

inventio

La génesis de la cultura universitaria en Morelos

Año 20, núm. 52, 2024

ISSN: 2448-9026 (digital) | DOI: [10.30973/inventio/2024.20.52/3](https://doi.org/10.30973/inventio/2024.20.52/3)

ARTÍCULOS

Agrobiodiversidad planificada: análisis cuantitativo de la producción de cultivos en la península de Baja California

Planned agrobiodiversity: quantitative analysis of crop production in the Baja California peninsula

Cristian Cornejo Latorre

ORCID: 0000-0003-3524-6003, crisclat@gmail.com

Investigador postdoctoral CONACYT, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC (CIBNOR)

Luz María Sil-Berra

ORCID: 0000-0001-5369-4315, luz_sil_berra@hotmail.com

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Bernardo Murillo-Amador

ORCID: 0000-0002-9489-4054, bmurillo04@cibnor.mx

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC (CIBNOR)

Recepción: 26/02/24. Aceptación: 26/06/24. Publicación: 09/04/25.

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron analizar la diversidad agrícola presente en la península de Baja California y cuantificar su importancia económica durante un periodo de 42 años. Se generó una base de datos utilizando información disponible sobre las variables de producción agrícola, se evaluó la correlación entre los datos y se determinó la similitud con respecto al uso de diversidad agrícola entre municipios. Los resultados indicaron que la actividad agrícola es más diversa y con mayor concentración del valor de producción en el norte de la península. En los últimos años se ha priorizado la producción de hortalizas y frutales con fines de exportación y existe una tendencia a reducir la cantidad de superficie sembrada.

PALABRAS CLAVE

diversidad agrícola, escasez de agua, exportación, frutales, hortalizas

ABSTRACT

Our objectives were to analyze the agricultural diversity from the Baja California Peninsula and quantify its economic importance over 42 years. A database was generated using available information on agricultural production variables, the correlation between the data was evaluated, and the similarity concerning the use of agricultural diversity among municipalities was determined. The results indicate that agricultural activity is more diverse and has a greater concentration of production value in the north of the peninsula. In recent years, the production of vegetables and fruit trees for export purposes has been prioritized, and there is a trend towards reducing the planted area.

KEYWORDS

agricultural diversity, export, fruits trees, vegetables, water scarcity

Introducción

Las poblaciones humanas han utilizado diversas especies vegetales, animales, hongos o microorganismos para asegurar su existencia a través de los sistemas de producción de alimentos (Brush, 2008). Esta interacción ancestral permite el surgimiento del concepto de agrobiodiversidad, que, en un sentido amplio, se refiere a la diversidad de organismos silvestres o domesticados que contribuyen a la alimentación y la agricultura en los sistemas ecológicos (Jackson et al., 2013). En algunos contextos se distingue entre la agrobiodiversidad planificada y la no planificada. La agrobiodiversidad planificada hace alusión a la diversidad de cultivos o de ganado —razas de animales— elegidos *ad hoc* por el agricultor o ganadero.

Por otra parte, la agrobiodiversidad no planificada representa la biota asociada —no elegida por el agricultor— a los cultivos comerciales, como los parientes silvestres de los cultivos, así como aquellas especies con las que interactúan o los sustentan, como polinizadores, simbioses, parásitos, descomponedores o competidores (Vandermeer y Perfecto, 2013). Este estudio tiene un enfoque hacia la cuantificación económica de la agrobiodiversidad planificada.

El indicador más simple e intuitivo para estimar la agrobiodiversidad es el índice de diversidad alfa, es decir, el número de especies, razas, variedades de plantas o animales por agroecosistemas, grupos de especies o unidad de área (Chao y Chiu, 2016). Sin embargo, se ha desarrollado recientemente métricas específicas, como el índice de agrobiodiversidad, que considera los valores utilitarios y aportes medibles para la alimentación humana y animal, y otras necesidades complementarias (Leyva-Galán y Lores-Pérez, 2012); otros índices etnobotánicos evalúan la importancia de plantas silvestres comestibles en una región o población humana determinada (Pío-León et al., 2017).

Con el propósito de determinar la importancia biológica y económica de la agrobiodiversidad planificada, la diversidad de cultivos se puede analizar en relación con variables de interés de producción agrícola, como la superficie sembrada por hectárea, la producción agrícola por unidad de medida, el rendimiento de los cultivos —número de toneladas por hectárea— y el valor monetario de la producción. Esta información permite generar modelos a mediano y largo plazo sobre la magnitud, intensidad y tipos de efectos que tendrá la interacción entre el crecimiento demográfico y económico, así como el cambio de uso de suelo y el cambio climático sobre los sistemas de producción agrícola a nivel local, regional y global.

La pérdida acelerada de la agrobiodiversidad a escala planetaria está relacionada principalmente con el crecimiento demográfico y los modelos económicos actuales que propician el cambio de uso de suelo a través de la deforestación y la implementación de monocultivos extensos. Se prevé que estas actividades transformadoras, así como el cambio climático global, tengan un impacto negativo profundo en la seguridad alimentaria mundial (Molotoks et al., 2021; Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2019; Osborne et al., 2013). El cambio

climático afectará los rendimientos de los principales cultivos —arroz, trigo y maíz— en las zonas tropicales y templadas debido a la intensificación de eventos extremos, como sequías e inundaciones, y por la mayor incidencia de plagas y enfermedades en cultivos, mientras que el crecimiento demográfico poblacional tendrá un impacto severo en el aumento en la prevalencia de la desnutrición (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018).

Estas consecuencias son particularmente preocupantes en las zonas áridas debido a que, a nivel mundial, 3,200 millones de personas habitan en zonas agrícolas donde la escasez de agua es muy elevada (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020). La producción de cultivos en las zonas áridas y semiáridas, como la península de Baja California (PBC), está condicionada por las características climáticas asociadas a la escasa disponibilidad de agua (Mazuela Águila, 2013).

A diferencia del área cultural denominada Mesoamérica, en el centro y sur de México, que es considerada como un importante centro de diversificación y domesticación de diferentes tipos de cultivos, en la PBC se ha documentado una tradición agrícola menos intensa y más reciente. Durante las décadas de 1950-1960 se estableció el modelo de producción agrícola actual, basado en la producción intensiva de monocultivos con fines de exportación (Campbell, 2021; Troyo-Diéguez et al., 2010). Las consecuencias ecológicas, económicas y socioambientales negativas que implicó el aumento del rendimiento de cultivos por superficie en los sistemas agrícolas de la PBC han sido documentadas ampliamente (Martínez-Castro et al., 2019; Riemann y Ezcurra, 2005).

El estudio de la agrobiodiversidad planificada es fundamental para la planeación del uso sostenible de los recursos naturales y de la seguridad alimentaria de las poblaciones humanas (Jackson et al., 2013). El uso y conservación de la biodiversidad en paisajes agrícolas está influenciado por factores socioeconómicos en escalas locales, regionales y globales; por lo tanto, es importante analizar la diversidad agrícola y cuantificar su importancia económica.

Los objetivos de este estudio fueron analizar la diversidad agrícola presente en la PBC, con énfasis en las especies de cultivos comerciales, así como cuantificar su importancia económica durante un periodo de 42 años (1980-2022).

Métodos

Área de estudio

La PBC se localiza en el noroeste de México, con una superficie aproximada de 145,359 km² (González-Abraham et al., 2010) y una línea de costa de 33,624 km (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010). Representa un área de transición biológica que, en términos fitogeográficos, se caracteriza por la presencia de tres regiones principales: la región mediterránea, la región desértica y la región tropical (Garcillán et al., 2012). En la PBC ocurren biomas

que comprenden vegetación de carácter mediterráneo, con precipitación de invierno en la zona noroeste, y lluvias de verano en la región tropical más sureña; ambos extremos de la península se conectan por una región desértica de escasa precipitación (Garcillán et al., 2013).

Análisis de la información

Se analizó la información disponible sobre la producción agrícola en los estados de Baja California (BC) y Baja California Sur (BCS) durante un periodo de 42 años, la cual fue compilada por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023). Se descargó la base de datos disponible en el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2023), la cual comprende la serie anual 1980-2022. Las variables empleadas fueron: 1) año, 2) nombre del cultivo agrícola, 3) superficie sembrada del cultivo (hectáreas), 4) volumen de producción (superficie cosechada en toneladas), 5) rendimiento (número de toneladas por hectárea) y 6) valor de producción (en moneda nacional) (SIAP, 2023).

La diversidad agrícola se estimó en función del número de especies o variedades cultivadas a lo largo del tiempo en la PBC bajo diferentes modalidades y tipos de producción. Se analizó la relación estadística entre las variables de producción total y el volumen de producción acumulado, así como entre la superficie sembrada por hectárea y por tipos de cultivo y el valor monetario de producción en los sistemas agrícolas de la PBC, empleando una prueba de correlación de Pearson ($p < 0.05$) en Excel.

La determinación de la similitud/disimilitud con respecto al uso de diversidad agrícola en las principales zonas productivas en la península se realizó mediante un análisis de clúster jerárquico en el programa PAST (Hammer et al., 2001). Se generó una matriz de presencia-absencia de especies o variedades de cultivos por municipio (Comondú, Ensenada, La Paz, Mexicali y Mulegé), y se implementó un análisis de clúster usando el algoritmo de grupos pareados (UPGMA) y el índice de similitud de Jaccard, cuyos valores se obtienen de acuerdo con la siguiente expresión:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

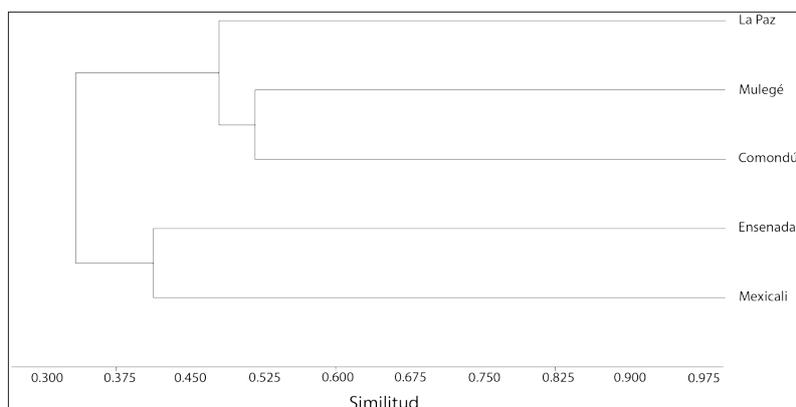
Donde: a = número de especies presentes en el sitio A; b = número de especies presentes en el sitio B, y c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Resultados y conclusiones

Diversidad agrícola

Un total de 172 tipos de cultivos convencionales y orgánicos, agrupados en 112 especies de cultivos, 42 variedades y dieciocho tipos de semillas para siembra, fueron producidos en la PBC durante el periodo de 42 años. La diversidad de cultivos incluye hortalizas, frutales, cereales,

Figura 1
Dendrograma de similitud de la diversidad agrícola en cinco municipios de la península de Baja California



Fuente: elaboración propia.

forrajes, tubérculos, legumbres secas, ornamentos, semillas para siembra, especias y medicinales y oleaginosas. A nivel geográfico, la diversidad agrícola en la península presentó diferencias, con una mayor diversidad en los municipios del norte de BC.

En Ensenada se producen 133 ítems agrícolas, de los cuales 84 corresponden a especies de cultivos, 34 variedades y quince tipos semillas para siembra. Los municipios con mayor diversidad agrícola en la península fueron los siguientes: Mexicali, 88 ítems (65 especies, veinte variedades y tres tipos semillas para siembra); La Paz, 79 ítems (64 especies y quince variedades); Comondú, 57 ítems (44 especies y trece variedades), y Mulegé, 48 ítems (39 especies y nueve variedades).

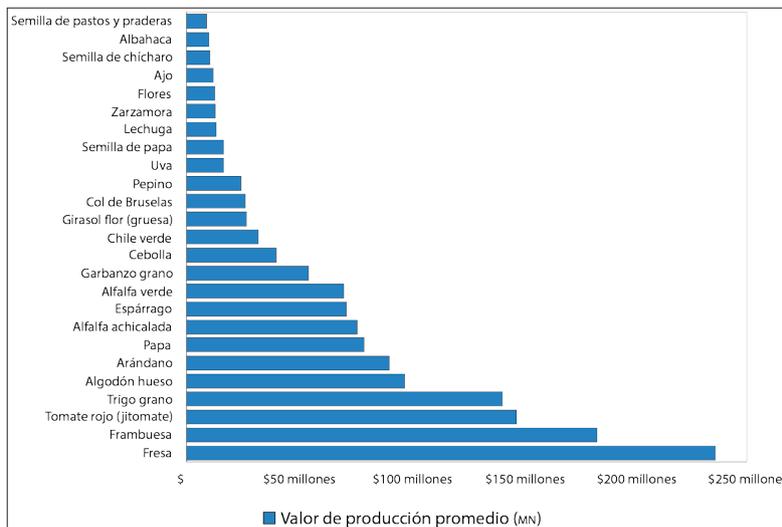
El análisis de similitud mostró la conformación de dos grupos. En el primero se agrupan los tres municipios de BCS (Mulegé, Comondú y La Paz) en los cuales se registró la menor diversidad agrícola. El segundo grupo se conformó por los municipios de Ensenada y Mexicali (BC), pero la similitud entre ambos fue menor en comparación con la similitud de los municipios del primer agrupamiento (figura 1). Este resultado sugiere que en los municipios del norte de la PBC se lleva a cabo una agricultura más diversificada en comparación con los del sur y que el recambio en la producción de cultivos a nivel municipal es mayor en el norte de la PBC y más homogénea en el sur.

Importancia económica

Entre los veinticinco cultivos agrícolas con mayor valor de producción promedio en las últimas dos décadas en la PBC (2003-2022) (figura 2, p. 6) destacan las especies y variedades de frutales (36%), hortalizas (25%), forrajes (10%) y cereales (9%). Particularmente, la producción

Figura 2

Especies de cultivos con mayor valor de producción promedio



Listado de las veinticinco especies de cultivos con mayor valor de producción promedio, expresado en moneda nacional, en cinco municipios (Comondú, Ensenada, La Paz, Mexicali y Mulegé) durante un periodo de diecinueve años (2003-2022).

Fuente: elaboración propia.

y comercialización de fresa en el mercado nacional (10%) e internacional (90%) representa una derrama económica muy importante en la zona costera de BC, así como otros productos hortícolas producidos en el valle de Mexicali (Representación Agricultura Baja California, 2023). En BCS, las hortalizas con mayor valor de producción agrícola fueron el jitomate, chile verde, espárrago y pepino, mientras que, en el caso de los frutales, fueron la fresa y naranja (SIAP, 2023).

En relación con las especies de hortalizas, en los últimos años se ha priorizado la producción de cultivos no tradicionales —espárrago, cebolla, col de Bruselas y ajo— y cultivos orgánicos —tomate rojo y chile verde—, a través de un proceso de incorporación de los productores locales en el contexto internacional, particularmente en los municipios del norte de la PBC (SIAP, 2023). Esta situación obedece a la cercanía con Estados Unidos y sus necesidades crecientes de abastecimiento al menor costo de la mano de obra mexicana, la disposición de agua y la orientación agrícola del valle de Mexicali (Avenidaño Ruiz y Schwentesius-Rindermann, 2005).

En el listado de las cuarenta especies de cultivos con mayor valor y volumen de producción total y acumulado —en toneladas—, durante el periodo 1980-2022 (tabla 1, p. 8), se observa que la producción de frutales —fresa, frambuesa, uva y naranja— y hortalizas —tomate rojo, cebolla, chile verde y pepino— presentó una alta relevancia económica durante los

últimos años, posiblemente en concordancia con las demandas del mercado internacional, debido a su gran aceptación y sus altos rendimientos (Campbell, 2021).

En este sentido, es notable la importancia de las empresas transnacionales en los sistemas de producción agrícola de la PBC, posiblemente debido a que, al legalizarse la figura de conversión ejidos-propiedad privada, se generaron las condiciones para que algunas empresas multinacionales establecieran un modelo tecnológico de producción y comercialización eficiente en términos de rentabilidad económica, pero con el cual los pequeños productores locales no pueden competir (Urciaga-García, 2003).

No existe una relación estadística entre las variables del valor de producción total y el volumen de producción acumulado ($r = 0.48$, $p < 0.05$). La razón es que aparentemente no es indispensable obtener grandes volúmenes de producción para que las especies hortícolas sean muy rentables; además, como consecuencia de la globalización y la fuerte competencia por los mercados internacionales, se han incrementado los estándares de calidad a través del desarrollo de tecnologías que permiten obtener rendimientos mayores por unidad de superficie, en particular en los municipios del norte de la PBC (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], 2023).

La mayor importancia económica de la producción agrícola en la PBC se concentra en hortalizas (49.1%), frutales (20.9%), cereales (10.4%) y forrajes (9.3%) (tabla 2, p. 9); el resto de los tipos de cultivos representan en conjunto un 10.4% del valor monetario de la producción total. Si bien estos tipos de cultivos han sido los principales productos agrícolas en la PBC desde 1960 hasta la fecha, su importancia cuantitativa en términos de volumen de producción y relevancia económica ha cambiado sustancialmente a través del tiempo. Particularmente, la producción de los granos básicos (trigo, maíz y frijol) ha fluctuado entre 47% del total de la superficie cosechada (ha) durante de la década de 1960 y, posteriormente, de 37% a 41% durante 1980 y 1990, respectivamente, hasta descender a un 10% en el año 2000 (Graciano, 2018; Urciaga-García, 2003).

Esta situación obedece a los cambios en la política agrícola nacional, que disminuyó los estímulos para los programas sociales y los subsidios a la producción, y al aumento creciente en los costos de producción del maíz y el frijol, así como a los elevados costos de transporte hacia el territorio continental de la República mexicana (Urciaga-García, 2003). En contraparte, la producción de hortalizas, que sólo representaba un 2% en la década de 1960, fue avanzando paulatinamente hasta lograr un crecimiento sostenido durante la década de 1990, cuando las exportaciones de los productos hortícolas tuvieron una tasa de crecimiento anual de 7.8% (Avendaño Ruiz y Schwentesius Rindermann, 2005), tendencia que se ha mantenido hasta la actualidad (tabla 2).

Se observó que no existe una relación estadística entre la superficie sembrada por hectárea para cada tipo de cultivo y su valor de producción ($r = 0.31$). Esto se debe a que la

Tabla 1
Listado de especies de cultivos con mayor valor de producción total (MN)
durante el periodo 1980-2022 en la península de Baja California

| Nombre común | Especie | Valor de producción total (MN) | Volumen de producción acumulado (t) |
|------------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------------|
| Tomate rojo (jitomate) | <i>Solanum lycopersicum</i> | \$1,951,825,461 | 4,488,531 |
| Trigo grano | <i>Triticum</i> sp. | \$1,051,815,139 | 7,232,190 |
| Fresa | <i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> | \$930,505,750 | 1,190,713 |
| Cebolla | <i>Allium cepa</i> | \$692,456,921 | 2,404,202 |
| Alfalfa achicalada | <i>Medicago sativa</i> | \$583,071,898 | 5,347,339 |
| Espárrago | <i>Asparagus officinalis</i> | \$540,577,821 | 259,976 |
| Algodón hueso | <i>Gossypium</i> sp. | \$429,125,686 | 1,233,877 |
| Chile verde | <i>Capsicum annuum</i> L. | \$381,877,380 | 988,584 |
| Pepino | <i>Cucumis sativus</i> L. | \$264,614,953 | 670,343 |
| Papa | <i>Solanum tuberosum</i> L. | \$199,771,241 | 614,100 |
| Frambuesa | <i>Rubus idaeus</i> | \$183,058,717 | 602,94 |
| Uva | <i>Vitis vinifera</i> | \$147,775,214 | 322,071 |
| Alfalfa verde | <i>Medicago sativa</i> | \$132,861,636 | 10,271,483 |
| Lechuga | <i>Lactuca sativa</i> L. | \$96,603,134 | 266,584 |
| Naranja | <i>Citrus</i> × <i>sinensis</i> | \$67,400,032 | 543,024 |
| Flores | | \$65,512,147 | 227,744 |
| Sorgo forrajero en verde | <i>Sorghum</i> sp. | \$61,231,265 | 3,958,107 |
| Maíz grano | <i>Zea mays</i> ssp. <i>mays</i> | \$60,602,170 | 418,036 |
| Calabacita | <i>Cucurbita</i> sp. | \$58,987,772 | 220,095 |
| Garbanzo grano | <i>Cicer arietinum</i> | \$57,306,702 | 106,635 |
| Ajo | <i>Allium sativum</i> L. | \$56,544,753 | 54,074 |
| Brócoli | <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> | \$53,693,196 | 120,765 |
| Tomate verde | <i>Physalis ixocarpa</i> | \$51,579,170 | 207,502 |
| Col de Bruselas | <i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i> | \$49,680,444 | 96,886 |
| Pastos y praderas | Poaceae | \$47,078,955 | 2,910,967 |
| Albahaca | <i>Ocimum basilicum</i> | \$44,582,439 | 30,335 |
| Nopalitos | <i>Opuntia</i> sp. | \$34,975,088 | 242,879 |
| Cilantro | <i>Coriandrum sativum</i> | \$33,277,632 | 90,440 |
| Chícharo | <i>Pisum sativum</i> | \$32,012,025 | 49,267 |
| Sandía | <i>Citrullus lanatus</i> | \$29,594,480 | 216,335 |
| Dátil | <i>Phoenix dactylifera</i> L. | \$29,325,180 | 19,186 |
| Sorgo grano | <i>Sorghum</i> sp. | \$27,702,509 | 262,872 |
| Apio | <i>Apium graveolens</i> | \$25,085,301 | 91,161 |
| Arándano | <i>Vaccinium corymbosum</i> | \$23,804,596 | 4,626 |
| Rábano | <i>Raphanus sativus</i> | \$22,182,858 | 73,632 |
| Ejote | <i>Phaseolus vulgaris</i> | \$21,955,992 | 36,577 |
| Frijol | <i>Phaseolus vulgaris</i> | \$20,829,248 | 44,603 |
| Semilla de pastos y praderas | Poaceae | \$20,686,352 | 9,579 |
| Poro (<i>leek</i>) | <i>Allium ampeloprasum</i> var. <i>porrum</i> | \$19,603,072 | 44,119 |
| Mango | <i>Mangifera indica</i> | \$19,273,647 | 88,195 |

Las especies se presentan en un orden de mayor a menor valor de producción total.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2
Tipos de cultivos producidos en la península de Baja California
con mayor valor de producción (miles de pesos)

| Tipos de cultivo | Superficie sembrada (ha) | Superficie cosechada (ha) | Producción (t) | Valor de producción (miles de pesos) |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------------------|
| Hortalizas | 633,495 | 602,191 | 15,848,657 | \$162,766,526.92 |
| Frutales | 208,502 | 174,951 | 3,764,939 | \$69,145,206.11 |
| Cereales | 1,878,181 | 1,778,600 | 10,317,989 | \$34,348,477.25 |
| Forrajes | 1,366,448 | 1,248,429 | 29,735,210 | \$30,642,020.23 |
| Industriales | 578,918 | 524,991 | 2,403,130 | \$20,325,534.80 |
| Tubérculos | 37,450 | 36,834 | 1,179,820 | \$7,285,331.27 |
| Legumbres secas | 120,923 | 114,276 | 182,809 | \$2,088,786.06 |
| Ornamentos | 10,437 | 9,308 | 5,968,814 | \$1,874,027.16 |
| Semillas para siembra | 24,789 | 24,584 | 69,956 | \$1,193,412.58 |
| Espicias y medicinales | 8,535 | 7,805 | 46,749 | \$1,052,460.41 |
| Oleaginosas | 51,360 | 48,994 | 81,688 | \$377,348.29 |
| Otros | 4,833 | 4,424 | 37,918 | \$150,833.22 |

Se incluye información sobre la superficie sembrada (ha) y la producción (t).

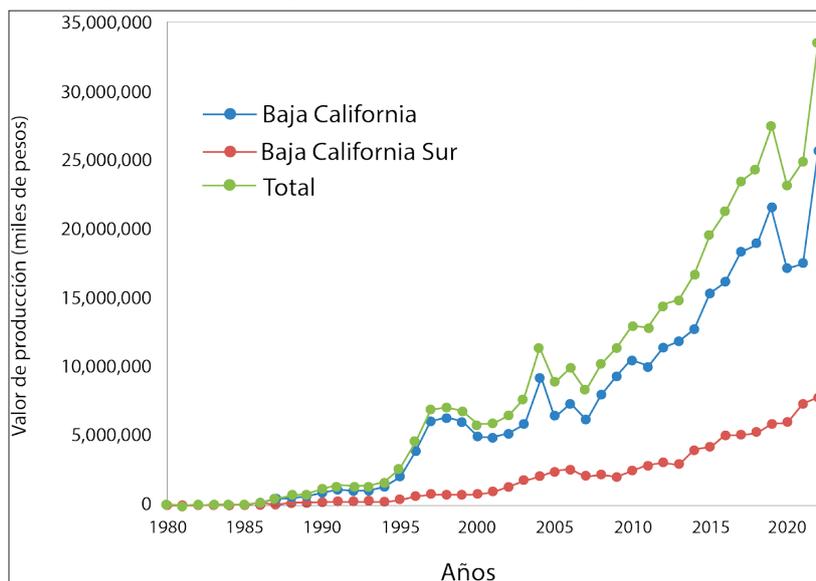
Fuente: elaboración propia.

superficie mayor sembrada (ha) se destina a los cultivos de cereales y forrajes (65.9%), pero éstos únicamente aportan un 19.6% del valor de producción total, mientras que, para las hortalizas y frutales, esta superficie representa únicamente un 17.1%, con un valor de producción del 70%.

La actividad agrícola en la PBC comenzó a tener nuevamente una mayor preponderancia económica a partir de la mitad de la década de 1990 (figura 3, p. 10), en particular en las zonas agrícolas de BC. De acuerdo con Avendaño Ruiz y Schwentesius Rindermann (2005), este proceso está ligado a las mejoras y tecnificación de los sistemas de producción hortícola en el valle de Mexicali. Este proceso ha ocurrido a través de dos fases: 1) de 1990 a 2000 se incrementó la participación en las cadenas de valor por medio del establecimiento de empaquetadoras y sistemas refrigerados, cambios en los sistemas de riego e innovaciones en el manejo poscosecha, así como el registro de las primeras certificaciones; 2) a partir del año 2000, la producción de hortalizas de BC logra incursionar en nuevos mercados internacionales, imprimiéndole un sello distintivo de calidad, sanidad e inocuidad (productos *iceless*, inocuos, certificados y orgánicos) (Avendaño Ruiz y Schwentesius Rindermann, 2005).

La superficie nacional sembrada no ha aumentado de manera significativa; sin embargo, se ha mantenido un crecimiento sostenido durante los últimos años (Graciano, 2018), lo cual contrasta con la tendencia observada en la PBC debido a que, desde inicios de la década de 1980, se observa una disminución en la superficie destinada a las actividades agrícolas (figura 4, p. 11). En BC y BCS se observa una disminución de 57.92-57.16% en la cantidad de

Figura 3
Valor de producción agrícola acumulado, expresado en miles de pesos,
en la península de Baja California durante el periodo 1980-2022



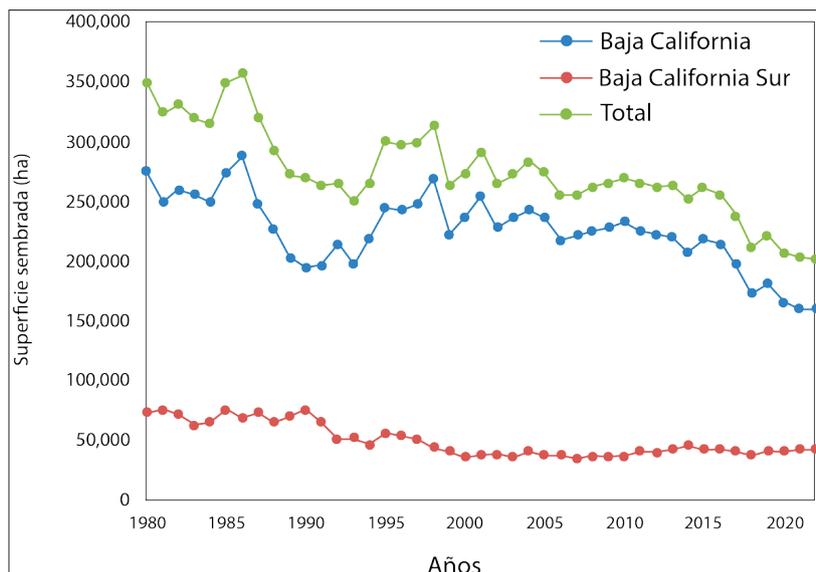
Fuente: elaboración propia.

superficie sembrada (en hectáreas). Posiblemente fue después de la rápida y extensa expansión de la frontera agrícola durante la Revolución Verde y su consecuente impacto negativo en los sistemas ambientales de la PBC que se optó por una reorientación del sector agrícola (Urciaga-García, 2008).

En particular, destaca la implementación del Programa de Reconversión Agrícola, con la finalidad de adoptar nuevos sistemas, técnicas y procesos productivos para aumentar la competitividad de los agricultores, especialmente la tecnología de riego por goteo (Urciaga García, 2008; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019). Además, la eliminación de los precios de garantía, la reducción de los créditos refaccionarios y para maquinaria, aunado a la falta de apoyo técnico especializado, han desincentivado la participación de los pequeños productores rurales debido a los elevados costos de oportunidad por mantener sus terrenos productivos (Martínez Rivera y Monroy-Ortiz, 2009).

En relación con el valor de producción agrícola, se observó una respuesta asimétrica en las últimas dos décadas. En BC se concentra el mayor valor de la producción agrícola, con el 77.4% (figura 5, p. 12). En contraste, la agricultura en BCS se ha mantenido relativamente baja durante los últimos años, pues representa un 22.56% del valor de producción total (Campbell, 2021) (figura 5, p. 12). A diferencia de BC, donde los recursos hídricos provienen del agua de temporal, presas y ríos, en BCS la mayor parte del agua destinada a la agricultura proviene del subsuelo

Figura 4
Cantidad de superficie sembrada en hectáreas en la península de Baja California durante el periodo 1980-2022

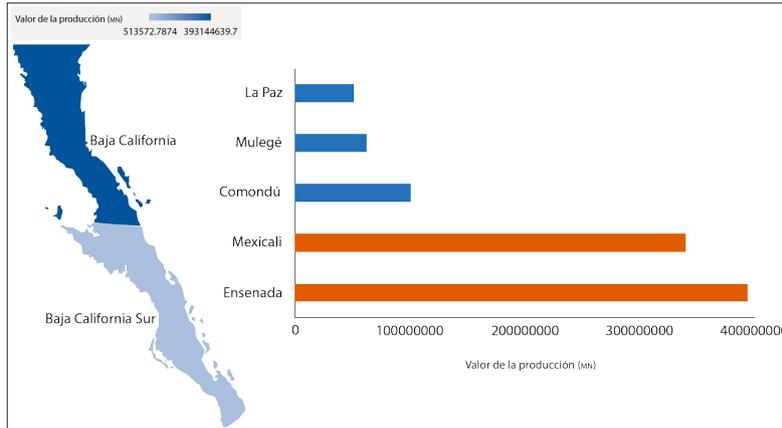


Fuente: elaboración propia.

(91%) (Graciano, 2018). Por lo tanto, la poca disponibilidad de agua impone una fuerte limitante para sostener en el tiempo una actividad agrícola creciente.

La agricultura en la PBC, en conjunto con la cría y explotación de animales, el aprovechamiento forestal, la pesca y la caza, aportó 2.4% y 4.3% del producto interno bruto por entidad federativa (PIBE), respectivamente, durante 2022 (INEGI, 2022a; INEGI, 2022b). En BC y BCS, las actividades secundarias —45.2-27.1% en minería, generación y distribución de energía y manufactura— y terciarias —52.4-68.6% en comercio, transporte y servicios diversos— son las que aportan mayoritariamente al PIBE (INEGI, 2022a; INEGI, 2022b). Es importante señalar que la producción agrícola en la PBC está vinculada con los principales estados productores de la región (Sinaloa y Sonora), debido a que su volumen de producción determina el precio de los productos agrícolas de exportación, específicamente los productos hortícolas (Graciano, 2018). Además, el valor de la producción agrícola de la PBC se beneficia o perjudica en función de la superficie de cosecha siniestrada debido al impacto de los fenómenos meteorológicos en los estados vecinos (Graciano, 2018).

Figura 5
Valor de la producción agrícola, en moneda nacional, en municipios de Baja California Sur (La Paz, Mulegé y Comondú) y Baja California (Ensenada y Mexicali) durante un periodo de 19 años (2003-2022)



Fuente: elaboración propia.

Reflexiones finales

La mayor limitación de los sistemas agrícolas en la PBC es su alta dependencia a los insumos externos y su extrema vulnerabilidad ante el cambio climático. Con la finalidad de entender las futuras transformaciones, tendencias y reorganización del modelo agrícola en la península es necesario incorporar información sobre la respuesta de diferentes indicadores sociodemográficos, económicos, de política pública e información biológica, entre otros. La modelación de estas variables puede proveer información específica en el contexto *sui generis* de la región para el desarrollo de una regionalización de la producción agrícola; además, puede servir como línea de base para implementar estrategias adecuadas para mitigar los efectos adversos que tendrá el cambio climático sobre los sistemas agrícolas de la península.

Por otra parte, es importante cuantificar la cantidad y magnitud de los servicios ecosistémicos en la PBC, considerando que México tiene una gran importancia como centro de origen y diversificación de cultivos, por lo cual la generación de instrumentos de política pública es clave para lograr la conservación adecuada de todos sus componentes y facetas de la agrobiodiversidad (Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores, 2021; Saldaña-Vázquez et al., 2022).

Referencias

- Avendaño Ruiz, B. y Schwentesius Rindermann, R. (2005). Factores de competitividad en la producción y exportación de hortalizas: el caso del Valle de Mexicali, BC, México. *Problemas del Desarrollo*, 36(140), 165-192. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So301-70362005000100008&lng=es&tlng=es
- Brush, S. B. (2008). *Farmers? Bounty: locating crop diversity in the contemporary world*. Yale University Press. <https://doi.org/10.12987/yale/9780300100495.003.0011>
- Campbell, M. (coord.) (2021). *Evaluación del sistema agrícola y alimentario de BCS. Catalizar una región alimentaria local próspera. Diagnóstico Integral*. Alianza para la Seguridad Alimentaria de Baja California Sur AC. https://cobi.org.mx/wp-content/uploads/2021/07/Diagno%CC%81stico-del-Sistema-Agri%CC%81cola-y-Alimentario-de-BCS_ASA2021.pdf
- Chao, A. y Chiu, C.-H. (2016). Species richness: estimation and comparison. En N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorisch, F. Ruggeri y J. L. Teugels (eds.), *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* (pp. 1-26), vol. 1. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat03432.pub2>
- Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores (2021). *Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores (ENCUSP)*. Gobierno de México/SADER/SEMARNAT. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/629651/ENCUSP_calidad_media_corregido.pdf
- Garcillán, P. P., González-Abraham, C. y Ezcurra, E. (2012). Phytogeography, vegetation, and ecological regions. En J. P. Rebman y N. C. Roberts (eds.), *Baja California plant field guide* (3ª ed., pp. 23-34). San Diego Natural History Museum/Sunbelt Publications.
- Garcillán, P. P., León de la Luz, J. L., Rebman, J. P. y Delgadillo, J. (2013). Plantas no nativas naturalizadas de la península de Baja California, México. *Botanical Sciences*, 91(4), 461-475. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982013000400005&lng=es&tlng=es
- González-Abraham, C. E., Garcillán, P. P., Ezcurra, E. y Grupo de Trabajo de Ecorregiones (2010). Ecoregions of Baja California peninsula: a synthesis. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (87), 69-82. <https://doi.org/10.17129/botsci.302>
- Graciano, J. C. (2018). *Uso del agua y agricultura de exportación en Baja California Sur. Perspectivas desde el agro para el desarrollo regional*. [Tesis de maestría, UABCS]. <https://biblio.uabcs.mx/tesis/tesis/te2893.pdf>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 1-9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Estadísticas históricas de México* 2009. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/historicas10/EHM2009.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (7 de diciembre de 2022a). Producto interno bruto por entidad federativa. Baja California. 2021 preliminar. *Comunicado de Prensa*, 739/22. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/PIBEF/PIBEF_BC.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (7 de diciembre de 2022b). Producto interno bruto por entidad federativa. Baja California Sur. 2021 preliminar. *Comunicado de Prensa*, 740/22. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/PIBEF/PIBEF_BCS.pdf
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2023). Mayor rendimiento en cultivo de hortalizas en invernadero. *Gobierno de México*, sp. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/mayor-rendimiento-en-cultivo-de-hortalizas-en-invernadero>
- Jackson, L. E., Brussaard, L., De Ruiter, P. C., Pascual, U., Perring, C y Bawa, K. (2013). Agrobiodiversidad. En S. A. Levin (ed.), *Encyclopedia of Biodiversity* (pp. 126-135). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00233-1>
- Leyva-Galán, Á. y Lores-Pérez, A. (2012). Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología*, 7(1), 109-115. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/171061>
- Martínez-Castro, C. J., Ríos-Castillo, M. y Castillo-Leal, M. (2019). La revolución verde y sus consecuencias socioeconómicas en la agricultura mexicana. *Ra Ximhai. Revista Científica de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sostenible*, 15(2), 101-116. <https://drive.google.com/file/d/1xLoJtebGpdbgZgl-bglhrat7Nmy6EQUZ/view>
- Martínez Rivera, S. E. y Monroy-Ortiz, R. (2009). La expansión urbana sobre el campo mexicano. La otra cara de la crisis agrícola. *Revista Estudios Agrarios*, 43, 29-46. <http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/Expansionurbana.pdf>
- Mazuela Águila, P. C. (2013). Agricultura en zonas áridas y semiáridas. *IDESIA (Chile)*, 31(2), 3-4. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292013000200001>
- Molotoks, A., Smith, P. y Dawson, T. P. (2020). Impacts of land use, population, and climate change on global food security. *Food and Energy Security*, 10(1), sp. <https://doi.org/10.1002/fes3.261>
- Organización de las Naciones Unidas (2019). *World Population Prospects 2019. Highlights*. ONU. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/wpp2019_10KeyFindings.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020. Superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1447es>

- Organización Mundial de la Salud (2018). *The state of food security and nutrition in the world 2018: building climate resilience for food security and nutrition*. FAO/IFAD/UNICEF/WFP/OMS. <https://www.fao.org/3/I9553EN/i9553en.pdf>
- Osborne, T., Rose, G. y Wheeler, T. (2013). Variation in the global-scale impacts of climate change on crop productivity due to climate model uncertainty and adaptation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170, 183-194. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.07.006>
- Pío-León, J. F., Delgado-Vargas, F., León de la Luz, J. L. y Ortega-Rubio, A. (2017). Prioritizing wild edible plants for potential new crops based on deciduous forest traditional knowledge by a rancher community. *Botanical Sciences*, 95(1), 47-59. <https://doi.org/10.17129/botsci.772>
- Riemann, H. y Ezcurra, E. (2005). Plant endemism and natural protected areas in the peninsula of Baja California, Mexico. *Biological Conservation*, 122(1), 141-150. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.07.008>
- Representación Agricultura Baja California (2023). Derrama superior a los 3 mil 977 MDP generó la producción de fresa en BC. *Gobierno de México*, sp. <https://www.gob.mx/agricultura/bajacalifornia/articulos/derrama-superior-a-los-3-mil-977-mdp-genero-la-produccion-de-fresa-en-bc?idiom=es>
- Saldaña-Vázquez, R. A., Ortega-García, S. y Cornejo-Latorre, C. (2022). *Servicios ecosistémicos: la polinización en el estado de Puebla*. CONCYTEP/Secretaría de Educación/Gobierno de Puebla.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019). Reconversión de cultivos, renovación y rescate del campo. *Gobierno de México*, sp. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/reconversion-de-cultivos-renovacion-y-rescate-del-campo>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2023). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Gobierno de México, sp. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (2023). SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Gobierno de México, sp. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Troyo-Diéguez, E., Cruz-Falcón, A., Norzagaray-Campos, M., Beltrán-Morales, L. F., Murillo-Amador, B., Beltrán-Morales, F. A., García-Hernández, J. L. y Valdez-Cepeda, R. D. (2010). Agotamiento hidro-agrícola a partir de la Revolución Verde: extracción de agua y gestión de la tecnología de riego en Baja California Sur, México. *Estudios Sociales. Revista de Investigación Científica*, 18(36), 177-201. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572010000200008&lng=es&tlng=es
- Urciaga-García, J. (2003). El fracaso de un modelo de desarrollo económico para la agricultura en Baja California Sur, México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 4(7), 93-100. <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/80/80>

Urciaga-García, J. (2008). La agricultura en Baja California Sur: una perspectiva de largo plazo (1900-2005). En M. Cariño y M. Monteforte (coords.), *Del saqueo a la conservación. Historia ambiental contemporánea de Baja California Sur, 1940-2003* (pp. 249-278). INECC/SEMARNAT/UABCS/CONACYT. https://books.google.com.mx/books?id=xPy1PxIUrRMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Vandermeer, J. H. y Perfecto, I. (2013). *Breakfast of biodiversity. The political ecology of rain forest destruction*. Food First Books. https://books.google.com.mx/books?id=h7pjcZIH-YAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false