noviembre o diciembre que generan las producciones de mayo, agosto y noviembre del año siguiente, respectivamente.

Rodríguez Y Juárez (1988) determinaron que para limón persa ocurren 5 brotaciones vegetativas al año y la de mayor abundancia es la de enero-febrero, cuatro de las cinco brotaciones vegetativas se acompañan de floración y en la época de mayor brotación se presenta la floración más abundante. Para las condiciones de Papantla, Veracruz, encontraron que presenta cuatro floraciones, siendo la de mayor abundancia la de enero-febrero.

Fructificación

Para limón persa en Veracruz, el rango de tiempo que transcurre desde la floración hasta el amarre del fruto en limón persa es de 15 a 20 días aproximadamente mientras que desde el amarre hasta la obtención de un fruto comercial promedio transcurren 115 días (Guzmán, 1999). Otros autores han establecido que la duración desde la floración hasta la madurez comercial del fruto es de 85 a 120 días (Rodríguez y Juárez, 1988).

Arias (1988), reporta que las floraciones que emergen en febrero (Invierno) y abril (primavera) tardan 128 y 129 días hasta la cosecha, respectivamente, mientras que las floraciones de junio (verano) y septiembre (otoño) tardan de 100 a 120 días.

III. 3 Particularidades del cultivo

El limón persa se cultiva desde una franja que va desde el ecuador hasta los 40° de latitud norte y sur, dentro de la cual predominan los climas tropicales y subtropicales, puede desarrollarse en lugares con temporadas de lluvias de verano con un promedio de 800 mm anuales y temperaturas desde 1-40 ° C. Prospera en terrenos de textura limo-arcillosa y arenosa, se cultiva a partir de injerto sobre algún patrón, generalmente sobre naranjo agrio y su desarrollo comprende un periodo de juvenilidad (improductivo) mínimo de cuatro años, siendo necesarios aproximadamente ocho años para que el árbol alcance su producción plena, el periodo productivo es de aproximadamente 20 años o más dependiendo del manejo del cultivo, a

partir de este momento comienza a declinar su producción y rendimiento. Se cosecha todo el año con mínimos en temporada invernal que abarca los meses de noviembre a marzo y máximos en primavera y verano que comprenden los meses de mayo a septiembre (ASERCA, 1995; Curti, *et al.*, 2000).

Su proceso técnico de producción bajo el cual se desarrolla particularmente, en la región de Martínez de la Torre, incluye aspectos como son: plantación de la huerta, riego, Fertilización, sanidad (control de plagas, malezas, enfermedades y podas), y cosecha, según como se describe a continuación:

III. 4 Proceso técnico de producción

De acuerdo con Curti *et al.*, (2000) el proceso técnico de producción de limón persa en la región de Martínez de la Torre se da de la siguiente manera:

Los tres sistemas que los productores emplean para establecer las plantaciones son: cuadro, rectángulo y triángulo. La tendencia, actualmente para muchos de ellos, es el uso del rectángulo con distancias mas cortas entre hileras, de tal manera que se formen setos o paredes entre las plantas, al paso del tiempo y con el incremento en el follaje, con los cuales se maximiza el aprovechamiento de la luz solar que incide en una hectárea, cubriendo la superficie con el mayor follaje posible, sin sombrear los árboles de hileras.

La densidad de siembra empleada en las plantaciones de limón persa regularmente es de 300 plantas por hectárea. Los marcos de plantación en el limonero son amplios (6,5 x 5; 6,5 x 6; 7 x 5).

Una vez que han trazado el terreno, abren hoyos o cepas, para la siembra de la plantita, regularmente son de 60 x 60 x 60 centímetros, para aflojar más volumen de tierra y favorecer el crecimiento de la raíz. Se siembra y se riega inmediatamente.

Una práctica adicional en una plantación ya establecida es el intercalado de árboles nuevos, con la finalidad de renovar los árboles de una huerta avejentada o bien para introducir patrones tolerantes como una medida preventiva contra el posible impacto de alguna enfermedad potencial.

Fertilización

Los productores aplican fórmulas de fertilización que contienen los elementos básicos de Nitrógeno, fósforo y potasio y las dosis se establecen con base al vigor de los árboles y la cantidad de fruta que produzca por hectárea, para huertas muy productivas, con frutas de buen calibre y hasta un 80% de calidad de exportación. Se hacen de tres a cuatro aplicaciones de fertilizantes al año, preferentemente durante los meses de brotación del árbol. Estos son: febrero, junio, septiembre y noviembre. Algunos productores incluyen dos aplicaciones de fertilizantes en el otoño, con el objetivo de incrementar la producción y mejorar la calidad de la fruta en el invierno (temporada de mejores precios en el mercado).

Los métodos de aplicación dependen de la topografía del terreno. Si el suelo es plano o su pendiente es moderada, el fertilizante se deposita haciendo un ruedo a la planta, ligeramente dentro de la zona de goteo y en terrenos con mucha pendiente se aplica en la media luna superior del árbol. En suelos donde la profundidad lo permite se hacen zanjas de unos 10 centímetros de profundidad para colocar el fertilizante y taparlo.

La mayoría de los productores de limón persa, no consideran la corrección de deficiencias de elementos menores (magnesio, zinc, manganeso, hierro, cobre y boro) y algunos productos químicos comerciales, sin un análisis previo de suelos y foliares, que si bien contienen los elementos requeridos, van acompañados de otros mas que pueden ser innecesarios y pueden provocar un desbalance nutricional en el árbol o bien afectar la calidad del fruto y/o volumen de producción por ser inadecuadas las cantidades aplicadas. Ni hacen correcciones de pH.

Control de malezas

Existe una gran diversidad de especies de malezas, que dificultan las prácticas como la fertilización, control de plagas y enfermedades y la cosecha, pero sobre todo compiten fuertemente durante todo el año, por agua, luz y nutrimentos con los árboles de limón persa.

Las especies de malezas más frecuentes en Veracruz son: a) Gramíneas, dentro de las cuales las más comunes son: zacate Jonson *Sorghum halepense* L Pers., zacate fino *Cynodon dactylon* L Pers., Zacate cosecha

Panicum fasciculatum Swartz, zacate de agua *Echinochloa colona* L. Link y el zacate pata de gallo *Eleusine indica* L. Gaerth, y b) Especies de hoja ancha, de las que predominan el trébol *Oxalis* sp., mozote amarillo *Melampodium divaricatum* Rich D. C., mozote blanco *Bidens pilosa* L. y malvas: malva spp.

Existen dos especies de malezas epifitas llamadas comúnmente "secápalo" o "Caballero" *Struthanthus dunsiflorus* y "Chipis", "Malaste" o "Lengua de vaca" *Anthurium* sp., la primera de ellas puede cubrir y secar la copa del árbol si se deja desarrollar libremente. Los productores eliminan manualmente estas especies una o dos veces por año, de esta manera evitan que afecten el sistema vascular de las ramas.

Los métodos para controlar la maleza dependen, de la topografía del terreno y de los recursos que disponga el productor. Regularmente aplican control químico y/o mecánico (chapeo). Los herbicidas pueden aplicarse en preemergencia o postemergencia, hacen uso también de surfactantes o adherentes que contribuyen a la eficiencia de los herbicidas de contacto y sistémicos.

Control de plagas

Las plagas disminuyen el rendimiento y/o calidad del limón persa, en la región de estudio, se controlan con productos químicos únicamente. Existe una gran diversidad de estas, de las más importantes encontradas en la región son: arador *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead; araña roja *Panonychus*

citri (Mc Gregor); escama de nieve *Unaspis citri* (Comstock), trips *Scirtothrips citri* Moul; hormigas *Iridomyrmex humiles* (Mayr), *Silenopsis geminata* (Fabr.), *Formica cinerea*, *Atta texana* (Buckley), *A. insulares* (Guer.) y *Acromyrmex octospinosus* (Reich); pulgón verde *Aphis citricola* (Van der Goot, sin *A. spiraecola* Patch), pulgón café *Toxoptera aurantii* (Fonscolombe), pulgón del algodón o del melón *Aphis gossypii* (Glover), entre otros; minador de la hoja *Phyllocnistis citrella* Stainton y ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Bancks).

Control de enfermedades

Se toman medidas preventivas mediante el uso de agroquímicos, asperjan el tronco o al follaje con fungicidas, dos a tres veces al año. Mientras que las medidas curativas son cirugías al tronco.

De las enfermedades más comunes se encuentran: mancha grasienta *Mycosphaerella citri* Whiteside; antracnosis *Colletotrichum acutatum*; melanosis *Diaporthe citri* (Fawc.) Wolf; roña *Elsinoe fawcetti* Betancourt y Jenkins; alga *Cephaleuros virescens* Kunze y la tristeza de los cítricos, causada por un virus (VTC) cuyo vector mas eficiente es *Toxoptera citricida*.

Podas

Existen varios tipos de podas que se pueden aplicar a lima persa, sin embargo, en la región de estudio, las podas más comunes son:

Podas durante la etapa de producción. La poda en una huerta adulta se dirige a mejorar la sanidad de la copa y principalmente, a recuperar el follaje perdido, el cual es un aspecto directamente relacionado con la cantidad y tamaño de los frutos producidos por el árbol. También mejora la calidad del fruto en su color, al permitir mayor entrada de luz, principalmente en la parte baja de la copa. Por otro lado, disminuye el inóculo de patógenos que sobreviven en las ramas muertas o enfermas, como la antracnosis y la melanosis, los cuales provocan la caída de frutos pequeños y reducen su calidad externa, respectivamente. También permite controlar el tamaño del árbol, para facilitar la cosecha y tener el espacio suficiente entre hileras al realizar las labores de cultivo.

Tipos de poda para huertos adultos:

- *Poda de sanidad y mantenimiento.* Se orienta a mantener el árbol activo en cuanto a producción de follaje y fruta, retardando así su envejecimiento. Consiste en eliminar la madera muerta, ramas improductivas y enfermas, entre cruzadas, así como eliminar 40 cm inferiores de la copa. Con esta última práctica se evita que el fruto esté en contacto con el suelo, previene que las ramas y frutos sean dañados por la rastra y los herbicidas y mejora la ventilación debajo del árbol. Debe realizarse cada dos años según la sanidad del árbol.

- *Aclareo central.* Consiste en eliminar ramas originadas del tronco central, para disminuir la densidad de follaje en la parte alta del árbol. El objetivo principal de esta poda es permitir la penetración de la luz a la parte central e

inferior de la copa para incrementar la intensidad de la coloración del fruto y evitar que la base de la copa muera. Se inicia esta poda antes de que la copa del árbol sea muy densa, para que los aclareos sean muy ligeros, conservando de tres a cinco ramas principales y recortar las ramas laterales que sobresalgan de la copa.

Métodos de poda no selectivos

Estos métodos tienen la desventaja de que eliminan tanto la madera indeseable como la buena, estimulan la producción de brotes largos y reducen la producción por algunos meses, dependiendo de la intensidad con que se haga, sin embargo tiene la ventaja de que no se requiere de personal entrenado y es rápido. Algunos ejemplos, son la poda lateral (de las copas de los árboles) y el descopetado (eliminación de la parte alta de la copa).

Época de poda

Existen diversos criterios que los productores utilizan para definir la época de poda; los más comunes son: el desarrollo del árbol (tamaño, presencia de fruta y su valor comercial), clima, temporada de menor actividad en la huerta, disponibilidad económica y mano de obra del productor.

Frecuencia e intensidad de poda

Las podas pueden ser ligeras, siempre y cuando se hagan oportunamente y no en forma tardía y entre más ligeras sean, menor será el tiempo para recuperar la producción.

La intensidad de las podas puede clasificarse en función de las ramas cortadas:

Severa. Mayores a 50 cm.

Media. Mayores de 30 cm.

Ligera. Menores de 30 cm.

Riego

Se aplican algunos riegos de auxilio los cuales son suministrados generalmente en los meses secos (febrero-mayo y agosto), sin tener un control adecuado de la cantidad y calidad de agua.

El consumo de agua por los árboles de este cultivo depende de factores ambientales como temperatura, textura y estructura del suelo, topografía y de factores relacionados con el árbol, como son: tamaño, profundidad de las raíces, patrón y distancia de plantación. Este cítrico se considera una de las especies que demanda mayor cantidad de agua en condiciones de sequía. La importancia de regar es por que incrementa la producción. El periodo más crítico en que requiere mayor humedad el árbol ocurre durante cada una de las épocas de brotación y hasta que el fruto alcanza 2.5 cm de diámetro. Sin embargo, en las condiciones específicas de esta región, dado que se presenta una sequía a finales de invierno y principios de primavera, la cual coincide con la época en que la fruta alcanza los mejores precios, es en este periodo cuando el riego es más indispensable.

Se utilizan diferentes técnicas para suministrar el agua de riego, como son: riego rodado, riego por aspersión, riego por microaspersión, riego presurizado, riego por goteo.

Proceso de Cosecha y empaque

De acuerdo con Corrales y Lozano (2003), el limón persa se puede cosechar cada 20 hasta 40 días, en función de las condiciones climatológicas. La cosecha se realiza después de que haya caído el rocío o agua de lluvia de la cáscara de la fruta, de lo contrario el limón se quema en las partes en que entra en contacto con el agua. Los criterios de cosecha son: color, tamaño y madurez. El corte se efectúa a mano y en las partes altas del árbol se emplea un gancho para evitar que la fruta se golpee y/o espine. Los frutos se colocan en bolsas de campo y estas se vacían en rejas de plástico de 22 a 28 kg de capacidad. De esta forma es trasladado hacia el centro de acopio (subasta) o directamente a una empacadora.

El empaque inicia con la recepción y pesado del producto. Los frutos que llegan en cajas de la huerta o del centro de acopio se reciben en la plataforma de la empacadora, es pesada, etiquetada y colocada en el área de almacenamiento de materia prima. Se dejan reposar de 12 a 24 horas para bajar la turgencia de las células y no se manche por oleocelosis. Luego, las rejas se acercan con un montacargas a las mesas de proceso, donde se descargan manualmente. La primera selección se realiza con base en el diámetro ecuatorial de la fruta, haciéndola pasar a través de una máquina a

base de rodillos divergentes que elimina todos los frutos con diámetro inferior a 17/8 pulgadas (canicas o calidad Torreón).

Los limones que cumplen con la primera norma pasa por una banda transportadora donde, por medio de una inspección visual se separa manualmente por personal debidamente capacitado y supervisado todos los frutos que presentan coloración ligeramente amarillas, frutos lacrados, frutos con más del 50% de sombreado y frutos tiernos. Luego se lava el producto en tinas grandes (1500 a 2000 L), se pre-seca, se encera y seca. Finalmente el producto se separa por tamaños y se empaca en cajas de cartón.

III. 5 Rendimientos de calidades según nivel tecnológico empleado

De acuerdo con el Consejo Citrícola del estado de Veracruz (2005), de manera natural una planta de limón persa en la región de Martínez de la Torre, Veracruz, presenta algunas variantes en cuanto a rendimientos de calidad de los frutos cuyo destino de comercialización son tanto el interior como el exterior de México. Estas variantes, están en función del nivel tecnológico empleado por cada productor, los rendimientos de acuerdo con lo anterior, se muestran en el cuadro A.

Cuadro A. Rendimiento natural de calidades de la planta de limón persa, según niveles de tecnificación empleados en Martínez de la Torre, Ver.

Nivel	Rendim/ha	Costos/ha	Calidad producida naturalmente				
	(t/año)	(\$)	por mercado (%)				
			USA	Europa	Japón	Méx.	Total
1	30	18-20,000	70	14	10	6	100
2	22	12-15,000	60	12	8	20	100
3	13	Muy variable	40	6	2-4	50	100

Para todos los niveles se tomó como base una densidad de plantación promedio de 300 árboles/ha

Fuente: Consejo Citrícola del estado de Veracruz, 2005.

III. 6 Atributos de Calidad según principales mercados de exportación

En general, los atributos que se toman en cuenta para definir una norma de calidad para comercializar limón persa en cualquier mercado son: Tamaño, porcentaje de la superficie con el color verde oscuro, rugosidad de la cáscara, madurez e integridad del fruto.

Existen cinco categorías que clasifican los frutos de limón persa por su calidad, y son determinadas de acuerdo a las exigencias de los diferentes mercados. De esta manera se designa como "primera", a la fruta destinada a Japón, "Segunda" a la correspondiente a Europa, "Tercera" la que se destina a Estados Unidos, "Cuarta" y "Torreón" al mercado nacional.

Los tamaños o calibres manejados en los mercados estadounidenses y europeos se refieren al número de frutos que pueden contener las cajas. El mercado japonés es el más exigente de todos y demanda calibres más pequeños, es decir frutos de gran tamaño, por lo que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de Tabasco, México, INIFAP, establece que existen algunas diferencias entre el mercado Americano, Europeo y Japonés, las cuales se encuentran reflejadas en el cuadro 3.

El grado de madurez, por otro lado, se relaciona con el contenido de jugo, de modo que solo se exporta el producto cuyo contenido de jugo es igual o mayor de 42.7% (cuadro B), con lo cual se garantiza la madurez de los frutos. Los daños ocasionados por el manejo, hongos o insectos causan rechazo en los productos de exportación, aunque durante la época de escasez se tolera discrecionalmente un mínimo de daños (Espinosa y Santoyo, 1992).

Cuadro B. Atributos de calidad de limón persa según algunos destinos de comercialización

	Caja 38-40 lbs (calibre)	% Superficie Verde	Cont. Jugo %
EE.UU.	110-250	50-60	42.7
EUROPA	200-300	75	42.7
JAPÓN	32-36; 40-48; 25-54**	95	42.7

Fuente: Curti *et. al.*, 2000. **Caja de 100 lbs.

El mercado más exigente es el japonés, mientras que el mercado nacional es el menos exigente, se conforma con cuartas y la industria adquiere los

frutos de menor calidad. La calidad "Cuarta" incluye los frutos con defectos en forma y color (hasta 50% de amarillamiento) y de cáscara manchada; mientras que la "Torreón" incluye frutos verdes de forma y tamaño pequeño menor al requerido por la norma.

Para el mercado japonés existen algunas otras formas de clasificar al limón persa y se reconocen hasta tres categorías, según el Manual de calidad de la empresa B&S Grupo Exportador, del Municipio de Martínez de la Torre Veracruz (2005), estas categorías, definen los atributos que deben tener los frutos para su exportación y se describen a continuación:

Categoría 1. Color verde claro no uniforme, con un 36-45% de defectos, incluso sombras y lacras, con daños que incluyen de 1-3 quemadas pequeñas, reposadas, con la parte inferior de limón con quemada, de consistencia rugosa a lisa, evitando limones "gajeados", de tamaño y calibración alterado de acuerdo a la necesidad pero siempre uniforme (10 y 20 lb.), encerado muy brillante y cuya presentación final tenga un acomodo exacto.

Categoría 2. Color verde oscuro a claro uniforme, con un 11-35% de defectos, incluso sombras y lacras, con daños que incluyen de 1-3 quemadas pequeñas reposadas, con la parte inferior quemada de las limas, de consistencia rugosa a ligeramente lisa, de tamaño y calibración levemente alterado de acuerdo a la necesidad pero siempre uniforme (10 y 20 lb.), encerado muy brillante y cuya presentación final tenga un acomodo exacto.

Categoría 3. Color verde oscuro a ligeramente claro, uniforme, con un 10% de defectos, incluso sombras, con daños que incluyen de 1-2 quemadas pequeñas reposadas, de consistencia rugosa, de tamaño y calibración sin alteraciones y uniforme (10 y 20 lb.), encerado muy brillante y cuya presentación final tenga un acomodo exacto.

III. 7 Características del procedimiento de Componentes Principales

El procedimiento de componentes principales PRINCOM de SAS es una técnica del análisis multivariado, muy útil en la caracterización hortícola de frutales (Cruz-Castillo et al., 1991), y tiene por objeto tomar p variables $x_1, x_2, \dots, x_p$ y encontrar combinaciones de estas que produzcan índices o CP que sean independientes. La ausencia de correlación es una herramienta útil pues significa que los índices miden diferentes "dimensiones" de los datos. Donde el CP 1 muestra la mayor cantidad de la variación de los datos, el CP 2 la segunda cantidad mayor, y así sucesivamente. Esto es $\text{var}(\text{CP } 1) > \text{var}(\text{CP } 2) > \dots, \text{var}(\text{CP } p)$, donde $\text{var}(\text{CP } p)$ denota la varianza del CP p , en los datos siendo considerados (Anónimo, 1989). Los Componentes Principales son todos aquellos cuyas varianzas son mayores de 1.0 y en su conjunto acumulan el mayor porcentaje de la variabilidad de los datos analizados y son los que se consideran para la descripción de los resultados (Manly, 1986).

IV. MATERIALES Y METODOS

a) Determinación del universo de estudio

El trabajo se llevó a cabo en el año 2005 en distintas comunidades del Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz.

Se visitaron instituciones relacionadas con el sistema producto limón persa en el municipio como son: La Asociación de Productores, Empacadores y Exportadores de Limón Persa (APEELP), la Asociación de empacadores y exportadores de cítricos del Estado de Veracruz A. C. (AEECEV), El Consejo Citrícola Estatal de Veracruz A. C., de las cuales se obtuvo la siguiente información:

En el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, existen más de 40 empacadoras, de las cuales solo 38, laboran de manera regular a lo largo de todo el año.

Se seleccionó la empacadora B&S Grupo Exportador S. A. De C. V. cuya característica principal de interés para el estudio lo constituye el abastecimiento del 60% de las importaciones de limón persa por parte de Japón.

Se contactó dicha empresa, para informar los objetivos del estudio y solicitar su participación en el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación.

b) Determinación de la población de estudio y del tamaño de muestra

Cuando la empacadora aceptó participar, se le solicitó información general de la empresa (misma que se anexa al final como referencia) e información básica sobre productores para el estudio, esto último se enuncia a continuación:

Listado histórico de productores que abastecieron de manera directa (sin intermediarios) a la empacadora de forma constante. La empacadora analizada solo pudo facilitar datos estadísticos de catorce meses atrás, es decir desde abril de 2004 hasta junio de 2005. Periodo que se tomó en su totalidad para el análisis.

De la población de productores que abastecieron a la empacadora, se seleccionaron solo aquellos que registraron, desde un mínimo hasta un máximo, la calidad Japón, con base a la "corrida"(documento en el se registran las cantidades diarias de cada calidad que la empresa compra) de cada productor.

Esta información se analizó en una base de datos del programa Microsoft Excel versión 2003 en la que se registraron los siguientes datos: Nombre del productor, fecha de entrega, cantidad y calidades que vendió. La base de

datos se diseñó para que arrojara los porcentajes de todas las calidades que se registraron por productor.

Al concluir con el registro de los datos en la base, se organizó la información por nombres y después por fechas de venta de cada uno de los productores y se ordenaron cronológicamente cada una de las ventas que hicieron los productores a la empacadora.

De la información organizada, se sacaron promedios por productor, de la calidad Japón vendida a lo largo de los catorce meses analizados. Se ordenaron los promedios y se seleccionó adrede una muestra de 18 productores. La selección adrede (Reyes, 1998), involucra un método que aunque no cumple con los preceptos teóricos de aleatoriedad, se usa para tomar datos específicos de individuos de interés (los mejores, los peores, o los representantes típicos de la población).

Los 18 productores que se seleccionaron adrede se caracterizaron por ser los que registraron los más altos porcentajes de calidad Japón (5%) y las más altas frecuencias de ventas a la empresa (> 6 veces) durante 14 meses, mientras que para la muestra de productores referenciados se tomó el promedio (3%) de esta misma calidad, según estudios realizados por el Consejo Citrícola del Estado de Veracruz.

Para contrastar la muestra de productores seleccionados adrede, se seleccionó otra muestra con 18 productores. A estos productores se les denominó como "referenciados" y se seleccionaron precisamente, con base

a la referencia dada por los productores de la muestra seleccionada adrede, quienes han observado diferencias a lo largo de varios años en cuanto al nivel tecnológico empleado, entre ellos y los productores referenciados, debido a que son huertas vecinas y se conocen entre productores. La cercanía entre las huertas, garantizó que las condiciones climáticas fueran lo mas similar posible para dejar diferencias solo entre niveles tecnológicos empleados y el tipo de topografía y textura de suelo utilizado.

C) Aplicación de encuesta y variables medidas

Después de haber seleccionado a los productores de las muestras, se procedió a visitar a cada uno, a quienes después de explicar los objetivos del trabajo y de la importancia de su apoyo para la obtención de la información deseada, se invitó a compartir sus conocimientos al respecto. Los productores que aceptaron participar, fueron encuestados.

Las variables medidas dentro de la encuesta fueron: rendimientos por hectárea por año, porcentajes de frutos producidos con calidad Japón, topografía y textura del suelo, edad de la huerta, número de aplicaciones de fertilizantes al suelo por año, número de aplicaciones de fertilizantes foliares por año, número de aplicaciones de plaguicidas por año, número de aplicaciones de fungicidas por año, tipo de podas, intensidad de podas, numero de podas aplicadas al año, espacios entre copas de los árboles dentro de calles e hileras y altura de los árboles que se mantienen en la huerta después de podar, aplicaciones de riego por año, aplicación de

reguladores de crecimiento durante la floración y/o crecimiento del fruto y periodos de tiempo entre cosechas en temporada alta y baja de producción.

d) Análisis de la información

Los datos fueron analizados utilizando el procedimiento PRINCOM de SAS para un análisis por Componentes Principales, con el cual se correlacionaron entre si 18 variables que corresponden a cada una de las prácticas o técnicas de cultivo más importantes que emplearon los productores de limón persa seleccionados en ambas muestras. Las variables fueron estandarizadas previamente, debido a que algunas unidades y magnitudes fueron diferentes (Manly, 1986).

Para ambas muestras de productores se analizó el comportamiento promedio de cada uno de los componentes principales. Este mismo comportamiento de los componentes principales se confrontó para los productores mas contra los menos representativos dentro de la muestra de productores seleccionados adrede.

En el análisis de la variable tipo de topografía y textura de suelo, los resultados se expresaron solo como tendencias de la utilización de determinados tipos de suelo que emplearon ambas muestras de productores debido a que no existen suficientes datos con lo cuales se pueda obtener diferencias significativas, estadísticamente.

V. RESULTADOS y DISCUSIONES

Por medio del procedimiento PRINCOM se obtuvieron siete Componentes Principales, estos acumularon el 81% del total de la variabilidad de los datos analizados (cuadro 1), por lo que fueron considerados para la descripción de los resultados.

Cuadro 1. Valores característicos de los Componentes Principales más importantes de las técnicas de cultivo empleadas para limón persa

¹ Componentes Principales	² Valores propios	³ Diferencia	⁴ Proporción	⁵ Acumulado (%)
1	3.4800	0.5894	0.1933	0.1933
2	2.8906	0.4724	0.1606	0.3539
3	2.4181	0.3650	0.1343	0.4883
4	2.0530	0.3871	0.1141	0.6023
5	1.6659	0.4797	0.0926	0.6949
6	1.1862	0.1586	0.0659	0.7608
7	1.0275	0.1629	0.0571	<u>0.8179</u>
8	0.8645	0.1123	0.0480	0.8659
9	0.7522	0.1715	0.0418	0.9077
10	0.5806	0.2266	0.0323	0.9400
11	0.3540	0.0872	0.0197	0.9596
12	0.2668	0.0505	0.0148	0.9744
13	0.2162	0.1080	0.0120	0.9865

...Continuación del cuadro 1

14	0.1081	0.0304	0.0060	0.9925
15	0.0777	0.0394	0.0043	0.9968
16	0.0382	0.0187	0.0021	0.9989
17	0.0195	0.0195	0.0011	1.0000
18	0.0000		0.0000	1.0000

¹Los números del 1-18 corresponden a las variables medidas dentro de la encuesta y significan: 1) Rendimientos por hectárea por año; 2) Porcentajes de frutos producidos con calidad Japón; 3) Topografía y textura del suelo; 4) Edad de la huerta; 5) Número de aplicaciones de fertilizantes al suelo por año; 6) Número de aplicaciones de fertilizantes foliares por año; 7) Número de aplicaciones de plaguicidas por año; 8) Número de aplicaciones de fungicidas por año; 9) Tipo de podas, 10) intensidad de podas; 11) Numero de podas aplicadas al año; 12, 13 y 14) Espacios entre copas de los árboles dentro de calles e hileras y altura de los árboles que se mantienen en la huerta después de podar; 15) Aplicaciones de riego por año; 16) Aplicación de reguladores de crecimiento durante la floración y/o crecimiento del fruto; 17 y 18) Periodo de tiempo entre cosechas en temporada alta y baja de producción.

² Valor según la importancia de los Componentes Principales (CP) ó Valores propios

³ Diferencia entre el valor propio superior y el valor propios inmediato inferior

⁴ Proporción en porcentaje de la importancia de cada CP

⁵ Acumulación de la proporción en porcentaje de la importancia de los CP

En el Componente Principal 1 se caracterizaron principalmente los aspectos de la topografía y textura del suelo, el porcentaje de frutos producidos con calidad Japón, y número de aplicaciones de fungicidas por año obtuvieron los valores más altos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 1

Variables	CP 1
1) Rendimiento/ha/año	0.013
2) Porcentaje de frutos producidos con calidad Japón	0.309
3) Topografía y textura del suelo	0.408
4) Edad de la plantación	0.014
5) Aplicaciones de fertilizantes al suelo/año	0.297
6) Aplicaciones de fertilizantes foliares/año	0.245
7) Aplicaciones de plaguicidas/año	0.300
8) Aplicaciones de fungicidas/año	0.385
9) Tipo de poda	0.247
10) Intensidad de Poda	0.289
11) Aplicación de podas/año	0.281
12) Espacio entre copas de los árboles dentro de calles	0.005
13) Espacio entre copas de los árboles dentro de hileras	0.106
14) Altura de los árboles	0.255
15) Aplicaciones de riegos/año	0.182
16) Aplicación de reguladores de crecimiento durante la floración y/o crecimiento del fruto	-0.092
17) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción	-0.063
18) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada baja de producción	0.041

Las varianzas indican que: los productores que obtuvieron los mayores porcentajes de frutos producidos con calidad Japón producen en suelos con topografía plana y de textura arenosa (o vegas) y también presentaron un mayor número de aplicaciones de fungicidas por año.

Al comparar las dos muestras de productores, se observó que la muestra de productores seleccionada adrede, registró porcentajes promedio de frutos con calidad Japón (5%) más altos que la muestra de los productores referenciados (3%) como se muestra en las figuras 1.

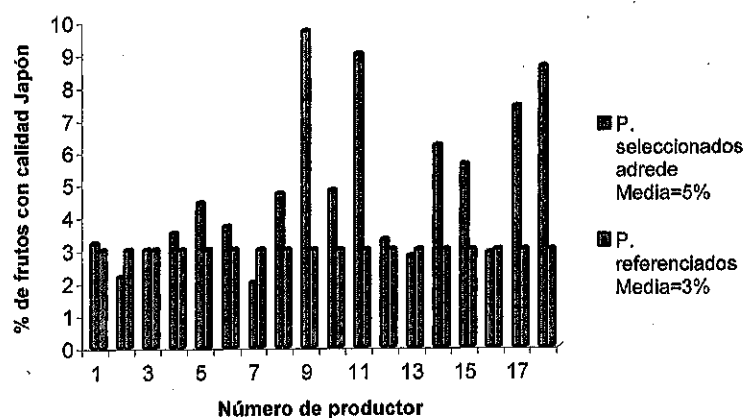


Figura 1. Porcentajes de frutos de limón persa producidos con calidad Japón, para dos muestras de productores en Martínez de la Torre, Ver.

El valor de 3%, como ya se mencionó, se tomó de la referencia dada por el Consejo Citrícola del estado de Veracruz (2005), esto debido a que no se pudo precisar cual es el porcentaje real de calidad Japón que generan los productores de esta muestra, pues siempre venden su cosecha en la subasta, y es al mejor postor, lo cual dificulta la rastreabilidad de la información al respecto.

En cuanto a la topografía y textura del suelo de cultivo, se observó que los productores seleccionados adrede, presentaron una mayor tendencia al uso de suelos de textura arenosa y de topografía plana, que en la muestra de productores referenciados (figura 2).

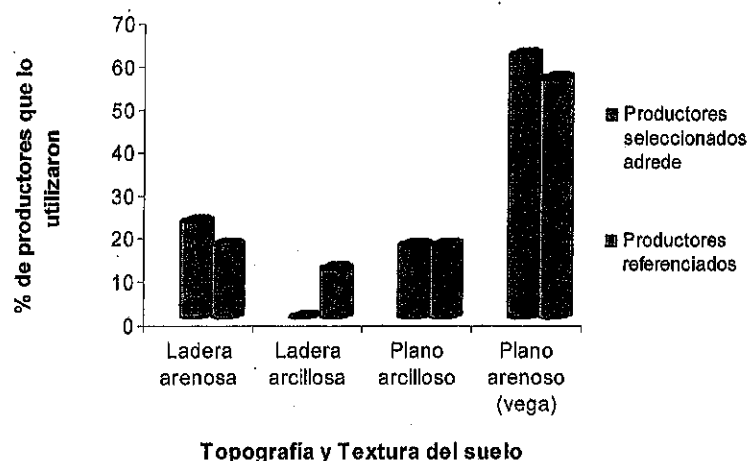


Figura 2. Tipo de topografía y textura del suelo utilizado por dos muestras de productores de limón persa en Martínez de la Torre, Ver.

Puede

decirse que en los suelos de vega es donde se producen las mejores producciones de frutos con calidad de exportación y esto coincide con lo que menciona Curti (2002) que en sistemas de producción cítrica cuyos suelos están en ladera (delgados, con poca humedad, alto riesgo de erosión, y $\text{pH} > 7$), la fruta es de tamaño más pequeño, pero de mejor coloración (amarilla) que la de los frutos de huertas con terrenos planos, debido a que los árboles de ladera reciben una mayor cantidad de luz solar, también la maduración es más rápida por las condiciones adversas del suelo. Este mismo autor también menciona que factores como la textura del suelo, la temperatura ambiental y la humedad del suelo también juegan un papel muy importante en la calidad de los cítricos, pues frutos de toronja desarrollaron un mayor

tamaño en suelos planos y arenosos (vegas ó suelos profundos de retención de humedad media, bajo riesgo a la erosión y tendencia a la acidez); la temperatura ambiental influye directamente en la coloración los frutos; mientras mas baja sea ésta, mejor será el color de frutos como naranja y mandarina (dado por una mayor cantidad de carotenoides producida), este comportamiento se ha observado en las zonas de mayor altitud y de menores temperaturas que Martínez de la Torre, como son los Municipios de Tlapacoyan, Mizantla y Atzalan.

Por su parte, Albrigo (1993) menciona que la pérdida de la coloración verde en los frutos y el desarrollo de los pigmentos naranja son muy lentos en un clima tropical, condición que prevalece en la región de Martínez de la Torre y favorece la coloración verde intensa deseable para el limón persa de calidad Japón, no obstante, en este mismo tipo de clima, el crecimiento se acelera debido a que ocurre un incremento rápido en volumen, el contenido de jugo y sólidos solubles se acumulan más rápido, mientras que la acidez declina. El mismo autor también menciona que la disponibilidad de humedad en el suelo es importante para la obtención de mayores o menores tamaños de frutos, pues la sequía afecta inversamente al desarrollo de la fructificación a través del aumento en la caída de los frutos, disminuye el tamaño de éste y reduce la actividad fotosintética, por lo tanto, la formación de azúcares. Estos efectos adversos pueden ser compensados a través de la irrigación, sin embargo, las condiciones que prevalecen en la región de estudio, para el cultivo de limón persa, es bajo régimen de secano, aunque la cercanía con los ríos de los suelos de vega permiten una disponibilidad de humedad constante a lo largo del año y puede ser una de las razones por las que

también se producen las mayores proporciones de frutos con gran tamaño, característicos de la calidad.

En la muestra de productores seleccionados adrede, se realizaron en promedio tres aplicaciones de fungicidas al año, mientras que en la muestra de productores referenciados se realizó solo una aplicación. En ambas muestras, las aplicaciones se efectuaron, principalmente, contra la incidencia de *Phytophthora parasitica* Dast. (gomosis) (figura 3).

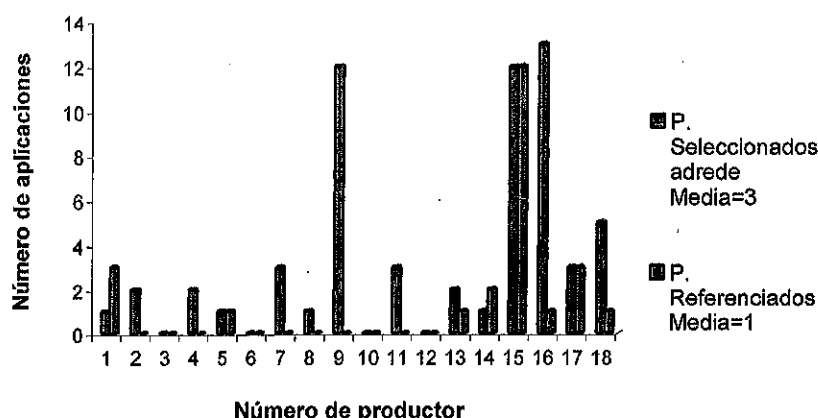


Figura 3. Número de aplicaciones de fungicidas realizadas por dos muestras de productores de limón persa en Martínez de la Torre, Ver.

El control de gomosis llevado a cabo por los productores anteriormente mencionados, coincide con lo mencionado por Timmer y Menge (1988) acerca de que una de las principales enfermedades que afecta la producción en limón persa es la gomosis y ésta se presenta principalmente en los suelos de vegas, que se localizan principalmente en las riberas de los ríos, la presencia se debe a que durante los desbordamientos de los ríos, el agua y objetos que esta lleva, ocasionan heridas al tronco y dispersan el hongo por

toda el área inundada. Puede provocar una disminución de la producción de un 30 a 60%, y para su control, se recomienda hacer al menos una aplicación de fungicidas al año.

Para el Componente Principal 1, los productores 5 y 8 obtuvieron los valores positivos más elevado de las variables medidas, por lo tanto, fueron los que resultaron con los mayores porcentajes de frutos producidos con calidad Japón un uso de suelos con topografía plana y de textura arenosa (o vegas) y también presentaron un mayor número de aplicaciones de fungicidas por año, a diferencia de los productores 2 y 3, quienes registraron más bajos porcentajes de fruta con calidad Japón con huertos en suelos de laderas y con un menor número de aplicaciones de fungicidas (cuadro 3).

Cuadro 3. Valores estandarizados del Componente Principal 1 de las variables medidas para productores de limón persa

Productor	CP 1	Productor	CP 1	Productor	CP 1
1	-1.359	7	0.132	13	-0.657
2	-1.980	8	1.593	14	-0.475
3	-0.936	9	1.072	15	0.350
4	0.499	10	0.405	16	-0.179
5	1.769	11	-0.587	17	0.653
6	0.869	12	-0.391	18	-0.779

Así, el productor 5, registró un 4.4% de frutos con calidad Japón, con suelo de ladera arenoso y una aplicación de fungicidas/año, en el mes de abril, para controlar gomosis. El productor 8, registró un 5% de frutos con calidad

Japón, con suelo plano arenoso (vega) y una aplicación de fungicidas/año, en el mes de mayo, para controlar gomosis.

En contraste, el productor 2, registró un 2% de frutos con calidad Japón, con suelo de ladera arenoso y dos aplicaciones de fungicidas/año, en los meses de marzo y septiembre, para controlar gomosis y el productor 3, registró un 3% de frutos con calidad Japón, con suelo de ladera arenoso y no aplicó fungicidas.

En el Componente Principal 2 se caracterizó el aspecto de espacios entre copas de los árboles dentro de las hileras de la huerta, donde la variable espacios entre copas dentro de las calles de la huerta, obtuvo el valor más alto (cuadro 4).

Cuadro 4. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 2

Variables	CP 2
1) Rendimiento/ha/año	0.021
2) Porcentaje de frutos producidos con calidad Japón	-0.066
3) Topografía y textura del suelo	0.083
4) Edad de la plantación	-0.209
5) Aplicaciones de fertilizantes al suelo/año	0.006
6) Aplicaciones de fertilizantes foliares/año	-0.214
7) Aplicaciones de plaguicidas/año	-0.337
8) Aplicaciones de fungicidas/año	-0.286
9) Tipo de poda	0.056
10) Intensidad de Poda	0.084

...Continuación del cuadro 4

11) Aplicación de podas/año	0.125
12) Espacio entre copas de los árboles dentro de calles	0.463
13) Espacio entre copas de los árboles dentro de hileras	0.516
14) Altura de los árboles	0.237
15) Aplicaciones de riegos/año	0.277
16) Aplicación de reguladores de crecimiento durante la floración y/o crecimiento del fruto	0.084
17) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción	-0.165
18) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada baja de producción	0.163

Las varianzas indican que a medida que se incrementaron los espacios entre copas de los árboles dentro de las hileras, también se incrementaron los espacios entre copas dentro de las calles de las huertas.

Al comparar ambas muestras de productores, se observó que para la muestra de productores seleccionados adrede, los espacios promedios que se mantuvieron entre copas de los árboles tanto en calles como en hileras, fueron mas grandes (1.5 y 1 m, respectivamente) que para la muestra de productores referenciados (1.1 y 0.9 m, respectivamente) (figura 4).

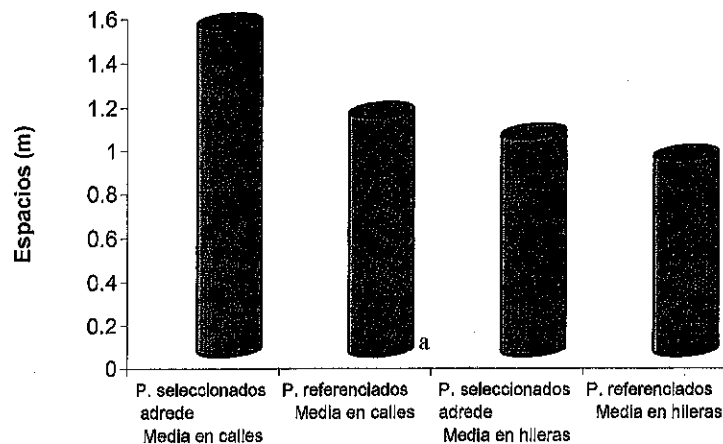


Figura 4. Espacios (m) mantenidos entre copas de árboles de limón persa, dentro de calles e hileras, para dos muestras de productores de Martínez de la Torre, Ver.

Los tipos de poda que más se aplicaron en ambas muestras fueron: sanitaria y/o formación y aclareo central, de ligera a media intensidad; la más popular fue la primera. Parte de la muestra de productores seleccionados adrede también se empleó la poda de cortes laterales.

Por su parte, los sistemas de plantación más utilizados para ambas muestras fueron el cuadro y el rectángulo. Las distancias de plantación promedio, que se presentaron en las huertas de los productores seleccionados adrede fueron de 6X5 m, con una densidad de plantación promedio de 316 árboles por hectárea; mientras que para las huertas de los productores referenciados las distancias promedio de plantación fueron de 6X6 m con densidades de 285 árboles/hectárea. Como puede apreciarse, en la muestra de productores referenciados, se emplea una mayor superficie y una menor densidad de plantación que en la muestra de productores

seleccionados adrede, y esto influye en los espacios que pueden guardarse entre copas de los árboles.

Sin embargo, no existe información precisa sobre los espacios que debe haber entre copas, debido a que los diseños de plantaciones (constituidos por sistema, densidad y orientación de plantación) pueden ser muchos y muy variados, no obstante, al igual que en las podas, el principal objetivo del diseño es que los árboles puedan capturar la mayor cantidad posible de luz solar y que de esta forma se mejore la calidad de los frutos en cuanto a color y tamaño. Al haber una buena aireación al interior de la copa también se ha observado que ocurre una mejor distribución de los frutos, cuando las copas de los árboles tienden a cerrarse los frutos disminuyen su tamaño y se localizan principalmente en las faldas de las copas (González, 2004).

El comportamiento de la distribución de los frutos, afecta la calidad de la limón persa, pues de acuerdo con Reitz (1950, citado por Corrales, 1993) frutos cítricos expuestos al sol durante su crecimiento, fueron de menor peso y tamaño, de cáscara más delgada, más ricos en sólidos y con menor contenido de ácidos y jugos que los frutos sombreados.

González (2004) también mencionó que para que se logre un equilibrio y se obtengan los beneficios mencionados, en una siembra cuyas distancias entre árboles sea de 8 m debe dejarse un espacio entre copas de 3 m, mientras que para una distancia entre árboles de 6 m debe dejarse un espacio entre copas de 1.6 m, ya sea en sistemas de cuadro o rectángulo. La muestra que mas se apegó a estos últimos datos, fue la de los productores seleccionados adrede, lo que constituye una posible respuesta

al por que se registraron mayores cantidades de frutos producidos con calidad Japón.

En el Componente Principal 2, los productores 6 y 16 obtuvieron los valores positivos más elevados de las variables medidas, por lo tanto fueron los que resultaron los que mantuvieron grandes distancias entre calles e hileras después de podar, a diferencia de los productores 8 y 17 quienes tuvieron distancias entre calles e hileras menores (cuadro 5).

Cuadro 5. Valores estandarizados del Componente Principal 2 de las variables medidas para productores de limón persa

Productor	CP 2	Productor	CP 2	Productor	CP 2
1	-0.054	7	0.149	13	0.110
2	-1.176	8	-1.665	14	-0.302
3	-0.167	9	0.217	15	0.619
4	1.366	10	-0.292	16	1.716
5	-0.087	11	-0.371	17	-1.904
6	1.838	12	0.318	18	-0.313

El productor 6 registró distancias entre hileras de 2 m y entre calles de 2.5 m aplicó una poda por año de forma manual, de tipo sanitaria y de ligera intensidad (< 30 cm.), durante los meses de septiembre a octubre. El productor 16 registró distancias entre hileras de 0.4 m y entre calles de 1.5 m aplicó tres podas por año de forma manual, de tipo sanitaria y/o formación, de ligera intensidad (< 30 cm.) en los meses de enero, junio y septiembre.

En contraste, el productor 8 registró distancias entre hileras de 0.5 m y entre calles de 3 m, aplicó una poda de tipo sanitaria de ligera intensidad (< 30 cm.) en el mes de septiembre y el productor 17 registró distancias entre hileras de 1.5 m y entre calles de 1.5 m, aplicó dos podas de tipo sanitaria, de ligera intensidad (< 30 cm.) en los meses de enero y septiembre

En el Componente Principal 3 se caracterizó la aplicación de biorreguladores durante la floración ó crecimiento del fruto, los periodos de tiempo entre los que se llevan a cabo las cosechas en temporadas alta y baja de producción, obtuvieron los valores más altos (cuadro 6).

Cuadro 6. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 3

Variables	CP 3
1) Rendimiento/ha/año	0.116
2) Porcentaje de calidad Japón producida	0.159
3) Topografía y textura del suelo	-0.038
4) Edad de la plantación	0.228
5) Aplicaciones de fertilizantes al suelo/año	-0.231
6) Aplicaciones de fertilizantes foliares/año	-0.233
7) Aplicaciones de plaguicidas/año	0.100
8) Aplicaciones de fungicidas/año	-0.064
9) Tipo de poda	0.008
10) Intensidad de Poda	0.238
11) Aplicación de podas/año	0.302
12) Espacio entre copas de los árboles dentro de calles	-0.121
13) Espacio entre copas de los árboles dentro de hileras	-0.003

...Continuación del cuadro 6

14) Altura de los árboles	-0.206
15) Aplicaciones de riegos/año	-0.062
16) Aplicación de reguladores de crecimiento durante la floración y/o crecimiento del fruto	0.514
17) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción	0.405
18) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada baja de producción	0.433

Las varianzas indican que a medida que los productores aplicaron reguladores de crecimiento en varios momentos (floración y/o crecimiento del fruto), los periodos de tiempo entre cosechas durante las temporadas de alta y baja producción también se incrementaron.

Al comparar las dos muestras de productores, se observó que el número de aplicación de reguladores de crecimiento fue superior en la muestra de productores seleccionados adrede (50%) respecto a la muestra de productores referenciados (22%), según se muestra en la figura 5.

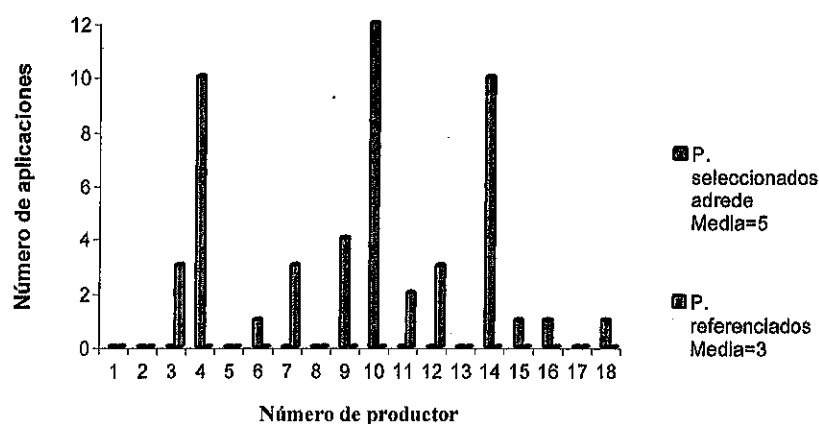


Figura 5. Número de aplicaciones de reguladores de crecimiento en limón persa llevados a cabo por dos muestras de productores en Martínez de la Torre, Ver.

Los productores de la muestra seleccionada adrede, aplicaron productos comerciales, fuentes de ácido giberélico principalmente, para mantener el color verde e incrementar el tamaño de los frutos, el 56% de ellos, aplicó en la etapa de desarrollo del fruto, el 33% aplicó durante el amarre y desarrollo del fruto y el 11%, durante la floración, mientras que en la muestra referenciada, el total de los productores aunque también aplicaron ácido giberélico con la misma finalidad, solo lo hicieron en la etapa de desarrollo del fruto.

Por su parte, para los periodos de tiempo promedio entre cosecha durante las temporadas (alta y baja) de producción, ambas muestras registraron 14 y 21 días, respectivamente.

De manera precisa, no se sabe a los cuantos días después de la floración deben cortarse oportunamente los frutos con calidad Japón, la experiencia de los productores indica que los periodos de tiempo entre cosechas para

ambas temporadas, deben ser más cortos que los promedios que se registraron en ambas muestras ya que de no hacerse de esa forma, los frutos tienden a madurarse. Muchos productores, aún conociendo lo anterior, prefieren vender la cosecha con un alto volumen aunque se sacrifique la calidad, pues según ellos, les reditúa más, lo cual sería importante precisar científicamente.

Lo que sí es sabido es que la aplicación de reguladores de crecimiento como las giberelinas en limón persa, sirve para retrasar la pérdida de color, incluso pueden incrementar el tamaño de éstos, esto último, cuando la cantidad por árbol es pequeña (Medina et al, 2001). Lo cual puede ser una razón por la que algunos de los productores aunque no corten tan oportunamente pueden mantener por más tiempo los frutos en los árboles sin que éstos pierdan considerablemente la coloración verde intenso, característico de la calidad Japón.

Para el Componente Principal 3, los productores 3 y 14 obtuvieron los valores más elevados de las variables medidas, por lo tanto resultaron ser los que aplicaron reguladores de crecimiento en varios momentos (floración y crecimiento del fruto), con periodos grandes de tiempo entre cosechas durante las temporadas de alta y baja producción, a diferencia de los productores 17 y 18 quienes no aplicaron reguladores de crecimiento durante la floración y crecimiento del fruto y sus periodos de tiempo entre cosechas durante las temporadas de alta y baja producción fueron cortos (cuadro 6).

Cuadro 6. Valores estandarizados del Componente Principal 3 de las variables medidas para productores de limón persa

Productor	CP 3	Productor	CP 3	Productor	CP 3
1	0.908	7	-0.614	13	0.317
2	0.146	8	1.011	14	1.482
3	1.517	9	-1.314	15	0.972
4	-0.101	10	-0.859	16	-0.326
5	0.918	11	-0.249	17	-1.624
6	0.508	12	0.029	18	-1.906

El productor 3 aunque no aplicó reguladores de crecimiento, los periodos de tiempos entre cosechas fueron de 20 y 30 días durante las temporadas de alta y baja producción respectivamente. El productor 14 aplicó diez veces reguladores de crecimiento y sus periodos de tiempos entre cosechas fueron de 15 y 30 días durante las temporadas de alta y baja producción respectivamente.

Por su parte, el productor 17 no aplicó reguladores de crecimiento y sus periodos de tiempo entre cosechas durante las temporadas de alta y baja producción fueron de 1 y 8 días, respectivamente y el productor 18 aplicó reguladores de crecimiento una vez al año, en el mes de noviembre, con un producto comercial, fuente de giberelinas para inducir floración y sus periodos de tiempo entre cosechas fueron de 20 y 30 días durante las temporadas de alta y baja producción respectivamente.

En el Componente Principal 4 se caracterizó el rendimiento por hectárea por año, el porcentaje de frutos producidos con calidad Japón y el número de aplicaciones de fertilizantes al año, obtuvieron los valores más altos (cuadro 7).

Cuadro 7. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 4

Variables	CP 4
1) Rendimiento/ha/año	0.517
2) Porcentaje de calidad Japón producida	0.427
3) Topografía y textura del suelo	-0.150
4) Edad de la plantación	-0.314
5) Aplicaciones de fertilizantes al suelo/año	0.342
6) Aplicaciones de fertilizantes foliares/año	0.157
7) Aplicaciones de plaguicidas/año	-0.104
8) Aplicaciones de fungicidas/año	-0.049
9) Tipo de poda	-0.279
10) Intensidad de Poda	-0.300
11) Aplicación de podas/año	0.024
12) Espacio entre copas de los árboles dentro de calles	0.072
13) Espacio entre copas de los árboles dentro de hileras	-0.046
14) Altura de los árboles	-0.018
15) Aplicaciones de riegos/año	-0.032
16) Aplicación de reguladores de crecimiento durante la floración y/o crecimiento del fruto	-0.079
17) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción	0.225
18) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada baja de producción	0.192

Las varianzas indican que a medida que los rendimientos por hectárea por año fueron más altos, los porcentajes de frutos producidos con calidad Japón y el número de aplicaciones de fertilizantes al suelo por año se incrementaron.

Al comparar las dos muestras de productores, se observó que la muestra de productores seleccionada adrede, registró rendimientos (36 t/ha/año) y porcentajes promedio de frutos con calidad Japón (5%) más altos que la muestra de los productores referenciados (18 t/ha/año y 3%) como se muestra en las figuras 6 y 7.

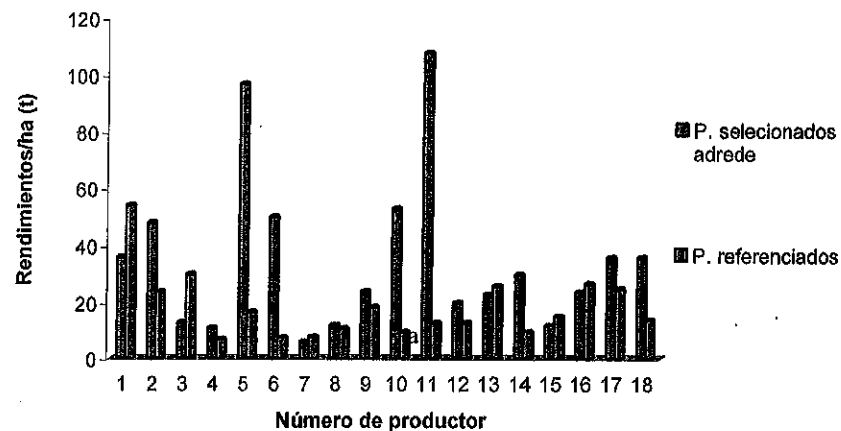


Figura 6. Rendimientos por hectárea (t) obtenidos por dos muestras de productores de lima persa en Martínez de la Torre, Ver.

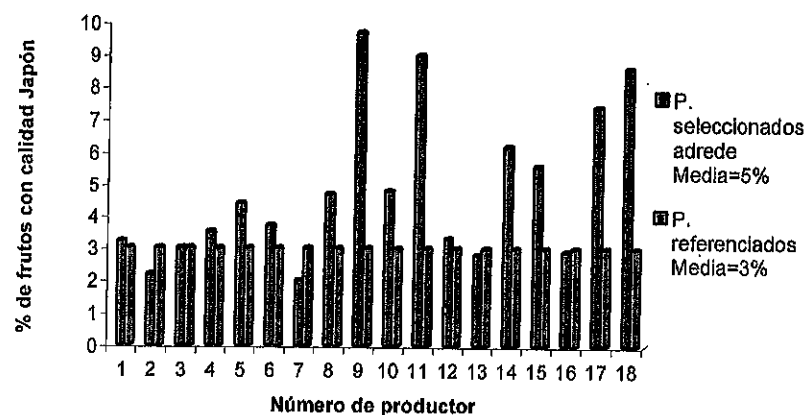


Figura 7. Porcentajes de frutos de limón persa producidos con calidad Japón, para dos muestras de productores en Martínez de la Torre, Ver.

En cuanto al número de aplicaciones de fertilizantes al suelo por año, la muestra de productores seleccionados adrede, registró en promedio tres veces, mientras que la muestra de productores referenciados solo dos veces (figura 8). En ambas muestras se aplicaron productos comerciales de fertilizantes en distintas dosis, todas fuentes de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

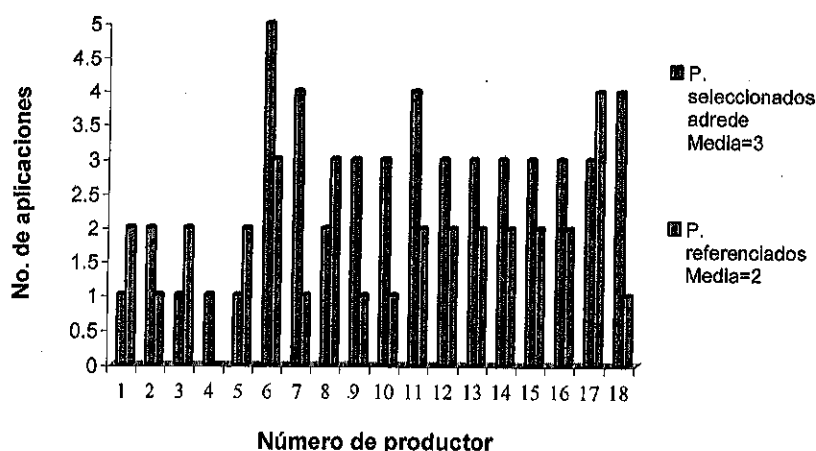


Figura 8. Número de aplicaciones de fertilizantes al suelo realizadas para dos muestras de productores de limón persa en Martínez de la Torre, Ver.

El número de aplicaciones llevadas a cabo por la muestra de productores seleccionados adrede, coincide con lo recomendado por INIFAP (2005), sobre que la aplicación de fertilizantes al suelo por año, para el cultivo de lima persa deben realizarse de tres a cuatro veces durante los meses de febrero, junio, septiembre y noviembre, para obtener una buena producción y calidad de los frutos, e incluso si se desea mejorar esto en el invierno, pueden incluirse dos aplicaciones en el otoño. Calvert (1970) observó que los requerimientos de N y K absorbidos se incrementan de manera continua y constante hasta el periodo de maduración del fruto, por lo que se hace necesaria la reposición de nutrientes a la planta, de manera frecuente.

Este número de aplicaciones de fertilizantes al suelo por año así como los nutrientes (N, P y K) que suministraron son algunas de las razones por las cuales en la muestra de productores seleccionados adrede, se presentó una mayor proporción de frutos con calidad Japón y los mayores rendimientos, pues es sabido que la calidad de los frutos cítricos se ve influenciada de manera directa por la fertilización con N y K; cantidades grandes de N elevan la acidez y el contenido de jugo, los frutos son pequeños y con epicarpio (cáscara) más verde. El potasio por su parte, es un elemento altamente demandado por los frutos cítricos, y es el elemento que mayor efecto tiene en la calidad de los mismos. El K disminuye los sólidos solubles e incrementa la acidez (INPOFOS, 2000). Cuando se presentan deficiencias de K en la planta, se producen frutos pequeños (en todos los frutos cítricos), de cáscara delgada, poco ácido y cambian de color prematuramente (Agustí, 2000).

El exceso de K produce una alta rugosidad de la corteza, atraso de la maduración, incremento de la acidez y disminución de los sólidos solubles (Embleton y Jones, 1973; citados por Hernández, 2004). Cuando se aporta K al suelo en plantaciones de cítricos deficientes, éste además de contribuir al crecimiento y vigor del árbol, desarrollo de la flor y semilla, aumentar la resistencia al frío y enfermedades en el árbol, también incrementa en los frutos el tamaño, coloración verde, grosor de la cáscara y acidez, no obstante, disminuye la concentración de sólidos solubles, porcentaje de jugo y la relación entre sólidos solubles y acidez (Rodríguez, 1989; I.I.P., 1983; Borroto y Borroto, 1991; Davis y Albrigo, 1999; Quaggio et al., 2002; citados por Hernández, 2004).

Para el Componente Principal 4, el productor 6 obtuvo el valores más elevados de las variables medidas, por lo tanto resultó ser el que obtuvo los mayores rendimientos/hectárea, los mayores porcentajes de frutos producidos con calidad Japón y las mayores aplicaciones de fertilizantes al suelo por año, a diferencia de los productores 4 y 7 quienes no obtuvieron altos rendimientos por hectárea, ni los mayores porcentajes de frutos producidos con calidad Japón, tampoco aplicaron en el año un número alto de fertilizantes al suelo (cuadro 8).

Cuadro 8. Valores estandarizados del Componente Principal 4 de las variables medidas para productores de limón persa

Productor	CP 4	Productor	CP 4	Productor	CP 4
1	0.443	7	-1.422	13	-0.103
2	-0.004	8	-0.755	14	0.051
3	1.194	9	0.846	15	-0.059
4	-1.537	10	-0.838	16	-0.534
5	0.148	11	-0.370	17	-0.382
6	2.838	12	0.085	18	0.570

El productor 6 registró rendimientos de 50 ton/ha/año, con un porcentaje de calidad Japón de 4% aproximadamente, aplicó fertilizantes al suelo cinco veces al año, con dosis de 2-3 kg/árbol, en los meses de marzo (fórmula: 18-12-06), mayo (Fórmula: 46-00-00), agosto (Fórmula: 46-00-00), septiembre (Fórmula: 20-10-20) y diciembre (Fórmula: 20-10-20), todas las fórmulas que empleo fueron fuentes de nitrógeno y algunas de fósforo y potasio, para promover una mayor producción y mantener el follaje en los meses de sequía, principalmente.

En cambio el productor 4 tuvo un rendimiento de 11 ton/ha/año con un porcentaje de calidad Japón de 3.5% y una aplicación de fertilizante (fórmula 20-10-10) al suelo por año en el mes de septiembre, con dosis de 2 kg/árbol, para promover principalmente una mayor producción; el productor 7 registró un rendimiento de 6 ton/ha/año con un porcentaje de calidad Japón de 2% y una aplicación de fertilizante (fórmula 20-10-10). Las dosis ni los meses en que se aplicaron, fueron especificadas.

En el Componente Principal 5 se caracterizó principalmente el número de aplicaciones de riego por año, donde el tipo de poda aplicada, y la altura de los árboles obtuvieron los valores más altos, según se observa en el cuadro 9.

Cuadro 9. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 5

Variables	CP 5
1) Rendimiento/ha/año	-0.012
2) Porcentaje de calidad Japón producida	-0.065
3) Topografía y textura del suelo	0.072
4) Edad de la plantación	0.069
5) Aplicaciones de fertilizantes al suelo/año	-0.149
6) Aplicaciones de fertilizantes foliares/año	0.367
7) Aplicaciones de plaguicidas/año	0.011
8) Aplicaciones de fungicidas/año	-0.184
9) Tipo de poda	-0.470
10) Intensidad de Poda	0.261
11) Aplicación de podas/año	0.11
12) Espacio entre copas de los árboles dentro de calles	0.10
13) Espacio entre copas de los árboles dentro de hileras	0.11
14) Altura de los árboles	0.410
15) Aplicaciones de riegos/año	-0.506
16) Aplicación de reguladores de crecimiento durante la floración y/o crecimiento del fruto	-0.042
17) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción	0.068
18) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada baja de producción	-0.169

Las varianzas indican que en condiciones de régimen de secano o bien sin riegos, los tipos de podas que se aplicaron fueron más de uno y las alturas de los árboles fueron pequeñas, de manera contraria, en huertas irrigadas, se llevaron acabo solo un tipo de podas, y las alturas de los árboles fueron grandes.

Al comparar las dos muestras de productores, no se encontró diferencias en la altura promedio de los árboles para ambas y estas fueron igual a 2 m. Los tipos de poda más empleados en las dos muestras fue la de sanidad y/o formación de severidad ligera a media y aclareo central (figura 9).

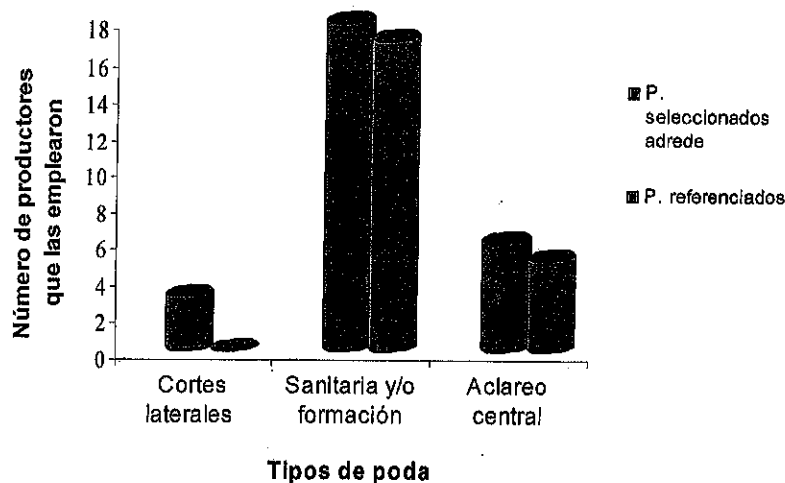


Figura 9. Tipo de podas empleadas en huertas de limón persa, para dos muestras de productores en Martínez de la Torre, Ver.

Aunque la altura de los árboles en ambas muestras de productores fue de 2 m, la muestra de productores referenciados es la que más podría coincidir con la literatura, sobre la altura de los árboles respecto a los espacios que se deben mantener entre copas dentro de calles, estos espacios para la

muestra de productores referenciados fue de 1.1 m mientras que para la muestra de productores seleccionados adrede fue de 1.5 m.

De acuerdo con Weathon *et al* (citados por Borroto y Borroto, 1991) para mantener una buena iluminación en la base de las copas, la altura del árbol no debe ser muy superior al doble del ancho de las calle, y es aquí, en donde el tipo de podas que se apliquen y la severidad de éstas, juegan un papel muy importante, por ejemplo la poda de sanidad y/o formación se aplica principalmente para mantener el árbol activo en cuanto a producción de follaje y fruta, así como para retardar su envejecimiento, se eliminan ramas enfermas y brotes improductivos 'chupones', ayuda a recuperar el follaje perdido. Este último aspecto se relaciona directamente con la cantidad y tamaño de los frutos, este tipo de poda también permite una mayor entrada de luz y mejora la ventilación en toda la copa, particularmente debajo del árbol por que se elimina hasta 40 cm de la parte inferior de la copa, lo que evita que los frutos estén en contacto con el suelo y se dañe al roce con éste (Zaragoza 2004).

Este tipo de poda debe realizarse según lo exija la sanidad del árbol y puede hacerse cada 2 o 3 años. En la medida que esta labor se retarse la severidad de las podas tendrá que ser mayor lo cual implica entre otras cosas, una disminución y retraso para recuperar el rendimiento del árbol (McCarty *et al.*, 1982). Por su parte, la poda de aclareo central se utiliza para disminuir la intensidad del follaje en la parte lata del árbol al eliminar ramas originadas del tronco central, su objetivo principal es permitir la penetración de la luz a la parte central e inferior de la copa para incrementar la intensidad

de la coloración del fruto y evitar que la base de la copa muera (McCarty *et al.*, 1982), la calidad de la fruta que se obtiene con la aplicación de este tipo de poda, es la que prefiere el mercado asiático (Japón) pues son frutos grandes de coloración intensa y de cáscara muy rugosa (INIFAP, 2005), sin embargo no se conoce con precisión la frecuencia con que debe aplicarse este tipo de poda.

En la muestra de productores seleccionados adrede aunque se obtuvieron espacios entre copas dentro de las calles más grandes de lo que recomienda la literatura, también se registraron los mayores porcentajes de frutos producidos con calidad Japón, lo cual puede significar una nueva alternativa para la obtención de mayores proporciones de frutos con esta calidad.

El riego por su parte, fue escasamente utilizado en ambas muestras de productores sin embargo, en la muestra seleccionada adrede se presentó con mayor frecuencia (33%) entre los productores, con un promedio de ocho aplicaciones por año, mientras que los productores de la muestra referenciada (11%), registraron un promedio de aplicación de tres veces por año. El riego es otro de los factores que contribuye de manera importante en los rendimientos, pues a mayor número de éstos, se presenta un mayor rendimiento, sin embargo, se sabe que de la superficie plantada de lima persa en Veracruz y Tabasco, solo el 15% recibe riegos de auxilio, los cuales son suministrados generalmente en los meses más secos (Febrero-mayo y agosto) Curti *et al.*, 2000.

Para el Componente Principal 5, los productores 9 y 15 obtuvieron los valores más elevados de las variables medidas, por lo que fueron los que no aplicaron riegos, aplicaron varios tipos de podas y las alturas de los árboles fueron pequeñas, mientras que el productor 5 y 7 aplicaron riego y pocos tipos de podas, lo que las alturas de los árboles fueron grandes (cuadro 10).

Cuadro 10. Valores estandarizados del Componente Principal 5 de las variables medidas para productores de limón persa

Productor	CP5	Productor	CP5	Productor	CP5
1	0.708	7	-2.158	13	0.855
2	-1.258	8	-0.141	14	0.796
3	-0.281	9	1.469	15	1.432
4	-0.244	10	-0.254	16	1.041
5	-1.673	11	-0.535	17	0.418
6	0.149	12	-0.033	18	-0.290

El productor 9 no registró aplicaciones de riego, pero si realizó tres podas por año, dos de las cuales fueron de sanidad y/o formación de ligera intensidad, aplicadas en los meses de enero y junio, y otra de aclareo central de severa intensidad en el mes de septiembre, por lo que las alturas de los árboles se mantuvieron en 2 m. El productor 15 tampoco aplicó riegos, realizó dos podas por año, una de sanidad y/o formación de ligera intensidad, aplicada en el mes de marzo y otra de aclareo central de severa intensidad en el mes de septiembre, por lo que las alturas de los árboles se mantuvieron en 2 m.

Mientras que el productor 5 aplicó riego, tres veces en el año a través del sistema rodado, durante los meses de abril y mayo. Solo aplicó una poda/año, de sanidad y/o formación de ligera severidad en el mes de marzo. La altura de los árboles en su huerta fueron de 2.5 m.

Por su parte, el productor 7 aunque no registró aplicaciones de riego, la altura de los árboles en su huerta fueron de 2.5 m, debido a que llevó a cabo dos aplicaciones de podas/año, una de sanidad de severidad ligera en el mes de mayo y otra de cortes severos laterales para inducir floración en el mes de septiembre. La poda de cortes laterales, no contribuye en la disminución del follaje en la parte alta de la copa, razón por la que las alturas en los árboles fueron grandes.

En el Componente Principal 6 se caracterizó el número de aplicaciones de podas por año, donde la edad de la plantación, el periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada de baja producción, obtuvieron los valores más altos (cuadro 11).

Cuadro 11. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 6

Variables	CP 6
1) Rendimiento/ha/año	0.242
2) Porcentaje de calidad Japón producida	-0.047
3) Topografía y textura del suelo	-0.216
4) Edad de la plantación	0.394
5) Aplicaciones de fertilizantes al suelo/año	-0.197
6) Aplicaciones de fertilizantes foliares/año	0.116

...Continuación del cuadro 11

7) Aplicaciones de plaguicidas/año	0.206
8) Aplicaciones de fungicidas/año	0.189
9) Tipo de poda	0.136
10) Intensidad de Poda	-0.004
11) Aplicación de podas/año	-0.496
12) Espacio entre copas de los árboles dentro de calles	0.303
13) Espacio entre copas de los árboles dentro de hileras	0.195
14) Altura de los árboles	0.154
15) Aplicaciones de riegos/año	0.017
16) Aplicación de reguladores de crecimiento durante la floración y/o crecimiento del fruto	-0.263
17) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción	0.097
18) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada baja de producción	0.327

Las varianzas indican que a un menor número de podas aplicadas al año la edad de las huertas fue mayor y también se incrementaron los periodos de tiempo entre cosechas durante la temporada baja de producción.

Como se analizó anteriormente, la edad promedio de las plantaciones fue de 9 años y los periodos de tiempo entre cosechas para la temporada de baja producción fueron de 20-21 días, para ambas muestras.

Al compararse las muestras de productores, en cuanto al número de podas aplicadas por año, no se observó diferencias entre ellas pues en ambas se aplicaron dos podas en promedio (figura 10).

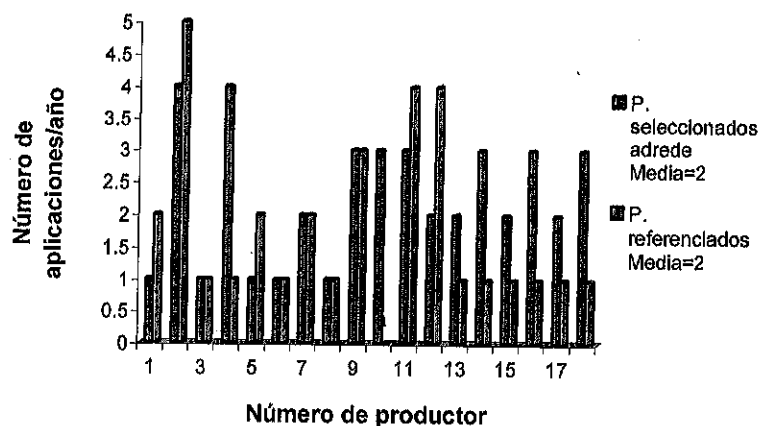


Figura 10. Número de podas aplicadas al año en huertas de limón persa, para dos muestra de productores en Martínez de la Torre, Ver.

Como se pudo observar, el comportamiento promedio las dos muestras de productores al compararse fue igual, en cuanto a la edad de la plantación, periodo de tiempo entre cosechas, número de aplicaciones de podas por año.

Sin embargo la información que muestran las varianzas coinciden con lo mencionado por algunos autores como McCarty *et al.*, (1982) respecto a que el control sobre las podas es menor en árboles más viejos, sobre todo cuando éstos han alcanzado una gran altura y follaje, también se disminuye la penetración de los rayos solares y la aireación en el centro de la copa por lo que tiende a reducirse la cantidad y calidad de frutos producidos por árbol.

Por su parte, los periodos de tiempo entre cosechas de limón persa durante la temporada de baja producción (Octubre-abril) al parecer están influenciados por varios factores entre los que se encuentran: la condición ontogénica compleja del cultivo pues en la mayor parte del año están presentes brotes foliares, yemas inducidas y diferenciadas, flores cerradas y abiertas, así como también diferentes fases de desarrollo del fruto (Curti, 1996; citado por Hernández, 2004); la temperatura ambiental y la disponibilidad de humedad en el suelo pues durante estos meses de baja producción, al disminuirse la temperatura, se reduce la acumulación de sólidos solubles, debido a que la fotosíntesis ocurre a niveles mas bajos, mientras que la sequía afecta el desarrollo de la fructificación a través del aumento en la caída de los frutos, reduce también la actividad fotosintética y de las raíces y por lo tanto, la formación de azúcares (Albrigo, 1993); otro de los factores que se cree empíricamente influyen en los periodos de cosecha, es la tradición establecida por los productores de cosechar cada 20 ó 25 días lo cual está en función principalmente, de la rentabilidad económica que esto representa para ellos, pues estos periodos de tiempo permiten que se obtenga un mayor volumen de producción aunque se sacrifique la calidad de algunos frutos que ya han llegado a su madurez previamente. Esta última apreciación sería conveniente precisarse, pues podría una de las respuestas al por que de los bajos porcentajes de frutos producidos con calidad Japón, en la región de estudio.

Para el Componente Principal 6, el productor 1 y 3 obtuvieron los valores más elevados de las variables medidas, por lo que resultaron ser los que registraron una edad adecuada de producción, un bajo número de podas y

grandes periodos de tiempo entre cosechas a diferencia de los productores 14 y 15 quienes registraron grandes edades de las huertas, realizaron varias aplicaciones de podas al año y sus periodos de tiempo entre cosechas fueron mas pequeños (cuadro 12).

Cuadro 12. Valores estandarizados del Componente Principal 6 de las variables medidas para productores de limón persa

Productor	CP 6	Productor	CP 6	Productor	CP 6
1	1.418	7	-0.035	13	0.231
2	-0.870	8	1.291	14	-1.059
3	1.789	9	-0.086	15	-1.984
4	1.307	10	0.018	16	0.661
5	-0.712	11	-0.646	17	0.282
6	-0.289	12	-0.916	18	-0.397

El productor 1 registró una edad de la huerta de 10 años, aplicó una poda de sanidad al año durante el mes de julio y cosechó cada 40 días en la temporada de baja producción. El productor 3 registró una edad de la huerta de 8 años, aplicó una poda de sanidad al año durante el mes de julio y cosechó cada 20 días en la temporada de baja producción.

A diferencia del productor 14 que registró una edad de la huerta de 8 años, aplicó tres podas por año, dos de sanidad durante los meses de marzo y junio y otra de aclareo central en el mes de septiembre, cosechó cada 30 días en la temporada de baja producción. El productor 15 registró una edad de la huerta de 15 años, aplicó dos podas al año, una de sanidad en el mes

de marzo y la otra de aclareo central en el mes de septiembre y cosechó cada 30 días en la temporada de baja producción.

En el Componente Principal 7 se caracterizó el número de aplicaciones de plaguicidas por año, donde la altura de los árboles y el periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada de alta producción, obtuvieron los valores más altos (cuadro 13).

Cuadro 13. Eigenvectores (Varianzas) del Componente Principal 7

Variables	CP 7
1) Rendimiento/ha/año	-0.017
2) Porcentaje de calidad Japón producida	0.213
3) Topografía y textura del suelo	-0.116
4) Edad de la plantación	0.291
5) Aplicaciones de fertilizantes al suelo/año	0.010
6) Aplicaciones de fertilizantes foliares/año	0.283
7) Aplicaciones de plaguicidas/año	-0.405
8) Aplicaciones de fungicidas/año	-0.163
9) Tipo de poda	0.177
10) Intensidad de Poda	0.326
11) Aplicación de podas/año	0.069
12) Espacio entre copas de los árboles dentro de calles	0.094
13) Espacio entre copas de los árboles dentro de hileras	0.063
14) Altura de los árboles	-0.353
15) Aplicaciones de riegos/año	0.185

...Continuación del cuadro 13

16) Aplicación de reguladores de crecimiento durante la floración y/o crecimiento del fruto	-0.188
17) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción	0.361
18) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada baja de producción	-0.319

Las varianzas indican que a medida que la altura de los árboles fue menor se redujo el número de aplicación de plaguicidas y los periodos de tiempo entre cosechas, durante la temporada de alta producción fueron grandes. De otra forma, puede decirse que a una mayor altura de los árboles se incrementó el número de aplicaciones de plaguicidas por año y se vieron reducidos los periodos de tiempo entre cosechas durante la misma temporada mencionada.

Al compararse las dos muestras de productores, ambas mostraron un promedio de tres aplicaciones de plaguicidas por año, por lo que no hubo diferencias entre ellas, al respecto (Figura 11).

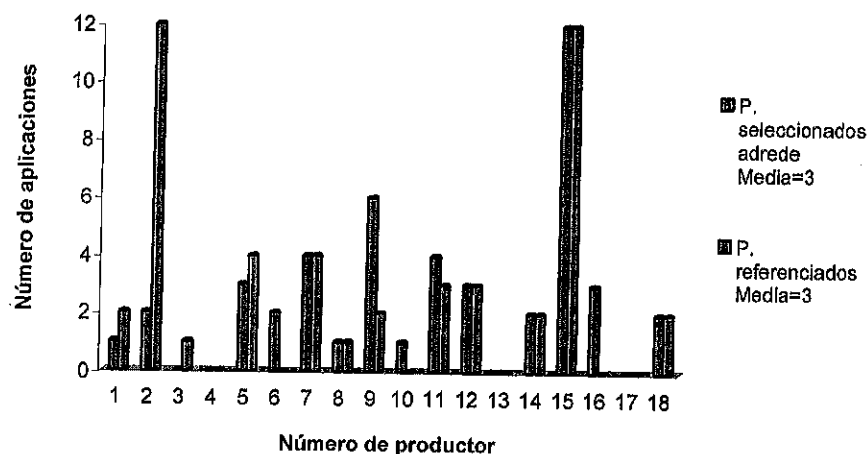


Figura 11. Número de aplicaciones de plaguicidas por año en huertas de limón persa, para dos muestras de productores de Martínez de la Torre, Ver.

La altura promedio de los árboles fue de 2 m y el periodo de tiempo promedio entre cosechas fue de 14 días, para ambas muestras.

Aunque en ambas muestras se observó un mismo comportamiento entre los factores analizados, la información de las varianzas muestra diferencias entre los productores al respecto, y coincide con lo mencionado por Duron (1993) a cerca de que en huertas que no se podan y tienden a cerrarse, además de reducirse el rendimiento y la calidad de la fruta, encarece el manejo debido que hay una pobre cobertura de las aspersiones de agroquímicos, se dificulta el control fitosanitario por lo cual hay necesidad de hacer mayor número de aplicaciones de agroquímicos.

Por su parte, los periodos de tiempo entre cosechas, son menores durante la temporada alta de producción (mayo-septiembre) respecto a la temporada de baja (octubre-abril) debido a que la mayor producción se concentra en

esos meses, particularmente durante los meses de junio y julio. Este fenómeno es producto de las bajas temperaturas del invierno las cuales promueven una mayor floración particularmente durante los meses de febrero y marzo y como el periodo de crecimiento de flor a fruto es de aproximadamente 120 días la producción se incrementa. Además este fenómeno también coincide con las altas temperaturas y lluvias que se presentan durante estos meses y que contribuyen a que los frutos lleguen a la maduración con mayor prontitud. Debido a esto es que las cosechas de limón persa durante la temporada alta de producción pueden realizarse hasta diariamente, dependiendo de la superficie sembrada y de lo atractivo que sean los precios ese momento (Almaguer, 2002).

Para este Componente Principal, los productores 2 y 9 obtuvieron los valores más elevados de las variables medidas, por lo que resultaron ser los que aplicaron plaguicidas en un mayor número de veces, mantuvieron alturas moderadas de los árboles y grandes periodos de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción, mientras que los productores 12 y 17 aplicaron plaguicidas en un número menor de veces, mantuvieron grandes alturas de los árboles y pequeños periodos de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción (cuadro 14).

Cuadro 14. Valores estandarizados del Componente Principal 7 de las variables medidas para productores de limón persa

Productor	CP 7	Productor	CP 7	Productor	CP 7
1	0.602	7	-0.095	13	-0.391
2	1.319	8	0.341	14	0.607
3	-0.732	9	2.266	15	-0.385
4	0.663	10	0.219	16	-0.869
5	0.031	11	0.326	17	-1.863
6	-0.078	12	-1.895	18	-0.068

El productor 2, durante un año realizó dos aplicaciones de plaguicidas durante los meses de junio y octubre; la altura de los árboles fue de 2 m, aplicó cuatro podas, tres de formación y/o sanidad durante los meses de marzo, junio, y noviembre, y una de aclareo central en el mes de septiembre; los periodos de tiempo entre cosechas que registró para la temporada de alta producción, fueron de 25 días. El productor 9, durante un año realizó seis aplicaciones de plaguicidas (cada dos meses); la altura de los árboles fue de 2 m debido a que aplicó dos podas de formación y/o sanidad durante los meses de enero y junio; y otra de aclareo central en el mes de septiembre. Los periodos de tiempo entre cosechas durante la temporada de alta producción fueron de solo 2 días.

Por su parte, el productor 12 durante el año aplicó tres veces plaguicidas; la altura de los árboles fue de 2.5 m, aplicó tres podas de sanidad durante los meses de enero, junio y septiembre y los periodos de tiempo entre cosechas

durante la temporada de alta de producción fueron de 15 días. El productor 17 no aplicó plaguicidas, la altura de los árboles fue de 2.5 m debido a que aplicó dos podas de sanidad durante los meses de enero y septiembre y cosechó a diario durante la temporada de alta de producción.

La información específica que se menciona sobre los productores característicos de cada componente analizado, está basada en la experiencia de varios años sobre manejo de este cultivo y podría ser tomada como referencia para aplicarse en otras huertas, sin embargo, antes de hacerlo, es necesario que se tomen en cuenta algunos otros factores.

VI. CONCLUSIONES

1) La metodología empleada y el análisis de los datos a través del procedimiento de Componentes Principales de SAS, permitió identificar las principales condiciones tecnológicas de cultivo de limón persa con las que se producen mayores proporciones de frutos con la calidad que se envía al mercado Japonés, por lo que se acepta la hipótesis nula.

2) La metodología también permitió identificar las prácticas de cultivo de limón persa bajo las cuales se obtuvo un rendimiento promedio de 36 t/ha/año y un 5% promedio de frutos con la calidad que se envía al mercado Japonés, estas condiciones tecnológicas se mencionan a continuación:

- ❖ Se mantuvieron espacios entre copas de árboles dentro de las huertas, de 1.5 m en calles y 1.1 m en hileras.
- ❖ La altura de los árboles fue no mayor a 2 m.
- ❖ Se aplicaron 2 podas una de sanidad y/o formación y otra de aclareo central, ambas de severidad ligera a media.
- ❖ Aplicaron 3 veces fertilizantes al suelo, los distintos productos comerciales que se utilizaron fueron fuentes principales de N-P-K, en distintas dosis.

- ❖ Realizaron 3 aplicaciones de fungicidas por año, en distintas dosis, con las que controlaron principalmente gomosis.
- ❖ Realizaron 3 aplicaciones de plaguicidas por año con productos comerciales en distintas dosis, que controlaron principalmente araña roja, hormigas y minador de la hoja.
- ❖ Cosecharon cada 14 y 21 días durante las temporadas alta y baja de producción, respectivamente.
- ❖ La mayoría de los productores con los más altos registros de la calidad Japón emplearon sistemas de producción de cuadro y rectángulo, con distancias entre árboles de 6X6 y 6X5 m y una densidad de 316 árboles/ha. El total de estos productores emplearon el portainjerto naranjo agrio.
- ❖ Otras condiciones identificadas fueron topografía del suelo predominantemente plana y de textura arenosa (o vegas de río), bajo un régimen de secano (temporal) con superficies no mayores de 12 hectáreas. La edad más productiva de la plantación fluctúa entre 8 y 15 años.

VII. LITERATURA CITADA

Agustí, F. M. y O. V. Almeda. 1991. Aplicación de biorreguladores en citricultura. Ed. AEDOS S. A. España. Pp. 207.

Agusti, M. 2000., Citricultura. Ed. Mundiprensa. Valencia, España. 416 p.

Albrigo, L. G. 1993. Influencias ambientales sobre el desarrollo de los frutos cítricos In: J. A. Leos (Ed) Memorias II simposium internacional sobre sistemas de producción en cítricos. PIISCI. Chapingo, México. Pp. 331-335.

Almaguer, V. G. 2002. Fisiología y morfología de cítricos. La citricultura del Norte de Veracruz: estudios técnicos económicos y sociales. CIISMER-PIISCI-UACH-Universidad Veracruzana.

Anónimo. 2005. Asociación de empaques y exportadores de cítricos del Estado de Veracruz A. C. (AEECEV). Consulta directa.

Anónimo. 2005. Asociación de Productores, Empacadores y Exportadores de Lima Persa (APEELP). Consulta directa.

- Anónimo. 2005. Consejo Citrícola Estatal del Estado de Veracruz. Consulta directa.
- Anónimo. 2005. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo experimental Ixtacuaco, Ver. Consulta directa.
- Anonimo. 1989. SAS/SIAI users guide, version 6, 4th edition, vol. 1. SAS Institute Inc Institute. Cary, N. O.
- Arias, B. A. 1988. Las brotaciones vegetativas y de floración de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swin.) en colima, México. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- ASERCA. 1995. Limón persa: Estudio de mercado mundial.
- Borroto, N. C. y A. Borroto de la T. 1991. Citricultura tropical. Tomo I y II. Ediciones ENPES. La habana, Cuba. Citado por Curti-Díaz (2002).
- Calvert, D. V. 1970. Response of 'Temple' oranges to varying rates of nitrogen, potassium and magnesium. Proceeding of the Florida State Horticultural Society. 83: 10-15.
- Cohen, E. 1988. The chemical composition and sensory flavour quality of "Mineola" tangerines. I. Effects of fruit size and within-tree position. Jour. Of Horticultural Sci. 63 (1): 175-178.

- Corrales, G., J. 1993. Repercusiones del clima y de las labores culturales en la calidad de los cultivos tropicales. Simposio Manejo Postcosecha de Frutas y Hortalizas Tropicales y V Congreso Nacional de Horticultura Memoria. Veracruz, México.
- Corrales, G., J. y E. Lozano L., 2003. Situación y perspectivas del sistema agroindustrial limón persa en Martínez de la Torre, Ver. IV Congreso Internacional "Las Cadenas Agroalimentarias de Hortalizas, Frutas y flores en América Latina". Guadalajara, Jalisco, México.
- Cruz-Castillo, J.G.; Lawes, G.S.; Wolley, D. J.; Varela Alvarez, H. 1991. Rootstock influence on kiwifruit vine performance. New Zealand Journal of crop and Horticultural Science 19: 361-364.
- Curti- Díaz, S. A.; X. Loreto S.; U. Díaz Z.; J. A. Sandoval R.; J. Hernández H. 2000. Tecnología para producir limón persa. INIFAP-CIRGOC. Campo experimental Ixtacuaco. Libro técnico No. 8. Veracruz, México.
- Curti, D. S. A. 2002. Problemática de los sistemas de producción de cítricos en Veracruz. La citricultura del Norte de Veracruz: estudios técnicos económicos y sociales. CIISMER-PIISCI-UACH-Universidad Veracruzana.
- Davis, R. M; L. K. Jackson and J. M. Bulger. 1985. Citrus Basics. Part Six: Irrigation and drenage. Citrus Industry 66 (8): 20-46.

- Durón N. L. J. 1993. Influencias ambientales sobre el desarrollo de los frutos cítricos In: J. A. Leos (Ed) Memorias II simposium internacional sobre sistemas de producción en cítricos. PIISCI. Chapingo, México. Pp. 331-335.
- Espinosa, S., T; Santoyo C., H. 1992. El mercado de limón persa en México. CIESTAAM. Chapingo, México.
- FAOSTAT, FAO. 2002. Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Limón y Limas: <http://faostat.fao.org>.
- Gómez, C., M. A y Schwentesius R., R. 1994. El limón persa en México: una opción para el trópico. UACH-CIESTAAM-SARH. Chapingo, México.
- González, E. A. L. 2004. Manual elemental de citricultura para productores del Estado de Veracruz
- Guzmán, T. E., 1999. Desfasamiento de floración y cosecha de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) de TDZ (Thidiazuron) y Citrolina en Emiliano Zapata, Veracruz. UACH. Chapingo, México.
- Hernández, H. D. 2004. Fertilización foliar con multi NPK y su relación con la calidad de fruto de Lima 'persa' (*Citrus latifolia* Tanaka). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillos México.
- Instituto de la Potasa y Fósforo (INPOFOS). 2000. Nutrición y fertilización de la naranja. Informaciones Agronómicas No. 40. pp. 5-13.

- Jackson, L. 1991. Citrus growing in Florida. 3^{er} edition. University of Florida Press. Gainesville, Fla. USA.
- Manly, B. F. J. 1986. Multivariate Statistical Methods a Primer. Chapman and Hall. Londo, UK. 159 p.
- McCarty, C.D., S.B. Boswell, R.M. Burns, R.G. platt, K.W. Opitz and L.N. Lewis. 1982. pruning citrus trees. Leaflet 2449 (Reprinted). Div Agric. Sci., University of California.
- Medina, U., V. M., M. M. Robles G., S. Becerra R., J. Orozco R., M. Orozco S., J. G. Garza L., M. E. Ovando C., X. Chávez C. y F. A. Félix C. 2001. El cultivo del limón Mexicano. INIFAP. Libro Técnico Núm. 1. México. Pp. 188.
- Muñoz, R., M; Rendón, M., R; Aguilar, a., J; García, M., J. G; Altamirano, C., J. R. 2004. Redes de Innovación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Ramirez, T. J y S. López Méndez. 2002. Evaluación agronómica de portainjertos tolerantes al virus Tristeza de los cítricos en el Norte de Veracruz. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo Estado de México.

- Reyes, C. L. M. 1988. Método práctico para cálculo de tamaños de muestra en estudio por encuesta. Revista Tikalia, Vol. XVI, No. 2. Pag. 81-90.
- Rodríguez, M., R. Y Juárez J., G. 1988. Estudio fenológico de limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) en Papantla, Veracruz, Resúmenes del XII Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pag. 103.
- SAGARPA-Centro de estadística agropecuaria. Años: 2001, 2002 y 2005. Sistema de Información Agropecuaria de consulta (SIACON).
- Salisbury, B. F., Ross, C. W. 1992. Fisiología vegetal. Ed. Iberoamericana S. A. de C. V. México D. F. Pag. 275-290.
- Salunkhe, K., K. And Kdam, S., S. 1995. Handbook of fruit Science and Technology: production, composition, storage and processing. Edit. MARCELL DEKKER, Inc. New York, USA.
- Sarooshi, R. 1991. Citrus nutrition. First edition. Division of agricultural Services.
- Solórzano, P. R. 1997. Fertilidad de suelos, su manejo en la producción agrícola. Universidad Central de Venezuela. Facultad de agronomía. Macará, Venezuela. 207 p.

- Timmer, L. W. and J. A. Menge. 1988. Phytophthora-induced diseases. In Whiteside, J. O., Garnsey, S. M. and Timmer, L. W. (EDS) Compendium of citrus diseases. The American Phytopathological Society. Pp. 22-24.
- Tucker, D. P. H; A. K. Alva; L. K. Jackson and T. A. Wheaton. 1995. Nutrition of Florida Citrus trees. University Of Florida. Cooperative Extension Service. IFAS. pág. 61.
- Zaragoza, A. S. 2002. La poda de los agrios. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Moncada Valencia, España.
- Zavala, H., R. 2001. Estudio de factibilidad técnico- económico para sustituir el equipo de una empacadora de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*), ubicada en el municipio de Acapulco, Gro. Tesis profesional. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.