

Cultivos alternativos como un mecanismo para el desarrollo de zonas áridas.

El caso de la jojoba en el Altiplano potosino

Alternative Crops as a Mechanism to Foster the Development of Arid Zones.

The Case of Jojoba in the Altiplano Region in San Luis Potosi

Juan Carlos Neri Guzmán* y Marco Antonio Medina Ortega**



Jojoba (Simmondsia chinensis) / Alimages/Getty Images

* Universidad Politécnica de San Luis Potosí, jcnereguzman@gmail.com

** Universidad de Guadalajara, mrmolina@ucea.udg.mx

Los cultivos alternativos son aquellos que por sus características permiten sustituir o complementar a los que se producen de manera tradicional y que, al registrar mejores precios por su alta demanda internacional, representan una oportunidad para mejorar la rentabilidad del campo y el ingreso de los productores agrícolas. El propósito de esta investigación es determinar la viabilidad y el potencial que tiene la promoción del cultivo de la jobjoba en la región del Altiplano de San Luis Potosí como una propuesta para promover la diversificación del sector agrícola, la mejora de su productividad y la generación de ingresos en las zonas rurales caracterizadas, en este caso, por la predominancia de zonas áridas con clima seco.

Palabras clave: vocaciones productivas; cultivos alternativos; jobjoba; planeación regional; zonas áridas-semiáridas; desarrollo regional.

Recibido: 27 de junio de 2017.
Aceptado: 16 de octubre de 2018.

Introducción

Entre los efectos más sentidos del desarrollo y la urbanización en el país destacan la falta de modernización del sector agropecuario y la pobreza de la población que depende de esta actividad, la gran disparidad en el desarrollo regional del país con la presencia de zonas marginadas y el deterioro del medio ambiente reflejado en la pérdida del equilibrio ecológico.

Modernización agrícola

El sector agrícola, en general, se encuentra inmerso en una baja productividad, rentabilidad y competitividad,¹ lo cual incide en un bajo nivel de vida de los habitantes en las zonas rurales del país. En México, la política de apoyo tiene su origen en programas

1 Este sector ha perdido importancia de manera consistente en el transcurso del tiempo; en 1921 contribuía con 22.3% al producto interno bruto (PIB); en 1940 bajó a 19.4%; en 1960, a 15.8%; en 1980, a 8.3%, hasta llegar a 7.7% en el 2015.

Alternative crops are those that because of their characteristics allow to substitute or complement those crops that are produced in a traditional way and that, having higher prices on account of their high international demand, they represent an opportunity to improve both a field's rentability and the income of agricultural producers. The purpose of this investigation is to determine the viability and the potential that promotion of jobjoba crops have in the Altiplano region of San Luis Potosí, this with the aim to promote the diversification of the agricultural sector, the improvement of its productivity and income increase in the rural areas characterized by having arid zones with dry weather.

Key words: Productive vocations; Alternative crops; Jobjoba; Regional planning; Arid-semi-arid zones; Regional Development.

públicos como Alianza para el Campo (1995),² el Sistema Nacional de Extensionismo y Desarrollo Tecnológico (SINDER, 1996), el Programa de Extensionismo y Servicios Profesionales (PESPRO, 2001) y el Programa de Desarrollo de Capacidades en el Medio Rural (PRODESCA, 2002), y con la *Ley de Desarrollo Rural Sustentable* (2001) se promovió la participación de los pequeños productores agrícolas de zonas marginales y rurales; a partir del 2011, se creó el Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural, hoy denominado Componente de Extensionismo e Innovación Productiva, que busca impulsar el desarrollo del sector a través de la incorporación de tecnologías modernas que faciliten el acceso al conocimiento y la información.³

2 Existen antecedentes en la década de los 40 como las comisiones ejecutivas por cuencas hidrológicas y acciones de modernización agrícola que incidieron años después, según Gómez y Cortes (1987:65-67), en niveles de producción agropecuaria por encima del crecimiento poblacional; sin embargo, estas políticas fueron focalizadas a ciertas regiones del país y no se difundieron de manera general en el territorio nacional.

3 Tomado de SAGARPA (DE) <https://www.extensionismo.mx/web1/index.php/contenido/119-extensionismo-rural>

Si bien han existido diferentes programas de desarrollo agrícola en México, éstos han resultado insuficientes para atender el vasto territorio nacional por su diversidad climática, hidrológica, fisiográfica y cultural, así como la elevada concentración en las ciudades y dispersión de la población en las zonas rurales del país.

Por muchos años, el campo mexicano ha privilegiado una agricultura enfocada al cultivo de productos básicos, incentivada tanto por el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO)⁴ como por Alianza para el Campo (1995 al 2000) mediante subsidios, apoyos a los productores rurales y el pago por superficie sembrada en cualquiera de los nueve cultivos elegibles (algodón, arroz, cártamo, cebada, frijol, maíz, sorgo, soya y trigo), los cuales influyeron en la determinación de una cultura agrícola tradicional en el país.

Desarrollo regional desequilibrado

El problema de las desigualdades regionales se hace evidente cuando solo en seis entidades de la República Mexicana se genera casi 50% del PIB: Ciudad de México, México, Nuevo León, Jalisco, Veracruz de Ignacio de la Llave y Guanajuato (INEGI, 2017) y la mitad de los estados del país se ubica en un nivel de alta y muy alta marginación (CONEVAL, 2016).

Una característica importante en el país es la dispersión de la población: pequeños poblados con pocos habitantes, pero muy diseminados a lo largo del territorio, fenómeno identificado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) como uno de los factores que genera desigualdad, considerando el costo que implica llevar servicios e infraestructura (caminos y carreteras) a todas estas comunidades, por lo que la pobreza y marginación se agudiza (OCDE, 2015).

⁴ Sustituyó los sistemas basados en precios de garantía. En el 2010 se identificó como PROCAMPO Para Vivir Mejor; en el 2011, como Componente PROCAMPO Para Vivir Mejor y en el 2013 como Componente PROCAMPO Productivo, con el mismo objetivo.

Si bien la tendencia es hacia la concentración de la población en las urbes, 36.2% de la población en México vive en zonas rurales, donde el analfabetismo alcanza a 28.7% de la población (en las áreas urbanas es de solo 4.3%) y uno de cada tres jóvenes entre 15 y 17 años (edad en la que cubren la educación media superior y los pone en condiciones para integrarse a un mercado laboral a nivel técnico) no asiste a la escuela; de hecho, solo 10.3% registra niveles educativos superiores a la secundaria (en zonas urbanas es 43.8%) (INEGI, 2010).

Aunado a estos problemas se encuentra el de la infraestructura de comunicación, donde 61% de la red carretera nacional es rural y alimentadora, de tal manera que para estas zonas la mayoría de los caminos son rurales (38%) y brechas (18%), lo que propicia la marginación de las comunidades por el incremento en los costos de transporte y el acceso a bienes y servicios (básicos y especializados) disponibles en cabeceras municipales o áreas urbanas (Cadena, 2015).

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2008), una comunidad en México con un rezago social muy bajo se encontraba, en promedio, a 2.1 kilómetros de distancia de una carretera pavimentada; una con nivel bajo, a 3.1; una con medio, a 5.8; una con un alto rezago accedía a una carretera pavimentada a los 10.5 kilómetros; mientras que una con uno muy alto encontraba una vía de este tipo a 16.9 kilómetros. Es en esta situación que la accesibilidad se convierte en un problema que incide en la pobreza y tiene mayor efecto en comunidades alejadas de los centros urbanos, lo que coadyuva a los desequilibrios regionales.

En San Luis Potosí, 18.2% de la población vive en localidades menores a 500 habitantes, mientras que a nivel nacional esta proporción solo es de 9.4 por ciento. El problema es más agudo en regiones como la Huasteca y el Altiplano, donde las cifras son 30.8 y 30.3%, respectivamente; es decir, la problemática es tres veces mayor al promedio nacional. La falta de acceso a servicios e infraestructura trae como consecuencia la falta de

empleos y bajos niveles de ingreso en las zonas rurales, las cuales dependen en mayor medida del uso de los recursos naturales de la región para su sobrevivencia.

Deterioro del medio ambiente

La población urbana en México ha crecido de manera importante: mientras que en 1930 representaba casi 30% de la total, para el 2010 llegó a 77% (INEGI, 2001 y 2010), lo que habla de una elevada concentración, máxime si 50% de la del país vivía en 30 ciudades (CONAPO, 2012), que representan a los centros promotores del desarrollo social y económico por disponer de instituciones, infraestructura y servicios más especializados, pero llegan a presentar problemas cuando los gobiernos no tienen la capacidad para proporcionar los servicios públicos y oportunidades de empleo suficientes para la población, tanto nativa como migrante.

El problema en las ciudades lo identifica bien la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2016) al informar que en las últimas dos décadas éstas se han vuelto más desiguales debido a que están creciendo más en superficie (hasta cinco veces) que su población, por lo que las necesidades (y costos) de servicios se incrementan; es decir, contamos con urbes más extensas y menos densas.

En este sentido, uno de los grandes efectos del incremento y expansión de la población sobre el territorio es, sin duda, el rompimiento del equilibrio ecológico y afectaciones al medio ambiente a través del cambio de uso del suelo, donde zonas de reservas o de riesgo se convierten en áreas residenciales, industriales o comerciales; asimismo, se presenta una explotación excesiva de los recursos naturales con problemas agudos como la deforestación, la disponibilidad de agua, afectaciones sobre la flora y fauna, así como la contaminación (del suelo, aire y agua). Este crecimiento de las ciudades afecta, a la par, a las zonas rurales en la medida en que demandan recursos para su subsistencia (alimentos, minerales, energía, agua e insumos primarios), sin preocuparse por los efectos que generen en estas últimas.

En el caso de las zonas rurales, las actividades agropecuarias o forestales que se llevan a cabo tienden a identificarse con las demandas del mercado (como los cultivos apoyados por programas de gobierno), por lo que se convierten en actividades que rompen los ecosistemas naturales al reemplazar la vegetación original.

En lo que se refiere a la agricultura, su producción y rendimiento requieren del uso de fertilizantes, pesticidas, maquinaria y sistemas de riego que influyen de forma negativa en problemas como la disposición de agua (explotación de los mantos acuíferos) y el deterioro de los suelos, por lo que esta actividad se expande sobre nuevos territorios en busca de tierras más fértiles, replicando el efecto negativo sobre el medio ambiente (Carabias, 1988). Las áreas rurales más erosionadas son las localizadas en pendientes y en zonas áridas o subhúmedas, donde la escasez del agua hace difícil que recuperen su cubierta vegetal.

En el caso de la ganadería, su producción requiere de grandes extensiones de pastizales y territorios, por lo que desplaza flora y fauna por campos abiertos; en los trópicos, las selvas se convierten en grandes potreros.

Por su parte, la actividad forestal y la extracción de madera es una práctica que ha cambiado por completo el hábitat natural de flora y fauna, ya sea por el uso de la madera para autoconsumo en las comunidades para productos maderables (muebles y construcción) y no maderables (resinas, fibras, rizomas, ceras, gomas, etc.), afectando sobre todo a zonas templadas y tropicales, aunque las áridas y semiáridas también sufren daños.

Por último, la presencia de actividades extractivas (minera y petrolera) e industriales han traído efectos importantes a la naturaleza y las propias áreas urbanas por la contaminación del aire, suelo y agua, generando también erosión y cambios en el equilibrio ecológico.

Ya sea por un inapropiado uso de suelo o por la práctica de alguna actividad económica, se ha

modificado la relación hombre-medio ambiente, provocando fenómenos tales como la erosión y esto, a su vez, ha provocado el cambio en los patrones de temperatura, precipitación, niveles de humedad en el ambiente y en las formas de vida: flora, fauna y ecosistemas.

Zonas áridas y semiáridas

Si bien los desiertos y zonas áridas han sido poco estudiados y son vistos como un límite al desarrollo por las condiciones climáticas extremas, hoy en día son consideradas una importante fuente de materias primas clave para diversas actividades económicas, por lo cual han tomado relevancia como áreas potenciales de desarrollo de productos específicos de alto valor para la generación de ingresos propios por parte de sus habitantes. En México, este tipo de tierras representan 50% del total de la superficie (González, 1980). Dentro del territorio mexicano, la zona árida-semidesértica más importante la encontramos en los estados de Chihuahua, Sonora, Baja California, Baja California Sur, Coahuila de Zaragoza, Durango, Zacatecas, Nuevo León y San Luis Potosí, principalmente.

Zonas áridas son aquellas donde la evaporación potencial es mucho mayor que la lluvia anual (Trewartha, 1954; Thornthwaite, 1948; Meigs, 1953) y en las cuales los niveles de disposición de agua, precipitación y humedad se encuentran por debajo del promedio mundial anual (Rzedowski, 1968). En México, la precipitación pluvial media anual es de 780 mm (Comisión Nacional de Zonas Áridas, CONAZA, 1994), mientras que la media mundial alcanza los 840 milímetros. La CONAZA (González, 2012) las define como los territorios donde las precipitaciones son del orden de 250 mm anuales o menos y como semiáridas a aquellas donde la precipitación oscila entre más de 250 y menos de 500 milímetros. También, se deben considerar la temperatura,⁵ la altura sobre el nivel del mar (orografía), la velocidad del viento

to y la temporada del año como determinantes de la variedad de niveles de aridez de los suelos.

Las regiones áridas-semiáridas resienten dos grandes efectos: por un lado, la baja productividad y explotación del sector agropecuario, lo que orilla a bajos niveles de ingreso y, en consecuencia, de calidad de vida de los habitantes de estas zonas; por el otro, la alta vulnerabilidad a la desertificación que se provoca por la introducción del pastoreo y la deforestación, lo cual rompe el equilibrio de los ecosistemas. Se estima que, en la actualidad, 70% de las tierras secas productivas están amenazadas por diversas formas de desertificación, lo cual afecta directamente el bienestar y el futuro de una sexta parte de la población mundial (Granados, 2013), pues representa una de las causas principales de la destrucción del hábitat en las regiones áridas del planeta (Ferrandis & Martínez, 2000).

En este sentido, es relevante retomar la planeación y el diseño de políticas adecuadas de las zonas áridas-semiáridas a través de la promoción del cultivo y cuidado de especies originarias. Algunas de éstas identificadas como adecuadas o alternativas para estas áreas son: orégano (especia); peyote, gobernadora, cholla, damiana (medicinales); yuca, nopal (alimentos); ocotillo, mezquite (leña); agaves (para elaborar bebidas); cactáceas (ornato y artesanías); guayule (látex); mijo de canal (cereal); algarrobo, leucaena, coquia, costilla de vaca (forrajes), calabacilla loca (aceite comestible); lechuguilla (fibras); candelilla y jojoba (cera).

Asimismo, otros recursos disponibles en los desiertos son: yeso, boratos, sal de mesa, nitratos de sodio y de potasio, boro y otros minerales, como bauxita, cobre, diamantes, oro, fosfato roca, minerales de hierro y uranio, petróleo y gas natural. De la misma manera, actividades alternativas como la generación de energía eléctrica a través de la instalación de celdas solares son viables, considerando los altos índices de radiación solar. Se trata de convertir estas zonas en extensiones de desarrollo sustentables donde la población tenga una opción que se identifique con los recursos disponibles y coadyuve con el equilibrio de los ecosistemas.

⁵ Ver los índices de aridez de Lang, De Martonne, Thornthwaite o Dantin y Revenga.

Cultivos alternativos

Son aquellos que, por sus características, permiten sustituir o complementar a los que se producen en las zonas agrícolas y representan una oportunidad para romper la estacionalidad de los cultivos tradicionales. Usualmente, están dirigidos a mercados específicos y registran mejores precios por su alta demanda internacional, por lo cual los productores pueden tener mayores ingresos y mejorar la rentabilidad del campo, obtener mejores rendimientos al combinar dos o más cultivos propicios de la región, además de favorecer la organización de los agricultores y su infraestructura de producción, todo ello respetando las condiciones climáticas predominantes en la zona.

Algunos cultivos identificados como alternativos son: zanahoria, cebolla, judías, fresa, pimiento, camote, lechuga, cebada, hinojo, papa, col, alcachofa, apio, espinaca, pepino, vainilla, tomate, brócoli, calabacita, melón, betabel, maguey, pistache, cacahuete y espárrago, entre otros, cada uno con características propias de producción que, cuando son producidos en zonas climáticas afines, ayudan al mejoramiento del medio ambiente por el aprovechamiento de la disponibilidad del agua, temperatura y minerales del suelo, por lo que mejora el rendimiento obtenido. No obstante, es importante cuidar, al mismo tiempo, aspectos relacionados como la organización de los productores, la comercialización y exportación de los productos o, incluso, la aparición de plagas.

En algunos países como España o Costa Rica, la promoción de los cultivos alternativos ha sido acompañada de actividades complementarias, como es el caso del turismo rural que consolida las actividades e incrementa el impacto en la generación de empleos e ingresos locales.

Características de la jojoba

Es originaria de los desiertos de Sonora en México y Mojave (California, Arizona, Utah y Nevada) en el sur de Estados Unidos de América (EE. UU.).

La jojoba se ha cultivado en Australia desde 1930; en EE. UU., a partir de 1946 y en Israel, de 1960. En México, a pesar de ser reportada en 1701 por su uso por los nativos del desierto sonorense como alimento o medicina (Burrus, 1954 y Samayoa, 1978), no fue sino hasta 1975 cuando se empezaron a realizar estudios sobre este tipo de cultivo (Alcaraz, 2011).

La importancia de la jojoba en nuestro país se hizo manifiesta cuando, en 1952, el gobierno decretó de interés público la protección, conservación, restauración, propagación y aprovechamiento forestal de la jojoba para hacer frente a la escasez de la misma en Sonora, Baja California Norte y Baja California Sur promoviendo la implementación de viveros (*Diario Oficial de la Federación* del 24 de enero de 1952).

Los principales países productores de jojoba son: Argentina (7 mil ha), EE. UU. (2 mil ha), Israel (700 ha), Perú (700 ha) y Australia (500 ha); existen otras naciones con una menor producción, entre las que encontramos a México, Egipto e India. Aun cuando su cultivo se realiza sobre todo en zonas áridas, se han desarrollado algunos genotipos aclimatados para cultivarse en áreas tropicales y subtropicales, como es el caso de Colombia, Chile, Madagascar, Australia, Brasil, Costa Rica, Kenia, Sudán, Venezuela, Irán, Haití, Paraguay, Rhodesia, Japón, Libia, Tailandia y Sudáfrica, entre otros, donde se pueden registrar hasta dos cosechas al año (CONABIO, 1996).

El cultivo de la jojoba tomó relevancia como sustituto de la grasa animal, en particular la del cachalote (buscado por su aceite), cuya caza fue vedada por los países balleneros y por la *Ley Pública* de EE. UU. en 1969. Pero, además, cuenta con características físico-químicas que hacen de su aceite un importante componente en la industria farmacéutica, cosmetológica, de lubricantes y otras actividades económicas de alto valor agregado.

El nombre científico de la jojoba es *Simmondsia chinensis* (ver cuadro 1) y es una planta xerófita, heliófita y halófila, esto es, que tolera tanto la sequía como la intensidad de los rayos solares y las sales al-

Cuadro 1

Descripción taxonómica de la jojoba

Reino: <i>Plantae</i>	División y clase: <i>Magnoliophyta</i>
Orden: <i>Caryophyllales</i>	Familia: <i>Simmondsiaceae</i>
Género: <i>Simmondsia</i>	Especie: <i>S. chinensis</i>

Fuente: elaboración propia con datos de la CONABIO y Naturalista.

calinas que pueden estar presentes en ciertos tipos de suelos; es una planta arbustiva de hoja perenne que produce una semilla con un alto contenido de aceite (básicamente 50% de su peso); cuenta con un periodo de vida entre 100 y 200 años y puede alcanzar una altura de hasta 5 metros. Es dioica, florece de diciembre a marzo y fructifica de marzo a julio; la producción de semillas inicia a los cinco años, alcanzando su plenitud hasta los ocho o 10 años, por lo que representa un sistema productivo cuya rentabilidad es a mediano y largo plazos.

Debido a su resistencia a las condiciones extremas y al estrés abiótico, es una alternativa para el aprovechamiento y recuperación (ambiental y productiva) de zonas áridas y semiáridas del mundo⁶ (Roussos, 1999). El cultivo de la jojoba tiene efectos restauradores en las zonas desérticas al favorecer la estabilización del suelo,⁷ pues mejora su fertilidad con la cáscara de la semilla que se convierte en excelente componente del suelo. Asimismo, las semillas y hojas son de gran importancia para la fauna de la zona, como jabalí, pecarí, venado, ardilla del desierto, conejo, cuervo, paloma, tuza, cabra, ciervo, etcétera. El clima propicio para la jojoba se relaciona con zonas desérticas y semidesérticas con baja precipitación, suelos bien drenados y adecuada aireación.

Una hectárea con un promedio de 2 500 plantas (relación 5:1 hembras-macho) puede obtener una producción anual de 2.5 toneladas de semilla de jojoba (Duke, 1983), las cuales mantienen casi 99% de capacidad de germinación después de seis meses y hasta 38% después de 11 años de almacenamiento sin que pierda los valores de su contenido de cera. Por su parte, la tonelada de semilla registra

un precio promedio de 450 dólares, mientras que el litro de aceite de jojoba se cotiza en 40 dólares.

Éste es de uso ideal en el cuidado personal por ser muy similar al aceite natural que el cuerpo humano crea para cubrir la piel y mantenerla húmeda y suave, además de ser inodoro, no graso, hipoalergénico, estable y de fácil absorción. En la salud, el aceite de jojoba se ha llegado a utilizar para atender el dolor de garganta, resfriados, trastornos renales, enfermedades de los ojos, heridas en la cabeza, inflamaciones, restaura el cabello, reduce las secreciones de las glándulas sebáceas disminuyendo el acné, como auxiliar en casos de obesidad, llagas o verrugas y se considera que facilita el parto (Hartwell, 1967-1971). También, se usa en la fabricación de lubricantes, agentes estabilizadores para la penicilina, champú, ceras saturadas, velas, jabones, surfactantes, resinas, desinfectantes e inhibidores de corrosión, etc. (INIFAP, 1995).

Verbiscar y Banigan (citados en Duke, 1983) calcularon en 1979 que cada 100 g de semilla contienen de 4.3 a 4.6 g de H₂O, 14.9 a 15.1 de proteína, 50.2 a 53.8 de grasa, 24.6 a 29.1 de carbohidratos y de 3.5 a 4.2 g de fibra. Asimismo, por cada 100 g de harina de jojoba hay 1.4 g de lisina, 0.6 de histidina, 1.9 de arginina, 2.6 de ácido aspártico, 1.3 de treonina, 1.3 de serina, 3.2 de ácido glutámico, 1.5 de prolina, 2.4 de glicina, 1.1 de alanina, 0.6 de cistina, 1.5 de valina, 0.1 de metionina, 0.9 isoleucina, 1.8 leucina, 1.1 tirosina y 1.2 g de fenilalanina.

Su aceite se extrae por el prensado de sus semillas y registra muy pocas impurezas; está compuesto casi por completo de ésteres de cera monoinsaturados (97%), ácidos de cadena lineal y alcoholes con pesos moleculares altos. Debido a estas características químicas y físicas de su estructura molecular,⁸ la jojoba es de utilidad en diversos segmentos productivos como la industria cosmética, farmacéutica, plásticos, ceras, carburantes, lubricantes,

6 Por ejemplo, en Chile ha favorecido la recuperación de terrenos degradados en sitios donde hubo explotación minera.

7 Debido a que su raíz alcanza longitudes de 10 a 14 m, por lo cual es poco recomendable trasplantar.

8 Es hidrogenable, biodegradable, de fácil dilución en solventes orgánicos, con un alto índice de viscosidad, un alto punto de ebullición e inflamabilidad, baja volatilidad, gran estabilidad y no se ve afectado por calentamientos repetidos de hasta 300 grados centígrados. Tomado de: <http://ideasdenegocios.com.ar/cultivo-de-jojoba-agro-negocios-rentables.htm>

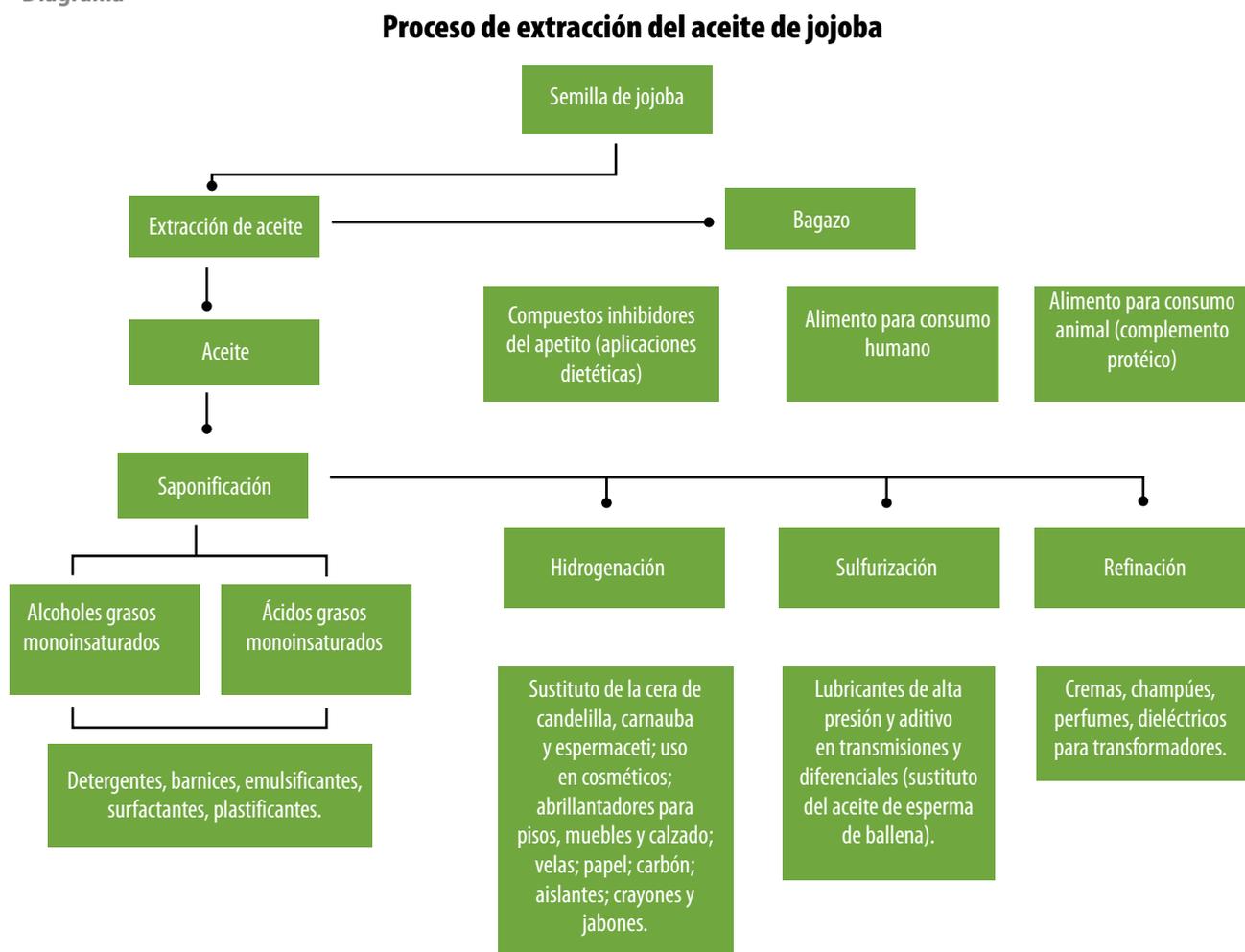
insecticidas, ordenadores de cómputo, alimentos y forraje, entre otros.

Por otra parte, el aceite de jojoba representa un recurso renovable para la producción de fuentes de energía alterna al petróleo, como el biodiésel. Su uso no requiere ningún tipo de refinado, pero puede ser mezclado con otras sustancias, por lo que registra un alto valor comercial y gran demanda en el mercado internacional.

Dependiendo del uso del aceite de jojoba, su proceso de extracción puede seguir diferentes caminos (ver diagrama) y se pueden resumir de la siguiente manera:

- Preparación. Realiza el cribado con el objetivo de eliminar material duro (piedras y metales).
- Descascarillado. Lleva a cabo la separación de la semilla y la cascarilla.
- Precalentamiento. Reduce la humedad hasta 4% para obtener una semilla limpia y seca.
- Extracción y filtración. Controla el espesor de la pasta (1.5 mm) y la temperatura (60° C).
- Refinación. Asegura la eliminación de las impurezas químicas del aceite (acidez y contenido de fosfátidos) a través de la saponificación.
- Hidrogenación. Reduce la hidrogenación del aceite de jojoba con el objetivo de producir cera sólida.

Diagrama



Fuente: Ruiz. Instituto Nacional de Ecología, 1980.

Metodología

El objetivo del presente documento es mostrar una propuesta de política regional que permita influir de forma positiva en la productividad del sector primario, aportar al equilibrio del desarrollo regional y favorecer el cuidado del medio ambiente a través de los cultivos alternativos y el uso de tecnologías de la información, como los sistemas de información geográfica (SIG). Esta investigación busca verificar si las características de un cultivo alternativo, con un alto valor en el mercado internacional, como la jojoba, puede llegar a coincidir con las del Altiplano de San Luis Potosí, considerando que ambas tienen en común las zonas áridas-semiáridas y que la región presenta una gran variedad de microclimas gracias a las condiciones geográficas de su territorio.

La relevancia del estudio es que busca incidir en la mejora de la productividad del sector agrícola, aportar a un desarrollo regional más equilibrado (zonas urbanas vs. rurales) y al cuidado, preservación y recuperación del medio ambiente, considerando que la siembra o preservación de vegetación de zonas áridas favorecen la retención del suelo, permiten una mayor filtración del agua y la regeneración más rápida de la vegetación predominante.

La adaptación y productividad de las especies vegetales depende de numerosos factores tanto del ambiente físico natural como de la intervención del hombre en el manejo del cultivo para controlarlo y mejorarlo, de tal manera que, para determinar la viabilidad del cultivo de la jojoba en el Altiplano potosino, se tomaron en cuenta diferentes variables geográficas, como: clima, precipitación, temperatura, altitud, latitud, longitud y edafología en la región para delimitar y cuantificar áreas territoriales potenciales de labranza en función de las características naturales propias de la planta, además de incluir variables en relación con el manejo controlado del cultivo por el hombre o con las actividades a realizar durante el proceso de producción como: la determinación del sexo, la plantación (forma de siembra y preparación del

terreno), riego, fertilización, control de plagas, enfermedades, malezas, poda y cosecha.

Por otra parte, para calcular el potencial del cultivo de la jojoba, la investigación tomó en cuenta dos aspectos adicionales: las actividades agropecuarias predominantes y la población involucrada en las áreas identificadas como idóneas.⁹

Para facilitar la delimitación de las zonas propicias para la producción de la jojoba, el estudio se apoyó en el uso de SIG (*Mapa Digital de México* del INEGI), información del marco geoestadístico (municipios, localidades urbanas y rurales, caminos y carreteras), así como las cartas de clima (clima y temperatura), edafología, uso de suelos y datos demográficos, sociales y económicos.¹⁰

Resultados

Estado de San Luis Potosí

Se localiza en la parte centro-oriente de la República Mexicana: al norte 24° 29' 29", al sur 21° 09' 37" de latitud norte, al este 98° 19' 33" y al oeste 102° 17' 46" de longitud oeste (INEGI, 2013). Administrativamente, está dividido en 58 municipios, los cuales integran cuatro grandes regiones económicas. La localización y características geográficas de la entidad hacen que presente una gran variedad de climas: cálido (8.68%), semicálido (16.28%), templado (1.56%), semifrío (0.01%), semiseco (23.3%), seco (47.66%) y muy seco (2.51%). Lo anterior se explica por la influencia de tres provincias fisiográficas:

- Sierra Madre Oriental. Cubre 57% de la superficie estatal; se extiende en partes de las zonas del Altiplano, Centro, Media y Huasteca,

⁹ La información agropecuaria fue obtenida a través del portal *Campo mexicano* de la SAGARPA (2014); los datos socioeconómicos, de los resultados de los Censos Económicos 2014 y los de población, de *Principales resultados por localidad (ITER)*, ambos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

¹⁰ El manejo espacial de la información se facilitó a través del programa de asesoría a investigadores del INEGI con apoyo del ingeniero José Antonio Guerrero Díaz de León de la Coordinación Estatal del INEGI en San Luis Potosí.

donde el clima seco semicálido domina en los municipios de Rioverde, Cerritos y Matehuala, y el semiseco semicálido en Rioverde, San Ciró de Acosta, San Nicolás Tolentino y Villa Hidalgo; también, registra un clima semicálido húmedo entre El Naranjo, Tamazunchale y San Martín Chalchicuatla.

- Llanura Costera del Golfo. Cubre 8% del territorio del estado y se extiende entre las zonas Media y Huasteca con climas cálidos y subhúmedos en los municipios de Ébano, Tanquián de Escobedo, Ciudad Valles y Tamuín.
- Mesa del Centro. Comprende 35% de la superficie estatal y cubre parte de las zonas del Altiplano y Centro con un clima seco templado en los municipios de Villa de Zaragoza, San Luis Potosí, Cedral, Real de Catorce y Santo Domingo (INEGI, 2002).

Como ya se mencionó, una característica importante en la entidad es la dispersión de la población: pequeños poblados con pocos habitantes, pero muy distantes entre sí a lo largo de su territorio, lo cual trae diversas consecuencias negativas. Así, esta investigación se vuelve relevante y oportuna para que, a través de aprovechar las vocaciones productivas en el territorio potosino se busque mejorar la generación de ingresos de las comunidades rurales fortaleciendo las actividades productivas primarias, en particular los cultivos alternativos; todo ello de acuerdo con las condiciones climáticas predominantes.

En San Luis Potosí, la región de la Huasteca genera 69.5% de la producción agrícola total y la superficie sembrada significa 46.7% de la entidad, el valor de la producción representa 38.5%, mientras que en la del Altiplano se produce 15.2% y se siembra 30.9% de la superficie de cultivos, obteniendo 41.1% del valor total de la producción agrícola del estado; en la zona Centro, los valores son 8.9, 9.0 y 8.9%, respectivamente. La región Media aporta solo 6.4% de la producción y 11.5% del valor de la producción agrícola total de la entidad (ver cuadro 2).

Región del Altiplano en San Luis Potosí

Está formada por 15 municipios; los más importantes por su población son Matehuala, Villa de Ramos, Salinas, Guadalcázar y Charcas, en los cuales se concentra 61.9% de los habitantes de la región. Matehuala es considerada la cabecera regional y registra los indicadores de desarrollo más favorables. El Altiplano registra 334 261 habitantes (12.9% de la entidad), que se distribuyen en un total de 1 424 localidades (20.9% del estado); 53% de los pobladores vive en 20 localidades urbanas y el resto, en rurales. Los principales asentamientos poblacionales son Matehuala (con más de 50 mil habitantes); Salinas de Hidalgo, Charcas y Cedral (con más de 10 mil cada uno); Villa de Arista, El Zacatón, Dulce Grande y Venado (con más de 5 mil), Moctezuma, El Barril, Villa de la Paz, Salitral de Carrera, Villa Hidalgo, Vanegas y Hernández (con más de 2 500 habitantes) (ver mapa 1).

Cuadro 2

Principales indicadores agrícolas según región económica en San Luis Potosí

Región	Núm. de municipios	Población	Superficie (km ²)	Producción (%)	Valor de la producción (%)	Superficie sembrada (%)	Superficie siniestrada (%)
Huasteca	20	27.8%	18.5%	69.5	38.5	46.7	1.0
Altiplano	15	12.9%	46.7%	15.2	41.1	30.9	66.7
Centro	11	48.7%	14.4%	8.9	8.9	9.0	21.1
Media	12	10.6%	20.3%	6.4	11.5	13.5	11.3
Total	58	100.0%	100.0%	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuentes: INEGI (2010) y SAGARPA, SIAP. Ciclo agrícola 2017.

pectivamente. Un caso relevante es el cultivo del maíz grano, al cual se le dedica 42.2% de la superficie sembrada de la región, pero aporta solo 2.8% a la producción total, 3.0% al valor de la producción y muestra uno de los índices de siniestrabilidad más altos de 41.8% (ver cuadro 4).

Como ya se mencionó, las zonas rurales donde habita 23% de la población presentan un conjunto de condiciones sociales, económicas, geográficas, políticas y ambientales que las vuelven vulnerables y las marginan. Además, considerando que más de 70% de las unidades de producción la representan

pequeños productores y que la mayoría pertenece a estas zonas rurales, es necesario afinar la política de consolidación de su actividad productiva, que le otorgue a sus habitantes la oportunidad de aspirar a una calidad de vida mejor.

Una manera para contrarrestar este problema es incluyendo cultivos alternativos en zonas específicas con la finalidad de hacer productivas esas áreas y, así, contribuir en la economía de las familias que viven en el medio rural. Para ello, es indispensable analizar de forma correcta la zona para producir el cultivo alternativo.

Cuadro 3

Principales indicadores agrícolas según municipio y microrregión en el Altiplano potosino

Municipio	Superficie (km ²)	Producción (%)	Valor de la producción (%)	Superficie sembrada (%)	Superficie siniestrada (%)
Villa de Ramos	8.6%	17.8	21.5	30.2	23.2
Vanegas	9.1%	16.2	10.3	3.3	1.7
Villa de Guadalupe	5.8%	14.5	13.3	4.0	4.2
Matehuala	4.0%	7.5	2.0	4.9	2.7
Guadalcazar	13.2%	7.2	11.1	5.9	3.9
Salinas	6.6%	6.6	5.3	12.8	13.4
Cedral	4.3%	6.2	7.2	5.0	6.0
Total	29 120	1 302 927	4 587 000 687	172 704	44 117

Fuente: SAGARPA, SIAP. Ciclo agrícola 2017.

Cuadro 4

Principales indicadores de los cultivos agrícolas en la región del Altiplano

Cultivo	Producción (%)	Valor de la producción (%)	Superficie sembrada (%)	Superficie cosechada (%)	Superficie siniestrada (%)
Alfalfa verde	54.7	9.9	2.8%	4.0	0.0
Tomate rojo (jitomate)	16.4	43.0	0.7%	1.0	0.0
Pastos y praderas	6.5	0.8	4.1%	5.8	0.0
Avena forrajera en verde	5.7	0.8	5.2%	5.9	21.4
Cebolla	4.0	4.3	0.6%	0.7	20.9
Chile verde	2.8	6.9	0.4%	0.6	0.0
Maíz grano	2.8	3.0	42.2%	35.4	41.8
Otros	7.2	31.3	44.1%	46.7	26.5

Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA SIAP., 2017.

Área potencial para el cultivo de la jojoba en el Altiplano potosino

El estudio muestra que existe y que cumple con las características geográficas, climáticas y ambientales adecuadas para la planta; éstas se encuentran en la comunidad de la Hincada, como se puede ver en el cuadro 5, y en el 6 se presentan las variables adicionales que deben tomarse en cuenta en el proceso de producción de la jojoba.

Un aspecto fundamental para garantizar el crecimiento y desarrollo de las plantas de jojoba, así como asegurar la producción y calidad de los frutos es sembrar el cultivo en óptimas condiciones agroecológicas. Para ello, en el cuadro 7 se mues-

tran los requerimientos tanto descriptivos, climáticos y edáficos como las respuestas hacia el cambio climático de la jojoba.

En San Luis Potosí, el área ideal para el cultivo y producción de la jojoba es la zona con un clima árido-semiárido, la cual corresponde al uso de suelo denominado matorral y vegetación secundaria arbustiva desértica tipo micrófilo y rosetófilo, que se encuentra de manera predominante en gran parte de la región del Altiplano (ver mapa 2).

Asimismo, requiere una zona de cultivo localizada a una altitud entre 600 y 1 500 m.s.n.m., la cual solo es registrada en la parte oriente de la región y representa casi 30% de la superficie de la misma (ver mapa 3).

Cuadro 5

Condiciones climáticas y geográficas en el Altiplano potosino

Factor	La Hincada
Clima	Seco y semiseco
Suelo	El tipo de suelo predominante en La Hincada es el Kastanozem. Se caracteriza por tener un color pardo oscuro asociado a regiones de clima seco y cálido. Sus limitaciones son la erosión eólica e hídrica.
Altitud	Menos de 1 000 a 1 500 m.s.n.m.
Latitud	22° norte
Longitud	100° oeste
Precipitación	De los 43 a los 272 mm anuales. El mes con más frecuencia de lluvias es septiembre con 148 milímetros.
Temperatura	Temperatura media anual de los 18 a los 32 grados centígrados.
Viento	En promedio, considerando los últimos ocho días de junio del 2018, el viento en La Hincada es de 1.5 kilómetros por hora.

Fuente: elaboración propia con datos de Duke (1978), Alcaraz (2011), Schneider (1907), INIFAP, INEGI y CONABIO (1996) y SAGARPA (2014 y 2018).

Cuadro 6

Factores a considerar para el manejo del cultivo de la jojoba

Continúa

Factor	Descripción
Determinación del sexo	Es una planta dioica, de la que no puede conocerse el sexo hasta que florece, lo cual ocurre por lo general a los tres años de edad. Esta característica obstaculiza la planificación del cultivo en cuanto a la producción de plantas femeninas y masculinas, lo que redundará en una menor producción de semilla. Para resolver este problema, se ha optado por desarrollar técnicas de propagación asexual ya sea acodo, estacas o <i>in vitro</i> .

Factores a considerar para el manejo del cultivo de la jojoba

Factor	Descripción
Plantación	La jojoba se planta de preferencia en primavera en terreno arado y rastreado, en un marco de plantación de 1.7 x 4 metros. La orientación de las hileras debe ser perpendicular al sentido del viento predominante, plantando la primera con plantas macho. Luego, cada 15 hileras de plantas hembra, debe intercalarse una nueva de ejemplares macho y así, sucesivamente. De este modo, se asegura que el viento arrastre el polen de las flores macho hacia las hileras de hembras.
Riego	Se hace por surcos o goteo.
Fertilización	Nitrógeno, potasio y fósforo, según sean las características del suelo. La mayor respuesta observada corresponde a aplicaciones de nitrógeno (50 a 120 kg de N/ha por año).
Plagas	Las que atacan a la jojoba y que han sido identificadas pertenecen a 223 especies correspondientes a 11 órdenes, como <i>Periploca sp.</i> (pequeña palomilla minadora), <i>Epinotia kasloana</i> (palomilla devoradora de flores y frutas), <i>Asphondilia sp.</i> (mosco formador de agallas causante de la deformación de frutas jóvenes), <i>Incisitermes sp.</i> (termita de madera seca minadora de tallos de plantas de cualquier edad), <i>Nysius eriace</i> (chinche falsa causante de necrosis en plantas de entre dos y tres años de edad). La jojoba también es atacada por animales como: ratas, ratones, ardillas y aves, además de cabras, reses y conejos, que ramonean sus hojas.
Enfermedades	Hongos que causan pudrición radicular y daños foliares: <i>Alternia sp.</i> , provoca desfoliación severa en plantas propagadas por estaca en condiciones de humedad alta. En plantas desarrolladas en invernadero: <i>Verticillium dahliae</i> y <i>Phymatotrichum omnivorum</i> .
Malezas	En las zonas áridas, las malezas no debieran ser un problema mayor, más aún si se riega por goteo. Sin embargo, es importante mantener el cultivo libre de éstas, ya que dificultan las labores de cosecha. Se puede recomendar el uso de Simazina antes de la plantación y en invierno en plantaciones ya establecidas; además, se pueden hacer aplicaciones de Glifosato u otro herbicida de contacto (con protección para la planta) cuando sea necesario.
Poda	Es muy ligera y consiste en eliminar las ramas que crecen cercanas al suelo para facilitar las labores de cosecha. También, se puede realizar una poda mecanizada tras la cosecha para favorecer el desarrollo de nuevos brotes.
Ph	Fluctúa entre 5 y 8 indicando que éste no es un factor crítico.
Salinidad	Tolerante a la salinidad.
Cosecha	Es la labor que más mano de obra absorbe, ya que consiste en recolectar las semillas desde el suelo: se barren hacia el centro de la entrehilera formando una franja desde la cual se recolectan de forma manual en sacos. Existe la posibilidad de cosechar mecánicamente en el caso de tener una superficie grande que justifique la inversión en equipo.

Fuente: elaboración propia con datos de la CONABIO.

Requerimientos agroecológicos de la jojoba

Características descriptivas	
Nombre científico	<i>Simmondsia chinensis</i> .
Nombre común	Jojoba.
Familia	<i>Simmondsiaceae</i> .
Origen	Originaria de México y EE.UU. Se encuentra sobre todo en el noroeste de nuestro país, donde se cuenta con 70% del total del área de su distribución y entre las regiones montañosas de Arizona y el sur de California. Se le ha introducido a Chile, Argentina, Brasil, Costa Rica, Venezuela, Kenia, Sudán, Israel, Alemania, Australia, Dinamarca, Egipto, Hawái, India, Irán, Japón, Libia y Tailandia.

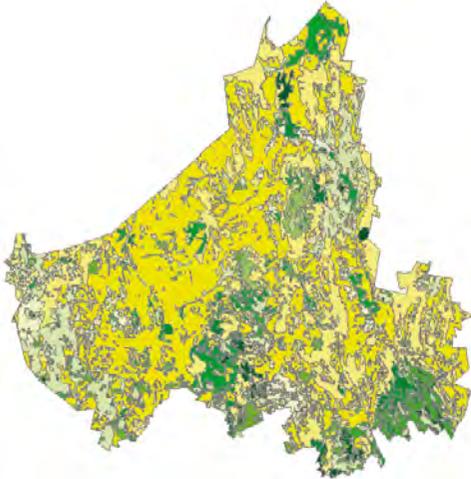
Requerimientos agroecológicos de la jojoba

Características descriptivas	
Distribución	Baja California, Baja California Sur y Sonora.
Estatus	Nativa y cultivada.
Adaptación	Zonas de baja precipitación de México, en pendientes montañosas y valles. Se adapta a altas fluctuaciones de temperatura y en una diversidad de suelos, como arcillas, levemente alcalinas; en suelo desértico con buen drenaje y aireado.
Ciclo de madurez	Anual.
Requerimientos climáticos	
Clima	Zonas áridas y semiáridas con clima seco y semiseco; tipo de vegetación: matorral xerófilo-espinoso.
Latitud	23° y 35° norte.
Longitud	109° y 117° oeste.
Altitud	Crece entre los 600 y 1 500 m de altitud en el desierto. Las pendientes son por lo general más de 3% y con frecuencia de 30 por ciento. La jojoba, por lo general, es más abundante en las laderas orientadas al norte que en pendientes hacia el sur.
Fotoperiodo	Planta sensible al fotoperiodo, aumentando su desarrollo vegetativo a medida que éste se acerca a 24 horas de luz (estudios en invernadero).
Radiación	Requiere de luz solar, tolera su intensidad.
Temperatura	Tiene una buena germinación en arenas alcalinas a temperaturas entre 27 y 38° C, con una temperatura anual entre los 16 y 26 grados centígrados. Las temperaturas extremas registradas para la jojoba alcanzan rangos entre 9 y hasta 50 grados centígrados.
Precipitación	200 a 450 mm anuales, aunque existen plantas en zonas con precipitaciones menores a 120 mm; pero para su uso agrícola, a mayor precipitación mejora la producción alcanzando una altura de hasta 5 metros.
Viento	El viento, más que desfavorecer el desarrollo de una plantación de jojoba, es un factor positivo al facilitar la polinización de las flores, siempre y cuando no sean vientos extremadamente secos y cálidos.
Requerimientos edáficos	
Textura	Roca porosa a arcillas, suelos ácidos a alcalinos o suelo desértico. En general, se desarrolla en suelos arenosos-rocosos, amarillos-arenosos, pedregosos y de textura media.
Drenaje	Buen drenaje y aireación.
Ph	Fluctúa entre 5 y 8, indicando que éste no es un factor crítico.
Salinidad	Tolerante a la salinidad.
Fertilidad del suelo	Regular a baja, pero con la aplicación de triple 17 (nitrógeno, fósforo y potasio) mejora el desarrollo del cultivo.
Características de respuesta al cambio climático	
Resistencia a la sequía	La jojoba es resistente a condiciones de sequía. Puede tolerar altas temperaturas de hasta 50 grados centígrados.
Tolerancia a bajas temperaturas	Puede soportar algunas heladas que no sean tan intensas, de hasta -6 grados centígrados.
Mejora tierras erosionadas	Efectos restauradores en las zonas desérticas al favorecer la estabilización del suelo erosionado.

Fuente: elaboración propia con datos de CONABIO, INIFAP y FAO (1989).

Mapa 2

Uso de suelo en la región del Antiplano



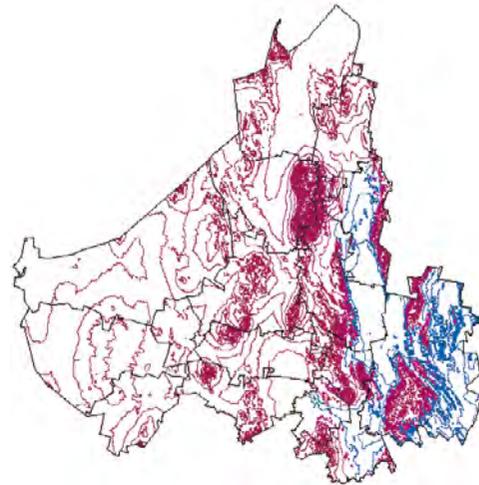
Matorral y vegetación secundaria arbustiva, suelo desértico micrófilo ■ y rosetófilo ■

Fuente: INEGI. Carta de uso del suelo.

Por su parte, las características del suelo que requiere la jojoba se relacionan con el tipo kastanozem, el cual se encuentra en microzonas distribuidas a lo largo de todo el territorio de esta región (ver mapa 4).

Mapa 3

Topografía en la región del Antiplano



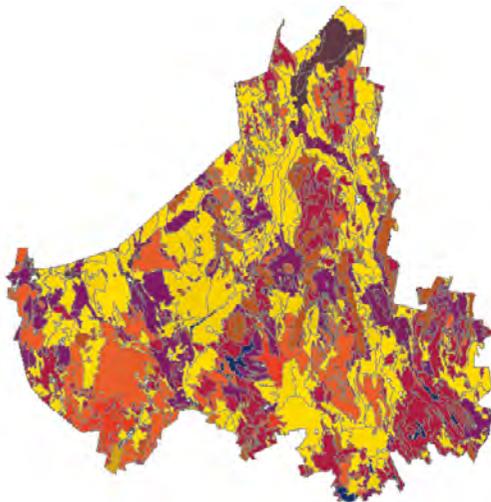
Topografía en región del Antiplano (de 600 a 1 500 m.s.n.m.)

Fuente: INEGI. Carta topográfica.

De la misma manera, como criterio de cultivo de esta planta, se requiere una temperatura entre los 9 y 38° C, la cual solo está presente en la parte límite este de la zona (ver mapa 5).

Mapa 4

Edafología en la región del Altiplano

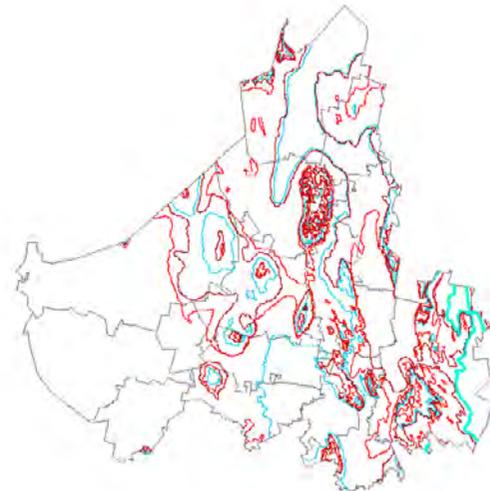


Suelo kastanozem ■ en la región del Altiplano.

Fuente: INEGI. Carta edafológica.

Mapa 5

Temperaturas en la región del Altiplano



Temperaturas mínimas noviembre-abril (---) y máximas mayo-octubre (---); adecuada para la jojoba (---).

Fuente: INEGI. Carta climática.

Tomando en cuenta las características geográficas y climáticas, podemos identificar que el área potencial *ideal* para el cultivo de la jojoba en la región del Altiplano se encuentra en el sur del municipio de Guadalcázar (ver mapa 6), que comprende una extensión territorial de 14 161.74 hectáreas, donde se localiza la comunidad de La Hincada (ver mapa 7).

La Hincada es una localidad de alta marginación que cuenta con una población de 847 habitantes; su promedio de años de estudio es de solo 4.65, poco más de la mitad (53.1%) tiene acceso a servicios de salud, 21.5% es analfabeta, 80% de los habitantes en edad de asistir a educación preparatoria y superior (de 15 a 24 años) no lo hace, el promedio de hijos nacidos vivos es 4.1 y la tasa de dependencia económica es superior a 21%;¹¹ de sus viviendas habitadas, 10% no dispone de energía eléctrica,

¹¹ Personas mayores de 65 años respecto a la población en edad de trabajar (más de 15 y hasta 65 años).

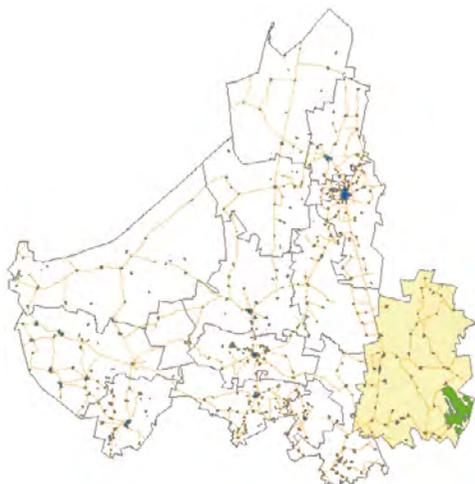
99% no cuenta con agua, cerca de 80% no tiene drenaje y solo 2.9% dispone de una computadora.

El municipio de Guadalcázar y la comunidad de La Hincada colindan al este con Tula, Tamaulipas y al suroeste con El Naranjo en San Luis Potosí. Se encuentra en la región hidrológica de El Salado y la Cuenca de la Sierra Madre, donde no existen cauces permanentes o definidos y se registran bajos niveles de precipitación. Por su localización geográfica, La Hincada no dispone de carreteras pavimentadas y su acceso se da a través de caminos de terracería; la cabecera municipal, Guadalcázar, se encuentra a 42 kilómetros y se tienen que recorrer ocho kilómetros de terracería para encontrar una carretera pavimentada.

Las actividades económicas en la comunidad son el comercio al por menor y otras agropecuarias, como el cultivo de forrajes y, en menor medida, maíz, así como la crianza de ganado, lo cual no les permite a los habitantes disponer de ingresos suficientes para atender sus necesidades más apremiantes.

Mapa 6

La región del Altiplano y el municipio de Guadalcázar



Municipio de Guadalcázar en región del Altiplano y zona propicia para el cultivo de jojoba.

Fuente: elaboración propia basada en el Marco geoestadístico nacional y el Mapa Digital de México del INEGI.

Mapa 7

Zona propicia para cultivo de jojoba, municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí



Localidades urbanas ■, rurales ■, caminos ■ y zona potencial de producción de jojoba ■.

Fuente: elaboración propia basada en el Marco geoestadístico nacional y el Mapa Digital de México del INEGI.

Conclusiones

Uno de los objetivos de esta investigación fue documentar una propuesta de política de desarrollo regional que permitiera verificar si la introducción de un cultivo alternativo, como la jojoba, coincidía con las condiciones climáticas y geográficas de la región del Altiplano de San Luis Potosí, teniendo ambas en común las zonas áridas. Gracias a un estudio de las condiciones agroecológicas de la jojoba y el estudio de las características geográfico-ambientales del Altiplano potosino, y con la ayuda de un SIG, nos fue posible identificar un área de interés potencial propicia para este cultivo, localizada al sur del municipio de Guadalcázar, que comprende una extensión territorial de 14 161.74 hectáreas, donde se encuentra la comunidad La Hincada. Esta propuesta resultó pertinente considerando varios aspectos, entre los que destacan:

- El área identificada tiene como principales actividades al comercio al por menor y la siembra de forrajes y maíz (es decir, cultivos tradicionales con bajo valor de la producción y altos niveles de siniestro), por ejemplo, donde los ingresos de las personas son limitados, por lo que buscar insertar cultivos alternativos como la jojoba (con alto valor de mercado) representa una oportunidad para promover la diversificación de la actividad económica, aumentar los volúmenes del valor de la producción, mejorar la rentabilidad del campo y generar mejores niveles de ingreso para los pobladores de la zona, lo cual les permitiría mejorar sus condiciones de marginación.
- Considerando que los problemas de las zonas áridas se relacionan con la erosión y degradación de los suelos, el cultivo de la jojoba aportará a la recuperación de los mismos al favorecer la retención del suelo, permitir una mayor filtración del agua, la regeneración más rápida de la vegetación predominante, mejorar el rendimiento al combinar dos o más cultivos y favorecer la preservación de la fauna del ecosistema.

Asimismo, al identificarse con el clima de la región, permitirá ahorros al adaptarse a la disposición de agua, vientos y temperatura del área; es decir, reducirá costos, aumentará la producción y coadyuvará a la preservación de los ecosistemas.

- El impulso de las zonas marginadas (como sería La Hincada) con la introducción del cultivo de la jojoba, aportará al desarrollo regional al consolidar actividades de alto valor agregado que permitirán, a su vez, desarrollar otras actividades complementarias, como la agroindustria, el comercio y la exportación, lo que a su vez hará presión a la disposición de servicios de comunicación, transporte, educación, etcétera.
- También, representa una propuesta novedosa de hacer política de desarrollo regional que se apoya en las tecnologías de la información para identificar áreas territoriales propicias para promover cultivos alternativos con alto valor comercial y que se identifiquen con las características de las diferentes regiones, en particular con las marginadas, y que puedan integrarse al resto de las ciudades y actividades productivas, beneficiándose del desarrollo, en armonía con el cuidado del medio ambiente.

Finalmente, es importante mencionar que el promover este tipo de actividades requiere de apoyos para los productores de la zona, considerando que si bien existen grandes coincidencias con los requerimientos geográfico-climáticos, es importante disponer de asesoría de expertos y técnicos para el seguimiento en el cultivo, crecimiento, producción y comercialización de la jojoba, además de la capacitación de los productores, tomando en cuenta que es un cultivo que tiene un promedio de cinco años para llegar a consolidarse, obtener semilla y registrar las primeras cosechas (beneficios).

Es necesario disponer de políticas que busquen consolidar aquellas actividades económicas que respondan al interés de las regiones y que se identifiquen con la disponibilidad de sus recursos y

condiciones climáticas, que permitan convertir sus ventajas comparativas en otras competitivas y mantenerlas en el tiempo, con mayor interés en aquellas áreas donde existan centros de población marginados y las condiciones climáticas sean desfavorables o inhiban el desarrollo, como es el caso de las zonas áridas o semiáridas, que les permita generar ingresos propios y provocar el crecimiento endógeno.

Asimismo, la promoción de este tipo de actividades requiere de una visión integral, tanto regional como sectorial, es decir, que busque además del éxito en el cultivo y producción de la jojoba, integrarse al proceso de la cadena de valor que permita generar productos terminados, no solo la materia prima, por lo que se debe contemplar la articulación de los participantes en la cadena productiva, en modelos escalables de producción y consolidación de desarrollo local. Recordemos que en la nueva economía global ya no compiten empresas contra empresas, sino a través de un enfoque de polo regional-*cluster*-empresa. La jojoba, como se mencionó, forma parte de una diversidad de cadenas productivas relacionadas con las industrias de los alimentos, farmacéutica, de los cosméticos, del plástico e, incluso, de las energías alternativas, por lo que existe la opción de desarrollar actividades vinculadas a ellas.

Algunas regiones han logrado consolidar modelos de producción con ventajas competitivas en productos específicos, como: Michoacán de Ocampo con el cultivo del aguacate, Sinaloa y Sonora con el tomate, Veracruz de Ignacio de la Llave y Chiapas con el café, Sinaloa con el camarón y Jalisco con las aves, entre otros.

Este trabajo sobre la viabilidad de cultivar la jojoba en el Altiplano potosino busca presentar propuestas de desarrollo de acuerdo con los lineamientos del Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018, el cual señala que "...es necesario contar con un mapeo de proyectos viables adecuados para cada región, con la finalidad de dirigir las políticas atendiendo la vocación potencial, pero sobre todo a

través de una estrategia de equidad que atenúe y elimine progresivamente las disparidades de bienestar..." (SAGARPA, 2013).

Fuentes

- Alcaraz Meléndez, Lilia, Diego Valdez Zamudio, Sergio Manuel Real Cosío, Margarito Rodríguez Álvarez, Rigoberto Meza Sánchez, Andrés Orduño Cruz. *Diagnóstico de la jojoba (Simmondsia chinensis) (Link) C.K. Schneider en México*. México, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y Agricultura (SINAREFI). 2011 (DE) <http://snics.mx/sinarefi/biblioteca/Diagnostico%20de%20la%20Jojoba%20en%20Mexico.pdf>
- Bruchner, E. "Recursos naturales provenientes de las regiones áridas de África y Sudamérica", en: V Reunión Nacional para el estudio de la Zona Árida y Semiárida. Mendoza, Argentina, 1977.
- Burrus, E. J. (editor). *Kino Reports to Headquarters. Correspondence of Eusebio F. Kino, S. J. from New Spain with Rome*. Institutum Hestloricum Societatis Jesu (Jesuit Hestlorical Institute, Rome), 1954.
- Cadena Sánchez, A. *Importancia de los caminos rurales y alimentadores en México*. Santacruz, Bolivia, 2015, citado en Balbuena Cruz, José A. y José A. Ascencio Laguna. *Sostenibilidad de la infraestructura de transporte rural. Estudio piloto, México*. Publicación técnica núm. 451. Sanfandila, Querétaro, Instituto Mexicano del Transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transporte, 2015.
- Carabias, Julia. "Es necesario detener las tendencias actuales de destrucción del medio. Deterioro ambiental en México", en: *Ciencias, Revista de Difusión*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 1988.
- CONABIO. *Simmondsia chinensis*. 1996 (DE) http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/18-simmo1m.pdf
- CONEVAL. *Informe de evaluación de la política de desarrollo social en México 2008*. 2008 (DE) www.conveal.gob.mx/contenido/home/2509.pdf, consultado el 10 de abril de 2011.
- _____. *Evolución de pobreza y pobreza extrema nacional y en entidades 2010-2016*. 2016.
- Duke, James A. *Handbook of Energy Crops*. 1983 (DE) https://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Simmondsia_chinensis.html
- Ferrandis, G. P. & J. J. S. Martínez. *Diversidad biológica y desertificación*. Madrid, España, Universidad de Castilla-La Mancha/Instituto de Desarrollo Regional/Ediciones Mundi-Prensa, 2000.
- FAO. Forrajes y Cultivos Adecuados para la Región Chaqueña Semiárida. Curso Taller Internacional. Red de Cooperación Técnica en Uso de los Recursos Naturales en la Región Chaqueña Semiárida. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 1989.
- González Medrano, Francisco. *Las zonas áridas y semiáridas de México y*

- su vegetación. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, 2012.
- Granados-Sánchez, Diódoro, Miguel Á. Hernández-García, Antonio Vázquez-Alarcón y Pablo Ruíz-Puga. "Los procesos de desertificación y las regiones áridas", en: *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 19, enero-abril de 2013 (DE) <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62926254004>, consultada el 14 de junio de 2018.
- Hartwell, J. L. *Plants used against cancer. A survey*. Lloydia, 1967-1971, 30-34.
- INE. *Una contribución al conocimiento de la jojoba*. Instituto Nacional de Ecología, 1980.
- _____. *Memoria de la 1.ª Reunión Nacional sobre Jojoba*. Instituto Nacional de Ecología, La Paz, Baja California Sur, México, 1981.
- INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa*. 2017 (DE) <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/fuentes.aspx?c=16877>
- _____. *Síntesis de Información Geográfica del Estado de San Luis Potosí*. 2002.
- _____. *Censo de Población y Vivienda 2010*. 2010.
- _____. *Marco Geoestadístico Nacional 2013, versión 6.0*. 2013.
- INIFAP. *México: Informe nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Filogenéticos*. Leipzig, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, 1996 (DE) <http://snics.mx/sinarefi/biblioteca/informes/informe1996.pdf>
- Meigs, P. "World distribution of arid and semi-arid homoclimates", en: *Arid Zone Hydrology, Review of Research (Arid zone)*. UNESCO, Paris, 1953.
- OCDE. *Latin American Economic Outlook 2015. Education, Skill and Innovation for Development*. 2015.
- ONU. *El camino hacia la prosperidad urbana: síntesis del Reporte Nacional del Índice de Prosperidad Urbana (CPI) en México*. 2016.
- Ruiz Manriquez, Arturo. *Perspectivas de la industrialización de la jojoba. Memorias de la 1.ª Reunión Nacional sobre Jojoba*. La Paz, Baja California Sur, Instituto Nacional de Ecología, 1980.
- Roussos, P. A., A. Tolia-Marioli, C. A. Pontikis y D. Kotsias. "Rapid multiplication of jojoba seedlings by in vitro culture", en: *Plant Cell Tiss. Org.* 57, 1999, pp. 133-137.
- Rzedowski, J. "Las principales zonas áridas de México y su vegetación", en: *Bios. Revista del Seminario de Estudios Biológicos* 1. 1968.
- SAGARPA. *Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018*. México, SAGARPA, 2013.
- _____. *Atlas de las zonas áridas de México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. México, SAGARPA, 2014.
- Samayoa A., E. "Jojoba", en: T. Cervantes, S. (ed.). *Recursos genéticos disponibles a México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México, 1978, pp. 229-234.
- Thornthwaite, C. W. "An approach toward a rational classification of climate", en: *Geographical Review*. 38, 1948.
- Trewartha, G. T. *An introduction to Climate*. McGraw-Hill, New York, 1954.
- UNESCO. *Desarrollo de tierras áridas y semiáridas: obstáculos y perspectivas*. Barcelona, España, 1982.
- Verbiscar, A. J. et al. "Detoxification and analyses of jojoba meal", en: Yermanos, D. M. (Ed. Proceedings). *3rd International Conference of Jojoba*. International Committee on Jojoba and Department of Botany and Plant Science, University of California, Riverside, 1979, 419 p.