



ROSELLE (*Hibiscus sabdariffa* L.) PRODUCTION IN MEXICO: CHALLENGES AND STRATEGIC PROSPECTS †

[PRODUCCIÓN DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) EN MÉXICO: RETOS Y PROSPECTIVA ESTRATÉGICA]

Nancy Harlet Esquivel-Marín¹, Leticia Myriam Sagarnaga-Villegas^{1*},
Octavio Tadeo Barrera-Perales¹, Juan Antonio Leos-Rodríguez¹
and José María Salas-González²

¹ Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230, México.*
Email: msagarnaga@ciestaam.edu.mx

² Departamento de Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230, México.

* Corresponding author

SUMMARY

Background. Mexico has favorable agroclimatic conditions for the development of roselle, a crop with high world demand; however, it has low yields and domestic consumption relies more than 50% on imports. **Objective.** To describe the national production scenario and identifying the main challenges, as well as the strategic factors to increase potential of this crop in Mexico. **Methodology.** The research was conducted in three phases, using a descriptive, correlational and explanatory approach. Qualitative and quantitative information was collected through documentary review, in-depth interviews and panel of experts. The methods of analysis were descriptive statistics, correlational statistics and structural analysis MICMAC (Matrice d' Impacts Croisés Multiplication Appliqués à un Classement). **Results.** It was found that, in 2021, the per capita consumption was 137.58 g. During the period 2009-2019, the national production of roselle showed an increase of 56.2%, which is attributed to intensive growth. The high demand for labor in the harvest, the low prices of imported roselle, and the lack of government and scientific attention, impossibility of development of this crop. **Implications.** This study helps to understand the productive dynamics of roselle cultivation in Mexico as well as provides information and strategies to enhance its development. **Conclusion.** The key factors for the evolution of roselle production in the long term are differentiated public policies, competitiveness (substitutes, quality, prices) and social organization.

Key words: tropical crops; underutilized crop; multipurpose plant.

RESUMEN

Antecedentes. México cuenta con condiciones agroclimáticas favorables para el desarrollo de jamaica, cultivo con alta demanda mundial; sin embargo, exhibe bajos rendimientos y más de 50% del consumo interno es abastecido con importaciones. **Objetivo.** Describir el panorama nacional de producción e identificar los principales retos, así como los factores estratégicos para potencializar este cultivo en México. **Metodología.** La investigación se realizó en tres fases a través de un enfoque descriptivo, correlacional y explicativo. Mediante revisión documental, entrevistas en profundidad y panel de expertos, se acopió información cualitativa y cuantitativa. Los métodos de análisis fueron estadística descriptiva, estadística correlacional y análisis estructural MICMAC (Matrice d' Impacts Croisés Multiplication Appliqués à un Classement). **Resultados.** Se encontró que, en 2021 el consumo per cápita fue de 137.58 g. Durante el periodo 2009-2019, la producción nacional de jamaica mostró un incremento de 56.2%, atribuido a un crecimiento de tipo intensivo. La elevada demanda de mano de obra en la cosecha, los precios bajos de la jamaica de importación, así como la poca atención gubernamental y científica imposibilitan el desarrollo de este cultivo. **Implicaciones.** Este estudio ayuda a entender la dinámica productiva del cultivo de jamaica en México, así como también brinda información y estrategias para potencializar su desarrollo. **Conclusión.** Los factores clave para la

† Submitted August 23, 2023 – Accepted April 18, 2024. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5124>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = Nancy Harlet Esquivel-Marín: <http://orcid.org/0000-0001-5500-5421>; Leticia Myriam Sagarnaga-Villegas: <http://orcid.org/0000-0001-6425-7209>; Octavio Tadeo Barrera-Perales: <http://orcid.org/0000-0001-7880-041X>; Juan Antonio Leos-Rodríguez: <http://orcid.org/0000-0002-5009-9251>; José María Salas-González: <http://orcid.org/0000-0001-5660-3335>

evolución de la producción de jamaica en el largo plazo, son: políticas públicas diferenciadas, competitividad (sustitutos, calidad, precios) y la organización social.

Palabras clave: cultivos tropicales; cultivo subutilizado; planta multipropósito.

INTRODUCCIÓN

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es un arbusto que pertenece a la familia Malvaceae, se cultiva ampliamente en zonas tropicales y subtropicales (Mahadevan y Kamboj, 2007). Es una planta de uso múltiple, se aprovechan sus tallos, hojas, frutos y semillas. El 95% del consumo de jamaica es en forma deshidratada. Los principales países productores son: China, India y Sudán. México no destaca en el comercio internacional, pero es el séptimo productor mundial, y el estado de Guerrero es el mayor productor nacional (Galicia-Flores *et al.*, 2008; Ortega-Acosta *et al.*, 2020).

La demanda nacional no se satisface con los volúmenes de producción actual, en 2021 se cosecharon 8,617.29 t, y fue necesario importar el 52% de China, Sudán, Nigeria y Senegal (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2023). México dispone de condiciones agroclimáticas favorables para producir jamaica con la calidad requerida en los mercados internacionales (Toral-Flores *et al.*, 2005). La jamaica que se produce en México tiene una mayor concentración de antioxidantes, respecto a la importada de Sudán y China (Galicia-Flores *et al.*, 2008). Sin embargo, por la forma de cultivo tradicional y escaso desarrollo tecnológico en México, los rendimientos son bajos, con respecto a los observados en los principales países productores (Sánchez-Prado *et al.*, 2019).

Las especies subutilizadas o también conocidas como especies “huérfanas”, son cultivos no básicos que han sido descuidados por la agricultura convencional debido a una variedad de razones agronómicas, genéticas, económicas, sociales y culturales. Estas

especies carecen de alicientes gubernamentales y son relegadas por la comunidad científica, originando que la investigación sobre aspectos de su producción y uso sea limitada (Knez *et al.*, 2023). Además, a diferencia de los cultivos básicos donde existe una articulación del conocimiento científico con la política pública, en relación con los cultivos subutilizados son escasos los cuerpos de trabajo articulados. No obstante, estos cultivos se adaptan a las necesidades de los agricultores ubicados en zonas agrícolas marginales, son componentes clave en la agrobiodiversidad y del desarrollo agrícola sostenible (Mabhaudhi *et al.*, 2016; Adebo, 2023).

La jamaica se encuentra entre estos cultivos, y circunstancialmente su frontera de conocimiento es limitada, ya que ha sido objeto de estudio poco investigado, y de acuerdo con Adebo (2023) la explotación y utilización de los cultivos depende en su mayoría de los conocimientos existentes. Por lo que el objetivo de esta investigación fue describir el panorama nacional de producción, identificar los principales retos a los que se enfrenta la producción de jamaica, así como los factores estratégicos que ayuden a potencializar el desarrollo de este cultivo en México.

METODOLOGÍA

La investigación se llevó cabo en tres fases (Figura 1) con un orden jerárquico de menor a mayor profundidad de análisis con base a lo establecido por Bloom (1977) y Hernadéz-Sampieri *et al.* (2014): Fase 1: determinar el contexto de oferta y demanda del cultivo. Fase 2: analizar la dinámica productiva y fase 3: inferir y exponer mediante una reflexión colectiva las variables estratégicas de producción de jamaica en las principales zonas productoras de México.

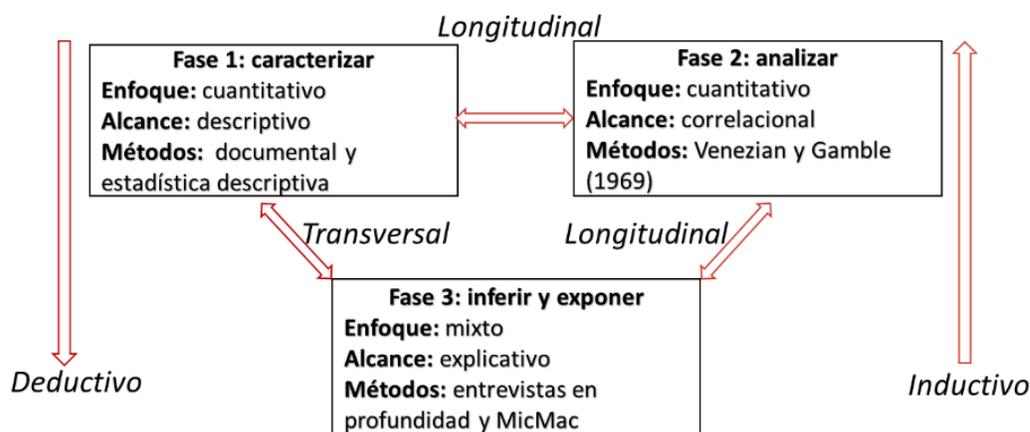


Figura 1. Fases metodológicas de la investigación. Fuente: elaboración propia.

Fase 1

En esta fase, el enfoque fue cuantitativo y el alcance descriptivo; ya que, se recogió información sobre el contexto de oferta y demanda del cultivo de jamaica en México. Se realizó una revisión documental y se recurrió a diversas fuentes oficiales de datos, para sustentar y discutir lo encontrado. Los datos de superficie sembrada, producción, rendimientos y precio por tonelada se obtuvieron del SIAP, periodo 1980-2021. El consolidado de precios por kg de los distintos mercados a nivel nacional se obtuvo de la página oficial del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), considerando únicamente los puntos de cotización que cuentan con información completa para el periodo 2009-2019. Estos puntos de cotización fueron: centro de distribución de Colima, mercado de abasto de Morelia, mercado de abasto “Francisco I. Madero” de Hermosillo, módulo de abasto de Oaxaca, módulo de abasto Cancún, central de abasto “Francisco Villa” de Durango, mercado de abasto de Guadalajara y mercado de abasto “Adolfo López Mateos” de Tepic.

Las cifras sobre importaciones y exportaciones se recabaron del Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Se utilizó la fracción arancelaria 1211.90.07 para recabar datos del 2015 al 2018, esta fracción se suprimió el 28 de diciembre de 2020. Los datos de 2021 se recabaron mediante la fracción 211.90.99.03. La información sobre producción orgánica certificada de jamaica se obtuvo del Tablero de Control de las Operaciones Orgánicas del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Esta información se analizó mediante estadística descriptiva e indicadores numéricos, entre ellos la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA). El consumo nacional aparente se estimó mediante la suma de la producción nacional más importaciones, menos exportaciones, no se conservan inventarios de este producto, por lo que no se consideraron. El consumo per cápita se estimó dividiendo el consumo nacional aparente entre el número de habitantes.

Con ayuda del software DIVA-GIS versión 7.5 (Hijmans *et al.*, 2012) se ubicaron los puntos geográficos donde actualmente se produce jamaica en México. La visualización de la distribución del cultivo se llevó a cabo con mapas temáticos de límites administrativos y altitudes.

Fase 2

En la segunda etapa mediante un enfoque cuantitativo se analizó la dinámica productiva de las principales zonas productoras de jamaica en México. Con un alcance de tipo correlacional, se explicó si los factores que inciden en el incremento total de la producción son

la superficie, el rendimiento o la interacción de ambas variables. Se obtuvo información del SIAP para el periodo 2009-2019. Se consideró este periodo ya que, a partir del 2009, Puebla y Michoacán se posicionaron como productores. Los datos analizados fueron superficie cosechada, rendimiento y volumen de producción nacional de los principales estados y municipios productores. Se utilizó la ecuación de Venezian y Gamble (1969).

$$P_t = Y_0(A_t - A_0) + A_0(Y_t - Y_0) + (A_t - A_0)(Y_t - Y_0) \dots \dots (1)$$

En la cual:

P_t = Incremento total de la producción 2009-2019;

$Y_0(A_t - A_0)$ = Cuantifica la contribución de la superficie;

$A_0(Y_t - Y_0)$ = Cuantifica la contribución del rendimiento;

$(A_t - A_0)(Y_t - Y_0)$ = Cuantifica el efecto combinado de superficie y rendimiento;

A_0 = Superficie promedio cosechada considerando tres años al inicio del periodo analizado;

A_t = Superficie promedio cosechada considerando tres años al final periodo analizado;

Y_0 = Rendimiento promedio considerando tres años al inicio del periodo;

Y_t = Rendimiento promedio considerando tres años al final del periodo analizado.

Considerando que el crecimiento es extensivo cuando el incremento de la producción de un cultivo se basa principalmente en un aumento de la superficie, y el crecimiento es intensivo cuando la mayor parte de la producción es resultado del incremento en el rendimiento, el cual tiene que ver con un mayor desarrollo tecnológico (Torres-Ávila y Aguilar-Ávila, 2019).

Fase 3

En esta fase se utilizaron datos mixtos con el objetivo de entender el contexto nacional de la producción de jamaica en México. Mediante un muestreo dirigido a actores clave de las principales zonas productoras de jamaica, se realizaron ocho entrevistas en profundidad a investigadores, comercializadores y productores. Con el propósito de inferir y exponer mediante una reflexión colectiva las variables estratégicas de la producción de jamaica en México, se realizó un panel con los expertos que colaboraron en las entrevistas. Se siguió la metodología de la prospectiva estratégica propuesta por Godet y Durance (2007) y adaptada por Villegas-Vilchis *et al.* (2020) en la que se utiliza el Software de MICMAC con la finalidad de determinar las principales variables influyentes y dependientes de un sistema de producción. Este análisis se llevó a cabo en tres etapas, etapa 1: identificación de variables por el grupo de expertos atendiendo a la pregunta siguiente: ¿cuáles son los factores políticos, económicos, tecnológicos, sociales y ambientales que

condicionan la evolución de la producción de jamaica? (Tabla 1), etapa 2: descripción de las relaciones existentes entre las variables con base en la pregunta ¿existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j? las posibles relaciones pueden ser, nula (0), débil (1), media (2) y fuerte (3). Y, por último, la identificación de influencia y de dependencia de cada variable mediante el software MICMAC.

En la interpretación del análisis estructural confluyen dos conceptos: motricidad y dependencia. La motricidad es el impacto que una variable ejerce sobre las demás. La dependencia se define como la subordinación de una variable con respecto a las restantes. Las variables estratégicas o clave son finalmente las que contengan las calificaciones más altas de motricidad y de dependencia (Godet y Durance, 2007). Los resultados en términos de influencia y dependencia de cada variable se representan sobre un plano donde el de abscisas corresponda a la dependencia y el de ordenadas a la motricidad (Figura 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Oferta y demanda nacional

En el periodo 1980-2021, la producción de jamaica mostró una tendencia creciente (TMCA de 5.59%), pasando de 925 a 8,617 toneladas; pero, en 1997 se observó un detrimento sustancial en la producción,

debido a que en la región de Costa Chica en Guerrero, que es la principal zona productora, el cultivo resultó afectado por el huracán Paulina (Matías-Ramírez, 1998). En ese año se cosecharon 1,650 t, sin embargo, al año siguiente la producción se recuperó (Figura 3), llegando a su ápice en 2019 (8,559 t). La superficie cosechada pasó de 7,577 a 20,435 hectáreas (TMCA de 2.44%). Esta tendencia positiva de aumento en la superficie, se observa en otros países líderes en la producción mundial como son: China, Tailandia, Senegal y Sudán, este último entre 1970 a 2012, pasó de 20,160 a 121,800 hectáreas (Cisse *et al.*, 2009; Mohamed *et al.*, 2012; Sukkhaeng *et al.*, 2018).

En México la producción ha aumentado, pero para abastecer la demanda nacional se depende de las importaciones (Tabla 2). En 2017 aconteció el mayor consumo aparente, del cual la producción nacional abasteció 27.77 %. El consumo per cápita para ese año fue de 259 g, inferior al observado en Japón y Alemania, donde el consumo per cápita de jamaica es superior a 2.5 kg (Hidalgo-Villatoro, 2013). En Senegal se tiene documentado que los productores presentan un autoconsumo de 30 kg anuales, por encima del autoconsumo que reportan los productores en México de 6 kg (Esquivel-Marín *et al.*, 2022). Estos datos apoyan lo propuesto por Serrano *et al.* (2011), que indican que en México, actualmente el consumo per cápita de jamaica es bajo, pero es previsible que, con los descubrimientos y difusión de sus propiedades nutraceuticas el mercado se expanda.

Tabla 1. Factores de evolución del cultivo de jamaica en México discutidos en un panel con expertos.

| Tema | Factor | Etiqueta |
|-------------|---|-------------|
| Político | El cultivo no se considera estratégico en la (LDRS) | Cult-Estra |
| Político | Políticas públicas diferenciadas | Pol-Publi |
| Político | Regulación de las importaciones | Regu-Import |
| Político | Fomento consumo alimentos multifuncionales | Alimen-Mult |
| Económico | Competitividad (sustitutos, calidad, precios) | Compet |
| Económico | Elevados costos de producción | Cost-Prod |
| Económico | Intermediarios | Intermed |
| Económico | Poca diversificación y valor agregado | Valor-Agre. |
| Social | Migración | Migra |
| Social | Seguridad social | Seg-Soc |
| Social | Mano de obra | Mano-Obra |
| Social | Organización social | Orga-Soc |
| Tecnológico | Investigación, Desarrollo e Innovación | I+D+I |
| Tecnológico | Automatización en la producción | Automat |
| Tecnológico | Lugares aislados con baja conexión | Baja-Cone |
| Ambiental | Escases hídrica | Esca-Hidri |
| Ambiental | Plagas y enfermedades | Plagas |
| Ambiental | Suelos degradados | Sue-Degra |
| Ambiental | Perdida de germoplasma | Semillas |
| Ambiental | Reconocimiento de servicios ambientales | Serv-Amb |

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por los panelistas (2023). Nota: cada factor se etiqueta para su procesamiento en el software MICMAC.

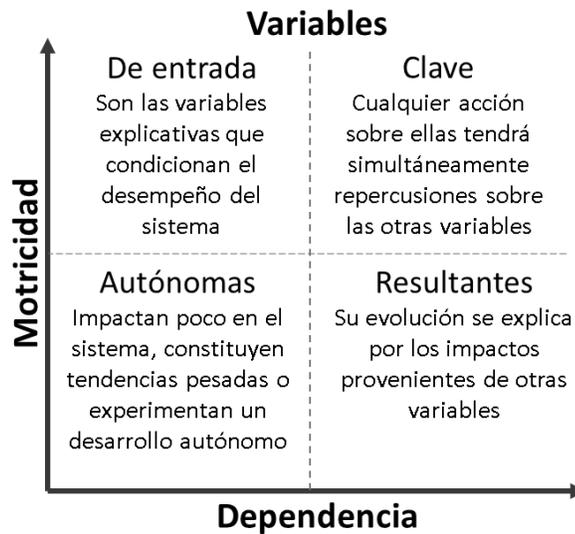


Figura 2. Tipos de variables que influyen en un sistema de producción. Fuente: elaboración propia con información de Godet y Durand (2007).

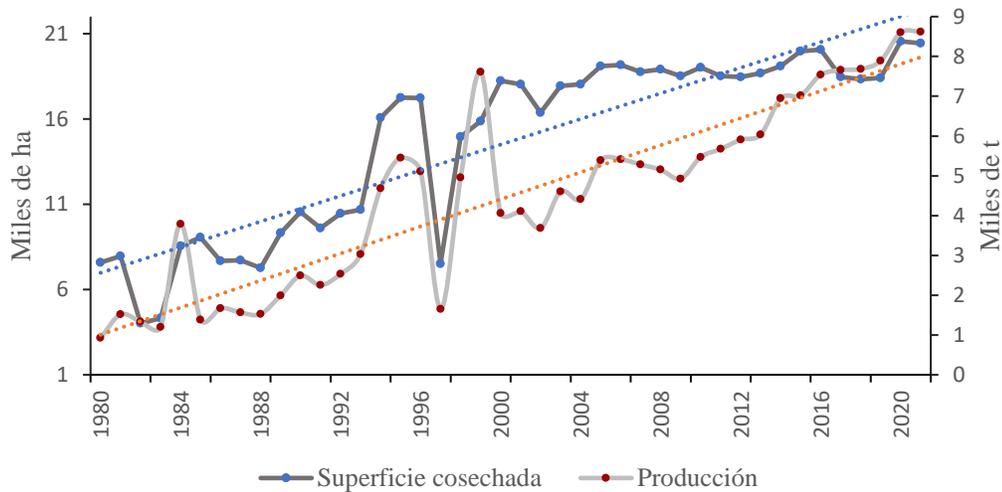


Figura 3. Producción y superficie de Jamaica en México (1980-2019). Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2023).

Para el 2015, los datos de importación reportados por el SIAVI deben tomarse con cautela; ya que, el consumo fue mayor según lo reportado por Rodríguez-Vázquez (2019), quien reporta que en el Puerto de Veracruz ingresaron 13,251.35 toneladas. La información confusa puede originarse ya que a partir de ese año entró en vigor la fracción arancelaria 1,211.90.07 dado que previamente la Jamaica se encontraba en la nomenclatura 1211.90.99 que comprende las demás y no existía una fracción específica para este producto.

En 2015, 2016 y 2017 el principal exportador fue Nigeria alcanzando su mayor volumen en 2017, de las 25,142.86 toneladas que se importaron mundialmente el 97% provinieron de este país, con lo cual Nigeria obtuvo una derrama económica de 35 millones de dólares. En el año 2018 se observa una disminución del consumo aparente. Debido a que se encontró la plaga del gorgojo de Khapra (*Trogoderma granarium*) en producto originario de ese país, el cual fue detenido por el SENASICA (Rodríguez-Vázquez, 2019; SIAVI, 2023).

Tabla 2. Oferta y demanda de jamaica en México.

| Variable | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2021 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Producción nacional (t) | 7,021.83 | 7,538.00 | 7,656.68 | 7,683.17 | 8,617.29 |
| Importaciones (t) | 8,667.50 | 17,304.26 | 25,142.86 | 3,290.74 | 9,376.00 |
| Exportaciones (t) | 583.31 | 519.06 | 588.31 | 335.63 | 71.95 |
| Consumo aparente (t) | 15,106.02 | 24,323.20 | 32,211.23 | 10,638.28 | 17,921.34 |
| Consumo per cápita (g) | 124.48 | 198.20 | 259.68 | 84.88 | 137.58 |

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2023) y SIAVI (2023). Nota: t= toneladas y g =gramos. Se presentan los años con datos completos.

En 2021, el 89% de las importaciones mundiales de jamaica fueron originarias de China y el restante de Nigeria, con un valor de 44.05 y 33.10 pesos por kilogramo respectivamente. Mientras que la jamaica que se exportó se pagó en 126.20 pesos por kilogramo y el principal destino fue Estados Unidos. De 2009 a 2019, el precio nacional de jamaica (precio de venta rural nominal) pasó de 21,173.82 a 37,300.62 pesos por t. En términos reales pasó de 32,276.08 a 38,567.66 pesos por t, lo que representa un aumento en términos reales de 19.5%, tomando como base el año 2020. En el mismo periodo, en Michoacán que es el estado que presenta los precios de venta rural más altos, el precio pasó de 43,365.08 a 78,603.84 pesos; mientras que, Guerrero pasó de 13,220.67 a 28,247.56 pesos (SIAP, 2023).

Los precios de jamaica en los mercados son fluctuantes, ya que se cultiva en diversas regiones, por ejemplo, en 2009, el precio nacional de acuerdo con el SNIIM fue 74.45 pesos el kilogramo; mientras que, en Colima se reportó en 96.28 pesos y en Oaxaca en 53.47 pesos, aunado a que existe una dependencia del

comercio exterior, lo que ocasiona incertidumbre en el mercado. Esta dependencia de las importaciones se ve reflejada en el precio en el mercado. En 2018-2019, el precio de jamaica pasó de \$80 pesos a \$130 por kg (Figura 4) debido a falta de producto. De los 46 mercados, de los cuales el SNIIM reporta información, solo 8 cuentan con datos completos, en el periodo 2009-2019. Si bien Guerrero es el principal productor, se carecen de registros completos, puede ser porque gran parte de su producción está destinada a mercados fuera del estado.

Según referencias del SNIIM y lo obtenido en la prueba de comparación de medias, se encontraron tres grupos estadísticamente diferentes, con base en lo reportado en los precios por kg de jamaica. Oaxaca y Quintana Roo son los mercados que presentan los precios más bajos, mientras que Michoacán y Sonora, pertenecen al grupo de la media nacional, aunado con Cancún, Durango, y Tepic. Colima es el mercado que presenta los precios históricos de venta más altos, y en 2018 el precio de venta promedio fue de 180 pesos por kilogramo.

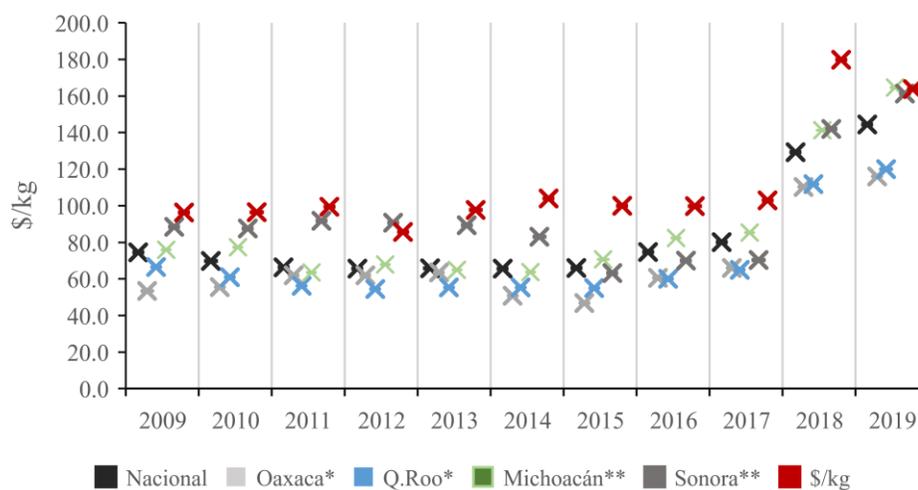


Figura 4. Precio kg de jamaica en diferentes mercados en México (2009-2019). Fuente: elaboración propia con datos de SNIIM (2023). Nota: los * indican diferencias significativas de acuerdo con prueba de medias ($p \leq 0.05$) de U de Mann-Whitney. Precios expresados en pesos nominales mexicanos (MXN\$ t⁻¹).

Principales estados y municipios productores

Las condiciones geográficas han permitido que se produzca jamaica en 16 estados a lo largo del tiempo: Campeche, Colima, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. En los años 80 la producción se concentraba en Guerrero y Nayarit, a finales de la década se incorporó Colima. De 1980 a 2021, el volumen de producción cosechado se mantuvo estable en 188,748.57 t, de las cuales Guerrero generó 75.95%, seguido de Oaxaca 10.01%, Michoacán 3.55% y Puebla 2.45%. Nayarit y Colima que han sido de los primeros adoptantes del cultivo generaron 2.45% y 0.56% de la producción nacional, respectivamente (SIAP, 2023).

Guerrero desde sus inicios se ha perfilado como el principal productor de jamaica, en 2021 tuvo una participación de 71.48% en la producción nacional (Tabla 3). No obstante reporta, junto con Oaxaca y Campeche, los rendimientos más bajos. Esto puede ser debido a que prepondera el sistema jamaica-maíz y tecnología tradicional (Mamami-Oño y Almaguer-Vargas, 2011).

Los rendimientos más altos se observan en Morelos, donde 100% de la producción es de riego; le sigue Sinaloa, que reporta 25% de su producción, bajo sistema de riego, con rendimientos superiores a dos toneladas por hectárea. Mientras que, Puebla es el tercer estado con rendimientos más altos, pero sólo 18% de su producción se da bajo riego, por lo que el riego no es el principal factor que incide en los altos rendimientos. En Michoacán los rendimientos van de

250 a 300 kg por ha (Barrera-Perales *et al.*, 2021). Las diferencias en rendimiento de las zonas productoras se deben a diversos factores, entre los cuales destacan: diferencia en latitud, altitud, tipos de suelo, precipitación, variedades cultivadas, y tipo de tecnología utilizada.

En el periodo de 2010 a 2021, Puebla fue el estado en donde la producción creció a un mayor ritmo, (TMCA de 22.96%); seguido de Michoacán (TMCA 14.12%), y Guerrero (TMCA de 3.83%). Mientras que, en otros estados, la producción de jamaica mostró una tendencia decreciente. En Colima se observa la mayor TMCA negativa. En contraste, en el centro de distribución de este estado, se pagan los precios de jamaica más altos a nivel nacional.

En 2019, de los diez principales municipios productores, seis pertenecen al estado de Guerrero, que en conjunto aportan el 67.83% de la producción nacional, el principal productor es Ayutla de Los libres, el cual aportó el 23.70%. Tres municipios pertenecen al estado de Michoacán: la Huacana, Churumuco y Aquila, los cuales presentan una TMCA de 14.31, 11, y 16.1% respectivamente (2009-2019). Por otro lado, Santo Domingo de Morelos, perteneciente a Oaxaca, la producción va en decremento (TMCA -9.2%), y de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Rural Sustentable del propio municipio (2008), esta disminución se origina debido a que los productores obtienen precios bajos a causa del intermediarismo, lo que conlleva al abandono el cultivo por no ser rentable, y por causalidad directa se incrementa la migración, ya que cabe destacar que la producción de jamaica es el principal motor económico de este municipio (Tabla 4).

Tabla 3. Principales estados productores de jamaica en México, en 2021.

| Entidad | Superficie sembrada (ha) | Producción (t) | % | Rendimiento (t ha ⁻¹) | PMR (\$ t ⁻¹) | TMCA 2010-2021 |
|-----------|--------------------------|----------------|-------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|
| Guerrero | 15,754.99 | 6,159.91 | 71.48 | 0.39 | 28,940.54 | 3.82 |
| Michoacán | 1,656.93 | 942.18 | 10.93 | 0.57 | 69,801.21 | 14.12 |
| Puebla | 760.52 | 645.61 | 7.49 | 0.85 | 22,781.64 | 22.96 |
| Oaxaca | 1,735.97 | 595.34 | 6.91 | 0.34 | 76,551.60 | -1.91 |
| Nayarit | 211.97 | 114.94 | 1.33 | 0.54 | 64,049.48 | -1.59 |
| Campeche | 227.21 | 87.86 | 1.02 | 0.39 | 88,231.93 | -.58 |
| Morelos | 31.4 | 30.41 | 0.35 | 0.97 | 46,583.73 | -1.86 |
| Sinaloa | 24.47 | 23.27 | 0.27 | 0.95 | 47,939.38 | -2.54 |
| Colima | 25.45 | 14.17 | 0.16 | 0.56 | 39,093.40 | -7.53 |
| Nacional | 20,435.84 | 8,617.29 | 100 | 0.44 | 37,441.12 | 3.47 |

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2023). Nota: se usó el promedio ponderado para el rendimiento promedio nacional. PMR= promedio medio de rendimiento.

Tabla 4. Los diez principales municipios mexicanos productores de jamaica en 2019.

| Municipio | Hectáreas Cosechadas | Producción Toneladas | Rendimiento Toneladas | Participación (%) |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| Ayutla de Los Libres | 4,461.00 | 1,869.62 | 0.42 | 23.70 |
| Tecoanapa | 4,070.67 | 1,709.68 | 0.42 | 21.67 |
| Acapulco de Juárez | 1,692.00 | 725.77 | 0.43 | 9.20 |
| La Huacana | 946 | 540 | 0.57 | 6.84 |
| San Luis Acatlán | 1,254.00 | 401.28 | 0.32 | 5.09 |
| Juan R. Escudero | 802.67 | 329.09 | 0.41 | 4.17 |
| San Marcos | 789.75 | 315.9 | 0.40 | 4.00 |
| Santo Domingo de Morelos | 621 | 204.93 | 0.33 | 2.60 |
| Churumuco | 250 | 147.5 | 0.59 | 1.87 |
| Aguila | 242 | 145.2 | 0.6 | 1.84 |

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2023).

En Michoacán surgió una especialización en el cultivo de jamaica, particularmente en la subcuenca embalse Infiernillo-Bajo Balsas, donde se localizan los municipios de la Huacana y Churumuco. Dado que se llevó a cabo una intervención liderada por académicos de la UNAM en 2010, con el objetivo de promover la reconversión productiva de jamaica convencional a producción orgánica certificada, efectuada por productores organizados en cooperativas (Barrera-Perales *et al.*, 2021).

Michoacán está siendo punta de lanza en certificación de jamaica, ya que de las 138.6 h que se han certificado a nivel nacional en 2020 y 2021, el 76.47% pertenecen a este estado (SENASICA, 2023). En vista de que a nivel nacional de la superficie cultivada con jamaica, solo se ha certificado el 0.67%. Existe una ventana de oportunidad, expuesta por Esquivel-Marín *et al.* (2022), donde encontraron que los productores de jamaica reciben un mejor precio cuando están certificados y la venta de su producto tiene mayor certeza respecto a la jamaica convencional, lo que les confiere una menor vulnerabilidad ante la volatilidad de los precios en los mercados nacionales e internacionales.

Zonas productoras actuales

Durante el periodo 2009-2019, 99 municipios han participado en la producción de jamaica. Las zonas productoras del cultivo se distribuyen en la costa del Pacífico, desde el sur de Sinaloa hasta el Distrito de Pochutla en Oaxaca, y en la costa del Golfo de México, desde el municipio de Gómez Farías, en Tamaulipas, hasta el municipio de Baca, en Yucatán. La zona centro del país se encuentra liderada por Puebla particularmente en la región que está localizada al suroeste del estado (Chiautla, Cohetzala, Huehuetlán, El Chico, Ixcamilpa de Guerrero y Teotlalco) y por el estado de Morelos con producción en los municipios de Cuautla y Axochiapan (Figura 5).

Destaca la Costa Chica en Guerrero como la principal zona productora de jamaica y según Pérez-González *et al.* (2012) por su volumen de producción, constituye la zona de mayor importancia, razón que se le conozca como la “zona de oro rojo”. Es importante identificar estas zonas ya que ayudan a estimular las economías locales y regionales para conformar una especialización agrícola que ayude a promover el desarrollo de cadenas productivas aprovechando las coyunturas locales (Pacheco-Almaraz *et al.*, 2021).

Dinámica productiva

Durante 2009-2019, la producción de jamaica nacional mostró un incremento de 56.2%, lo cual es atribuido a un crecimiento de tipo intensivo y es explicado por el aumento en rendimientos. Los estados de Michoacán y Puebla muestran un comportamiento similar, que se debe principalmente a un aumento de superficie y dos cuartas partes lo explican los rendimientos y la interacción. Ambos estados se perfilan como productores clave para la producción nacional, puesto que han desplazado a Nayarit y a Oaxaca, que fueron de los principales estados adoptantes de este cultivo. Por otro lado, el estado de Guerrero se ha mantenido estable en el tiempo y el aumento de su producción se debe en 90% al aumento en rendimientos. Por otro lado, Oaxaca presenta un decremento de 27% (Figura 6).

Los rendimientos van creciendo en todos los casos, por múltiples causales, por ejemplo, se están llevando a cabo proyectos agroecológicos para fomentar la asociatividad y las prácticas orgánicas (Barrera-Perales *et al.*, 2021; Galicia-Gallardo *et al.*, 2019), se está realizando investigación en el mejoramiento del germoplasma de *hibiscus*, lo que ha originado la certificación de diez semillas: Alma Blanca, Cotzaltzin, Rosalíz y Tecoanapa, Estrella Costeña, Mulata, Patriota, Quinba B-PV, Quinba R-TC y Quinbarina, todas registradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

(INIFAP) (Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, SNICS, 2022). El mejoramiento genético, es un factor clave que propicia el crecimiento de tipo intensivo, aunado a que ayuda a estandarizar la

producción, factor clave para cubrir las exigencias de mercados internacionales (Domínguez-García *et al.*, 2019).

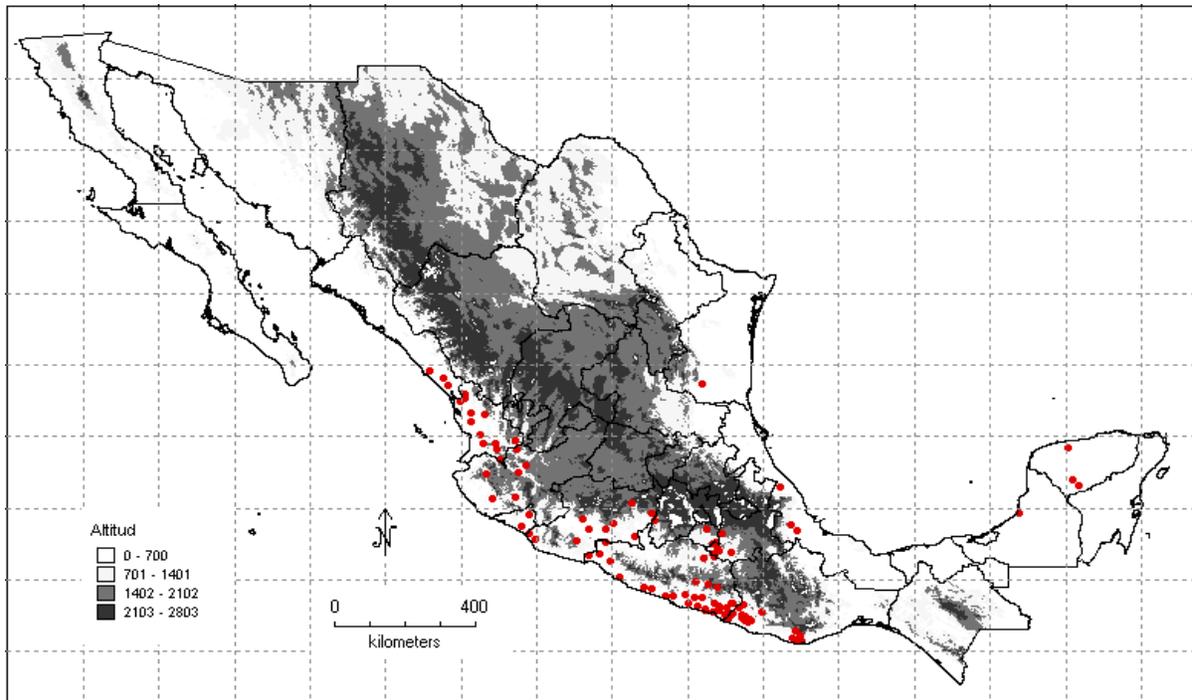


Figura 5. Zonas actuales del cultivo de jamaica en México. Fuente: elaboración propia con datos del SIAP (2023) procesados en el software DIVA-GIS: versión 7.5. Nota: Los puntos en rojo son las zonas donde se ha cultivado jamaica.

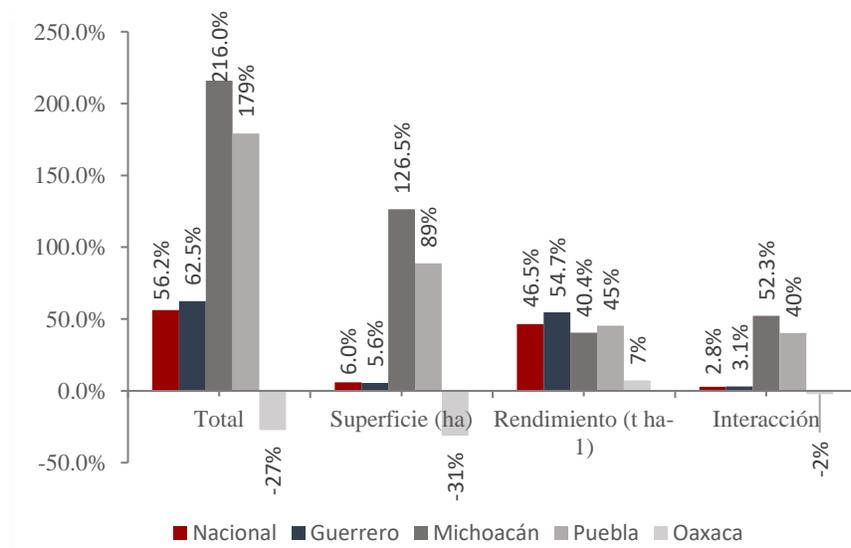


Figura 6. Dinámica de la producción de jamaica en las principales entidades productivas en México (2009-2019). Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2023).

Aunado al trabajo de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, los productores están interesados en este cultivo, ya que es una fuente alternativa de ingresos en regiones con rezago socio económico que poseen pocas alternativas agrícolas debido a restricciones hídricas (Burgos, 2019; Galicia-Gallardo *et al.*, 2019). A pesar de la importancia de este cultivo, no se menciona en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS), ni en el documento de Planeación Agrícola Nacional 2017-2030, ni en algún otro programa de apoyo sectorial. Contrariamente a su importancia como parte de la identidad cultural, y principalmente de la opción que presenta como actividad económica para la agricultura minifundista y sus características nutricionales y medicinales, la producción de jamaica, tiene grandes retos que superar, fundamentalmente porque el cultivo se desarrolla en comunidades donde imperan los escenarios de escasez, no sólo de recursos económicos y naturales como el agua, sino también de tecnología para producción y transformación (Burgos, 2019).

Diálogo con los entrevistados

Las principales ideas que se debatieron con los expertos ayudaron a entender el panorama del cultivo de jamaica (Tabla 5). Del eslabón de producción mencionan que la variedad criolla que se cultiva principalmente en la zona de Guerrero presenta un cáliz pequeño y de menor peso al observado en otras variedades de importación, lo que origina que se obtengan menores rendimientos por ha. Y debido a que se obtiene un menor rendimiento, esta variedad criolla se encuentra en desventaja comparativa respecto a la jamaica de importación.

El cultivo de jamaica presenta dificultades para la producción debido a que se realiza de manera artesanal, donde el proceso del despelucado (separación del cáliz de la cápsula) requiere una gran cantidad de mano de obra, y está documentado que más del 60% de los costos de operación se destinan a mano de obra (Esquivel-Marín *et al.*, 2022). Por otro lado, las zonas donde se cultiva la jamaica presentan

problemas estructurales (Burgos, 2019), lo que origina una escasez en la mano de obra.

El principal reto en la comercialización es que no existe una diferenciación sobre las distintas variedades de jamaica. Ariza-Flores *et al.* (2017), encontraron diferencias estadísticas en cinco variedades para los contenidos de proteína, carbohidratos, lípidos, cenizas, fibra, aminoácidos, fenoles y ácidos fenólicos. Y dado que la jamaica se considera un alimento nutraceutico con una amplia gama de componentes químicos, es necesario identificar la variabilidad genética de los ecotipos de *hibiscus* así como los de importación, que suscite la producción constante y estandarizada de los componentes activos que posee cada variedad. Lo que permitirá el desarrollo de nichos de mercado alternativos y el comercializador obtendrá un precio primado por los componentes específicos (Robles-Valdivia y Sánchez-Otero, 2023).

La jamaica pertenece a los cultivos subutilizados y debido a que no se considera un producto básico es relegado de la comunidad científica (Knez *et al.*, 2023). La escasa investigación conduce a la falta de tecnologías y procesos innovadores a lo largo de la cadena producción (Mabhaudhi *et al.*, 2016). Esto aunado a la poca transdisciplinariedad que limita la transferencia de conocimientos; proceso esencial en la innovación.

Análisis prospectivo

El análisis MICMAC permitió identificar cuatro tipos de variables dentro del sistema de jamaica: de entrada, clave, resultantes y autónomas. Esto posibilita determinar las variables esenciales que van a definir el futuro de la jamaica en México. La Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) y la escasa conexión donde se cultiva la jamaica, son variables que pertenecen a fenómenos tecnológicos, y se ubican en la zona de variables de entrada (Figura 7). Poseen una alta motricidad, pero poca dependencia, estas variables son las que condicionan actualmente a todo el sistema de jamaica. La escasa conexión se convierte en el freno

Tabla 5. Principales retos del cultivo de jamaica en México discutidos por actores clave.

| Eslabón | Causa | Efecto |
|------------------|---|---|
| Producción | <ul style="list-style-type: none"> • Variedad criolla • Menor rendimiento kg/ha • Proceso artesanal • Problemas estructurales | <ul style="list-style-type: none"> • Menor rendimiento kg/ha • Precios altos • Alta demanda de mano de obra • Escasez en mano de obra |
| Comercialización | <ul style="list-style-type: none"> • Variedades sin distinción • Heterogeneidad del producto | <ul style="list-style-type: none"> • Precios sin diferenciación • Imposibilita llegar al mercado global |
| Investigación | <ul style="list-style-type: none"> • Cultivo no estratégico • Falta de transdisciplinariedad | <ul style="list-style-type: none"> • Poca atención de la comunidad científica • Escasa transferencia de conocimiento |

Fuente: elaboración propia con datos de panelistas (2023).

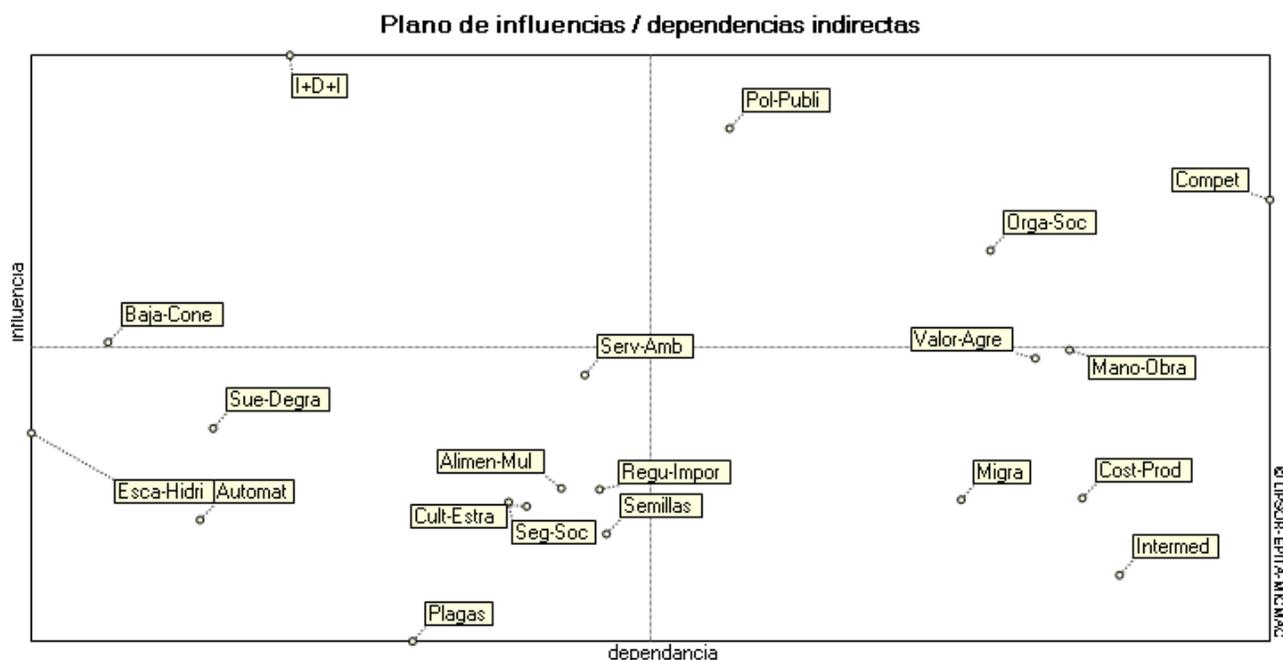


Figura 7. Resultado del análisis de los factores de evolución del cultivo de jamaica en México con base en su grado de influencia y dependencia dentro del sistema. Fuente: elaboración propia con Software versión 6.1.2.

del sistema y se da a causa de múltiples factores como: el difícil acceso a la información, la falta de infraestructuras viarias, la difícil orografía y, la dispersión de las parcelas. Análogamente, la I+D+I, se convierte en la fuerza motriz del sistema siendo un paliativo ante estas dificultades, sin embargo, como señala Ángeles (2019), en zonas remotas es difícil introducir las innovaciones necesarias para hacer más competitiva la producción.

Los factores clave para la evolución de la producción de jamaica en México, debido a que presentan una alta causalidad y dependencia son: políticas públicas diferenciadas, competitividad (sustitutos, calidad, precios) y la organización social, que corresponden a fenómenos políticos, económicos y sociales de alta importancia para el posicionamiento del cultivo. Estas variables que se encuentran en la “zona clave”, de acuerdo con Godet y Durance (2007) son las variables que tienen alta influencia y dependencia, es decir las variables que si son atendidas pueden originar desarrollo en todo el sistema.

Las variables de resultado son los principales retos a los que se enfrentan los productores: la poca diversificación de los productos, los elevados costos de producción, la escasa mano de obra, la presencia de intermediarios y la alta tasa de migración en las zonas donde se cultiva la jamaica. Que corresponden a fenómenos sociales y económicos que pueden ser atendidos mediante estrategias elaboradas con base en las variables de entrada y clave. El 100% de los factores ambientales se encuentran en las variables

autónomas, estas variables constituyen factores relativamente autónomos o tendencias fuertes difíciles de cambiar como es la escasez hídrica, y los suelos degradados. Asimismo, la falta de automatización y la falta de regulación de importaciones son dos factores que los expertos señalaron como algunas de las principales problemáticas a los que se enfrenta la jamaica, pero presentan un desarrollo relativamente autónomo respecto al sistema.

CONCLUSIONES

El desarrollo del cultivo de jamaica en México en el corto plazo versa en dos factores principales. Uno: automatizar el proceso de despelucado, ya que, aunque los productores pueden incrementar la superficie cultivada, no lo hacen por falta de mano de obra. Dos: Crear mercados segmentados que paguen cada variedad y calidad de jamaica con base en sus propiedades funcionales. Los factores clave para la evolución de la producción de este cultivo en el largo plazo, son: políticas públicas diferenciadas, competitividad (sustitutos, calidad, precios) y la organización social.

México es uno de los principales productores de jamaica a nivel global, que por sus condiciones geográficas podría ser líder en producción, pues en pocos países se está produciendo; y abastecer la demanda mundial será todo un reto para China y Tailandia, actualmente líderes en producción. Aunado a lo anterior, México es líder en la producción en el continente americano por lo que el cultivo de jamaica

se perfila como un cultivo estratégico en zonas subtropicales y tropicales, puesto que es un producto cuya demanda a nivel nacional y global es promisorio, por poseer componentes bioactivos con amplias aplicaciones en el campo de la salud.

Acknowledgments. We would like to thank the Comité Nacional Sistema Producto Jamaica, S.C., Unión Regional de Cooperativas Arroyo San Pedro Jorullo SC de RL, Dr. Ramon Del Val Diaz, Dr. José Alfredo Santiago Villagómez Cortés y al M. en C. Salvador González Palomares. All of them gave us valuable information.

Funding. This research was funded by the National Council of Science and Technology (CONACyT) through the Doctoral Scholarship 845498 granted to the first author.

Conflict of interest. This publication has no conflicts of interest.

Compliance with ethical standards. The research did not include human or animal studies and was therefore not subject to verification.

Data availability. Data are available from H. Esquivel-Marín, harlet.esquivel@gmail.com upon request.

Author contribution statement (CRediT). N.H. Esquivel-Marín. Formal analysis, conceptualization, data curation, writing, original draft and review. L.M. Sagarnaga-Villegas. Writing and review. O.T. Barrera-Perales. Review, editing and proofreading. J.A. Leos-Rodríguez. Proofreading and methodology. J.M Salas-González. Review and editing.

REFERENCES

- Adebo, J.A., 2023. A review on the potential food application of lima beans (*Phaseolus lunatus* L.), an underutilized crop. *Applied Sciences*, 13(3), pp. 1996. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app13031996>
- Ángeles, M., 2019. Innovación y desarrollo sostenible: el papel de las TIC en la agricultura del medio rural remoto. *DELOS Desarrollo Local Sostenible*, 12(35), pp. 1–25.
- Ariza-Flores, R., Serrano-Altamirano, V., Michel-Aceves, A.C., Barrios-Ayala, A., Otero-Sánchez, M.A., Avendaño-Arrazate, C.H. and Noriega-Cantú, D.H., 2017. Características bioquímicas y calidad nutracéutica de cinco variedades de jamaica cultivadas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), pp. 269–280. <https://dx.doi.org/10.29312/remexca.v8i2.49>
- Barrera-Perales, O.T., Burgos, A.L., López-Ménera, M. and Reina-García, J.L., 2021. Intervención para la innovación rural en cooperativas de jamaica orgánica del trópico seco mexicano. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 9(23), pp. 1–22. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.78964>
- Bloom, B., 1977. *Taxonomía de los objetivos de la educación*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Burgos, A.L., 2019. *Conservación y producción orgánica: el caso de la jamaica en la Huacana. La biodiversidad en Michoacán*. Estudio de Estado 2, v. III, pp. 109–114.
- Cisse, M., Dornier, M., Sakho, M., Mar Diop, C., Reynes, M. and Sock, O., 2009. La production du bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.) au Sénégal. *Fruits*, 64(2), pp. 111–124. <https://doi.org/10.1051/fruits/2009006>
- Domínguez-García, I.A., Altamirano-Cárdenas, J.R., Barrientos-Priego, A.F. and Ayala-Garay, A. V., 2019. Análisis del sistema de producción y certificación de semillas en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(4), pp. 347–356. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.4.347-356>
- Esquivel-Marín, N.H., Sagarnaga-Villegas, L.M., Barrera-Perales, O.T., Salas-González, J.M. and Burgos, A.L., 2022. Viabilidad económica y financiera de la cadena de valor flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Estudio de caso: Cooperativas y Unión de productores de la Huacana, Michoacán. *Custos e Agronegocio*, 18(2), pp.22–43.
- Toral-Flores, J.R., Pérez-González, A.P., Carreón-Amaya, J., Martínez-Ramírez, J.L., Rodríguez-Ruvalcaba, R. and Casas-Salas, J.F., 2005. Niveles de fertilización orgánica mediante vermicomposta en el cultivo de la jamaica. *XVI Semana de la Investigación Científica en el CUCBA*, pp. 193–197.
- Galicia-Flores, L.A., Salinas-Moreno, Y., Espinoza-García, B.M. and Sánchez-Feria, C., 2008. Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. *Revista Chapingo serie Horticultura*, 14(2), pp.121–129.
- Galicia-Gallardo, A. P., González-Esquivel, C. E.,

- Castillo, A., Monroy-Sánchez, A. B. and Ceccon, E., 2019. Organic hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*), social capital and sustainability in an indigenous Non-Governmental Organization from La Montaña, Guerrero, Mexico. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 43(10), pp. 1106-1123. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1539694>
- Godet, M. and Durance, P., 2007. Prospectiva Estratégica: problemas y métodos. *Cuadernos de LIPSOR*, 104(20), 169-187.
- Hernadéz-Sampieri, R., Fernández Collado, C. and Baptista Lucio, M.P., 2014. *Metodología de la investigación*. Vol. 4. México. McGraw-Hill Interamericana, 2018.
- Hidalgo-Villatoro, 2013. *Manual técnico del cultivo de rosa de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) 'Rosicta'*. Instituto de Ciencia y Tecnología agrícola. Available at: <[http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Miscelaneos/Manual tecnico del cultivo de rosa de jamaica ROSICTA_2013.pdf](http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Miscelaneos/Manual_tecnico_del_cultivo_de_rosa_de_jamaica_ROSICTA_2013.pdf)> [Accessed 11 April 2023].
- Hijmans, R.J., Guarino, L. and Mathur, P., 2012. *Manual of DIVA-GIS version 7.5*. Available at: <https://www.diva-gis.org/>
- Knez, M., Ranic, M., Gurinovic, M., Glibetic, M., Savic, J. and Mattas, K., 2023. Causes and Conditions for Reduced Cultivation and Consumption of Underutilized Crops: Is There a Solution? *Sustainability*, 15(4), pp. 3076. <https://doi.org/10.3390/su15043076>
- Mabhaudhi, T., Reilly, P.O., Walker, S. and Mwale, S., 2016. Opportunities for Underutilised Crops in Southern Africa 's Post – 2015 development agenda. *Sustainability*, 8(4), pp. 302. <https://doi.org/10.3390/su8040302>
- Mahadevan, N. and Kamboj, P., 2007. *Hibiscus sabdariffa* Linn. *Indian Medicinal Plants*, 8(1), pp. 1–1. https://doi.org/10.1007/978-0-387-70638-2_749
- Mamami-Oño, C. and Almaguer-Vargas, G., 2011. Análisis de los sistemas producto limón , mango , café , coco , jamaica y maguey mezcal en el estado de Guerrero , México. *Textual*, 57, pp. 95–120.
- Matías Ramírez, L.G., 1998. Algunos efectos de la precipitación del huracán Paulina en Acapulco, Guerrero. *Investigaciones Geográficas*, 1(37), pp. 7–19. <https://doi.org/10.14350/rig.59066>
- Mohamed, B.B., Sulaiman, A.A. and Dahab, A.A., 2012. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L .) in Sudan , cultivation and their uses. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 1(6), pp. 48–54.
- Ortega-Acosta, S.Á., Mora-Aguilera, J.A., Velasco-Cruz, C., Ochoa-Martínez, D.L., Leyva-Mir, S.G. and Hernández-Morales, J., 2020. Temporal progress of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) leaf and calyx spot disease (*Corynespora cassiicola*) in Guerrero, Mexico. *Journal of Plant Pathology*, 102, pp. 1007-1013. <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00550-1>
- Pacheco-Almaraz, V., Palacios-Rangel, M.I., Martínez-González, E.G., Vargas-Canales, J.M. and Ocampo-Ledesma, J.G., 2021. La especialización productiva y agrícola desde su análisis bibliométrico (1915-2019). *Revista Española de Documentacion Científica*, 44(3), pp.1–15. <https://doi.org/10.3989/REDC.2021.3.1764>
- Robles-Valdivia, M.T. and Sánchez-Otero, M.G., 2022. Familia Malvaceae: especies fundamentales en la industria agroalimentaria con potencial comercial, nutricional y nutracéutico. *Terra Latinoamericana*, 40, pp.1-7. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.943>
- Rodríguez-Vázquez, M.M., 2019. Análisis de las importaciones de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) ingresada a través del puerto de Veracruz en el periodo 2008-2018, tesina, Universidad Veracruzana, Veracruz, Ver.
- Sánchez-Prado, J.J., Bugarín-Montoya, R., Alejo-Santiago, G., Juárez-Rosete, C.R., Aburto-González, C.A. and Caro-Velarde, F., 2019. Incremento del rendimiento y extracción nutricional en jamaica mediante soluciones nutritivas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(16), pp. 1–10. <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1838>
- SENASICA., 2022. Tablero de Control de las Operaciones Orgánicas de SENASICA [online] México:Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Available at: <<https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/tableros/SIAS/Inocuidad/OON/index.html>> [Accessed 2 April 2023].

- Serrano, A.V, Navarro, G.S., Guzmán, M.S.H., Ariza, F.R. and Herrera, H.G., 2011. Descripción varietal de: Alma Blanca, Cotzaltzin, Rosalíz y Tecoanapa, primeras variedades de jamaica registradas en México. *INIFAP, CIRPAS, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Folleto técnico*, (35).
- SIAP., 2023. Anuario estadístico de la producción agrícola [online] México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Available at: <<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>> [Accessed 10 April 2023].
- SIAVI., 2023. Sistema de Información Arancelaria Vía Internet [online] México: Secretaria de Economía. Available at: <<http://www.economia-snci.gob.mx/>> [Accessed 20 April 2023].
- SNIM., 2023. Mercados nacionales, precios de mercado, mercados agrícolas, frutas y hortalizas [online] México: Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Available at: <<https://www.economia-sniim.gob.mx/>> [Accessed 19 May 2023].
- Sukkhaeng, S., Promdang, S. and Doung-ngern, U., 2018. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants Fruit characters and physico-chemical properties of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Thailand-A screening of 13 new genotypes. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 11, pp. 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2018.10.001>
- Torres-Ávila, A. and Aguilar-Ávila, J., 2019. Dinámica de la producción de piña en México y en Costa Rica. *Acta Horticulturae*, 1239, pp. 1–8. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1239.1>
- Venezian, E. and Gamble, W.K., 1969. *The Agricultural Development of Mexico: its structure and growth since 1950*. New York: Praeger.
- Villegas-Vilchis, A., Platas-Rosado, D., Gallardo-López, F. and López-Romero, G., 2020. Análisis estructural MicMac para determinar las variables estratégicas de la agroindustria azucarera en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6), pp. 1325–1335. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2194>