

LA INVESTIGACION FISIOTECNICA EN FRUTICULTURA TROPICAL

Raúl Mosqueda Vázquez¹

INTRODUCCION

La gran diversidad climática y edáfica presente en México ha permitido que se cultiven más de 50 especies frutícolas, de las cuales alrededor de 30 son tropicales. Muchas de ellas, sin embargo, ocupan pequeñas superficies y realmente sólo siete especies son las de mayor importancia económica para nuestro país. En orden de importancia estos frutales son: naranja (*Citrus sinensis*), mango (*Mangifera indica*), aguacate (*Persea americana*), plátano (*Musa paradisiaca*), limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle), papaya (*Carica papaya*), y piña (*Ananas comusus*). En conjunto, los siete frutales ocupan una superficie de 687,000 ha y producen 7.6 millones de toneladas de fruta, con un valor cercano a 2.8 billones de pesos para 1988 (Conafrut, 1988).

Estas 30 especies se cultivan en los climas cálidos, secos, subhúmedos y húmedos de México abajo de los 600 msnm y al sur del Trópico de Cáncer, aunque en el caso del aguacate y de la naranja, también se les puede encontrar en climas semicálidos, entre 600 y 1,800 msnm, y a menores alturas al norte del Trópico de Cáncer.

Gran parte de la investigación que en fruticultura tropical se ha realizado en México desde mediados de la década de 1960 puede considerarse dentro de la disci-

plina denominada Fisiotecnia. Dicha investigación se puede agrupar en las siguientes áreas: adaptación de especies y variedades, densidades de población, fenología, control de la época de floración y maduración de fruta para ampliar la temporada de cosecha, control del tamaño de los árboles y relaciones portainjerto-injerto.

La investigación se ha enfocado a buscar respuesta a los problemas limitantes en la producción de los cultivos frutícolas con base en los siguientes objetivos principales: 1) Aumentar el rendimiento por unidad de superficie; 2) Reducir los costos de producción; 3) Mejorar la calidad de fruta y, 4) Producir fuera de la temporada normal.

LOGROS SOBRESALIENTES Y SU IMPACTO

Con objeto de destacar ciertos logros alcanzados con la investigación fisiotécnica en fruticultura tropical se utilizarán algunos ejemplos:

Adaptación de variedades

En el caso del mango, simplemente manejando la interacción genotipo-ambiente con ocho cultivares y tres localidades estratégicas del país, es posible ampliar la temporada de maduración, y producir fruta fresca de alta calidad durante siete meses del año (Cuadro 1).

Algo similar ocurre con cítricos (naranja y mandarina *Citrus nobilis*) donde con el uso de variedades tempranas y tardías, también

¹ Experto Nacional de la Red de Frutales Tropicales del INIFAP. C.E. Cotaxtla. Apdo. Postal 429. C.P. 91700. Veracruz, Ver.

Cuadro 1. Época de maduración de ocho cultivares de mango en tres regiones de México.

Cultivar	Región y ubicación latitudinal aproximada		
	Soconusco, Chis. (15° N)	Centro de Veracruz (19° N)	Culiacán, Sin. (24° 48' N)
Ataulfo o IMC-2	Marzo-Abril	-----	-----
Edward	Mayo	Mayo-Junio	Junio-Julio
Manila	-----	Mayo-Junio	Junio-Julio
Haden	Junio	Junio	Junio-Julio
Tommy Atkins	-----	Junio-Julio	Julio-Agosto
Kent	-----	Julio	Julio-Agosto
Keitt	-----	Julio-Agosto	Agosto-Septiembre
Brooks	-----	Julio-Agosto	Agosto-Septiembre

Fuente: Mosqueda (1983), De los Santos y Mosqueda (1989), Ireta (1988).

en tres diferentes regiones del país, se podrían cubrir las necesidades de fruta fresca de septiembre a junio (Cuadro 2).

Densidades de población

En el cultivo del plátano, la densidad de plantación final es resultado de la densidad inicial que se establece y del sistema de desahije que se adopta para tener un cierto mínimo de unidades productivas por cepa. En el Cuadro 3 se observa que en el Soconusco, Chis., con el clón Enano Gigante bajo unicultivo, al aumentar la densidad de 2,000 a 2,935 plantas/ha se incrementó el rendimiento de fruta en 43%; es decir, de 36.4 a 52.1 ton ha⁻¹ (Mosqueda, 1983). Con el mismo clón pero en Tecmán, Col. y también bajo unicultivo, se ha incrementado el rendimiento de 22 ton ha⁻¹ con 833 pl/ha a 50 ton ha⁻¹ con 2500 pl/ha, lo que representa 127% de aumento (Medina, 1985). En la misma localidad, pero con el clón Enano en asociación con palma

de coco (*Cocos nucifera*), al pasar de 1,333 a 2,500 pl/ha, se aumentó la producción de fruta en 17.7 ton ha⁻¹, lo que representa un incremento de 46% (Mosqueda, 1983).

Control de floración y maduración

En plantaciones con diferentes variedades de mango establecidas en varias regiones del país se han determinado las concentraciones y épocas de aplicación de nitrato de potasio (KNO₃) y de nitrato de amonio (NH₄NO₃), para inducir la floración antes de la fecha normal, lo cual ha permitido anticipar la temporada de cosecha hasta en 60 días (Cuadro 4); esto significa que aunado a la combinación variedad-localidad, esta práctica permite producir mango fresco durante 9 meses del año en México (Mosqueda, 1989).

En piña, con la combinación de factores tales como: tamaño de propágulo, fecha de plantación, régimen de lluvias y fecha de

Cuadro 2. Época de cosecha de cultivares de naranja y mandarina en tres regiones de México.

Especie y cultivar	Región y clima dominante		
	Uxmal, Yuc. (Cálido-subhúmedo)	General Terán, N.L. (Cálido extremoso seco)	Culiacán, Sin. (Cálido seco)
Naranja			
Hamlin	Septiembre-Octubre	Octubre-Enero	Noviembre-Enero
Valencia	- - - - -	Enero-Junio	Enero-Marzo
Campbell	Enero-Marzo	Enero-Junio	- - - - -
Mandarina			
Fairchild	Septiembre-Octubre	Octubre-Enero	Octubre-Diciembre
Dancy	- - - - -	Noviembre-Enero	Diciembre
Murcott	- - - - -	Diciembre-Febrero	Noviembre-Diciembre
Fremont	Abril-Mayo	- - - - -	- - - - -

Fuente: Ramírez (1982).

Cuadro 3. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de dos clones de plátano en dos localidades de México.

Localidad	Sistema de producción	Clón	Densidad de población (pl/ha)	Rendimiento ton ha ⁻¹ año ⁻¹
Soconusco, Chis.	Unicultivo	Enano	2,000	36.4 ¹
		Gigante	2,935	52.1
Tecomán, Col.	Unicultivo	Enano	833	22.0 ²
		Gigante	2,500	50.0
Tecomán, Col.	Asociado con cocotero	Enano	1,333	38.5 ²
			2,500	56.2

¹ Promedio de 2 años; ² Promedio de 3 años.

Fuente: Mosqueda (1983), Medina (1985).

Cuadro 4. Producto, concentración, época de aplicación, cultivares y localidades para inducir floración en mango en México.

Localidad		KNO ₃	NH ₄ NO ₃
Chiapas	Concentración	2%	
	Epoca de aplicación	10 Oct.-10 Nov.	
	Cultivar	Manillilla Ataulfo	
Veracruz	Concentración	2%	0.5-1%
	Epoca de aplicación	15 Oct.-30 Nov.	15 Oct.-30 Nov.
	Cultivar	Manila	Manila
Colima	Concentración	4%	2%
	Epoca de aplicación	1-15 Noviembre	1-15 Noviembre
	Cultivar	Haden, Manila, Diplomático	Haden, Manila, Diplomático

Fuente: Mosqueda y De los Santos (1982), Sandoval (1983), Aguilar *et al.* (1986), Núñez (1988).

inducción floral forzada con productos químicos, es factible ampliar la época de cosecha. Además, es posible adelantar o retrasar la fecha de maduración de la fruta lo cual permite mayor flexibilidad para comercializarla. Con el uso del ácido cloro-fenoxipropiónico, asperjado cuando las últimas flores están secando sus pétalos, se puede retrasar la maduración hasta en 12 días y simultáneamente aumentar el peso del fruto en 30%, con lo cual también se incrementa el rendimiento por hectárea. Cuando se asperja ácido cloro-etil-fosfónico sobre el fruto, poco antes de iniciar la madurez fisiológica, se adelanta una semana la fecha de corte (Uriza *et al.*, 1991).

Control del tamaño de los árboles

En la región aguacatera de Michoacán el INIFAP ha identificado dos variedades de aguacate (Veracruz-5 y Tingambato) que, utilizadas como injertos intermedios, reducen

en 32% la altura de árboles de 10 años de edad del cultivar Hass.

Algo similar se ha realizado en Veracruz con árboles de 7 años de edad de mango Manila; en el CRECIDATH-CP se han identificado los cultivares Irwin y Esmeralda, que como injertos intermedios reducen la altura y diámetro de copa en 40%, con respecto a los árboles testigos (Avila y Mosqueda, 1989).

En ambos casos es claro que al reducir el porte disminuirán los costos de protección fitosanitaria y se mejorará la calidad de la fruta; además, se permitirá aumentar las densidades de plantación con lo cual se espera incrementar los rendimientos.

Actualmente se ensayan otras alternativas en estas especies y en naranjo, como son el empleo de sustancias retardantes del crecimiento y las podas severas periódicas, por lo

cual, en el futuro, quizá se pueda ofrecer una combinación de prácticas.

Relaciones portainjerto-injerto

En este aspecto quizá el logro más importante se tiene en limón mexicano, donde sin reducir el rendimiento, los portainjertos: *Citrus volkameriana*, *C. macrofila* y *C. amblycarpa* presentan resistencia a gomosis (Valdéz, 1984), enfermedad causada por el hongo *Phytophthora parasitica*, asociada a condiciones adversas de suelo como es el mal drenaje (Cuadro 5).

Gran número de estas tecnologías han sido o están en proceso de ser adoptadas por los productores de diversas regiones del país. Es claro, sin embargo, que hacen falta estudios sobre la transferencia de tecnología y su impacto socio-económico. Un caso que ha sido objeto de seguimiento por investigadores de la red de difusión del INIFAP (Ugalde y Cruz, 1988), es el de la inducción floral del mango en Veracruz, donde el proceso de transferencia se inició en 1981 aunque sólo se cuenta con registros de 1986 a 1988. En estos años se establecieron 39

parcelas de validación y demostración de la tecnología tratando 422 árboles. En 1986 se entrevistó a una muestra de 18% de los 452 productores que habían asistido a 11 demostraciones. Los mismos productores fueron entrevistados en 1987 y 1988. En 1987, 31% de ellos habían aplicado la tecnología en sus huertas y 20% tenía interés en hacerlo; para 1988 los porcentajes respectivos fueron 40 y 53%. Los productores que aplicaron la tecnología en 1987 obtuvieron 400% más de ingresos económicos al vender su fruta más temprano que en la época normal, y en 1988 las ganancias fueron 100% mayores. Esta práctica se realiza comercialmente ahora en Chiapas, Campeche, Oaxaca, Michoacán, Colima, Veracruz y Nayarit.

LIMITACIONES

Hasta ahora, con excepción de los trabajos de laboratorio para determinar la calidad de fruta, la mayor parte de la investigación realizada en fruticultura tropical ha sido de campo. Aunque se han hecho valiosas aportaciones tecnológicas, se tienen grandes carencias de infraestructura y equipo de campo, invernadero y laboratorio. Los acervos

Cuadro 5. Efecto del portainjerto sobre el rendimiento (ton ha⁻¹) de limón mexicano en dos texturas de suelo en Tecmán, Col. Promedio de seis años.

Portainjerto	Tipo de textura	
	Arcillosa	Arenosa
<i>C. volkameriana</i>	158 a ¹	105 a
<i>C. macrofila</i>	148 ab	99 a
<i>C. amblycarpa</i>	158 a	62 c
Franco	137 b	78 b

¹ Medias con la misma letra en cada columna no son estadísticamente diferentes ($\alpha=0.05$). Fuente: Valdéz (1984).

de las bibliotecas no se actualizan a nivel regional desde principios de la década de 1980, e incluso, en cuanto a recursos humanos, el INIFAP requiere cuando menos el doble del número actual de investigadores (36 en todo el país) así como de capacitación formal y de cursos cortos o técnicos específicos para los investigadores en fruticultura tropical.

Si esta situación no mejora será imposible consolidar la Red de Frutales Tropicales del INIFAP y evolucionar hacia una investigación que en realidad responda a la exigencia de los fruticultores de aumentar la productividad para ser competitivos con otros países.

CONCLUSIONES

Manejando la interacción genotipo x ambiente se ha logrado ampliar significativamente el período de producción de fruta en mango, naranja y mandarina.

En plátano se logró incrementar la producción, combinando genotipos y densidades de población.

En mango y piña, mediante manejo y uso de sustancias exógenas, se obtuvieron notables ampliaciones en el período de floración.

En aguacate y mango manila, mediante clones usados como portainjertos intermedios, se redujo el porte, y con ello se puede aumentar la densidad de plantación y facilitar el manejo.

El uso de portainjertos selectos aumentó la resistencia a enfermedades en cítricos.

Es necesario aplicar intensas campañas para transferir estas tecnologías.

Se considera importante resolver algunas limitantes en infraestructura, documentación, capacitación y recursos humanos.

LITERATURA CITADA

- Aguilar Z., A. A., R. Mosqueda V. y F. de los Santos R. 1986. Aplicación de nitrato de potasio en mango Manila para adelantar la floración. SARH-INIFAP-CIAGOC-CAE Cotaxtla. Desplegable para Productores No. 1.
- Avila R., C. y R. Mosqueda V. 1989. Efecto de portainjertos y tallos intermedios sobre el crecimiento y producción del mango cv. Manila. Resúmenes III Congreso Nal. SOMECH, A.C. Oaxtepec, Mor., México. p. 36.
- CONAFRUT. 1988. Anuario Estadístico de la Producción Frutícola en México. SARH-Conafrut. México. 202 p.
- De los Santos de la R., F. y R. Mosqueda V. 1989. Comparación de 21 cultivares y 12 selecciones mexicanas de mango *Mangifera indica* L., en la zona central del estado de Veracruz. Revista Chapingo 62-63:63-68.
- Ireta O., A. 1988. Cultivo del mango y aguacate en el Valle de Culiacán. SARH-INIFAP-CIFAP-Sinaloa-C.E. Valle de Culiacán. C PIEAS. Folleto para Productores No. 24. 28 p.
- Medina U., V. M. 1985. Densidades de plantación para plátano (*Musa* spp., Grupo AAA, Subgrupo Cavendish) Cultivar Gigant Cavendish. Resúmenes I Congreso Nal. SOMECH, A.C. Hermosillo, Son. p. 28.
- Mosqueda V., R. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de frutales tropicales y subtropicales. SARH-INIA. México, D. F. Publicación Especial No. 97. 56 p.

- _____. 1989. Sistemas de producción forzada en frutales tropicales, revisión en piña y mango. Memorias del Simp. Producción Forzada en Frutales. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. pp: 20-27.
- _____. y F. de los Santos R. 1982. Aspersiones de nitrato de potasio para adelantar e inducir la floración del mango cv. Manila en México. Proc. of the Tropical Region. 29th Congress Am. Soc. Hort. Sc. Campiñas sp. Brasil. Vol. 25:311-315.
- Núñez E., R. 1988. Nitrato de amonio: nueva alternativa para adelantar la floración y cosecha del mango. SARH-INIFAP-CIFAP-Colima. C.E. Tecomán, Col., México. Desplegable para Productores No. 4.
- Ramírez D., J. M. 1982. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de los cítricos. SARH-INIFAP. México, D.F. Public. Especial No. 87. 40 p.
- Sandoval E., A. 1983. Efecto de diferentes dosis y épocas de aplicación de nitrato de potasio (KNO_3) para inducir la floración en mango tipo "Manililla" (*Mangifera indica* L.) en la Costa de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. 63 p.
- Ugalde A., F. J. y E. Cruz P. 1988. Adaptación de la técnica "Adelanto de la floración de mango Manila" por productores del Estado de Veracruz. I Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. CIFAP-Veracruz. p. 292.
- Uriza A., D. E., J. D. Orona M., R. Zarate M. y A. Rebolledo M. 1991. Manual de producción de piña en los estados de Veracruz y Oaxaca. CIFAP-Veracruz. (En prensa).
- Valdéz V., J. 1984. Portainjertos sobresalientes para el Limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle). Memoria II Simp. sobre la Agroindustria del Limón Mexicano. SARH-INIA-C.E. Tecomán, Col. México, pp. 151-165.