

La agricultura del maíz y el sorgo en el Bajío mexicano: Revolución verde, sequías y expansión forrajera, 1940-2021

NETZAHUALCÓYOTL LUIS GUTIÉRREZ NÚÑEZ

PALABRAS CLAVE: agricultura, sequía, tecnología, industria agroalimentaria.

CÓDIGOS JEL: Q56, Q13, Q17, Q18.

***E**l artículo analiza la agricultura del maíz y el sorgo en el Bajío, una importante región agrícola situada en el centro de México, entre 1940 y 2021. El estudio problematiza la linealidad con que la historiografía ha observado el desplazamiento del maíz por el sorgo durante la denominada revolución verde y a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. A partir del análisis de datos de superficie y producción agrícola, así como de registros meteorológicos, el estudio muestra cómo la interacción entre innovación, ambiente y agroindustria, así como los virajes de la economía política del Gobierno mexicano en torno a la agricultura, han incidido en un desplazamiento inverso, ocurrido a partir de la década de 1990. En este desplazamiento, asimismo, ha incidido la pérdida de importancia del sorgo como forraje a nivel global, al ser sustituido por leguminosas como la soya, pero también por el maíz, cuya relevancia como pienso e insumo de la industria alimentaria ha aumentado sobremedida en los últimos cuarenta años.*

Maize and sorghum agriculture in the Mexican Basin: Green Revolution, droughts and forage expansion, 1940-2021

KEYWORDS: **agriculture, drought, technology, food industry.**

JEL CODES: **Q56, Q13, Q17, Q18.**

The article analyzes maize and sorghum agriculture from 1940 to 2021 in the agricultural region of central Mexico known as the Mexican Basin or Bajío. The paper discusses the linear approach of scholars in observing the displacement of maize by sorghum under the Green Revolution paradigm that dominated the second half of the twentieth century. Analysis of surface data, agricultural production, and meteorological records shows how interactions between innovation, environment, and agro-industry, along with shifts in the Mexican government's political economy concerning agriculture have influenced a reverse displacement since the 1990s. This displacement is also reflected in the global decline of sorghum as a forage crop, which has been replaced by soybeans and other legumes as well as maize. The relevance of maize as animal feed and a food industry input has increased greatly over the last forty years.

Recibido: 2022-10-03 • Revisado: 2023-03-01 • Aceptado: 2023-03-03

Netzahualcóyotl Luis Gutiérrez Núñez [orcid.org/0000-0003-4648-6547] es profesor-investigador en historia agraria en El Colegio Mexiquense A.C. Dirección para correspondencia: El Colegio Mexiquense, A.C., Santa Cruz de los Patos, 51350, Zinacantepec (México). C.e. ngutierrez@cmq.edu.mx.

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se estudiarán los cambios en los patrones de cultivo que durante ocho décadas han involucrado al maíz y al sorgo en una de las regiones más importantes de la agricultura mexicana: el Bajío. Para explicar esos cambios, analizaremos la relación que se ha establecido entre dichos cultivos con la innovación tecnológica, las condiciones ambientales, la agroindustria y la economía política del Estado mexicano en torno al agro.

En las décadas de 1940 y 1950, en México se elaboraron y difundieron modelos de innovación agrícola basados en el uso de semillas mejoradas, mecanización, fertilizantes y pesticidas, así como de grandes cantidades de energía fósil y recursos hídricos. Para la creación de dichos modelos, el gobierno federal contó con la colaboración de la Fundación Rockefeller (FR), que a través del Plan Agrícola Mexicano (PAM) estableció en 1943 la Oficina de Estudios Especiales (OEE) (Stakman, Bradfield & Mangelsdorf, 1967: 5). En el campo, los resultados de esos modelos fueron heterogéneos, dependiendo del cultivo, de las condiciones agroecológicas de cada región, y de su trayectoria agraria y tecnológica, así como de la disponibilidad hídrica. En las décadas siguientes, a los resultados técnicos y productivos del pam, así como de otros programas de modernización agrícola promovidos por gobiernos de países de América Latina, Asia y África, organizaciones filantrópicas estadounidenses, firmas de agronegocios, e instituciones financieras internacionales de desarrollo rural, se les ha denominado *revolución verde*¹.

En la última década diversos estudios han analizado la revolución verde desde dos perspectivas. Por un lado, trabajos que se ocupan de analizar la labor científica y de capacitación técnica de programas cooperativos instrumentados por la fr y gobiernos nacionales en distintos países de América Latina y Asia. En este aspecto, sobresalen las investigaciones que desde la historia de la ciencia y la tecnología analizan los itinerarios de ingenieros estadounidenses y de los países receptores para la creación de instituciones y circuitos de conocimientos y tecnologías agrícolas². Por otro lado, estudios que centran su atención en la labor de innovación realizada por ingenieros agrónomos, tanto en la creación de tecnologías como en su aplicación a cultivos concretos, con la finalidad de insertarlos en cadenas agroindustriales y mercados de consumo o exportación³. Estos úl-

1. Definición obtenida a partir del estudio de PATEL (2013: 31-33), así como de las investigaciones de PICADO (2012a: 124-129) y LOREK (2019: 2). Hoy en día, se conoce mejor el papel de las organizaciones filantrópicas, así como de los gobiernos, que el de los agronegocios y las instituciones financieras internacionales.

2. Ejemplos de esta perspectiva se pueden leer en el volumen colectivo de CHASTAIN y LOREK (2020), así como en el estudio de SOTO (2021).

timos indagan sobre la relación entre innovación, agricultura y medio ambiente, que al no ser lineal conduce a trayectorias tecnológicas y agrícolas inesperadas. En esta última perspectiva se ubica esta investigación.

En México, en un inicio los modelos de innovación relacionados con la revolución verde fueron pensados para el maíz, el trigo y el frijol (Stakman, Bradfield & Mangelsdorf, 1967: 6). En el Bajío, sin embargo, el cultivo más exitoso fue el sorgo. En un contexto de intensas sequías, variedades procedentes de Texas y Kansas fueron introducidas y adaptadas, y se convirtieron pronto en el principal forraje de una emergente agroindustria porcícola (Gutiérrez Núñez, 2020: 232-237). El sorgo desplazó al maíz, proceso que se explica no solo por la innovación agronómica, sino también por un cambio en las políticas estatales que impulsaron la forrajización de la agricultura mexicana, así como por una transición nutricional hacia dietas con un mayor contenido proteínico. Desde una perspectiva global, este proceso ocurrió en el contexto de una «revolución del sorgo» que se inició en la década de 1960 (Barkin, Batt & DeWalt, 1991: 55-56). Asimismo, según Raj Patel el caso del sorgo en la agricultura mexicana problematiza la periodización clásica de la revolución verde, que la ubica entre 1943 y 1970, pues su expansión tuvo lugar en el marco de nuevas relaciones entre cultivos, tecnología, agronegocios y alimentación. Para Patel, asimismo, la expansión del sorgo estaría vinculada a una segunda revolución verde (Patel, 2013: 31).

En este artículo analizaremos los cambios en los patrones de cultivo del maíz y el sorgo en el Bajío, problematizando, a partir de Patel, la periodización clásica. A diferencia de Patel, sin embargo, argumentamos que la irrupción del sorgo en el Bajío fue parte de un mismo proceso denominado revolución verde. Para mostrarlo, se estudiará cómo la agricultura del maíz y el sorgo han conformado una relación cambiante y diversa que se explica por varios factores. El primero de ellos es la tecnología: los modelos de innovación tuvieron un éxito más temprano en el caso del sorgo, para después hacerlo en el maíz a partir de la década de 1990. El segundo es la inserción de dichos cultivos en cadenas agroindustriales. El tercero es medioambiental: las sequías, cada vez más recurrentes e intensas por los efectos del calentamiento global, y las plagas; ambas han contribuido en las elecciones de cultivos y de alternativas tecnológicas. Un último factor se refiere a las políticas públicas dirigidas al agro. En el caso mexicano, la intervención estatal a través de la acción de empresas paraestatales y subsidios a los precios fueron relevantes para ambos granos, aunque en distintos momentos. La contracción de dicha intervención en los últimos cuarenta años ha impactado no solo en cambios en los patrones de cultivo, sino en la agricultura de secano, sobre todo de maíz.

3. Ejemplos de estos estudios son LOREK (2019) y GUTIÉRREZ NÚÑEZ (2020).

El estudio contribuye a la historiografía en dos aspectos. El primero se refiere a la literatura sobre la revolución verde, pues cuestiona la periodización a partir del análisis de dos cultivos que representan dos interpretaciones distintas: uno alimentario, el maíz, ubicado en narrativas que resaltan objetivos de autosuficiencia alimentaria y la lucha contra el hambre en el marco de la Guerra Fría; y uno forrajero, el sorgo, inserto en enfoques que iluminan las conexiones entre agricultura, agroindustria y transición alimentaria⁴. Por otra parte, el estudio introduce un elemento ambiental, la sequía, que ha contribuido en la conformación de los modelos de innovación agrícola del maíz y sorgo en el Bajío, así como de sus ritmos y desplazamientos. Un segundo aspecto es que el estudio integra dos cultivos que, por lo general, la historiografía agraria mexicana ha analizado por separado. En cuanto al maíz, se le ha investigado en el período de 1940 a 1970 para mostrar su contribución a una economía política que dirigió sus esfuerzos a la industrialización y la urbanización⁵. Existen también investigaciones sobre el impacto de las políticas neoliberales –a partir de la década de 1980– en la agricultura campesina, las cadenas productivas y la alimentación⁶. Habría que agregar trabajos que estudian la importancia sociocultural y económica del maíz, mostrando las discusiones actuales en torno a los riesgos de la pérdida de la diversidad del grano⁷. En el caso del sorgo, por su parte, el análisis se ha centrado en la conexión de su cultivo con la expansión de la ganadería y la agroindustria, en detrimento de cultivos alimentarios, planteando como escenario temporal las décadas de 1960 y 1970 (Barkin, Batt & DeWalt, 1991). Al integrarlos en un análisis de largo plazo, este artículo permite explicar cómo ambos cultivos han participado de procesos de cambio agrario y tecnológico a partir de su interacción no solo con la economía política del Estado mexicano, o con la revolución verde, sino también con la agroindustria alimentaria, o las condiciones ambientales.

Por el Bajío mexicano se entiende un área ubicada en el centro occidente de México, con un relieve más o menos plano, clima templado y una altitud sobre el nivel del mar

4. Aunque la revolución verde suele ubicarse como un proceso relacionado con cultivos alimentarios, vinculado con una narrativa sobre el hambre y la geopolítica, estudios recientes han analizado su articulación con cultivos comerciales y la agroindustria, véase PICADO (2012b), GUTIÉRREZ NÚÑEZ (2017) y LOREK (2019). Para el caso español, y en concreto sobre los forrajes y la industria láctea, véase el estudio de FERNÁNDEZ PRIETO y LANERO (2019).

5. Al respecto, el estudio de HEWITT (1976) aborda la conexión entre modernización agrícola, cultivos alimentarios y la política de industrialización por sustitución de importaciones del Gobierno mexicano.

6. Estudios importantes al respecto son los de APPENDINI (2001) o el de FOX y HAIGHT (2010). Sobre la relación entre agricultura intensiva y transición alimentaria, véase OTERO (2014) y SANTOS (2014).

7. Sobre el tema, un análisis interdisciplinario en KATO *et al.* (2019). Desde un enfoque de difusión, véase PURECO (2018).

que oscila entre los 1.700 y 2.000 metros. Con suelos ricos en materia orgánica y niveles de precipitación que varían entre los 673 mm y los 1.000 mm, que se concentran en los meses de junio a septiembre, el Bajío es una región apta para la agricultura. Además de las precipitaciones, la agricultura hace uso de las aguas del río Lerma y sus afluentes: los ríos Turbio, Laja, Guanajuato, Angulo o el Duero. Esos sistemas hídricos alimentan cuerpos de agua naturales y artificiales: el lago de Cuitzeo, la laguna de Yuriria, o las presas de Tepuxtepec y Solís (construidas en 1935 y 1949, respectivamente), así como una compleja red de canales y drenes que constituyen las arterias de una de las agriculturas más importantes del país (García Martínez, 2008: 71).

MAPA 1

Ubicación de la región de estudio y estaciones meteorológicas



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP (2020) y CONAGUA (2020).

El Bajío ocupa partes de los estados de Guanajuato, Michoacán, Querétaro y Jalisco. En este artículo nos enfocaremos solo en las partes localizadas en las dos primeras entidades, porque ahí se ha concentrado la agricultura del maíz y el sorgo. En 2018 la producción de maíz en el Bajío de Michoacán y Guanajuato constituyó el tercer lugar nacional, con 2,8 millones de toneladas u 11% del total; mientras la de sorgo tuvo el segundo, con 1,04 millones de toneladas del grano, o un 23% del total nacional (SIAP, 2020). En el Mapa 1 se muestran los municipios de Guanajuato y Michoacán, que constituyen la región de estudio⁸.

8. Los municipios del Bajío michoacano son: Álvaro Obregón, Angamacutiro, Briseñas, Coeneo, Contepec, Charo, Chavinda, Ecuándureo, Epitacio Huerta, Hidalgo, Huaniqueo, Indaparapeo,

El estudio inicia en 1941, con el establecimiento de proyectos estatales para modernizar la agricultura del maíz, que una década después involucrarán también al sorgo. Finaliza en 2020, pues, como veremos, en las primeras dos décadas del presente siglo ambas gramíneas han experimentado períodos de auge y contracción que se explican por problemáticas ambientales, políticas públicas o por la creciente influencia del mercado estadounidense e internacional de granos a partir del establecimiento del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994.

Sobre las fuentes, el trabajo utiliza datos de los censos agrícolas, así como de la plataforma del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para reconstruir los reacomodos del cultivo del maíz y el sorgo a lo largo de ocho décadas. Estas fuentes presentan la limitación de que solo proporcionan datos a nivel municipal para el año de 1970, y para el período 2003-2020, por lo que para los períodos 1940-1960 y 1980-2002, solo tenemos registros estatales. Lo anterior se subsana por el paulatino proceso de concentración de ambos cultivos, lo que permite que el análisis a nivel estatal de las décadas de 1980 y 1990 tenga coherencia con la explicación local que se logra con los registros más detallados de los períodos aludidos arriba. En cuanto a los niveles de precipitación pluvial, la investigación ha utilizado la información de 21 estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA) (Mapa 1)⁹. Debido a la discontinuidad de los datos, solo con 12 estaciones se reconstruyeron los niveles del período 1980 a 2020. Los datos de la estación de Irapuato fueron de particular relevancia, ya que nos permitieron observar la tendencia de las precipitaciones en un período largo, de 1907 al 2020, lo que posibilitó no solo ubicar los años de sequía, sino ponderarlos en el marco de tendencias más amplias. Asimismo, hemos agregado datos de temperaturas máximas en el período de 1974 al 2020 en Irapuato. Los datos anteriores se complementaron con fuentes bibliográficas y hemerográficas, y publicaciones de la Secretaría de Agricultura, lo que nos permitió reconstruir las tendencias y ritmos de la producción de maíz y sorgo a escala re-

Irimbo, Ixtlán, Jiménez, Jiquilpán, José Sixto Verduzco, Jungapeo, La Piedad, Maravatío, Morelia, Pacuarán, Panindícuaro, Penjamillo, Puruándiro, Queréndaro, Santa Ana Maya, Senguio, Tangancicuaro, Tanhuato, Tarímbaro, Venustiano Carranza, Villamar, Vista Hermosa, Yurécuaro, Zacapú, Zamora, Zinapécuaro. Los del Bajío guanajuatense serían los siguientes: Abasolo, Acámbaro, Apaseo el Alto, Apaseo el Grande, Celaya, Comonfort, Cortázar, Cuernavaca, Huanímaro, Irapuato, Jaral del Progreso, Jerécuaro, León, Manuel Doblado, Moroleón, Pénjamo, Pueblo Nuevo, Purísima del Rincón, Romita, Salamanca, Salvatierra, San Francisco del Rincón, Santa Cruz de Juventino Rosas, Santiago Maravatío, Silao de la Victoria, Tarandacuao, Tarimoro, Uriangato, Valle de Santiago, Villagrán y Yuriria.

9. Las estaciones experimentales en el Bajío de Guanajuato son Abasolo, Acámbaro, Celaya, Cortázar, Cuitzeo, Irapuato, Jerécuaro, Pénjamo, Salamanca, Valle de Santiago y Yuriria. Las estaciones en el Bajío michoacano son Cuitzeo, El Rosario (Angamacutiro), Quirio (Indaparapeo), Pastor Ortiz (José Sixto Verduzco), La Barca, La Piedad, El Gigante (Maravatío), Morelia-Observatorio (Morelia), Ziquitaro (Penjamillo), San Cristóbal (Ixtlán), Chucándiro (El Jacal).

gional en su relación con la innovación, el nivel de precipitaciones, la agroindustria y las políticas agrícolas del Estado mexicano.

El artículo está dividido en tres partes. En una primera se revisarán los proyectos científicos y agrícolas gubernamentales que entre 1940 y 1970 buscaron construir agriculturas intensivas de ambas gramíneas, así como el cambio en los patrones de cultivo que resultó de la rápida expansión del sorgo en el Bajío. En una segunda parte, nos ocuparemos de explicar el período de 1980 a 2003, escenario temporal de cambios ambientales, así como de la economía política de la agricultura mexicana, que repercutió en una tendencia contraria al período anterior: el inicio del desplazamiento del sorgo por el maíz. En una tercera hablaremos del período de 2003 a 2020, en el que el desplazamiento se consolida debido a una combinación de variables ambientales, de cambio tecnológico y de comercio internacional.

2. REVOLUCIÓN VERDE EN EL BAJÍO: SEQUÍA Y FORRAJERIZACIÓN, 1940-1970

En la década de 1930, la agricultura del maíz dominaba el paisaje agrario del Bajío: tres cuartas partes de la superficie cultivada y del volumen de cosechas (Secretaría de Industria y Comercio, 1930). Seis años más tarde, el gobierno de Lázaro Cárdenas (1934-1940) repartió 18 millones de hectáreas de suelo agrícola en México, para formar nuevas unidades agrícolas denominadas *ejidos*, en posesión de inéditos actores rurales, los ejidatarios (Gutiérrez Núñez, 2017: 211)¹⁰. En el Bajío, los ejidatarios que no disponían de bienes de capital –que eran mayoría– optaron por cultivar maíz. Así, el reparto agrario del régimen cardenista significó, por un lado, una expansión del minifundio, y, por otro, una ampliación de la agricultura maicera (Gutiérrez Núñez, 2017: 211).

El gobierno siguiente, de Manuel Ávila Camacho (1940-1946), se propuso finiquitar el reparto agrario para dar paso a una revolución agrícola. Para el caso del cultivo del maíz, el Gobierno federal se planteó modernizar la agricultura para incrementar los rendimientos y la producción, y liberar superficie agrícola para destinarla a cultivos más rentables (Stakman, Bradfield & Mangelsdorf, 1967: 4). Para lograr lo anterior, funciona-

10. El reparto realizado por el gobierno de Lázaro Cárdenas significó la mayor redistribución de recursos agrarios (tierras, aguas) de los gobiernos emanados de la Revolución mexicana. La mayoría de esa superficie correspondió a dotaciones de suelo agrícola asignadas en unidades denominadas *ejidos*, que de acuerdo con la normatividad agraria debían tener 4 hectáreas de riego u 8 de temporal. El reparto no involucró, salvo excepciones, los bienes de capital, lo que posibilitó la expansión maicera de temporal comentada (FERNÁNDEZ y FERNÁNDEZ, 1957: 149).

rios de la Secretaría de Agricultura y Fomento (SAF) pensaron en la transferencia de tecnologías agrícolas de Estados Unidos, idea que recibió un fuerte impulso con la entrada de Estados Unidos a la Segunda Guerra Mundial en 1941, lo que significó un incremento del comercio exterior de materias primas, así como un aumento en la cooperación científica y técnica para la exploración y explotación de recursos agrarios. Para el Gobierno mexicano, el auge en la cooperación comercial y técnica constituyó una oportunidad para modernizar la agricultura y alcanzar dos objetivos: a) la autosuficiencia alimentaria; b) aumentar las exportaciones agrícolas que proporcionarían divisas para impulsar el proceso de industrialización (Chacón, 1996, 10, 11).

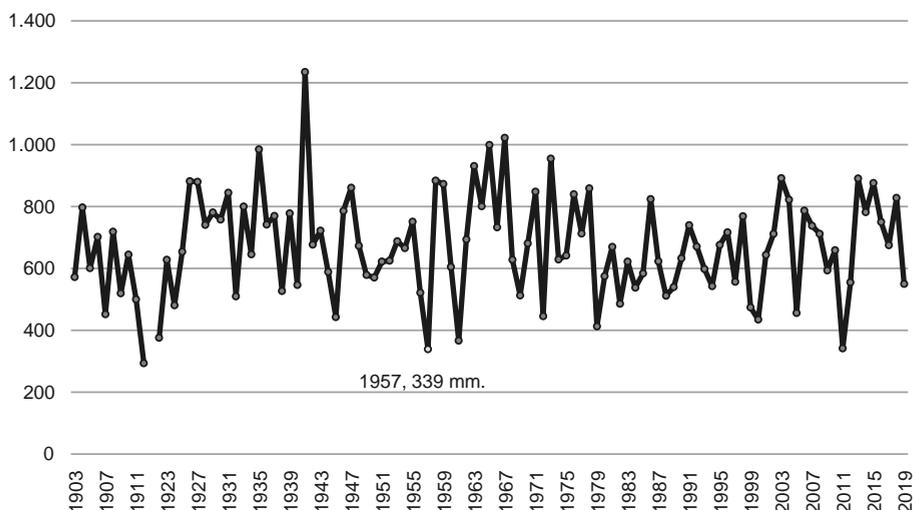
Para el caso del maíz, en 1941 la Oficina de Campos Experimentales (OCE) de la SAF inició investigaciones para la adaptación de modelos tecnológicos estadounidenses, siendo el Bajío una de las primeras regiones-objetivo (Stakman, Bradfield & Mangelsdorf, 1967: 62; Matchett, 2006: 357-358). Un año después, el Gobierno mexicano y la Fundación Rockefeller establecieron un acuerdo para impulsar la innovación agronómica: el pam, en cuyo marco fue establecida en 1943 la oee, que junto con la oce se encargarían de impulsar el nuevo modelo agronómico. Aunque el modelo contenía tecnologías como fertilizantes, pesticidas y maquinaria, obtener plantas capaces de metabolizar altas dosis de nutrientes, así como de adaptarse a labores mecanizadas de cultivo era condición fundamental para alcanzar mayores rendimientos (Cotter, 1994: 530).

Entre 1944 y 1947, ingenieros agrónomos de la oce y del pam mejoraron variedades blancas de maíz, destinadas, sobre todo, a la elaboración de tortilla¹¹. Dichas labores culminaron con la primera liberación de maíces mejorados en distintas regiones del país (Matchett, 2002: 116). Para el caso del Bajío, los planes gubernamentales para construir una agricultura maicera tecnificada tuvieron poco éxito debido a las condiciones climáticas. Por un lado, para que el modelo de agricultura intensiva funcionara se requerían 800 mm anuales de precipitación, niveles que no se alcanzaban en la mayor parte del Bajío. Por otro, para agravar lo anterior las décadas de 1940 y 1950 estuvieron insertas en un lapso de bajas precipitaciones del siglo pasado, presentándose sequías en 1943, 1945, 1949-1952 y 1957. Este último año fue el más seco en lo que iba del siglo, con un registro de 339 mm de precipitación en la localidad de Irapuato como se observa en la gráfica uno (Gutiérrez Núñez, 2020: 229-231)¹².

11. Por *tortilla* se entiende un alimento de pan plano elaborado con maíz, de amplio consumo en la gastronomía mexicana.

12. Según los datos, la sequía más fuerte habría sido la de 1912, con 294 mm, pero no se tomó en cuenta por no contar con los registros del mes de mayo. De cualquier manera, ambas sequías serían probablemente las más intensas de la primera mitad del siglo xx.

GRÁFICO 1
Niveles de precipitación en Irapuato, Guanajuato, 1903-2019



Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA (2020).

Por las condiciones ambientales, los paisajes maiceros tecnificados, imaginados por funcionarios e ingenieros del gobierno federal y del pam, no pudieron ser. El cambio tecnológico ocurrió, sin embargo, en otros cultivos: los agricultores con mejores recursos agrarios y de capital utilizaron aguas subterráneas para cultivar cacahuate, fresa, ajo, u hortalizas, que luego exportaban a Estados Unidos. Para 1952, los ingenieros del pam comenzaron a realizar investigaciones para mejorar los rendimientos de esos cultivos (Gutiérrez Núñez, 2017: 104).

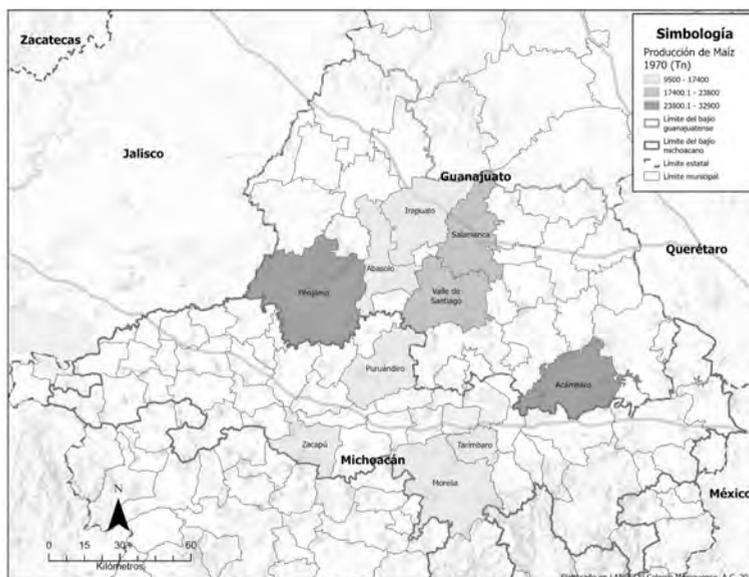
Las sequías influyeron también afectando a cultivos forrajeros como la alfalfa o el garbanzo justo en los inicios de una transición nutricional basada en dietas con mayor contenido de proteína animal. Para dar respuesta a esa problemática, en la oee se buscaron opciones de forrajes con tolerancia a la sequía (Gutiérrez Núñez, 2017: 189-191). En la estación experimental de Cal Grande, Guanajuato, se introdujeron variedades de sorgo procedentes de Texas y Kansas, con mejor tolerancia al estrés hídrico que el maíz, además de que se adaptaron rápidamente a los campos agrícolas de Tamaulipas y el Bajío. Empero, la diferencia del Bajío respecto de Texas, Kansas o Tamaulipas fue que su rápida expansión obedeció a la emergencia de una boyante ganadería del cerdo, así como de una industria de embutidos que se estableció en La Piedad, Michoacán (Gutiérrez Núñez, 2020: 241-247).

La acelerada expansión del sorgo en el Bajío obedeció a cambios en la economía política: en 1965 el Gobierno mexicano redujo la inversión pública en créditos y subsidios

a la agricultura maicera, como respuesta a la disminución de los precios en Estados Unidos, el mayor productor a nivel mundial. Con esa decisión, el Gobierno ya no sostendría una política agrícola que mantuviera un crecimiento de la producción maicera por encima del demográfico, ni pretendía alcanzar la autosuficiencia. En su lugar, se constituiría un stock interno que se complementaría con la importación de maíz estadounidense más barato, que beneficiaría, sobre todo, al sector industrial. Asimismo, a partir de aquel año, el Gobierno reasignó recursos para dirigirlos a cultivos oleaginosos y forrajeros, caso del sorgo, que comenzó a recibir un precio de garantía. Esas políticas, traducidas en cifras, se expresaron en que, mientras de 1940 a 1960 la producción nacional de maíz aumentó de 1,2 millones de toneladas a 6,2 millones, a una tasa anual del 9%, para el lapso que abarcó de ese último año a 1965 la tasa de crecimiento se redujo al 3%, con una cosecha de 8,5 millones de toneladas. La caída en la tasa de crecimiento llegó a solo un 1% anual en 1970, ya que la cosecha de ese año tuvo 9,97 millones de toneladas. Por contraparte, la producción de sorgo se incrementó en más de dos millones de toneladas entre 1960 y 1970 (Gutiérrez Núñez, 2017: 384; cuadro 1).

MAPA 2

Ubicación de la producción de maíz en el Bajío de Guanajuato y Michoacán, 1970



Fuente: elaboración propia con datos de Secretaría de Industria y Comercio (1973).

Esas cifras indican un proceso de forrajización que se experimentó también en el Bajío, aunque con matices. A nivel estatal el crecimiento fue rápido: en Michoacán la producción pasó de 17.539 toneladas en 1960 a 165.607 toneladas en 1970; en Guanajuato

de 15.144 toneladas a 238.288. El maíz, en cambio, se recuperó de la sequía de los años cincuenta. En Guanajuato su producción aumentó de 381.397 toneladas a 560.306, mientras en Michoacán el incremento fue mayor, de 370.357 toneladas a 694.936. Los datos disponibles para 1970 nos permiten ubicar geográficamente lo sucedido. Por un lado, la producción de sorgo en los municipios del Bajío guanajuatense representaba una vez y media lo que se cosechaba en la parte michoacana. En cambio, en el caso del maíz la situación era a la inversa: la producción del Bajío michoacano casi duplicaba a la de Guanajuato (Cuadro 1). De lo anterior se puede deducir que, si bien el sorgo desplazó al maíz, la segunda gramínea era la más cultivada hasta 1970. Asimismo, se advierte especialización: el Bajío guanajuatense cultiva más sorgo, el michoacano más maíz.

CUADRO 1
Producción de sorgo y maíz en Michoacán y Guanajuato entre 1950 y 1970

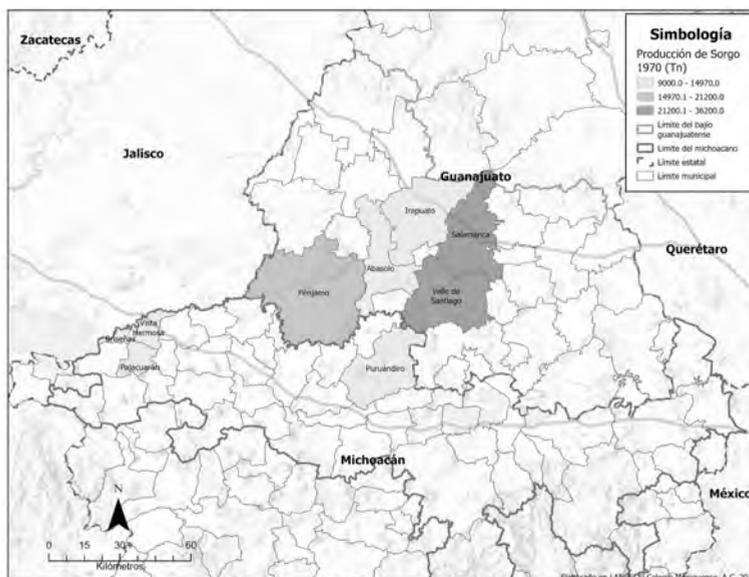
Michoacán				
	Sorgo		Maíz	
	Producción (toneladas)	Tasa de crecimiento anual	Producción (toneladas)	Tasa de crecimiento anual
1950	418		301.534	
1960	17.539	45%	370.357	2%
1970	165.607	25%	694.936	6%
Guanajuato				
	Sorgo		Maíz	
	Producción (toneladas)	Tasa de crecimiento anual	Producción (toneladas)	Tasa de crecimiento anual
1950	1.622		337.623	
1960	15.144	25%	381.397	1%
1970	238.288	32%	560.306	4%
Michoacán				
	Sorgo		Maíz	
	Producción nacional de sorgo (toneladas)	Porcentaje de la producción estatal respecto de la nacional	Producción nacional de maíz	Porcentaje respecto de la nacional
	266.373	0,2%	4.204.403	7%
	226.020	8%	6.817.628	5%
	2.452.530	7%	9.097.198	8%
Guanajuato				
	Sorgo		Maíz	
	Porcentaje de la producción estatal respecto de la nacional		Porcentaje respecto de la nacional	
	1%		8%	
	7%		6%	
	10%		6%	

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Secretaría de Industria y Comercio (1965, 1973).

Como se observa en el Mapa 2, la producción de maíz en el Bajío guanajuatense se concentró en los municipios de Acámbaro, Irapuato, Pénjamo, Salamanca, Valle de Santiago y Abasolo. En Michoacán, la producción era mayor en Puruándiro, Zacapu, Tárímbaro y Morelia. En Guanajuato, la agricultura del sorgo se localizó en los municipios del Valle de Santiago, Salamanca, Pénjamo, Irapuato y Abasolo, mientras en el Bajío michoacano su concentración era mayor en Pajacuarán, Puruándiro, Vista Hermosa y Briseñas (Mapa 3). De lo anterior se pueden deducir dos cosas. La primera es que hay una especialización basada en la producción de granos para la alimentación humana y otra para forraje. En este último caso, tanto el maíz, como el sorgo, son utilizados en mezclas forrajeras en Puruándiro, Pénjamo o Abasolo. Una segunda es que, municipios del Bajío michoacano (Pajacuarán, Vista Hermosa y Briseñas), reciben influencia de localidades del vecino estado de Jalisco, como La Barca, que estaban transitando del maíz al sorgo en los años setenta. Por otra parte, cabe señalar que en 1970 el Bajío guanajuatense concentraba el 58% de la producción de maíz en el estado, así como el 78% del sorgo. En el Bajío de Michoacán la concentración era menor: un 25% y un 38%, respectivamente.

MAPA 3

Ubicación de la producción de sorgo en el Bajío de Guanajuato y Michoacán, 1970



Fuente: elaboración propia con datos de Secretaría de Industria y Comercio (1973).

Como se advierte, la expansión del sorgo en el Bajío respondió a nuevos vínculos agroindustriales, a la manera en que sucedía en Estados Unidos. En el caso del maíz, su articulación con la industria alimentaria era menor, algo que cambiaría en las décadas si-

guientes. En Estados Unidos al uso forrajero del maíz se añadía su creciente empleo industrial para producir féculas, harinas, hojuelas, grasas y azúcares, que constituyeron parte importante de la dieta urbana. En México, además de la elaboración de harina industrial para tortilla, a fines del siglo pasado el maíz amplió sus usos industriales (Appendini, 2001: 21). Esta paulatina convergencia binacional del maíz como forraje y como insumo industrial incidiría en un aumento de las importaciones que tendrá importantes repercusiones en las coyunturas que se revisarán en las páginas siguientes (Gutiérrez Núñez, 2017: 397).

3. NADA ES PARA SIEMPRE: EL PRELUDIO DE UN CAMBIO EN EL PATRÓN DE CULTIVOS EN EL BAJÍO, 1980-2002

Entre 1970 y 1980, la expansión del sorgo en el Bajío guanajuatense fue impresionante: la producción aumentó tres veces (a 973.091 toneladas), desplazando al maíz, cuyas cosechas retrocedieron a niveles de 1960 (381.898 toneladas). En el caso de Michoacán si bien las cosechas de sorgo no superaron al maíz, la producción aumentaba más rápido: tres veces en aquella década (474.495 toneladas), mientras la de maíz apenas lo hizo en un 1% (764.055 toneladas) (SIAP, 2020).

Dos elementos son relevantes para entender lo sucedido con ambas gramíneas en la década de 1980: a) las crisis de 1982 y el viraje en la política agrícola del gobierno mexicano; b) las condiciones ambientales. Por lo que respecta al primero, la crisis de la deuda externa trajo consigo el desmantelamiento de las instituciones gubernamentales que intervenían en las distintas fases de la producción y comercialización de bienes agrícolas. Apenas en 1980, el gobierno de José López Portillo (1976-1982) había establecido una política pública dirigida al agro que retomó como objetivo lograr la autosuficiencia alimentaria: el Sistema Alimentario Mexicano (SAM). Dicha política era una actualización de las instrumentadas a mediados del siglo pasado: créditos, subsidios y precios de garantía para la agricultura, con el objetivo de impulsar el cambio tecnológico e incrementar la productividad. Los recursos para el SAM provenían de la renta petrolera, multiplicada con el hallazgo de importantes yacimientos en el golfo de México (Appendini, 2001: 73-78).

El SAM, sin embargo, tuvo una existencia limitada. Ante la reducción en los precios del petróleo, la caída en los ingresos públicos, y la crisis de la deuda, el gobierno de López Portillo negoció con la banca internacional y acordó la instauración de políticas de austeridad, así como la aplicación de reformas estructurales que pondrían fin al modelo de desarrollo por sustitución de importaciones, para dar paso a políticas económicas li-

berales. El Gobierno mexicano redujo su intervención en la asignación de recursos económicos, tecnológicos y de capital en el ámbito agrario, lo que amplió la participación del sector privado. Así, con la crisis se finiquitó un último impulso a la autosuficiencia alimentaria en el siglo xx, pues los gobiernos siguientes de Miguel de la Madrid (1982-1988) y Carlos Salinas de Gortari (1988-1994) retomaron y ampliaron la política de cubrir la demanda nacional con un stock nacional e importaciones (Appendini, 2001: 12). Asimismo, comenzó un proceso de mayor apertura de la agricultura al mercado mundial, sobre todo, al estadounidense (Pedroza, 2018: 33). En 1994, entró en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) con Estados Unidos y Canadá, que estableció la eliminación gradual de aranceles al intercambio de bienes agrícolas, situación que tendría repercusiones para las gramíneas que nos ocupan al ser Estados Unidos el mayor productor mundial (Mendoza, 2011: 79).

CUADRO 2

Temperaturas máximas promedio en el Bajío, mayo-septiembre, Irapuato, Guanajuato. Estación meteorológica de Irapuato (en grados Celsius)

	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-2020
Temperatura	28,6	29	29,8	29,4	30

Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA (2020).

En cuanto a las condiciones ambientales, según los registros las décadas de 1980 y 1990 fueron las menos húmedas del siglo pasado y de las dos décadas del presente, con 1982 y 1989 como los años con menores precipitaciones (véase Gráfico 1). Las sequías de 1982 y 1989 en localidades como Penjamillo, La Piedad, Cortázar y Celaya registraron precipitaciones de 292, 212, 257 y 357 mm, nuevos mínimos en el siglo xx. En la década siguiente se presentaron sequías en los años 1993, 1997, 1999-2000, que, si bien no tuvieron los niveles de precipitación tan reducidos, sí se observaron registros reducidos como los de 315 mm de Celaya en 1999 (CONAGUA, 2020). Por otro lado, vale la pena señalar que estos fenómenos de menor humedad coinciden con una tendencia de temperaturas máximas al alza en los meses de mayo a septiembre, lapso en el que se desarrolla el ciclo biológico del maíz y el sorgo (véase Cuadro 2).

El impacto del cambio de modelo económico y de las condiciones ambientales se puede advertir en las tendencias de la producción de maíz en Guanajuato y Michoacán que se observan en el Cuadro 3. Con buenas precipitaciones, las cosechas de maíz de 1983 en Guanajuato fueron de 729.709 toneladas, un 188% más que en 1980. Sin embargo, a partir de ese año el impacto de la crisis económica se hace sentir: la producción se estanca y similar tonelaje se alcanzará hasta 1992. En Michoacán sucede igual, ya que la producción de 1981 de 953.990 toneladas se supera una década más tarde, cuando las

buenas precipitaciones permitan cosechar 979.195 toneladas. Así, tenemos una «década pérdida» en la agricultura del Bajío, aunque la caída en Guanajuato es mucho más pronunciada que en Michoacán: en la primera entidad se cosechan 408.406 toneladas en 1989, o un 43% menos respecto de cinco años antes; en la segunda la disminución fue del 30%, con 644.091 toneladas. Esta diferencia negativa en 1989 se explica por el menor nivel de precipitaciones en Guanajuato, lo que incidiría en sequías más intensas. Asimismo, en esa entidad las cosechas dependían de la agricultura de riego, que se habría desplazado hacia el sorgo debido a sus menores costos de producción, mayores rendimientos y menor demanda hídrica (SIAP, 2020).

CUADRO 3
Producción de maíz en Michoacán y Guanajuato en la década de 1980.
Años seleccionados (en toneladas)

Producción de maíz en Michoacán		Producción de maíz en Michoacán	
1980	764.055	1989	644.091
1981	953.990	1991	979.195
1982	572.134	1992	920.566
1983	922.596	1993	1.060.769
Producción de maíz en Guanajuato		Producción de maíz en Guanajuato	
1980	381.898	1989	408.406
1981	453.087	1991	532.760
1982	323.273	1992	784.025
1983	720.709	1993	1.255.706

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

En Guanajuato los agricultores que habían virado del sorgo al maíz durante el SAM, con las sequías retornaron a aquella primera gramínea. Este argumento se refuerza con la tendencia divergente del sorgo respecto del maíz en la década de 1980: en Guanajuato las cosechas de la primera gramínea repuntan a partir de 1984, alcanzando seis años más tarde un total de 1.691.242 millones de toneladas, apenas 12.980 toneladas menos que la cifra máxima obtenida 23 años después. Así, luego de un breve auge, el sorgo culminó su ascenso en el Bajío guanajuatense de la mano de dos contradicciones respecto de los planteamientos que acompañaron su difusión en los años cincuenta del siglo pasado: a) su mayor expansión tuvo lugar en dos décadas, 1960 y 1970, en las que las precipitaciones fueron mejores y los años con sequía menos numerosos; b) que la mayor parte de su producción se realizó en sistemas de riego. De igual manera, en el Bajío michoacano la producción de sorgo se estancó, ya que para 1990 apenas se había incrementado en 44.644 toneladas (SIAP, 2020).

¿Qué explica el agotamiento de la expansión del sorgo? Por un lado, el viraje de las políticas agrícolas, pues en 1989 el cultivo del sorgo dejó de contar con el precio de garantía (Yúnez Naude, 2006: 50). De manera similar a lo ocurrido décadas atrás con el maíz, el precio de garantía del sorgo había sido mayor que los precios internacionales del grano, con el objetivo de impulsar su cultivo y lograr la autosuficiencia forrajera. Con la eliminación del precio de garantía, el Gobierno mexicano buscó constituir un stock nacional y complementarlo con importaciones. Dicho enfoque se fortaleció con la instauración del TLCAN, pues las importaciones aumentaron hasta los 3,2 millones de toneladas en 1999, o un 36,8% de la demanda nacional (Rebollar *et al.*, 2005: 394). Estas importaciones repercutieron en diversos estados productores de sorgo. En el caso de Tamaulipas, la cosecha de 1985, de 2,36 millones de toneladas, se superó solo once años después cuando se obtuvieron 2,6 millones, mientras que en Sinaloa las 518.871 toneladas producidas en 1987 pudieron rebasarse solo nueve años más tarde con apenas 593.442 toneladas. En el caso de Guanajuato y en Michoacán, a principios de la década de 1990 las cosechas de sorgo retrocedieron a valores menores a los alcanzados en 1980 (SIAP, 2020).

El maíz ofrece también elementos para reflexionar sobre el impacto del TLCAN: las importaciones aumentaron, pero de una variedad particular, la amarilla, vinculada al sector agroindustrial y ganadero. Las compras al exterior de maíz amarillo llegaron a 2,2 millones de toneladas en 1997, y alcanzaron los 5 millones tres años después (Yúnez Naude, 2006: 56) ¿De qué manera impactan esas importaciones en la agricultura del maíz en Michoacán o Guanajuato? Hay dos cosas que señalar al respecto. Primero, que el uso del maíz amarillo como forraje afectó sobre todo al sorgo, por lo que quizá sus importaciones explican en parte el freno a su expansión. Segundo, las importaciones también impactaron en la industria de harina de maíz nixtamalizada, de importancia para la población urbana. Además, en ambas gramíneas las importaciones presionaron los precios a la baja: entre 1994 y 2005 el del maíz disminuyó en un 34%, el del sorgo en un 19% (Yúnez Naude, 2006: 55).

En el contexto de bajas precipitaciones y liberalización comercial la gran perdedora fue la agricultura de secano: la superficie de maíz se redujo en 239.821 hectáreas en la década de 1990, a una tasa del 11,2% anual; la de sorgo en 45.104 hectáreas, a un 6,6% anual (SIAP, 2020). En la agricultura de riego, por su parte, hubo un cambio en el patrón de cultivos: la superficie de maíz en Guanajuato se incrementó en 35.809 hectáreas (5,3% anual), la producción en 360.118 toneladas (10,1%) y los rendimientos en 2,4 toneladas por hectárea. En Michoacán, por el contrario, la agricultura de riego del maíz experimentó más bien una recuperación, pues en 20 años su crecimiento fue de apenas sesenta mil toneladas. En cambio, la de temporal incrementa su producción en 122.077

toneladas para el año 2000, en una superficie casi similar a la que se cultivaba dos décadas atrás (SIAP, 2020).

Los repuntes del sorgo en Michoacán a fines del siglo pasado, así como del maíz de riego en Guanajuato, muestran que, además del impacto del TLCAN, hay otras variables en juego. Por un lado, el cierre de paraestatales que ofrecían subsidios a la compra de tecnologías agrícolas influyó en el incremento de sus precios, así como en un mayor control de las empresas trasnacionales de los mercados de esos bienes (Appendini, 2001: 290)¹³. Por otro lado, los programas gubernamentales que compensarían los efectos de la apertura comercial, como PROCAMPO (Programa de Apoyos Directos al Campo, 1993) o ASERCA (Apoyo y Servicios para la Comercialización Agropecuaria, 1991), beneficiaron a la agricultura con mejor dotación de recursos, acceso a infraestructura, mercados e información, así como experiencia en el uso de conocimientos y tecnología (Fox & Haight, 2010: 11). En ese contexto, las superficies irrigadas cultivadas con sorgo cambiaron al maíz, algo que también ocurrió en el estado de Sinaloa, entidad que se convirtió en la principal productora del país (Aguilar, 2004, 121-127). Este cambio fue acompañado de mejoras tecnológicas en la agricultura del maíz: uso de glifosato (herbicida), técnicas para mejorar los suelos (arroke) y mejoras en la simiente y en la irrigación¹⁴.

La combinación de los programas comentados, la eliminación del precio de garantía al sorgo, la tecnología y los mejores temporales del bienio 1991-1992 condujeron a una situación inédita: en 1993 se produjeron en Guanajuato 1,2 millones de toneladas de maíz, en Michoacán solo 1,06 millones. Esto implicó que por primera vez desde 1970 se invertía la división espacial de la agricultura de ambas gramíneas en esas entidades. Sin embargo, una vez que el precio de garantía del maíz fue eliminado en 1995 y con las sequías del bienio 1999-2000, las cosechas de Guanajuato retornaron a niveles inclusive menores a 1980 (Yúnez Naude, 2010: 28). De cualquier manera, la ruptura de 1993 marcó el preludio de lo que vendría en las primeras décadas del presente siglo.

Lo revisado hasta aquí sugiere tres cosas. La primera es que el cambio hacia una política agrícola de corte liberal tuvo en las condiciones ambientales una «tormenta perfecta»; es decir, el discurso que relacionó un mayor intervencionismo estatal con una baja productividad de la agricultura coincidió con las décadas menos húmedas de la pasada centuria, así como con dos crisis económicas en México, en 1982 y 1994. Lo anterior cons-

13. Se cerraron paraestatales como la Productora Nacional de Semillas (Pronase) o Fertilizantes de México (Fertimex).

14. Rubén Valdemar Valtierra, ingeniero agrónomo, comunicación personal. Irapuato, Guanajuato, 6 de mayo de 2021.

tituyó un elemento para justificar que el Gobierno mexicano sesgara sus políticas hacia la agricultura de riego, buscando mayores rendimientos, a la vez que marginaba a la de secano de relevancia para la subsistencia y la alimentación a nivel regional y local (Fox & Haight, 2010: 14). La segunda es que los programas gubernamentales decidieron apoyar el cultivo de maíz blanco en sistemas de riego para alcanzar la autosuficiencia de ese tipo de grano, fundamental para los sistemas industriales de producción de tortilla que se expandían a la par de la urbanización. Esa especialización relativa se ajustó bien a la nueva complementariedad que trajo consigo el TLCAN, que posibilitó una creciente importación de maíz amarillo que beneficiaba a la agroindustria forrajera y alimentaria. Esta última, por ejemplo, incrementó su demanda de jarabe de alta fructosa, que pasó de 56.000 toneladas en 1995, a 500.000 en 1998; un 82% de esa cantidad era para las empresas refresqueras, en un país que hoy día es el mayor consumidor de bebidas gaseosas del mundo, con 163 litros per cápita (Yúnez Naude, 2006: 56). La tercera se refiere a la decisión del gobierno mexicano de ya no interesarse por la autosuficiencia en forrajes, y decantarse por conseguir más bien una «seguridad forrajera». ¿Quiénes serían los beneficiarios de tal decisión? La agroindustria y la ganadería a gran escala, que podrían aprovechar la diferencia en los precios relativos del sorgo a ambos lados de la frontera.

Así, a fines del siglo pasado, la situación del sorgo había cambiado. Décadas atrás, el cultivo del sorgo y su rápida difusión frenó, junto con las condiciones ambientales, la constitución de una agricultura maicera intensiva. Pero, ya en la década de 1990, la agricultura de riego del maíz incrementó sus rendimientos, lo que le permitió, en nuevos contextos climáticos y de economía política, generar la situación inversa. Con lo anterior, el cambio tecnológico en el maíz golpeó una de las razones por las cuales los agricultores de riego elegían el sorgo en la década de 1960: sus mejores rendimientos. Como veremos en el siguiente apartado, otro factor ambiental, las plagas, eliminará otro argumento de esa elección: los costos.

4. ¿OCASO DEL SORGO Y ASCENSO DEL MAÍZ?: AGRICULTURA Y MEDIOAMBIENTE, 2003-2021

Al iniciar el presente siglo, la agricultura del maíz y el sorgo mostraba una tendencia hacia la concentración. En el Bajío guanajuatense se localizaba un 93% de la producción de maíz y un 99% del sorgo; en la parte michoacana un 63% del maíz y un 76% del sorgo (SIAP, 2020). Esta concentración está correlacionada con dos procesos: el crecimiento de las urbes del Bajío y el aumento de la demanda de cárnicos procesados, factores ya añejos pero reactualizados en nuevos contextos.

En el Bajío michoacano, la agricultura del maíz con fines de abasto urbano tenía la siguiente localización: a) al oriente, en Maravatío; b) en torno a la ciudad de Morelia y su área metropolitana, incluido el municipio homónimo, Álvaro Obregón, Tarímbaro e Indaparapeo; c) en el occidente, en los municipios que se localizan en la confluencia del Lerma con el lago de Chapala, especialmente en Vista Hermosa. Respecto de la demanda pecuaria, las mayores cosechas de maíz se recolectaban en Puruándiro (SIAP, 2020). En cuanto al sorgo, su agricultura se concentraba en municipios que desde la década de 1960 se integraron a la cadena de la industria cárnica: Puruándiro y José Sixto Verduzco (SIAP, 2020).

¿Cómo explicar esas modificaciones en la geografía agrícola del Bajío? En el caso de Maravatío la explicación radica en la agricultura de riego: entre 2003 y 2005 una décima parte de la superficie maicera con esa característica se localiza en ese municipio. En el caso de Álvaro Obregón, Tarímbaro e Indaparapeo se combina su ubicación cerca del mercado urbano más importante de Michoacán, así como la agricultura con sistemas de riego (entre 4% y 5% de la superficie cultivada). En el municipio de Morelia la ventaja es la localización, ya que ahí el maíz se cultiva, en su mayoría, en sistemas de secano (SIAP, 2020). Por otro lado, en el caso de Vista Hermosa, dicho municipio muestra un claro viraje, ya que en 1970 era productor importante, pero de sorgo. Vista Hermosa, junto con otros municipios, como Pajacuarán, Venustiano Carranza o Villamar reciben influencia de la región de La Barca para, luego de un viraje hacia el sorgo décadas atrás, desplazarse de nuevo al maíz debido a cuatro factores: a) aplicación de tecnologías que aumentaron los rendimientos; b) precipitaciones promedio de 900 mm anuales, superiores a la mayor parte del Bajío; c) su integración a las redes de producción y comercialización del vecino estado de Jalisco, la segunda entidad con mayor producción del país; d) el sesgo de las políticas públicas hacia la agricultura de riego. Con relación al último punto, en efecto, la agricultura de riego orquesta los cambios en la concentración debido a sus mejores rendimientos.

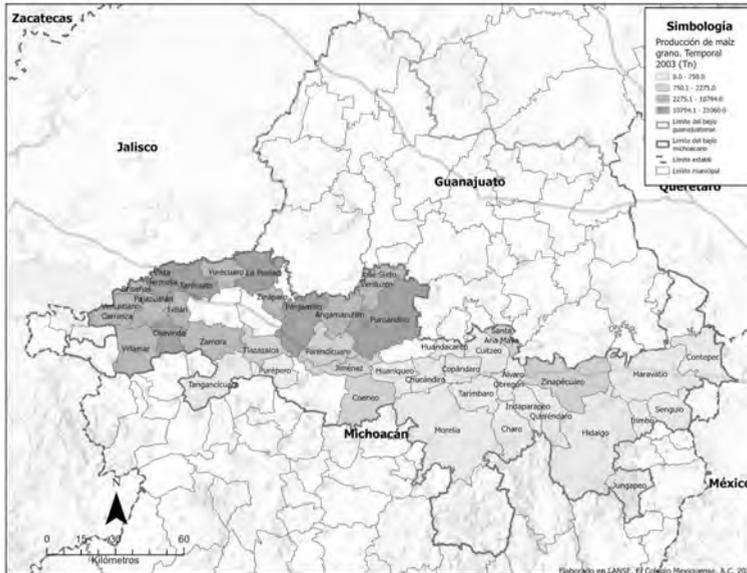
La agricultura de secano, por su parte, acompaña dichos cambios, aunque en su caso es la superficie cultivada, y no los rendimientos, el factor más relevante. La geografía es similar a la de riego, con Vista Hermosa y Maravatío liderando la producción. Sin embargo, llama la atención el caso de Morelia, cuya agricultura de maíz de temporal tiene la mayor superficie cultivada del Bajío michoacano, pero que con rendimientos de 1.985 kg/ha en 2003 cosecha 5.000 toneladas menos que Vista Hermosa, cuya productividad del suelo tenía números promedio de 6.582 kg/ha (véase Mapa 4).

Con respecto al sorgo, en la agricultura de temporal se advierten dos tendencias. Por un lado, la producción se localiza en municipios integrados a la cadena de producción de carne de cerdo y sus derivados: Puruándiro, La Piedad, Penjamillo y Churintzio. Por

otro, municipios como Ecuándureo, Chavinda, Ixtlán o Tanhuato producen también sorgo en sistemas de temporal. Lo anterior es relevante en tanto que representa una permanencia de la agricultura de secano de esos municipios frente a sus vecinos (Vista Hermosa, por ejemplo) que transitaron hacia el maíz (véase Mapa 5).

MAPA 4

Ubicación de la agricultura de maíz de temporal en el Bajío de Michoacán, 2003

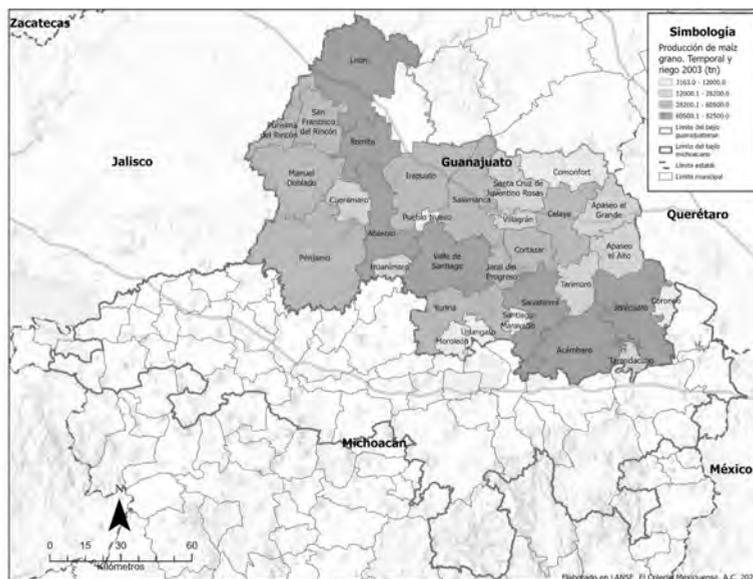


Fuente: elaboración propia con datos del SIAP (2020).

En el Bajío guanajuatense, la concentración obedece a similares factores que en Michoacán. Para 2003 existe ya un «corredor maicero» que articula tres subregiones conformadas por los siguientes municipios: a) Acámbaro-Jerécuaro-Salvatierra-Jaral del Progreso; b) Valle de Santiago-Salamanca-Irapuato; c) Romita-Manuel-Doblado-León. Esta organización se complementa con producción de maíz para demanda humana y pecuaria, ubicada en los municipios de Pénjamo y Abasolo. Así, la geografía de la agricultura maicera en el Bajío de Guanajuato presenta una mejor articulación que 33 años antes debido a una mejor infraestructura carretera, así como a sistemas de comercialización y transporte que abastecen a ciudades que han crecido sobremedida en los últimos cuarenta años (Velázquez Ramírez & Tapia, 2008: 108). Por otro lado, la dispersión del cultivo se explica por una producción destinada a satisfacer la demanda de la industria de la masa y la tortilla de la red urbana (véase Mapa 6). En el caso del sorgo, la concentración es mayor debido a la demanda de la agroindustria cárnica: Irapuato, Salamanca, Pénjamo y Valle de Santiago son los municipios con mayores cosechas.

MAPA 5

Ubicación de la producción de maíz en el Bajío de Guanajuato, 2003



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP (2020).

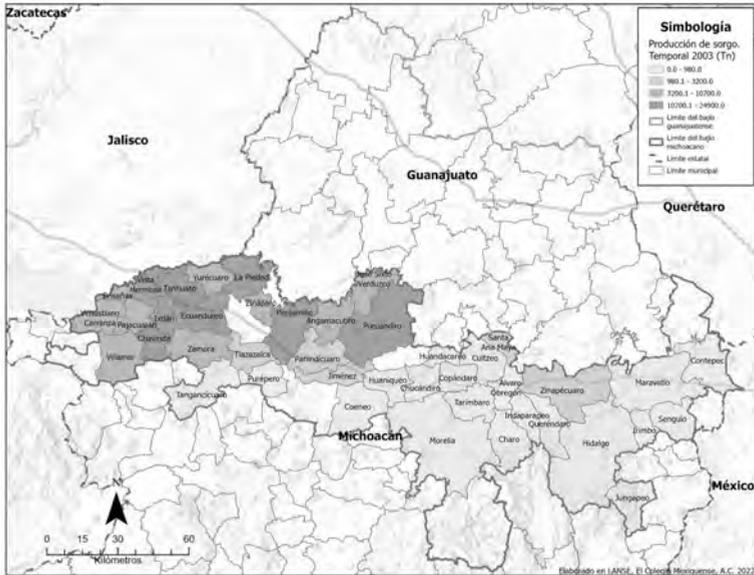
En el Bajío guanajuatense la producción de maíz se concentró en los municipios de Jerécuaro, Acámbaro, Abasolo y Salvatierra. Sin embargo, en los tres primeros la agricultura de maíz se realizaba en su mayoría en sistemas de secano con rendimientos dispares. En Jerécuaro, por ejemplo, se cosecharon ese año 64.707 toneladas en 21.569 has, con rendimientos de 3 toneladas por unidad de superficie, mientras que en Salvatierra la producción fue de 64.804 toneladas en 8.760 hectáreas, con una productividad de la tierra mayor a las siete toneladas (SIAP, 2020). Así, Jerécuaro presenta el mismo dilema que Morelia: grandes superficies con bajos rendimientos, lo que nos habla de agricultura de subsistencia, pero también de cultivos realizados con niveles tecnológicos precarios, bajos rendimientos, pero de importancia para el abastecimiento urbano. En cuanto al sorgo, Pénjamo concentra la mayor cantidad de superficie de temporal y riego (18.550 y 22.100, respectivamente). Se puede decir que Pénjamo es un granero en el suroriente del Bajío guanajuatense, tanto de alimento como de forraje (SIAP, 2020).

Por otra parte, entre 2003 y 2020 la producción y la geografía de ambos granos sufrieron cambios debido a varios factores. El primero de ellos es el nivel de precipitaciones, que en este período tiene una mayor correlación con la dinámica de la producción de ambas gramíneas, sobre todo en el Bajío guanajuatense. Como se puede advertir en el Gráfico 1, las décadas de 2000 y 2010 se insertan en tres tendencias generales con re-

lación a los niveles de precipitación. La primera es que esas décadas se insertan en un ciclo más largo de disminución de las precipitaciones que inició en 1979. Una segunda es que muestran un ligero repunte respecto de los niveles de las décadas de 1980 y 1990. Una tercera es que la segunda década del presente siglo fue menos seca que la primera.

MAPA 6

Ubicación de la agricultura del sorgo de temporal en el Bajío michoacano, 2003



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP (2020).

En términos más particulares, las dos primeras décadas del presente siglo tuvieron años de sequía en 2002, 2005, 2009, 2011 y 2019. Los registros más bajos tuvieron lugar en Irapuato (342 mm), Pénjamo (345 mm) y Angamacutiro (387 mm) en 2011, aunque el más extremo ocurrió en 2019 en Cortazar, donde se precipitaron sólo 228 mm, el segundo registro más bajo en más de un siglo (CONAGUA, 2020). Así, estas evidencias apuntan a confirmar lo observado en las décadas de 1980 y 1990: las sequías con niveles de precipitación por debajo de los 400 mm son cada vez recurrentes en el Bajío guanajuatense, lo que, aunado a las mayores temperaturas, afectan al cultivo de ambas gramíneas, ya sea de secano o de riego. Asimismo, además del impacto de los años de sequía en el lapso 2005-2012 manifestó un estrés hídrico más acentuado, lo que perjudicó a la agricultura en varios ciclos agrícolas. En el caso del maíz esto se muestra en el hecho de que la cosecha de 2003 de 1,55 millones de toneladas no fue superada hasta 2016, cuando se recogieron 1,76 millones de toneladas. Igual sucedió con el sorgo, pues la producción de 1,62 millones de toneladas en 2003 no se superó hasta diez años más tarde con 1,7 mi-

llones de toneladas. Estos incrementos en la producción, por magros que sean, se deben a la agricultura de riego, ya que las cosechas de temporal de maíz y sorgo no dejaron de disminuir en todo el período. La de maíz de 689.029 toneladas en 2004, a una de 468.116 toneladas en 2013, ya con mejores precipitaciones. En el caso del sorgo, de igual manera, las cosechas de 2003 de 522.688 toneladas caen en una década a solo 451.516 toneladas (SIAP, 2020). Así, en el Bajío guanajuatense la tendencia de decadencia en la agricultura de temporal continuó.

La otra cara de la moneda es el incremento en los niveles de precipitaciones del período 2013-2018, que influyó en los mayores rendimientos de la agricultura de riego. Sin embargo, cabe hacer aquí una diferenciación. Tras la sequía de 2005, tanto el maíz como el sorgo se recuperan. En el caso del maíz de riego, las cosechas se estabilizan en torno a las 800.000 toneladas, con disminuciones en las sequías de 2009 y 2011. El sorgo, por su parte, hace lo propio con cosechas que alcanzan los 1,24 millones de toneladas en 2013, con afectaciones insignificantes en 2009 y 2011 (SIAP, 2020). Esta diferencia se explica por la elección de los agricultores con acceso al riego hacia el sorgo, debido a su capacidad para resistir el estrés hídrico. Una vez más, un factor ambiental hace del sorgo una mejor alternativa al maíz, aunque ya no tendrá los mismos efectos que en décadas anteriores, pues lo que se advierte es más bien una interrupción en su descenso. Otro factor ambiental concluirá esa labor.

En el Bajío michoacano la agricultura de riego también se impone ante las sequías. De hecho, la cosecha de 2012 supera a la de 2008: 1,2 millones versus 1,071 millones de toneladas. Sin embargo, en el período 2013-2018 la agricultura de riego crece más en el Bajío guanajuatense llegando a significar un 76% de la producción total de maíz, algo inusitado. Inédita fue también la cosecha de maíz en el Bajío guanajuatense en 2016: 1,7 millones de toneladas, la mayor cantidad cosechada en la historia. Esto sucedió así, en parte, por una mayor proporción de las superficies irrigadas. Pero, por otra parte, los mejores temporales del Bajío michoacano permitieron que la agricultura maicera resistiera más que en Guanajuato: las cosechas no disminuyen, si bien se estancan en torno a las 600.000 toneladas entre 2008 y 2012 (SIAP, 2020).

La sequía, asimismo, influyó en otros cambios en la geografía agrícola. En el caso del sorgo, Pénjamo basó su producción en una mayor superficie de secano, así como una alta productividad de sus sistemas de riego. Esa combinación, empero, hizo a su agricultura más susceptible a los efectos de la sequía: en años de estrés hídrico, Irapuato y Salamanca, importantes productores de la gramínea, pero con menos superficie de secano tomaron la batuta. Algo similar sucedía en Pénjamo para el caso del maíz, pues cuando los temporales disminuyeron municipios como Salvatierra, Abasolo o Acámbaro lideraron la pro-

ducción del grano. De hecho, esos municipios que tenían más superficie de riego a principios del presente siglo fueron dejando su lugar a Pénjamo a partir de la sequía de 2005. En el caso del maíz de secano el impacto de la sequía también es notorio en la geografía agrícola. En 2003 Jerécuaro era el municipio con mayor superficie de maíz de temporal con 25.976 hectáreas contra 18.057 de Pénjamo. Cinco años después, y luego de la sequía, en Jerécuaro se cosechan 17.941 hectáreas de maíz contra 29.660 de Pénjamo. Desde ahí, Pénjamo liderará la superficie y la producción de maíz en el Bajío de Guanajuato (SIAP, 2020).

En el Bajío michoacano, el nivel de precipitaciones también influyó en la geografía agrícola. El más notorio de esos cambios tuvo que ver con la concentración de la producción maicera vinculada al abasto urbano: del oriente hacia el occidente, sobre todo en el municipio de Vista Hermosa. Una explicación ambiental de ello es que en Maravatío las precipitaciones han disminuido en la década pasada, debido, en parte, a la deforestación por la expansión de la mancha aguacatera. En el caso de la agricultura maicera de secano ha ocurrido algo similar. En el municipio de Morelia, además de los factores anteriores, la deforestación también está ligada a la urbanización. Por lo anterior, desde 2013 los municipios con la mayor producción de maíz han sido Penjamillo y La Piedad. En el caso del sorgo, en el Bajío michoacano la agricultura de riego estuvo centrada en Puruándiro y José Sixto Verduzco (SIAP, 2020).

Así, tenemos dos agriculturas con problemas por el impacto ambiental: la agricultura de secano, de ambas gramíneas, y la del sorgo bajo riego, que fue desplazada por el maíz. En el caso del sorgo, las sequías le dieron un respiro. Sin embargo, en 2015 otro factor ambiental concluirá el desplazamiento: la plaga del pulgón amarillo. El insecto arribó al Bajío desde los valles de Texas, Kansas y Tamaulipas en 2015, disminuyendo las cosechas en un 40,6% en la agricultura de riego, 62% en la de secano. Al siguiente ciclo agrícola, el maíz desplazó al sorgo como la gramínea más cultivada en el ciclo primavera-verano. La plaga, además de arruinar los cultivos, aniquiló otro de los argumentos por el cual los agricultores elegían el sorgo: los costos. Antes de 2015, cada ciclo agrícola los agricultores realizaban una o dos aplicaciones de pesticidas, contra cuatro que se hacían al maíz. Con el arribo de la plaga, las aplicaciones subieron a siete, sumando a ello el costo de mano de obra y rendimientos decrecientes por los daños en las plantas y los granos (SADER, 2021). Por otra parte, el pulgón amarillo cundió en los municipios más productivos y provocó reacomodos: Puruándiro cedió su liderazgo en la producción en Michoacán a José Sixto Verduzco; Pénjamo a Salamanca en Guanajuato (SIAP, 2020).

Hay tres factores más que explican el declive del sorgo en el Bajío y el ascenso del maíz que no se ubican en el plano agrícola ni en el ambiental. El primero de ellos es el estan-

camiento de la producción de cerdo en el Bajío debido a las importaciones de carne estadounidense. El segundo es que el mercado internacional de forrajes ha cambiado. A partir de la década de 1990, en los Estados Unidos el sorgo fue sustituido por la soya. En 2001 la producción de la leguminosa era cuatro veces más que la del sorgo: mientras las cosechas de la primera sobrepasaron los 100 millones de toneladas, las del grano fueron de 20,2 millones. Es decir, las cosechas de sorgo a principios del presente siglo eran similares a las de 1960, según datos del United States Department of Agriculture (USDA). El piso del sorgo, empero, no detuvo su descenso. Para 2014, mientras la producción estadounidense del sorgo había caído a 17 millones, la de soya se había incrementado a 144,3 millones; es decir, siete veces más (USDA, 2019).

Ese cambio en el mercado de forrajes a partir de la década de 1990 no solo involucró a Estados Unidos. Desde esa década, la demanda de China se incrementó sobremedida, lo que supuso una reorganización de la producción mundial de soya. Planicies y valles en Argentina, Uruguay, Brasil, Nigeria o la India han transitado del sorgo a la leguminosa (Boyer *et al.*, 2013, 139; fao, 2021). En suma, el hecho de que a principios de los años noventa en México el sorgo haya tocado su techo máximo e iniciado su descenso no solo responde a factores de comercio bilateral, medioambientales o climáticos, sino también por su sustitución a nivel global por la soya. Este cambio se expresa, para el caso de México, con sus importaciones en 2020: en ese año arribaron desde Estados Unidos alrededor de 750.000 toneladas de sorgo, o un 13% de la demanda nacional. En cambio, las importaciones de soya procedentes de ese mismo país fueron de 4,5 millones de toneladas, o el 91% de la cantidad que requerían las industrias forrajera y alimentaria mexicanas (Grupo Consultor de Mercados Agrícolas, 2021).

Otro factor que explica el declive del sorgo es el maíz amarillo, que se utiliza, igual que la soya, en la industria forrajera y de alimentos. A partir de 2008, ese tipo de maíz dejó de pagar arancel y sus importaciones se incrementaron de 9,5 a 14,6 millones de toneladas, disminuyendo, por contraparte, las de sorgo, de 1,1 a 0,57 millones. Para 2020, las importaciones de maíz amarillo alcanzaron los 15,3 millones de toneladas (Allende *et al.*, 2020: 139). Así, México ha aumentado sus compras de maíz amarillo y soya en un mercado internacional cada vez más complicado por la demanda de China y las iniciativas en Estados Unidos para utilizar sus stocks para la producción de biocombustibles (Romero *et al.*, 2015: 1024). Lo anterior ha incidido en un incremento de los precios internacionales de soya y maíz, lo que pone en entredicho la seguridad alimentaria y forrajera de México. En este contexto, si bien no se ha impulsado el cultivo de soya en el Bajío, sí existe desde 2015 un programa para fomentar el cultivo de maíz amarillo. En dicho programa participan instituciones gubernamentales, así como industrias refresqueras, cerveceras y de forrajes (Tena, 2018). Su impacto ha sido mínimo, con localización en pro-

ductores de Pénjamo, y su éxito futuro depende, más que de las tecnologías involucradas, de que llueva. Así, como hace más de medio siglo, la elección, alcance y resultados de las innovaciones tecnológicas dependen de los regímenes pluviales, cada vez más inestables ante el calentamiento global.

5. CONCLUSIONES

Como se ha mostrado en este artículo, los cambios en los patrones de cultivo que han involucrado a las agriculturas intensivas del maíz y del sorgo en el Bajío han respondido no solo a la influencia del cambio tecnológico, o de las políticas agrícolas del Estado mexicano, sino también de la agroindustria y, de manera relevante, de factores medioambientales. Hemos mostrado, también, que la incursión del sorgo en el Bajío no plantea una segunda revolución verde, sino que constituyó una alternativa biotecnológica y agroindustrial para un único proceso que apenas se iniciaba en la década de 1950, y que tuvo su talón de Aquiles en las condiciones ambientales. En este sentido, las sequías de mediados del siglo pasado pusieron en riesgo no solo el modelo tecnológico que se estaba implantando, sino una economía política que encadenaría a la emergente agroindustria alimentaria con una dieta rica en proteínas, grasas, harinas y azúcares, base de una sociedad nueva, urbana e industrial.

En el Bajío, la justificación del arribo del sorgo fue su resistencia al estrés hídrico. Sin embargo, más que la tolerancia a la sequía, fueron sus rendimientos lo que lo hicieron atractivo para la agricultura de riego en la década de 1960, así como sus menores costos de producción y la demanda de una emergente industria forrajera. La rápida expansión de la agricultura intensiva del sorgo dificultó que se constituyera una del maíz cuando las precipitaciones mejoraron. Al lado de lo anterior, a mediados de la citada década, el concepto de autosuficiencia alimentaria en México cambió, pues ya no se buscaría la producción del maíz necesario para satisfacer la demanda. En su lugar, un stock nacional sería complementado con importaciones de maíz estadounidense. A fines de esa década en el Bajío ya había una organización espacial de la producción que denotaba dos tipos de especialización: para la alimentación humana y para el forraje. En el caso del maíz, la demanda urbana fue clave para su localización. El sorgo, en cambio, se concentró en función de la demanda de la ganadería porcina y de la agroindustria cárnica.

En las décadas de 1980 y 1990 la agricultura del maíz cayó en un marasmo debido a la crisis económica y a las sequías. Esas décadas fueron las menos húmedas del siglo xx y un contexto ambiental óptimo para una narrativa que justificó el retiro de subsidios y créditos de los sistemas agrícolas de secano, considerados ineficientes, y su concentración

en los más productivos, es decir, los de riego. Así, la agricultura de secano fue la más afectada por la conjugación de menores precipitaciones, sequías más intensas por el calentamiento global y la política agrícola del gobierno federal. Pero, por otro lado, mientras la agricultura de secano decaía, la de riego comenzó a desplazarse del sorgo al maíz a principios de la década de 1990, sobre todo en el Bajío guanajuatense, acompañada por la maduración de un modelo tecnológico que había sido interrumpido décadas atrás.

La culminación del ascenso del sorgo en el Bajío y su desplazamiento por el maíz se explica, en parte, por el impacto del TLCAN, pero también por un cambio en el mercado internacional agroalimentario, que alejó sus intereses del sorgo y los colocó sobre la soya. Incluso en Estados Unidos, el país de donde provino el modelo genético, agrónomo y agrícola del sorgo, la agroindustria se decantó por un cultivo más apetitoso desde el punto de vista de la concepción agroindustrial-alimentaria impuesta desde hacía más de medio siglo: proteínas y grasas vegetales en toda comida y a cualquier hora. Sin embargo, esta vez, no ocurrió una expansión de la soya en nuestro país, sino más al sur, en Argentina, Uruguay o Brasil, sostenida esta vez no por la influencia estadounidense sino china. En México, el cambio se ha expresado en su comercio exterior: mientras las importaciones de sorgo han disminuido, las de soya se han incrementado, provenientes de Estados Unidos, principal productor mundial y socio comercial más importante de México.

Por otro lado, desde los años noventa del siglo pasado, el maíz amarillo ha devenido en otro de los granos por excelencia de la agroindustria. El TLCAN fortaleció una división binacional del trabajo: maíz blanco producido en México para la alimentación directa, la variedad amarilla que se importa de Estados Unidos para forraje y uso industrial. Es decir, el maíz amarillo ha devenido en competidor no solo de la gramínea mexicana, sino también del sorgo. Por otro lado, la importancia del maíz amarillo para la agroindustria alimentaria no es algo que ocurre solo en México. Los principales productores del grano son Estados Unidos y China. Pero, en cuanto a consumo, a esa lista se agregaría en tercer lugar la Unión Europea.

Así, el maíz se ha venido imponiendo a escala global. En el Bajío esto se advierte en su ascenso, de la mano de la urbanización y del cambio tecnológico, que incidió en un incremento de sus rendimientos entre los años noventa y la actualidad. Asimismo, las condiciones ambientales en la pasada década beneficiaron al maíz en su convivencia con el sorgo, pero a la vez plantean retos de importancia. Por un lado, la conjugación de años de buenos temporales y otros de alto estrés hídrico han incrementado el riesgo y han coadyuvado en la concentración de la agricultura maicera. No obstante, los costos crecientes del cambio tecnológico, combinados con los riesgos inherentes a la evidente disminución

en el nivel de precipitaciones a partir de la década de 1980, están conduciendo hacia una crisis económica, ecológica y agrícola en el eslabón más débil de la cadena: los agricultores. En el presente siglo los rendimientos ya no aumentan en la misma medida que en el anterior, pero, por contraparte, las sequías más intensas y la calidad de los recursos sí inciden en ciclos agrícolas menos productivos que se traducen en pérdidas económicas y en el retiro de superficie cultivada, aún de riego. En ese contexto, la continuidad de la agricultura de ambas gramíneas se explica, en parte, por un factor económico extra agrícola: los «subsidios» en dólares que los migrantes envían desde Estados Unidos en cada ciclo agrícola.

Justo en el ámbito local y en un conocimiento más profundo sobre cómo los agricultores del Bajío han gestionado las alternativas tecnológicas y los cambios en los patrones de cultivo para afrontar contextos complicados conformados por el calentamiento global y los virajes en los mercados agroindustriales y agroalimentarios, es donde este trabajo encuentra sus límites. Futuras investigaciones podrán ir dando luz sobre esa labor que explicaría, además de las remesas, la continuidad de la agricultura en condiciones cada vez más adversas.

AGRADECIMIENTOS

Parte de esta investigación se efectuó durante mi estancia posdoctoral en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México. Mi reconocimiento a los evaluadores anónimos y al equipo de redacción de *Historia Agraria*, así como a los comentarios realizados por Timothy Lorek y Pedro Urquijo a este trabajo. Mis agradecimientos también a Gandhi Gutiérrez, a Mónica Murillo, al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) y al Laboratorio de Análisis Socio Espacial (LANSE) del Colegio Mexiquense, A.C., por su apoyo en la elaboración de este artículo.

REFERENCIAS

- AGUILAR, Oscar (2004). *Las élites del maíz*. Culiacán: Universidad Autónoma de Sinaloa/Centro de Investigación y Docencia en Humanidades del Estado de Morelos.
- ALLENDE, Florencia Alejandro, GARCÍA MATA, Roberto, GARCÍA SÁNCHEZ, Roberto Carlos, MORA, José Saturnino & SANGERMAN-JARQUIN, Dora M. (2020). Competitividad de la producción de sorgo en el norte de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11 (1), 139-150.

- APPENDINI, Kirsten (2001). *De la milpa a los tortibonos: La reestructuración de la política alimentaria en México*. México, DF: El Colegio de México, Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social.
- BARKIN, David, BATT, Rosemary & DEWALT, Billie R. (1991). *Alimentos versus forrajes: La sustitución entre granos a escala mundial*. México: Siglo XXI Editores/Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- BOYER, J. S, BYRNE, Patrick, CASSMAN, Kenneth, COOPER, Mark *et al.* (2013). The US Drought of 2012 in Perspective: A Call to Action. *Global Food Security*, 2 (3), 139-143.
- CHACÓN, Susana (1996). *Entre el conflicto y la cooperación: Negociación de los acuerdos militar, de comercio y de braceros en la relación bilateral México-EE. UU. (1940-1955)*. Tesis de doctorado. México, DF: Universidad Iberoamericana.
- CHASTAIN, Andra B. & LOREK, Timothy W. (2020). *Itineraries of Expertise: Science, Technology, and the Environment in Latin America's Long Cold War*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA) (2020). *Información Estadística Climatológica*. México, DF: Comisión Nacional del Agua. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- COTTER, Joseph Eugene (1994). *Before the Green Revolution: Agricultural Science Policy in Mexico, 1920-1950*. Tesis de doctorado. Santa Barbara: University of California.
- FERNÁNDEZ PRIETO, Lourenzo & LANERO, Daniel (Coords.) (2019). *Leche y lecheras en el siglo XX: De la fusión innovadora orgánica a la Revolución Verde*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, Ramón (1957). La reforma agraria mexicana: Logros y problemas derivados. *Trimestre Económico*, 24 (2), 143-159.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (2021). Cultivos y productos de ganadería. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- FOX, Jonathan & HAIGHT, Libby (Coords.) (2010). *Subsidios para la desigualdad: Las políticas públicas del maíz en México a partir del libre comercio*. México, DF: Woodrow Wilson International Center for Scholars/Centro de Investigación y Docencia Económicas, University of California.
- GARCÍA MARTÍNEZ, Bernardo (2008). *Las regiones de México: Breviario geográfico e histórico*. México, DF: El Colegio de México.
- GRUPO CONSULTOR DE MERCADOS AGRÍCOLAS (2021). Comportamiento de Comercio Exterior de Granos y Oleaginosas. <https://gcma.com.mx/reportes/comercio-exterior/granos-y-oleaginosas/>
- GUTIÉRREZ NÚÑEZ, Netzahualcóyotl Luis (2017). *Cambio agrario y Revolución Verde: Dilemas científicos políticos y agrarios en la agricultura mexicana del maíz, 1920-1970*. Tesis doctoral. México, DF: El Colegio de México.

- GUTIÉRREZ NÚÑEZ, Netzahualcóyotl Luis (2020). Entre lo inesperado y lo imprevisto: La sequía y los proyectos de mejoramiento de maíz y sorgo en el Bajío, 1943-1970. *Historia Mexicana*, 70 (1), 207-258.
- HEWITT, Cynthia (1976). *La modernización de la agricultura mexicana, 1940-1970*. México, DF: Siglo XXI Editores.
- KATO, T. Ángel, MAPES, Cristina, MERA, Luz María, SERRATOS, José Antonio & BYE BOETTNER, Robert A. (2009). *Origen y diversificación del maíz: Una revisión analítica*. México, DF: CONABIO/Universidad Nacional Autónoma de México.
- LOREK, Timothy Wayne (2019). *Developing Paradise: Agricultural Science in the Conflicted Landscapes of Colombia's Cauca Valley, 1927-1967*. Tesis doctoral. New Haven: University of Yale.
- MATCHETT, Karin (2002). *Untold Innovation: Scientific Practice and Corn Improvement in Mexico, 1935-1965*. Tesis doctoral. Minneapolis: University of Minnesota.
- MATCHETT, Karin (2006). At Odds over Inbreeding: An Abandoned Attempt at Mexico/United States Collaboration to Improve Mexican Corn, 1940-1950. *Journal of the History of Biology*, 29 (2), 345-372.
- MENDOZA, Yeri (2011). *Las condiciones de inclusión del sector ejidal en el mercado neoliberal del maíz: Productores, empresas y Estado en la agricultura comercial de La Barca, Jalisco*. Tesis de maestría. Guadalajara: CIESAS-Occidente.
- OTERO, Gerardo (2014). *La dieta neoliberal: Globalización y biotecnología agrícola en las Américas*. México, DF: Universidad Autónoma Metropolitana.
- PATEL, Raj (2013). The Long Green Revolution. *The Journal of Peasant Studies*. 40 (1), 1-63.
- PEDROZA, Luis Ozmar (2018). El Sistema Alimentario Mexicano: Su acción en el campo y en la alimentación 1980-1982. *Revista de Historia y Geografía*, (39), 21-48.
- PICADO, Wilson (2012a). En busca de la genética guerrera: Segunda Guerra Mundial, cooperación agrícola y Revolución Verde en la agricultura de Costa Rica. *Historia Agraria*, (56), 107-134.
- PICADO, Wilson (2012b). *Conexiones de la Revolución Verde: Estado y cambio tecnológico en la agricultura de Costa Rica durante el período 1940-1980*. Tesis de doctorado. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- PURECO, José Alfredo (2018). El maíz, de México para el mundo: Alimento, patrimonio y ese «oscuro objeto del deseo». En Enriqueta QUIROZ & Helena PRADILLA (Coords.), *El pasado del futuro alimentario: Los alimentos ancestrales americanos*. México, DF: Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.
- REBOLLAR, Samuel, SALAZAR GARCÍA, José Alberto, RODRÍGUEZ LICEA, Gabriela (2005). La política cambiaria y el mercado del sorgo en México. *Comercio exterior*, 55(5), 394-401.
- ROMERO, Arely, HERNÁNDEZ JUÁREZ, Martín, MERINO, Aurelio León & SANGERMÁN-JARQUÍN, Dora M (2015). Impacto en el mercado mexicano de maíz en ausencia de po-

- líticas de biocombustibles en Estados Unidos de América. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (5), 1023-1033.
- SANTOS, Andrea (2014). *El patrón alimentario del libre comercio*. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México/CEPAL.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (SADER) (2021). Zonas Productoras de Sorgo en Michoacán, afectadas por el pulgón amarillo. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cmichoacan/articulos/zonas-productoras-de-sorgo-en-michoacan-afectadas-por-plaga-de-pulgón-amarillo>
- SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO (1930). *Primer censo agrícola-ganadero*. México, DF: Dirección General de Estadística, Secretaría de Industria y Comercio.
- SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO (1965). *IV censos agrícola ganadero y ejidal*, 1960. México, DF: Dirección General de Estadística, Secretaría de Industria y Comercio.
- SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO (1973). *V censos agrícola-ganadero y ejidal 1970*. México: Dirección General de Estadística, Secretaría de Industria y Comercio.
- SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP) (2020). *Anuario estadístico de la producción agrícola*, 1980-2020. México, DF: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SOTO, Gabriela (2021). Beyond Borlaug's Shadow: Octavio Paz, Indian Farmers, and the Challenge of Narrating the Green Revolution. *Agricultural History*, 95 (4), 576-608.
- STAKMAN, Elvin Charles, BRADFIELD, Richard & MANGELSDORF, Paul (1967). *Campaigns against Hunger*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- TENA, Rafael (2018, 31 de julio). Destacados en la producción de maíz blanco, deficitarios en amarillo forrajero. *El Sol de Morelia*. <https://www.elsoldemorelia.com.mx/local/destacados-en-la-produccion-de-maiz-blanco-deficitarios-en-amarillo-forrajero-2552707.html>
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) (2019). *Crop Production Historical Track Records: Washington*. Washington: National Agricultural Statistics Service, United States Department of Agriculture.
- VELÁZQUEZ RAMÍREZ, Blanca Rebeca & TAPIA, José (2000). Tendencia regional de crecimiento urbano: El caso del Bajío. *Sociológica*, 15 (42), 91-113.
- YÚNEZ NAUDE, Antonio (2006). Liberalización y reformas al agro: Lecciones de México. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 6 (12), 47-67.
- YÚNEZ NAUDE, Antonio (2010). *Las políticas públicas dirigidas al sector rural: El carácter de las reformas para el cambio estructural*. México, DF: El Colegio de México.