

13. Prospectiva socioeconómica y ambiental de plantaciones y agroindustrias de cítricos en México



LUIS ALBERTO OLVERA VARGAS*
NOÉ AGUILAR RIVERA**

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.296.13>

Resumen

Se considera a los cítricos —grupo de especies del género *Citrus*— como parte de los frutales cultivados en México de mayor importancia; tan sólo en el estado de Veracruz representa una fuente fundamental de ingresos en sus principales zonas productoras, tanto por las ganancias generadas a los productores, como por los empleos que se generan. No obstante, la citricultura enfrenta serios problemas económicos, ambientales y tecnológicos que afectan gravemente su productividad y la sustentabilidad del cultivo en el mediano y largo plazo; sobre todo por el uso indiscriminado de herbicidas como el glifosato; la presencia de plagas y enfermedades; el bajo esquema de mecanización; falta de apoyos económicos y técnicos que faciliten la producción de los cultivos; y por el nulo uso de los residuos de procesamiento. Se pronostican tiempos difíciles para la citricultura en México, particularmente por el cambio en el manejo agronómico, que podría tener repercusiones en el aspecto social, económico, ambiental y en la disminución de exportaciones. Programas y acciones en los ámbitos académicos, la industriales y gubernamentales deberán definirse y enfocarse a mejorar las prácticas agrícolas; además de organizar y promover apoyos al sector, sobre todo en las áreas con mayor producción. El pre-

* Doctor en Ciencias Ambientales. Profesor, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8771-6575>

** Doctor en Ciencias Ambientales. Profesor, Universidad Veracruzana. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7833-6749>

sente trabajo analiza opciones de manejo de plantaciones y de residuos (compostaje de cáscaras) que podrían aplicarse para mejorar la productividad desde un enfoque interdisciplinario para, de este modo, transitar hacia un modelo de desarrollo sostenible.

Palabras clave: *plantaciones, agroindustria, cítricos, México.*

Introducción

El cultivo de los cítricos tiene gran relevancia en México, particularmente, por la superficie que ocupa, la producción, el ingreso que genera y el número de personas que están empleadas en los distintos procesos de producción y comercialización. A nivel mundial, México ocupa el cuarto lugar en producción de cítricos después de China, Brasil e India; para 2021, contribuyó con 4.2 % del total mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, por sus siglas en inglés], 2021). En el interior del país, los cítricos se producen comercialmente en 28 estados (tabla 13.1); aunque hay que señalar que también se usa como planta de ornato cultivada en zonas extensas del país.

En los registros del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el último reporte indica que en 2021 se produjeron 8 millones 240 mil toneladas de cítricos, distribuidos de la siguiente manera: 35.8 % de limón, 2.8 % de mandarina, 55.7 % de naranja y 5.7 % de toronja; esta producción representó un valor aproximado de 34 mil millones de pesos para los estados citricultores. De la producción nacional obtenida, en promedio, se destina 75 % al mercado de consumo en fresco, 15 % a la industria y 10 % para la exportación. En los últimos tres años se ha tenido un aumento en la exportación de cítricos de entre 15 y 35 %, siendo el principal importador Estados Unidos. Sin embargo, la venta se ha extendido e incrementado en países como Alemania, Japón, Reino Unido y Países Bajos (SIAP, 2021). México es el segundo mejor exportador de productos citrícolas, sólo por debajo de España, cuya producción ha generado más de 200 millones de dólares en ganancias para el país (FAO, 2021).

Tabla 13.1. *Distribución de tipo de cítricos por estado*

	<i>Limón</i>	<i>Mandarina</i>	<i>Naranja</i>	<i>Toronja</i>
Aguascalientes	*		*	
Baja California	*	*	*	*
Baja California Sur	*	*	*	*
Campeche	*	*	*	*
Colima	*		*	*
Chiapas	*	*	*	
Durango	*		*	*
Guanajuato	*		*	
Guerrero	*	*	*	*
Hidalgo	*	*	*	
Jalisco	*		*	*
México	*	*	*	
Michoacán	*		*	*
Morelos	*	*	*	*
Nayarit	*	*	*	
Nuevo León	*	*	*	*
Oaxaca	*		*	*
Puebla	*	*	*	*
Querétaro	*		*	
Quintana Roo	*	*	*	
San Luis Potosí	*	*	*	*
Sinaloa	*	*	*	*
Sonora	*	*	*	*
Tabasco	*	*	*	*
Tamaulipas	*	*	*	*
Veracruz	*	*	*	*
Yucatán	*	*	*	*
Zacatecas	*		*	

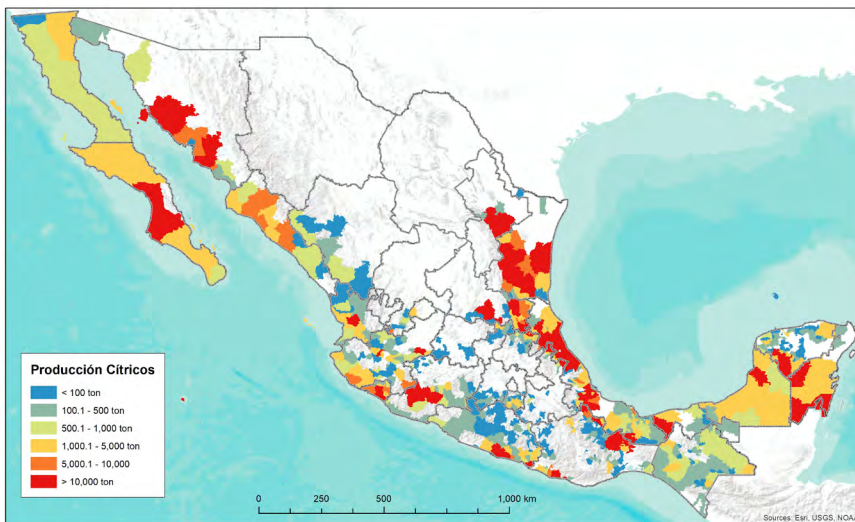
Fuente: Elaboración propia.

Los cítricos se cultivan en 733 de los 2457 municipios que tiene el país. Veracruz es el estado con mayor superficie y producción de cítricos, con 39.1 %, en territorio, y 41.6 %, en producción, del total nacional. Sin embargo, estados como Michoacán reportan una producción importante de limón y toronja; Tamaulipas, de naranja y toronja; San Luis Potosí y Puebla, de mandarina y naranja; Colima y Oaxaca, de limón; y Nuevo León, de naranja (figura 13.1). Dentro del grupo de los cítricos, la naranja es la especie más producida y la de mayor expansión en México, la variedad Valencia es la más representativa, aunque existen espacios con variedades de naranja agria,

criolla, *hamlin*, *marrs* y *pineapple*. En cuanto al limón, la variedad agria (mexicano) y persa son las predominantes, con un pequeño porcentaje de la variedad italiana. Las variedades más representativas de mandarina cultivada en México son la *dancy*, *fremont* y criolla; en menor porcentaje, también están las variedades *murcot* y *Fairchild*. En la toronja, la variedad predominante es la *ruby red*, con pequeños porcentajes de criolla, doble roja, *marsh* y *red blush* (SIAP, 2021).

A nivel nacional, la producción de cítricos se ha mantenido en los últimos diez años con variaciones entre las 6 600 000 y las 8 400 000 toneladas; mientras que la superficie sembrada se ha incrementado 7.9%, equivalente a cerca de 50 000 ha en todo el país. En el caso del valor de la producción, las ganancias aumentaron poco más de 250% en el mismo periodo de 10 años, lo que representa una ganancia superior a 21 000 millones de pesos (SIAP, 2021).

Figura 13.1. Producción de cítricos a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia.

En Veracruz, después del maíz y la caña de azúcar, los cítricos son el grupo de cultivos más importante; puesto que ocupan 16.2% del total de la superficie dedicada a la agricultura del estado y se produce en 115 de los

212 municipios que existen en el estado de Veracruz: la naranja se siembra en 167 000 ha; el limón, en 52 000; la mandarina, en 9 000, y la toronja, en 8 000 h. En conjunto, estos cítricos contribuyen anualmente con 26.8 % del valor total de la producción generado por la agricultura en el estado; esto representa 12 000 millones de pesos para Veracruz (SIAP, 2021). Las regiones más importantes en la producción de cítricos son: la Huasteca Baja, Tototlán y Nautla; donde los municipios de Álamo Temapache, Martínez de la Torre, Papantla, Tihuatlán, Castillo de Teayo y Aztlán son los que mayor superficie sembrada reportan, con más de 10 000 h, y quienes registran una mayor producción, con más de 150 000 toneladas.

Se calcula que el cultivo de los cítricos involucra alrededor de 75 000 productores a nivel nacional y genera empleos indirectamente a más de 250 000 personas. En Veracruz, se calcula que existen más de 30 000 productores de cítricos, de los cuales cerca de 75 % son productores de naranja (Gómez-Cruz et al., 2016). De acuerdo con un estudio de Lara y Cervantes (2014), se calcula que en Veracruz la distribución tipológica de productores es de 8 %, correspondiente a los de subsistencia o autoconsumo, esto es, de traspatio o pequeña porción de tierra ejidal de entre 300 y 600 m²); 34 % son pequeños productores con menos de 1.5 ha; 49 %, productores medianos, de 1.6 a 5.4 ha, y 9 %, grandes productores, con más de 5.5 ha.

Estas diferencias en el tipo de productor implican manejos y ganancias significativas en la producción, comercialización y distribución de los cítricos en el estado. Respecto al género y edad de los productores cítricos de Veracruz, se calcula que 81 % de ellos son hombres y 19 %, mujeres; mientras que, por edades, se estima que 62.3 % son adultos mayores, 37.2 %, adultos, y sólo 0.5 %, jóvenes (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural[Sader], 2018).

Los cítricos se cultivan casi todo el año, desde el municipio de Othón P. Blanco al sur de Quintana Roo, hasta Hermosillo, Sonora, Ensenada y Tijuana en Baja California, y Comondú en Baja California Sur, en el occidente; así como en General Terán y Abasolo, Tamaulipas, al nororiente del país. El limón y la toronja se cosechan, predominantemente, de agosto a enero, mientras que la recolección de naranja y mandarina se realiza de febrero a mayo. Por su parte, en Veracruz, la naranja y mandarina se cosecha de noviembre a abril, la toronja de septiembre a diciembre, con una ventana

en mayo; mientras que el corte de limón se lleva a cabo principalmente de octubre a diciembre.

De acuerdo con datos de la Sader (2017) y el SIAP (2021), 18 % de los cítricos se cultivan bajo condiciones de riego y buena tecnología; 32 % se cultiva en zonas montañosas bajo condiciones de riego y temporal con métodos de labranza sin tecnología; mientras que 50 % de los cítricos se cultiva en áreas planas y mecanizadas, de temporal en su mayoría, cercanas a comunidades, agroindustrias y centros de mercado.

Perspectiva ambiental

Como se mencionó antes, los cítricos se cultivan de forma extensiva en el país, desde la frontera sur en Quintana Roo hasta la frontera norte en Baja California y Tamaulipas, recorriendo, casi de forma continua, las planicies del Pacífico y el Golfo de México. Por tal motivo, los cítricos se cultivan lo mismo al nivel del mar que hasta casi 2 500 msnm. Esto implica que su cultivo ocurre en diversos climas: templados, cálidos, áridos y semidesérticos. Sin embargo, este factor es determinante en el desarrollo y calidad de los cítricos, y aunque las condiciones varían dependiendo de las especies (naranja, limón, toronja), las características climáticas óptimas generales son: climas cálidos y húmedos con altitudes moderadas menores a los 1 000 msnm; suelos permeables que van de francos a arenosos con un nivel de pH de entre 5 y 7; temperaturas de 20 a 28°C, y precipitaciones entre los 1 000 y 2 000 mm (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa], 2017).

Es importante señalar que uno de los principales factores que ha limitado la producción de los cítricos es la temperatura; en especial aquellas inferiores a los 4° C y las superiores a los 30° C; ya que la maduración de la fruta y la floración se alteran o retrasan, provocando la pudrición o pérdida del cítrico (Ruíz et al., 2013). Estos daños dependen de la variedad del cítrico, la edad de las plantaciones, el estado nutrimental de los árboles, la duración del evento climático, etc. Aunque los cítricos tienen una alta capacidad de adaptación a climas diversos, como zonas áridas y semiáridas, sin riego y manejo eficaz, frente a tales condiciones, suele haber una mala calidad del fruto.

Otro factor ambiental determinante en la producción de los cítricos está

asociado con plagas y enfermedades. Los problemas fitosanitarios pueden provocar pérdidas enormes en su producción, ya que disminuyen gradualmente la calidad y el rendimiento, incluso pueden causar la muerte del árbol, y aunque algunas de estas afecciones son más devastadoras que otras, el control y manejo fitosanitario implica recursos humanos y económicos que ocasionan, en última instancia, consecuencias de tipo económico, ambiental y de salud pública. La presencia de algunas plagas y enfermedades en este y otros cultivos puede ocasionar restricciones en la movilidad y comercialización del material propagativo y de la fruta fresca (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [Senasica], 2020).

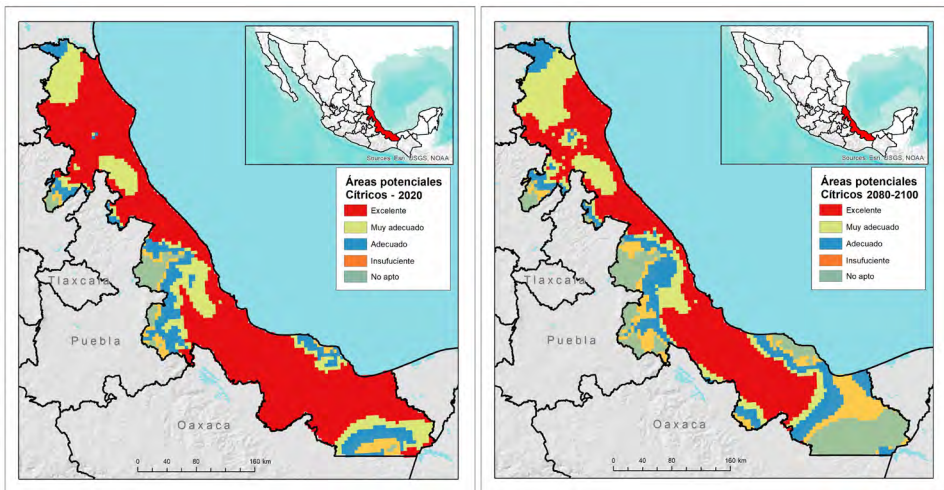
Según la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO, por sus siglas en inglés, 2013), el sistema producto Cítricos es atacado por poco más de 700 plagas o enfermedades, entre las que sobresalen la leprosis, el virus de la tristeza (VTC), la mosca del Mediterráneo, la mosca de la fruta, el psílido asiático y el Huanglongbing (HLB). Este último se ha convertido en el problema más severo de la citricultura actual, ya que se disemina rápidamente, es de difícil control y no tiene cura. Esta bacteria se encuentra en casi todas las áreas cítricas del mundo; en México se detectó por primera vez en el municipio de Tizimín, Yucatán, en el año 2009. Para el 2012 se reportaba en 182 municipios de 16 estados del país, y en la actualidad se encuentra en casi la totalidad de las áreas cítricas; se estima que cerca de 23 % de los huertos comerciales tienen presente la bacteria (Senasica, 2020; Olvera, 2014).

Bajo este contexto, diversos factores ambientales, asociados entre ellos, pueden repercutir en la productividad y rentabilidad de los cítricos. La temperatura, la precipitación y la sequía son fenómenos naturales muy estudiados; de modo que las predicciones hechas para un futuro a mediano y largo plazo son cada vez menos omisas en sus cálculos. El Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 6 (CMIP6, por sus siglas en inglés) (Eyring et al., 2016), presentado como insumo en la plataforma de WorldClim para conocer las condiciones climáticas futuras, puede servir como herramienta para modelar los posibles escenarios que se presenten en las áreas cítricas, ya que los modelos climáticos suponen una variabilidad en las temperaturas y precipitaciones a largo plazo.

Durante esta investigación se usaron como referencia las coordenadas

geográficas de los centroides de las parcelas de cítricos en Veracruz y las capas de estos modelos CMIP6 con una resolución de 2.5 minutos; también se estableció un escenario de las áreas potenciales con cítricos para los años 2081-2100. Con la finalidad de comparar escenarios, se realizó paralelamente un modelo con datos climáticos actuales (2020), usando como referencia espacial las mismas coordenadas geográficas de los centroides de las parcelas de cítricos. El resultado se presenta en la figura 13.2.

Figura 13.2. Áreas potenciales para cítricos en la actualidad 2020 (izq.) y escenario de áreas potenciales para el periodo 2080-2100 (der.)



Fuente: Elaboración propia.

Con base en los escenarios potenciales, usando como referencia principal el cambio climático (temperatura, precipitación y sequía) y los problemas fitosanitarios, es posible observar que las condiciones óptimas de los cítricos disminuirán; lo que supone que las áreas serán menos productivas y tendrán rendimientos más bajos (tabla 13.2). En la actualidad, 65 % de las áreas cítricas se distribuyen en sitios con condiciones óptimas-excelentes; 3 %, en áreas muy adecuadas, y 3 %, en adecuadas; de modo que 99 % de las áreas cítricas están los espacios adecuados. Cabe aclarar que los modelos se generaron con las coordenadas geográficas puntuales donde actualmente hay cítricos, razón por la cual el porcentaje de adecuación es cercano al 100 %.

Si los sitios en donde actualmente se realiza la siembra de cítricos no se

moviera, dentro de 60 años y bajo cambios climáticos graves, las áreas con condiciones óptimas se reducirían en más de 60 000 ha; es decir, las zonas de cultivo estarían catalogadas como insuficientes y no aptas. Estos cambios podrían generar pérdidas económicas para los citricultores, crecería la frontera agrícola como consecuencia de esta pérdida, aumentaría el uso de agroquímicos para elevar los rendimientos, se elevarían los costos de producción, y se dañaría el ambiente por la deforestación y el uso de herbicidas y plaguicidas.

Tabla 13.2. Escenarios de condiciones óptimas de la citricultura en Veracruz

Áreas potenciales	Condiciones óptimas 2020		Condiciones óptimas 2080-2100	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Excelente	391 958	65	295 476	49
Muy adecuado	186 934	31	186 934	31
Adecuado	18 090	3	54 271	9
Insuficiente	5 427	0.9	30 151	5
No apto	603	0	36 181	6

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que los escenarios ambientales mundiales no son favorables, estimaciones económicas indican que en el año 2024 la producción será de 10 400 000 toneladas; mientras que para el 2030, llegarían a los 12 200 000 toneladas. Esto tendrá un impacto favorable en las exportaciones, que pasarían de los 3 200 000 toneladas en el año 2024, hasta los 5 160 000 toneladas, con un beneficio económico de más de 2 160 000 dólares (Sader, 2017).

Manejo de residuos como alternativa sustentable

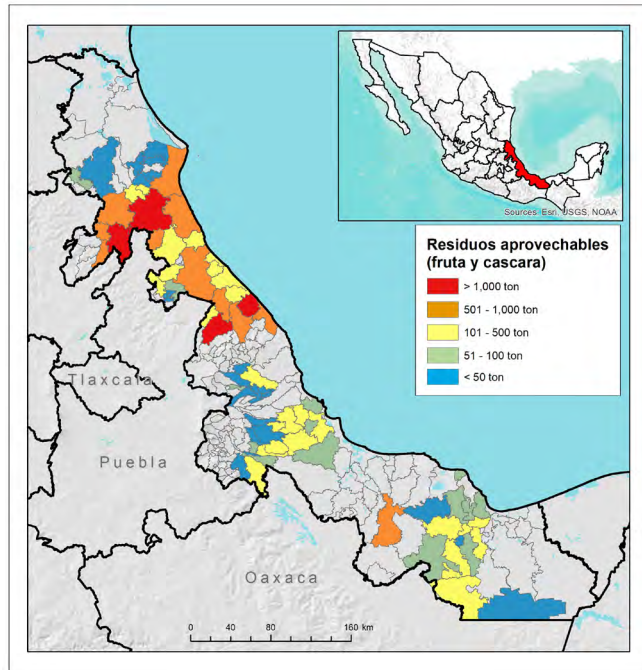
Los residuos frutícolas como ramas, pulpa, cáscara, hojas, semillas, etc., pueden ser utilizados como sustratos renovables, ya que están compuestos por carbohidratos simples como la celulosa, la lignina, la hemicelulosa y demás compuestos que pueden ser de interés para la industria alimentaria, farmacéutica y biotecnológica. Rivera y Blanco (2013) reportan que existen

más de 3 000 patentes registradas para el aprovechamiento de compuestos y residuos de cítricos (naranja, limón, mandarina y toronja). Los principales usos se dan en el área médica, dental o de aseo personal, productos farmacéuticos o químicos para la asepsia, compuestos químicos para preparaciones medicinales (actividad terapéutica), alimentos o bebidas no alcohólicas con cualidades nutricionales, para la conservación de alimentos en general, para la conservación de cuerpos humanos o animales, para la eliminación o prevención de organismos no deseados (repelentes o reguladores del crecimiento), sustancias que repelen animales (biocidas), invenciones para uso cosmético o similares, así como para la fabricación del tabaco o productos para mascar.

El manejo de los cítricos involucra cuatro etapas: (a) una vez cosechados, (b) los frutos son transportados a la planta procesadora, donde se remueven los residuos para, posteriormente, ser lavados; (c) enseguida, exprimido y centrifugado el fruto, el jugo extraído es calentado para activar las enzimas pectinasas, y es transferido a los concentradores, donde se adiciona ácido cítrico, enzimas y vitamina C, con el fin de obtener la mejor calidad; (d) por último, el jugo es envasado en recipientes esterilizados y empacado para el consumo doméstico o su exportación (Taghizadeh-Alisarai et al., 2017).

El uso de residuos de cítricos puede traer ventajas socioeconómicas y ambientales como la reducción de *commodities* alimenticios; detención del crecimiento de la frontera agrícola para la instalación de plantaciones cítricas, deterioro del suelo y contaminación del agua; generación de insumos para biorrefinerías; así como la creación de tecnologías simples o convencionales para la producción de alimento destinado al ganado, fertilizantes orgánicos, biogás y combustibles ecológicos. De hecho, la agroindustria cítrica produce una cantidad importante de residuos en la elaboración de jugos, en donde la cáscara representa casi 50 % de masa húmeda de la fruta; así, procesar y aprovechar este material orgánico representa ganancias económicas para la industria y los productores. Cabe señalar que existe una pérdida considerable de fruta que no se cosecha; de acuerdo con estimaciones del SIAP (2021), en Veracruz más de 23 000 toneladas de estas frutas no se cosechan (figura 13.3), materia prima que podría ser aprovechada para el manejo de residuos.

Figura 13.3. Cantidad de residuos cítricos generados por la no cosecha



Fuente: Elaboración propia.

El procesamiento de la naranja genera un volumen importante de subproductos que requieren ser tratados apropiadamente, si bien un porcentaje de estos es empleado como materia prima para otros procesos básicos y complejos, reportados por Mohsin et al. (2022), Costa et al. (2022), Teigiserova et al. (2022) y Torre et al. (2019), es necesario contar con alternativas para evitar la generación de fuentes de contaminación ambiental y cumplir con las normas oficiales (NOM-061-Semarnat-2011, NOM-083-Semarnat-2003 y NOM-092-Semarnat-2002) para su correcta disposición, de manera que se generen nuevas cadenas de valor de ese subproducto a nivel regional.

Así, en los principales municipios productores como Álamo Temapache y Martínez de la Torre, en el estado de Veracruz, se encuentran instaladas empacadoras y procesadoras de jugo simple; procesadoras de jugo concentrado, de aceite esencial y de cáscara deshidratada. Sin embargo, el tratamiento de los subproductos es incipiente, puesto que las empresas jugueras

que no deshidratan la cáscara de naranja, esto es, el subproducto del proceso, conservan un componente que requiere de tratamiento o manejo especial para eliminarlo de las instalaciones.

Tradicionalmente, los residuos o subproductos de cítricos procesados son incinerados o depositados en vertederos; sin embargo, es insuficiente y problemático en términos del impacto ambiental, el costo energético para la eliminación del contenido de humedad (si son sometidos a incineración), y el costo económico que implica su transporte hacia los vertederos. Sólo una parte de los residuos son empleados como complemento para alimentación animal, y su bajo contenido proteínico, a pesar de su materia orgánica, representa una desventaja para tales fines.

La valorización de los residuos de cítricos procesados tiene un gran potencial para la transición a la bioeconomía; aunque el impacto negativo que tiene el procesamiento de los cítricos en el ambiente hace que los esquemas de valorización de los residuos o subproductos sean más importantes; recaen en la necesidad de mitigar el impacto ambiental negativo introduciendo esquemas de valorización verde que permitan integrar una plataforma de biorrefinería, usando tecnología bioquímica como la fermentación y la digestión anaeróbica, que han sido evaluadas como rentables en el aspecto económico y ambiental. En la mayoría de los casos, las tecnologías verdes están acopladas a un tratamiento hidrotérmico asociado a un uso mínimo o nulo de productos químicos (Satari et al., 2018).

El bagazo, cáscara u *orange peel waste* (OPW), es el principal subproducto del procesamiento de la naranja; la composición de este residuo varía en relación con la región del cual provenga y del proceso de manufactura al que es sometido; no obstante, normalmente representa 50 % del peso total de la fruta, que está conformada por cáscara, membranas y cantidades variables de semillas y jugos. Por otro lado, además de una escasa proporción de fruta entera de descarte por su alto contenido de agua o por ser un potencial contaminante del ambiente, la naranja genera un problema a nivel de plantas industriales (Mariana et al., 2021).

La composición del bagazo es básicamente carbohidratos solubles (azúcares simples) y estructurales (hemicelulosas, celulosas y pectinas) fácilmente fermentables en el rumen de animales rumiantes; al mismo tiempo, el material posee una baja concentración proteica. Se considera un residuo

de alto valor energético con algunas limitaciones para su aprovechamiento en fresco, debido al elevado contenido de agua y a la variable aceptabilidad (en el caso de la alimentación bovina). La composición básica este subproducto de la naranja se muestra en la tabla 13.3.

Tabla 13.3. *Análisis bromatológico efectuado a cáscaras de naranja de la región centro de Veracruz (AOAC, 1997)*

<i>Parámetro</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor</i>
Humedad	%	75.39
Cenizas	%	4.67
Grasas base seca (BS)	%	1.99
Grasas base húmeda (BH)	%	1.5
Fibra base seca (BS)	%	9.19
Fibra base húmeda (BH)	%	6.93
Proteína base seca (BS)	%	6.56
Proteína base húmeda (BH)	%	4.94
Extracto etéreo (ELN)	%	2.2

Fuente: Elaboración propia.

Como subproducto regional es ampliamente abundante y de escasa utilización. En su trabajo, Debernardi-Vázquez et al. (2020, 2017) plantean su valorización a través del compostaje convencional de este y otros subproducto como los procedentes de la agroindustria azucarera, tales como el tlazole y el bagazo de caña, la cachaza y las cenizas obtenidas del proceso, mezclados con el subproducto de naranja; sin embargo, pueden emplearse otros, como la pulpa y la cascarilla del café, la cebada, el arroz, las coronas de piña, etc. Esta tecnología fue replicada en la región centro de Veracruz con subproductos regionales para la producción de cítrico-composta (tablas 13.4 y 13.5).

Tabla 13.4. *Fraccionamiento de humus de la cítrico-composta. Composición de nutrientes y micronutrientes con base en las normas NMX-AA-025-1984 y Nom-021-Semarnat-2000*

<i>C.Total %</i>	<i>C.Total % (H+F)</i>	<i>C.Total % (H)</i>	<i>C.Total % (F)</i>	<i>Índice Humificación %</i>
44.414	0.808	0.462	0.346	57.18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.5. *Características químicas de la cítrico-composta. Composición de nutrientes y micronutrientes con base en las normas NMX-AA-025-1984 y Nom-021-Semarnat-2000*

<i>Variable</i>	<i>Valor</i>
Humedad (%)	64.31
pH	8.03
Conductividad eléctrica (Sd m ⁻¹)	3.7
Cenizas (%)	24.8
Materia orgánica (%)	75.2
Carbono Total (%)	43.6
Nitrógeno total (%)	1.7
Relación carbono / nitrógeno	25.5
CaO total (%)	5.4
MgO total (%)	0.58
Na ₂ O total (%)	0.067
K ₂ O total (%)	1.4
P ₂ O ₅ total (%)	1.2
Hierro total (%)	0.22
Cobre total (%)	0.0021
Zinc total (%)	0.0109
Manganeso total (%)	0.0387

Fuente: Elaboración propia.

La incorporación de cáscara de naranja y subproductos provenientes de la agroindustria de la caña de azúcar favorece el proceso de composteo integral. Si se consideran la situación ambiental actual y las condiciones tecnológicas, sociales y económicas de los productores de cítricos en las plantas procesadoras, el composteo es una opción viable para valorizar los subproductos que se obtienen de esta agroindustria. El producto final que se consigue cuenta con las características idóneas para ser empleado para mejorar el suelo en los campos de cultivo o para ser comercializado como sustituto de abonos de otras regiones.

Conclusiones

Ante un panorama mundial apremiante en cuanto a escasez de materias primas, energía, agua y su relación con fenómenos derivados de la falta de

sustentabilidad, el efecto invernadero y los problemas socio ecológicos, así como el aprovechamiento óptimo de los recursos con diversos tipos de tecnologías (básicas, convencionales o de frontera), el manejo de residuos orgánicos es de suma importancia para el desarrollo del sector agropecuario. En este trabajo se planteó el estado actual de la citricultura mediante herramientas de análisis espacial que permitieron mostrar una visión global en el tránsito hacia un manejo sostenible de la citricultura, así como el aprovechamiento mediante el compostaje de los subproductos que existen en gran cantidad en las fábricas de jugo de frutas, en el mercado de consumo en fresco, e incluso en las labores del cultivo de los cítricos, y que tienen potencial aprovechable para diversos usos.

Referencias

- Association of Official Analytical Chemist (1997). *Official Methods of Analysis*. AOAC.
- Costa, J. S. da, Maranduba, H. L., Sousa Castro, S. de, Almeida Neto, J. A. de, y Rodrigues, L. B. (2022). Environmental performance of orange citrus waste as raw material for pectin and essential oil production. *Food and Bioproducts Processing*, 135, 165-177.
- Debernardi-Vázquez, T. D. J., Aguilar-Rivera, N., y Núñez-Pastrana, R. (2020). Composting of by products from the orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) and sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids) agroindustries. *Ingeniería e Investigación*, 40(3), 81-88.
- Debernardi-Vázquez, T. D. J., Cisneros, R. M. C., Guzmán, A. B. P., Martínez, F. R., Rivera, N. A., y González, J. M. (2017). Management of Orange (*Citrus sinensis*) wastes from agroindustrial activities using sustainable biodrying and composting processes. En *Agricultural Research Updates* (pp. 97-123). Nova Science Publishers.
- Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., y Taylor, K. E. (2016). Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development*, 9(5), 1937-1958.
- Gómez Cruz, M. A., Gómez Tovar, L., Gómez Ochoa, B. G., y Hernández Carlos, A. (2016). Producción de naranja orgánica y agroecológica: difusión de la Tecnología a pequeños productores organizados en Veracruz, México. En P. Abreu y V. da Fontoura (Coord.), *Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis*. Ponta Grossa.
- Lara y Bretón, E., y Cervantes Limón, D. (2014). Vulnerabilidad a plagas debido a factores agroalimentarios y socioeconómicos en tipos de citricultores en México. En G. Galindo-Mendoza y C. Contreras Servín (Coord.), *Huanglongbing y Psílido Asiático*

- de los Cítricos: un acercamiento metodológico multidisciplinario*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Mariana, O. S., Alzate, C., y Ariel, C. (2021). Comparative environmental life cycle assessment of orange peel waste in present productive chains. *Journal of Cleaner Production*, 322.
- Mohsin, A., Hussain, M. H., Zaman, W. Q., Mohsin, M. Z., Zhang, J., Liu, Z., & Guo, M. (2022). Advances in sustainable approaches utilizing orange peel waste to produce highly value-added bioproducts. *Critical Reviews in Biotechnology*, 42(8), 1284-1303.
- Olvera, L. (2014). Análisis Geográfico de la propagación y dispersión del Huanglongbing y el Psílido asiático de los cítricos en México y el mundo. En G. Galindo-Mendoza y C. Contreras Servín (Coord.), *Huanglongbing y Psílido Asiático de los Cítricos: un acercamiento metodológico multidisciplinario*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (s. f.). *Datos sobre alimentación y agricultura*. FAOSTAT.
- Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (2013). *Normas Regionales sobre Medidas Fitosanitarias (NRMF)*. NAPPO.
- Rivera, J., y Blanco, J. (2013). *Cítricos, Rutas tecnológicas 2014-2018*. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco.
- Ruiz C., J. A., Medina G., I. J., González A., H. E., Flores L.G., Ramírez O. C., Ortiz T., K. F., Byerly M., y Martínez P., R. A. (2013). *Requerimientos agroecológicos de cultivos*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias / Campo Experimental Centro Altos de Jalisco.
- Satari, B., y Karimi K. (2018). *Citrus processing wastes: Environmental impacts, recent advances, and future perspectives in total valorization*. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 153-167.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2018). *Unidades Económicas Rurales Agrícolas*. SADER. www.agricultura.gob.mx/proagro/listado-de-beneficiarios
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2017). *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Potencial Cítricos*. SADER. www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/planeacion-agricola-nacional-2017-2030-126813
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2017). *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Cítricos*. Sagarpa. www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/planeacion-agricola-nacional-2017-2030-126813
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (2020). *Plagas Reglamentadas de los cítricos*. Senasica. www.gob.mx/senasica/documentos/plagas-reglamentadas-de-los-citricos-110863
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2021). *Producción Anual Agrícola - Producción agrícola*. SIAP. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Taghizadeh-Alisaraei, A., Hosseini, S.H., Ghobadian, B., y Motevali, A. (2017). Biofuel production from citrus wastes: a feasibility study in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 1100-1112.
- Teigiserova, D. A., Hamelin, L., Tiruta-Barna, L., Ahmadi, A., y Thomsen, M. (2022). Circu-

lar bioeconomy: Life cycle assessment of scaled-up cascading production from orange peel waste under current and future electricity mixes. *Science of the Total Environment*, 812.

Torre, I. de la, Martín-Domínguez, V., Acedos, M. G., Esteban, J., Santos, V. E., y Ladero, M. (2019). Utilisation/upgrading of orange peel waste from a biological biorefinery perspective. *Applied microbiology and biotechnology*, 103, 5975-5991.