

## ***Nota de Investigación***

### **CONDICIONES TECNOLÓGICAS DE HUERTAS DE LIMA PERSA (*CITRUS LATIFOLIA TAN.*) PARA EL MERCADO JAPONÉS EN VERACRUZ, MÉXICO<sup>1</sup>**

*Joél Corrales-García<sup>2</sup>, Juan Guillermo Cruz-Castillo<sup>3</sup>, Epifanía Lozano-López<sup>4</sup> y Franco Famiani<sup>5</sup>*

J. Agric. Univ. P.R. 93(1-2):143-147 (2009)

En México, el principal lugar donde se produce y exporta lima 'Persa' (*Citrus latifolia* Tan.) es Martínez de la Torre en el Estado de Veracruz; los frutos además de enviarse al mercado doméstico se exportan a EE.UU., Francia y Japón (Corrales y Lozano, 2003). Los mercados fuera de México son más exigentes, particularmente en Japón donde los frutos de mayor tamaño son los más apreciados. Más del 90% de la demanda de lima Persa en Japón es cubierta por México, y es en ese país donde mejor se paga este producto. La calidad de frutos de lima Persa solicitada por el mercado japonés consiste en frutos que sobresalen por su tamaño y se clasifican en 32 a 36, 40 a 48, y 52 a 54 frutos por caja de 4.53 kg. Además, la cáscara debe ser gruesa, rugosa y de color verde intenso. Sin embargo, de manera natural, la producción de este tipo de frutos es poco común. En Martínez de la Torre, Veracruz, México, a veces los árboles producen 2% de esta calidad (Curti et al., 2000). Este porcentaje podría incrementarse con un manejo agronómico enfocado a aumentar el tamaño de los frutos. Así, el estudio de factores de precosecha que afectan la calidad en poscosecha de la lima Persa cobra importancia; sin embargo, la información publicada en México y Puerto Rico es escasa. El objetivo del presente estudio fue determinar las condiciones tecnológicas de cultivo de la lima Persa bajo las cuales se produce la mayor proporción en calidad de fruta para exportar al Japón, considerando la opinión y los registros agronómicos de los productores.

El trabajo se llevó a cabo en distintas comunidades del Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, México, en el año 2005. La población de estudio fue constituida por productores que abastecieron de lima Persa a una empacadora que cubrió el 60% de las importaciones de Japón durante catorce meses, de abril 2004 a junio de 2005. Se hizo una lista de todos los productores que abastecieron la exportación al Japón, donde se registraron volúmenes entregados durante ese periodo. Esta información se organizó en una base de datos del programa Microsoft Excel® versión 2003 y se obtuvieron porcentajes promedios de todas las calidades de fruto por cada productor. Para el muestreo de productores se empleó la técnica de selección adrede que, aunque no cumple con los preceptos teóricos de aleatoriedad, se usa para tomar datos específicos de individuos de interés

<sup>1</sup>Manuscrito sometido a la junta editorial el 4 de junio de 2008.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. México. joelcorrales@hotmail.com.

<sup>3</sup>Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco, Veracruz. México. jcrucastillo@yahoo.com.

<sup>4</sup>Egresada de la Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo. México.

<sup>5</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Perugia, Italia. ffamiani@unipg.it.

(Reyes, 1998). Se seleccionaron 18 productores que tuvieron del 2 al 10% de su producción total exportable al Japón con producciones de 23 a 36 ton/ha/año, y la más alta frecuencia de ventas a la empresa exportadora de esta calidad, que fue mayor de seis ocasiones. Las huertas de lima Persa no tuvieron un área mayor de 12 ha, y la edad de los árboles fue de 8 a 15 años. El portainjerto empleado fue naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.), y las huertas no tuvieron riego artificial.

Los aspectos tecnológicos del manejo del cultivo de lima Persa que se indagaron por medio de una encuesta (que consideraron un periodo de enero a diciembre de 2003) fueron: 1) rendimiento de fruto kg/ha; 2) porcentaje de frutos producidos con calidad para el Japón; 3) topografía y textura del suelo; 4) edad de la huerta; 5) número de aplicaciones de fertilizantes al suelo; 6) número de aplicaciones de fertilizantes foliares; 7) número de aplicaciones de plaguicidas; 8) número de aplicaciones de fungicidas; 9) tipo de podas; 10) intensidad de podas; 11) número de podas; 12) espacio entre los árboles considerando calles; e 13) hileras; 14) altura del árbol después de la poda; 15) aplicaciones de riego; 16) aplicación de reguladores de crecimiento durante la floración y crecimiento del fruto; 17) periodo de tiempo entre cosechas en temporada alta; y 18) temporada baja de producción.

Los datos provenientes de la encuesta se analizaron con la técnica de estadística multivariada de componentes principales (CP), cuyo objetivo es identificar  $p$  variables  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , y encontrar combinaciones de máxima correlación, positivas y negativas entre éstas que produzcan índices o CP que sean independientes entre sí. Además, se busca que con esta ausencia de correlación los CP midan diferentes "dimensiones" de los datos (Manly, 1986). Se utilizó el procedimiento Princomp del programa de computadora SAS versión 8e.

Se obtuvieron siete CP con varianzas mayores de 1.0, estos acumularon el 81.79% del total de la variabilidad de los datos analizados (Cuadro 1) y podrían ser considerados para la descripción de los resultados (Manly, 1986). Sin embargo, los CP con una variabilidad menor a 10% no fueron interpretados. Los CP con pequeñas varianzas pueden descartarse de la interpretación (Afifi et al., 2004).

El CP 1 alcanzó una variabilidad acumulada de 19.33% (Cuadro 1); los aspectos de topografía y textura del suelo, porcentaje de frutos producidos para el Japón, y el número de aplicaciones de fungicidas alcanzaron los valores absolutos más altos (Cuadro 2). Así huertas con suelos principalmente planos, arenosos y relativamente cercanos a ríos, tratados al menos con una aplicación de fungicidas por año tuvieron una mayor producción de frutos para exportar al Japón. Por ejemplo, el productor número 5 registró un 4.4% de frutos con calidad para el Japón en una huerta con suelo casi plano y arenoso y una aplicación de fungicidas por año. El productor número 8, registró un 5% de frutos con calidad

CUADRO 1.—Valores de siete componentes principales evaluando técnicas de cultivo empleadas en huertas de lima Persa en Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Componentes Principales	Valores propios	Diferencia	Proporción	Acumulado (%)
1	3.4800	0.5894	0.1933	19.33
2	2.8906	0.4724	0.1606	35.39
3	2.4181	0.3650	0.1343	48.83
4	2.0530	0.3871	0.1141	60.23
5	1.6659	0.4797	0.0926	69.49
6	1.1862	0.1586	0.0659	76.08
7	1.0275	0.1629	0.0571	81.79

CUADRO 2.—*Eigenectores (Varianzas) de cuatro componentes principales (CP) de las condiciones tecnológicas del cultivo de lima Persa durante un año en Martínez de la Torre, Veracruz, México. Se marcaron los valores más altos en negrita.*

Variables	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
1) Rendimiento por hectárea	0.013	0.021	0.116	<b>0.517</b>
2) % frutos para Japón	<b>0.310</b>	-0.066	0.159	<b>0.427</b>
3) Topografía y textura del suelo	<b>0.408</b>	0.083	-0.038	-0.150
4) Edad de la plantación	0.014	-0.209	0.228	-0.314
5) Fertilizaciones al suelo	0.297	0.006	-0.231	<b>0.342</b>
6) Fertilizaciones foliares	0.245	-0.214	-0.233	0.157
7) Aplicaciones de plaguicidas	0.300	-0.337	0.100	-0.104
8) Aplicaciones de fungicidas	<b>0.385</b>	-0.286	-0.064	-0.049
9) Tipo de poda	0.247	0.056	0.008	-0.279
10) Intensidad de poda	0.289	0.084	0.238	-0.300
11) Número de podas	0.281	0.125	0.302	0.024
12) Espacio entre copas de árboles en calles	0.005	<b>0.463</b>	-0.121	0.072
13) Espacio entre copas de árboles en hileras	0.106	<b>0.516</b>	-0.003	-0.046
14) Altura de los árboles después de poda	0.255	0.237	-0.206	-0.018
15) Número de riegos	0.182	0.277	-0.062	-0.032
16) Uso de biorreguladores del crecimiento en la floración y/o crecimiento del fruto	-0.092	0.084	<b>0.514</b>	-0.079
17) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada alta de producción	-0.063	-0.165	<b>0.405</b>	0.225
18) Periodo de tiempo entre cosechas durante la temporada baja de producción	0.041	0.163	<b>0.433</b>	0.192

para el Japón, en una huerta con suelo plano arenoso cercana a un río y una aplicación de fungicidas por año (Cuadro 3). En cambio, el productor número 2 registró en su huerta un 2% de la calidad Japón producidos en un suelo de ladera arenoso y dos aplicaciones de fungicida por año. Estos resultados indican que para las condiciones particulares de los productores encuestados, la topografía y el suelo arenoso serían más importantes que el número de aplicaciones de fungicidas por año. Sin embargo, el control del ataque de hongos como *Mycosphaerella citri* Whiteside, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., y *Elsinoe fawcetti* Betancourt y Jenkins es necesario para elevar la producción y calidad de frutos por árbol (Curti et al., 2000). La fruticultura en laderas generalmente es de baja productividad y puede provocar la erosión del suelo (Fleskens, 2007). Los cítricos producidos en ladera tienden a presentar frutos pequeños que maduran rápidamente y tienen un mayor color amarillo que los frutos de huertas con terrenos planos (Curti, 2002). Suelos arenosos donde existe un adecuado drenaje son preferidos para crecer lima Persa (Morton, 1987). La sequía también disminuye el tamaño de los frutos, y reduce la actividad fotosintética de las hojas y la formación de azúcares en el fruto (Albrigo, 1993). Estos efectos adversos pueden ser compensados con irrigación; sin embargo, el manejo agronómico de la lima Persa en la región estudiada fue sin riego, por lo que la cercanía de los ríos a las huertas favoreció una mayor humedad natural para los árboles. Así, en este tipo de condiciones climáticas, físicas y topográficas se alcanzaron las mayores proporciones de frutos grandes.

En el CP 2 con 16% de la varianza total (Cuadro 1), resaltaron los espacios entre copas de los árboles dentro de las hileras y columnas de la huerta (Cuadro 2). Los pro-

CUADRO 3.—Valores estandarizados de cuatro componentes principales (CP) de las variables medidas para productores de lima Persa de Martínez de la Torre, Veracruz, México. Se marcaron los valores más altos en negrita.

Productor	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
1	-1.359	-0.054	0.908	0.443
2	<b>-1.980</b>	-1.176	0.146	-0.004
3	-0.936	-0.167	<b>1.517</b>	1.194
4	0.499	1.366	-0.101	<b>-1.537</b>
5	<b>1.769</b>	-0.087	0.918	0.148
6	0.869	<b>1.838</b>	0.508	<b>2.838</b>
7	0.132	0.149	-0.614	-1.422
8	<b>1.593</b>	<b>-1.665</b>	1.011	-0.755
9	1.072	0.217	-1.314	0.846
10	0.405	-0.292	-0.859	-0.838
11	-0.587	-0.371	-0.249	-0.370
12	-0.391	0.318	0.029	0.085
13	-0.657	0.110	0.317	-0.103
14	-0.475	-0.302	<b>1.482</b>	0.051
15	0.350	0.619	0.972	-0.059
16	-0.179	<b>1.716</b>	-0.326	-0.534
17	0.653	<b>-1.904</b>	<b>-1.624</b>	-0.382
18	-0.779	-0.313	<b>-1.906</b>	0.570

ductores 6 y 16 (Cuadro 3), mantuvieron espacios promedios entre copas de los árboles de 1.5 en columnas y de 1 m en hileras, a diferencia de los productores 8 y 17, quienes tuvieron huertas con menores distancias entre árboles, de 1.1 m en columnas y 0.9 m entre hileras. Los sistemas de siembra más utilizados fueron en cuadrado y rectángulo con distancias entre árboles de  $6 \times 5$  m y de  $6 \times 6$  m, respectivamente. Así, los productores con números 6 y 8 con espacios contrastantes entre sus árboles alcanzaron frutos de mayor tamaño en los CP 4 y CP 1, respectivamente. Por lo tanto, las distancias entre árboles reportadas por los productores no afectaron en forma importante el desarrollo de frutos para el Japón.

El CP 3, con 13.3% de la variabilidad total, se relacionó con la aplicación de biorreguladores durante la floración e inicio del crecimiento del fruto, y también con los periodos de tiempo entre los que se llevaron a cabo las cosechas en temporadas de alta y baja producción (Cuadro 2). El 50% de los productores seleccionados aplicaron ácido giberélico ( $AG_3$ ) de 20 a 30  $\mu\text{g/ml}$ ; el 89% de éstos lo hicieron durante el desarrollo del fruto, y solo el 11%, durante la floración. Se registraron 14 y 21 días promedio entre cosechas durante las temporadas de alta y baja producción, respectivamente.

La aplicación de  $AG_3$  en limón Persa durante la floración promueve el desfase de la producción (Sánchez et al., 2001), el cuajado del fruto (Serciloto et al., 2003), y durante el crecimiento del fruto retrasa la pérdida de color e incrementa el tamaño de éstos (Morton, 1987). Los productores con números 3 y 14 aplicaron  $AG_3$  más de tres veces al año y cosecharon cada 15 a 20 y 30 días durante las temporadas de alta y baja producción. En contraste, los productores 17 y 18 no aplicaron reguladores del crecimiento y cosecharon cada uno y ocho días. Se deben realizar estudios sobre concentraciones y épocas de aplicación de  $AG_3$  pues productores que no aplicaron este biorregulador alcanzaron suficiente fruta de exportación. La amplitud de los periodos de cosecha aparentemente fue influenciada por la aplicación de  $AG_3$ , lo cual es otro aspecto a evaluar.

En el CP 4, se asociaron principalmente el rendimiento de frutos por hectárea, el porcentaje de frutos producidos con calidad Japón, y el número de aplicaciones de fertilizantes al suelo por año. El productor número 6, con los mayores valores absolutos en el CP 4 (Cuadro 3), obtuvo 36 ton/ha/año con 4% de frutos calidad Japón aplicando cinco veces de 2 a 3 kg/árbol de fertilizantes NPK al suelo al año. Aplicó en marzo 18-12-06, mayo 46-00-00, agosto 46-00-00, septiembre 20-10-20, y en diciembre 20-10-20. En cambio, el productor número 4 tuvo un rendimiento de 11 ton/ha/año con 3.5% de calidad Japón, aplicando solo una vez 20-10-10 en septiembre a un nivel de 2 kg/árbol. Para obtener altos rendimientos de calidad en lima Persa es recomendable reponer los nutrimentos usados en cada ciclo reproductivo (Curti et al., 2000).

La metodología empleada, considerando la opinión y registros agronómicos de los productores, permitió determinar ciertas condiciones tecnológicas de cultivo de lima Persa bajo las cuales se producen de 23 a 36 ton/ha/año y de 2 a 10% de frutos de exportación para el Japón. Las huertas establecidas en terrenos planos arenosos y cerca de ríos y en donde se lleva a cabo un control de ataque de hongos tienen ventaja para producir suficiente fruta y un alto porcentaje de frutos de gran tamaño. También, la aplicación de fertilizantes químicos cinco veces al año influyó positivamente en alcanzar altos rendimientos de fruta grande.

#### LITERATURA CITADA

- Afifi, A., V. A. Clark y S. May, 2004. Computer-aided multivariate análisis. 4th ed. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton. USA. 489 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. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp. 331-335.
- Corrales G, J. y E. L. Lozano, 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.
- Curti D, S. A., X. S. Loreto, Z. U. Díaz, J. A. R. Sandoval y J. H. Hernández, 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. Universidad Autónoma Chapingo y Universidad Veracruzana. México.
- Fleskens, L., 2007. Conservation scenarios for olive farming on sloping land in the Mediterranean. Wageningen University, PhD. Thesis. Holland. 219 p.
- Manly B, F. J., 1986. Multivariate Statistical Methods a Primer. Chapman and Hall. Londres, UK. 159 p.
- Morton, J., 1987. Tahiti Lime. In: Fruits of Warm Climate. Miami, FL., pp. 172-175.
- Reyes, C. L. M., 1988. Método práctico para cálculo de tamaños de muestra en estudio por encuesta. *Rev. Tikalia* (Guatemala) 16(2):81-90.
- Sanches, R. F., I. C. Leite y P. R. de Camargo e Castro, 2001. Effect of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on blooming and production of 'Tahiti' lime (*Citrus latifolia* Tan.). *Rev. Bras. Frutic.* 23(3):504-509.
- Serciloto, Ch. M., P. R. de Camargo e Castro, R. R. Vasconcelos, S. Tavares, C. L. Medina y E. C. Machado, 2003. Bioregulators on fruit set of 'Tahiti' lime. *Laranja* 24(2):383-395.

