

CUARTA SECCIÓN

POLÍTICAS PARA EL FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PLAN ESTRATÉGICO PARA EXPANDIR LA PRODUCCIÓN DE GRANOS A NIVELES SUPERIORES A LA DEMANDA SIN TECNOLOGÍA TRANSGÉNICA

ANTONIO TURRENT FERNÁNDEZ*
JOSÉ ISABEL CORTÉS FLORES**
ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN*

INTRODUCCIÓN

Como otros países, México participa en el mercado internacional para abastecerse de su producción deficitaria del campo y a su vez exportar sus excedentes. En materia de granos y oleaginosas, la producción del campo mexicano ha sido históricamente deficitaria. En el pasado reciente, el déficit en la producción de granos y oleaginosas se ha agudizado. Así, en el quinquenio 1990-1994 se importó 25% del consumo aparente de diez granos básicos,¹ en tanto que en el quinquenio 2003-2007 se importó el 35.5% de ese consumo aparente (CEFP, 2007). Es predecible que hacia el año 2025 sea necesario importar una fracción aún mayor del consumo nacional aparente. Es también predecible que como México, muchos países del tercer mundo habrán de recurrir al mercado internacional de granos por la misma razón. Según la FAO (1993), la población mundial será del orden de 8 473 millones de habitantes hacia el año 2025, de los cuales el 82.5% residirá en los países del tercer mundo. Es improbable que los países tradicionalmente excedentarios en estos granos puedan surtir esta demanda, lo que seguramente traerá tensiones económicas hacia el mercado internacional. Entre las tensiones que podrán devenir está desde luego la bien conocida política del “Food Power” de los años de la guerra fría.

El crecimiento del déficit de granos en México es producto de las características del campo, de los ajustes en la política de fomento y de los cambios

* Investigador del Programa de Maíz, Campo Experimental Valle de México, CIRCEN/INIFAP

** Profesor-Investigador del Programa de Edafología, Campus Montecillo, Estado de México.

¹ Cinco cereales (maíz, sorgo, trigo, arroz, cebada); una leguminosa (frijol); cuatro oleaginosas (soya, cártamo, ajonjolí y algodón en hueso).

en la demanda como producto del crecimiento demográfico. Este es un entorno aprovechado eclécticamente por la industria de los organismos genéticamente modificados o transgénicos, para que mediante el uso de tecnología transgénica el país recupere su autosuficiencia alimentaria. La validez de este argumento ha sido rebatida por Turrent y colaboradores (2010), en el caso del maíz, y por otros que además resaltan el riesgo de contaminación de las razas nativas de maíz y de sus parientes silvestres (Pineyro *et al.*, 2008; Serratos *et al.*, 2004; Serratos *et al.*, 2007; Kato *et al.*, 2009; Turrent *et al.*, 2009a, 2009b).

En este capítulo se examinan algunas características del campo mexicano para estimar su potencial productivo de los granos básicos para el país, y se proponen elementos de un plan estratégico para incrementar la producción nacional de aquéllos excluyendo a la tecnología transgénica, por considerarse innecesaria y riesgosa para el centro de origen y biodiversidad del maíz (Matsuoka *et al.*, 2002).

EVOLUCIÓN RECIENTE DE LAS POLÍTICAS PARA EL CAMPO MEXICANO

Durante el periodo de 1982 a 1994, el gobierno mexicano realizó profundos cambios estructurales en sus políticas hacia el campo mexicano, que culminaron con la firma en 1993 de un Tratado Trilateral de Libre Comercio (TTLC) con los gobiernos de EU y Canadá. Se siguió la política de reducir, hasta eliminar, los subsidios a la producción agropecuaria, por su “efecto de formador del mercado”. Para tal propósito, se redujo la operación de BANRURAL (Calva, 1992) y AGROASEMEX; se eliminaron los precios de garantía de todos los cultivos, excepto el maíz y frijol; se eliminaron las direcciones generales DGCSA y DGEA y se inició el proceso de desaparición de PRONASE; y se fusionaron los tres institutos de investigación para fundar en 1985, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. El presupuesto del INIFAP se redujo de 4 778 millones de pesos en 1982 (suma de presupuestos de los antecesores INIA, INIP e INIF) a 2 096 millones de pesos en 1989 (pesos constantes de 1978); la superficie sembrada bajo riego decreció de 5.5 millones de hectáreas en 1981 a 4.3 millones en 1988. En suma, la inversión del Estado mexicano en el sector rural sufrió contracción de 82.9% en el periodo 1981 a 1996 (Calva, 1997). En 1986, México se adhirió al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), y asumió compromisos que limitaron a 50% el máximo arancel a la importación.

En 1992, se reformó el Artículo 27 Constitucional para permitir la renta y la venta de las tierras ejidales, y se decretó el fin del reparto agrario. Al firmar con sus vecinos de Norteamérica el Tratado Trilateral de Libre Comercio, México asumió compromisos para auspiciar el desarrollo de un mercado libre regional. México alineó su estructura de subsidios para el campo a la de los EU, aceptando las definiciones del GATT. Después de eliminar los subsidios a la producción y comercialización, solamente se instituyó el subsidio conocido como Procampo, originalmente equivalente a 100 dólares por hectárea de labor sembrada. Este subsidio se ha pagado a los productores en moneda nacional y ha perdido valor real, con excepción de repuntes eventuales. En 1994 ocurrieron el levantamiento zapatista y la gran crisis financiera que fueron factores del desmesurado crecimiento de ambas deudas públicas, externa e interna. En este periodo, 1982-1994, se gestó una crisis alimentaria debido al decrecimiento de la producción del campo, como resultado de las políticas instrumentadas. Hacia 1994, los productores requerían producir el doble de lo que producían en 1981 para mantener su ingreso (Rubio, 1997). En 1996, las reservas de grano de maíz se redujeron a su mínimo histórico. Para enfrentar esta crisis, en 1996 y en adelante, los gobiernos han recurrido a la importación de alimentos de manera creciente.

A partir de los ajustes de la estrategia de apoyo al campo descrito, el gobierno mexicano ha cedido al capital privado espacios estratégicos para producir sus alimentos *i.a.*, generación de conocimiento, asistencia técnica, abastecimiento de semillas, fertilizantes y agroplaguicidas, y en la comercialización de alimentos. Hay espacios como el crédito y el seguro agrícola que sólo han sido atendidos por el sector público, si bien de manera claramente insuficiente. Durante la existencia del binomio INIFAP-PRONASE, el 55% de la semilla mejorada de maíz era multiplicada y comercializada por PRONASE, el resto era producida y vendida por la industria de semillas de capital privado. En la actualidad, el 80% de la semilla mejorada de maíz es controlada por la industria transnacional de semillas, 12% adicional por empresas nacionales de capital privado, y sólo 8% es aportado por el INIFAP y otras instituciones públicas (Espinosa Calderón *et al.*, 2009). Antes de la desaparición de PRONASE en 1992, sólo se sembraba semilla mejorada de maíz en el 25% del agroecosistema de maíz, en tanto que se estima que otro 50% era sembrada con razas nativas de maíz (Ortega Paczka, 2003) y el resto con generaciones avanzadas de variedades mejoradas. El cambio a la predominancia de la industria transnacional de semillas no ha implicado avances significativos en la fracción del agroecosistema de maíz sembrado con semilla mejorada. Otro resultado del ajuste a las políticas de apoyo al campo, es el control de capital privado transnacional en la comercialización de los cereales, como analiza De-Ita (2002).

LOS RECURSOS DEL CAMPO Y SU USO ACTUAL

El campo mexicano cuenta con 31 millones de hectáreas de tierra de labor (INEGI, 1994), con 120 millones de hectáreas en uso ganadero y con 38 millones de hectáreas ocupadas por macizos arbolados. Cada año, llueven 1 530 km³ de agua sobre el territorio nacional, de los cuales 410 km³ escurren al mar en los ríos (SARH, 1988). Asimismo, se señala que la infraestructura hidráulica nacional retiene 147 km³; y que hay además 31 km³ de aguas renovables en el subsuelo (exploradas en 73% del territorio) susceptibles para uso en riego y otros 110 km³ de aguas fósiles del subsuelo (en 50% del territorio nacional explorado) posibles de sobre explotar. Con una parte de estos recursos hidráulicos se riegan unos seis millones de hectáreas. Cabe también resaltar el carácter heterogéneo de la distribución del recurso agua y de la tierra bajo riego. El 63% del escurrimiento anual de los ríos del país se ubica en ocho estados del sur-sureste: Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca y Guerrero (SRH, 1976); en tanto que sólo una minúscula fracción de las tierras bajo riego se ubica en esos ocho estados.

La superficie nacional de tierra de labor es de 31 104 451 ha, según los VII censos (INEGI, 1994), mientras que la población fue de 91 158 290 habitantes en 1995, fue 114 255 555 en 2010 y será 127 091 642 en 2020, según proyecciones de CONAPO (2017). Por lo tanto, la disponibilidad de tierra de labor en 1995 fue de 0.28 ha *per cápita* y será 0.24 ha *per cápita* hacia el año 2020, cuando la población sea del orden de 127 millones de habitantes. En contraste, Canadá y EU disponen de 0.75 ha *per cápita* en conjunto, en Europa se dispone de 0.33 ha *per cápita* y Asia 0.23 ha *per cápita*.

Con base en el régimen hídrico con que se manejan las tierras de labor,² éstas se clasifican como sigue: 25 487 694 hectáreas de temporal y 5 616 757 ha de riego. Las tierras bajo temporal han sido ubicadas en cinco Provincias Agronómicas por González *et al.* (1991), como se muestra en el cuadro 1. La suma de las Provincias Agronómicas de Muy Buena, de Buena y de Mediana Productividad (17.1 millones de hectáreas) representa la disponibilidad actual de buenas tierras de labor en el campo mexicano. El riesgo de producción en estas tierras es razonable, en tanto que están dotadas de

² Según la definición del VII Censo Agrícola-Ganadero y Ejidal, la superficie de labor es el área destinada para cultivos, independientemente que se haya realizado o no la siembra o plantación en el año agrícola de referencia, así como las tierras que no fueron sembradas por diferentes motivos y aquellas otras que tienen pastos naturales, agostadero o están enmontadas y que fueron sembradas al menos una vez dentro de los últimos cinco años. De los 31 104 451 ha, 21 014 358 ha estaban sembradas con cultivos de ciclo corto o perennes, 3 829 256 ha permanecieron “en descanso”, 5 694 088 no fueron sembradas por diversas razones (falta de crédito, lluvias tardías, etc.) y 566 750 ha fueron sembradas una vez durante los últimos cinco años.

“buen cielo” y sus suelos son predominantemente profundos. En los 8.4 millones de hectáreas restantes, el riesgo del proceso de producción es de medio a extremo, por razones opuestas a las dadas para el estrato anterior. En el quinquenio 1990-1994, el campo mexicano dispuso de 5.474 millones de hectáreas plantadas con 100 cultivos perennes; en tanto que las restantes 25.630 millones de hectáreas se dedicaron a 248 cultivos de ciclo corto (SIAP, 2006).

CUADRO 1
CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS DE LABOR DE TEMPORAL DE MÉXICO,
SEGÚN CINCO PROVINCIAS AGRONÓMICAS¹

Provincia Agronómica ²	Superficie (ha)	Cociente P/E ³	Espesor de suelo ⁴
Muy Buena productividad	5 101 872	0.9 a 2.0	Profundos
Buena productividad	3 294 794	>2.0	Profundos y delgados
Mediana productividad	8 724 183	(a) 0.5 a 2.0	(a) Delgados
		(b) 0.5 a 0.9	(b) Profundos
Baja productividad	4 617 861	(a) 0.5 a 0.7	(a) Delgados
		(b) <0.5	(b) Profundos
Tierras marginales	3 748 984	<0.5	Delgados
TOTAL	25 487 694		

¹ Las superficies de las Provincias Agronómicas (PA) fueron actualizadas por el autor con base en los censos de 1991, bajo el supuesto de que el incremento registrado en la superficie de labor en cada PA es constante en términos relativos e igual al incremento relativo de la superficie total bajo temporal.

² Según definición de González, Turrent y Aveldaño, 1991. Las Provincias Agronómicas de la Tierra de labor bajo temporal en México (Circulación Interna) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México, D.F.

³ P/E es el cociente entre la precipitación y la evaporación totales en el periodo junio-septiembre, según González *et al.*, 1991.

⁴ Profundo si el espesor es mayor de un metro y delgado si menor.

Analistas de la SARH estimaron por métodos cartográficos que el país dispone de 37.5 millones de hectáreas de tierras de alto y de mediano potencial productivo agrícola. Sólo 32 millones de hectáreas de esta superficie, coincide con la distribución del recurso agua del país (SARH, 1988). Es claro que las 8.4 millones de hectáreas de las Provincias Agronómicas de Baja Produc-

tividad y de Tierras Marginales señaladas en el cuadro 1, no formarían parte de las 32 millones de hectáreas de tierras con potencial agrícola estimadas en la SARH. Habría, por tanto, unos nueve millones de hectáreas de tierras con potencial agrícola en otros usos. Turrent (1996) ubica a esta “reserva de tierras de labor” en los estados ribereños del Golfo de México y del Pacífico, al sur del Trópico de Cáncer. Su uso actual es principalmente pecuario, bajo sistemas típicamente extensivos. Estudios recientes del INIFAP sugieren una segunda “reserva de tierras de labor”, esta vez dentro de la frontera de tierras de labor de ocho estados del sur-sureste del país. Hay entre uno y dos millones de hectáreas de tierras de labor, con acceso potencial al riego (a partir de ríos y arroyos y/o agua abundante del subsuelo), que sólo se cultivan durante el ciclo primavera-verano. Si se proveen de infraestructura para el riego, estas tierras podrían cultivarse dos veces al año y alcanzar rendimientos competitivos de maíz en el ciclo otoño-invierno (Turrent *et al.*, 2004).

Es útil revisar la estructura bajo la que se realiza la explotación del campo mexicano, particularmente en su sector agrícola. Los censos de 1991 indican que de 3 805 000 unidades de producción (UP), 1.313 millones cuentan con menos de dos hectáreas de tierras de labor, 0.964 millones cuentan con dos a cinco hectáreas de labor, 1.188 millones cuentan con cinco a 20 hectáreas de labor, 200 mil cuentan con 20 a 50 hectáreas de labor y 140 mil cuentan con más de 50 hectáreas de tierras de labor. También es útil revisar el uso de varias fuentes de potencia en las unidades de producción agrícola, por su efecto sobre la productividad de la mano de obra. Solamente el 22.2% de aquéllas usa tractor como fuente primaria de potencia; 29.7% usa tracción animal como fuente primaria de potencia; 15.6% usa potencia mixta animal y tractoril; en tanto que 32.5% usa potencia humana exclusivamente. Al examinar ambos componentes estructurales del subsector agrícola resaltan: *a)* la amplia inversión en el factor mano de obra; *b)* la escasa disponibilidad de tierra de labor, y *c)* la baja inversión en fuentes de potencia tractoril y animal. La comparación entre las anteriores características y las que señala Rodríguez (1976), sugiere que no ha cambiado la prevalencia del sector tradicional sobre el sector empresarial en el campo mexicano.

El campo mexicano tiene tecnologías autóctonas, así como recursos genéticos de especies cultivadas, de las que es centro de origen y de diversidad genética, destacando el maíz y frijol, así como sus parientes silvestres. El maíz y el frijol son los alimentos básicos de los mexicanos. Hay 59 razas nativas de maíz especializadas en cada uno de los muy diversos nichos agroecológicos, desde los muy limitativos hasta los altamente productivos. Estas razas son también insustituibles para la pluricultural cocina mexicana, recientemente reconocida por FAO-UNESCO como patrimonio intangible de la humanidad. En la mayoría de los 600 preparados y bebidas de que consta

ese patrimonio, hay una o más razas nativas de maíz como materia prima indispensable. En los 60 años de mejoramiento genético del maíz, no ha sido posible sustituir con variedades mejoradas a las razas nativas, particularmente en los agroecosistemas limitativos. Tampoco ha sido posible producir variedades mejoradas que compitan con las razas nativas en cuanto a su calidad culinaria.

El recurso genético de maíz está amenazado por la tecnología transgénica que, según la industria multinacional, lo produce, supera en desempeño a los maíces no transgénicos (incluyendo el rendimiento), así como que mediante su resistencia genética modificada reducirá el uso de agroquímicos. La experiencia de varios países en los que se ha adoptado la tecnología transgénica muestra que no hay tal incremento en el rendimiento, ni ahorro en el uso de agroquímicos (Benbrook, 2001, 2009).

LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN EL PERIODO 1980-2013

Se seguirá como guía el concepto de que el campo es un sistema con dimensiones de capacidad y de intensidad. La capacidad es la superficie cosechada y la intensidad deriva de la tecnología usada. Se desagregará a ambas dimensiones en componentes arbitrarios: tres componentes de capacidad y uno de intensidad. La dimensión de capacidad se desagrega según la siguiente expresión:

$$\text{Capacidad} = \text{superficie de labor} \times \text{índice de cultivo} \\ \times \text{índice de no Siniestro (1)}$$

En la expresión (1), índice de cultivo, es la superficie sembrada en el año agrícola como fracción del total de la tierra de labor; índice de no-siniestro es la superficie cosechada como fracción de la superficie sembrada. La dimensión de intensidad se representa por un índice de rendimiento.

$$\text{Intensidad} = \text{Índice de rendimiento (2)}$$

En la expresión 2, el índice del rendimiento, se obtiene como una combinación lineal de los rendimientos observados en un número arbitrario de cultivos.

Se usan las estadísticas agropecuarias de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP, 2017) para examinar la evolución reciente del desempeño del campo. La dimensión de capacidad

del campo mexicano según sus componentes en el quinquenio 2009-2013 fue:

$$13\ 799\ 200\ \text{ha} = 24\ 990\ 000\ \text{ha} \times 0.62712 \times 0.87924 \quad (3)$$

En el periodo 2009-2013, el campo dispuso de 24.99 millones de hectáreas de labor dedicadas a cultivos de ciclo corto (SL), que podrían sembrarse y cosecharse más de una vez con cultivos de ciclo corto, en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno. Sin embargo, sólo se cosecharon 13.779 millones de hectáreas anualmente con todos los cultivos de ciclo corto. Un obvio subaprovechamiento nacional del recurso tierra de labor, si se compara con los aprovechamientos alcanzados en algunas regiones del mundo a finales del siglo XX son: 0.83 en el Cercano Oriente y norte de África, 1.05 en el Asia Oriental y 1.10 en el Asia Meridional (FAO, 1993). La subutilización de la tierra de labor de México en el periodo 2009-2013 se asoció con la siembra equivalente a sólo 62.7% de la SL una vez al año, cosechando sólo 87.9% de lo sembrado.

El desempeño del campo mexicano evolucionó en el periodo de 1980 a 2013, como resultado de las condiciones al inicio del periodo y de varios factores de política de fomento de niveles macro y microinstrumentadas por los tres niveles del gobierno federal, estatal y municipal. Se comenzará enlistando algunas de las características del campo mexicano hacia finales de la década de los años 1970. Rodríguez Cisneros publicó en 1974, su análisis del V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal de 1970. Encontró 2.816 millones de predios agrícolas en el país, de los que sólo 201 mil tuvieron desempeño técnico moderno (contaban con 33 ha de tierra de labor en promedio); 1.140 millones tuvieron desempeño intermedio (tradicional) contando con 14 ha de labor; y 1.474 millones más tuvieron desempeño de subsistencia (contaban con ocho ha de labor en promedio). El grupo empresarial contaba con riego en 71% de su superficie de labor y sólo dedicaba 32% de su superficie al cultivo de maíz; el grupo de subsistencia contaba con riego para 11% de su parcela, dedicando 56% de ésta al cultivo del maíz; el grupo intermedio se aproximaba al de subsistencia.

En el cuadro 2 se presenta el desempeño agregado reciente (1980 a 2013) del campo mexicano, en lo que respecta a 16 cultivos básicos: seis cereales (maíz, sorgo, trigo, arroz, cebada y avena), seis leguminosas comestibles (frijol, haba, lenteja, arvejón, garbanzo blanco y cacahuete) y cuatro oleaginosas (soya, cártamo, ajonjolí y girasol). La superficie sembrada de estos 16 cultivos representó 89% de la superficie total sembrada con cultivos de ciclo corto y 69.2% de la superficie total sembrada con todos los cultivos. Se examinó la producción total anual de ese conjunto de cultivos básicos (ambos

CUADRO 2
 SUPERFICIE DE LABOR DEDICADA A TODOS LOS CULTIVOS DE CICLO CORTO.
 ÍNDICE DE CULTIVO E ÍNDICE DE NO-SINIESTRO,
 PRODUCCIÓN AGREGADA DE 16 CULTIVOS BÁSICOS E ÍNDICE
 DE RENDIMIENTO EN EL PERIODO 1980 A 2013

Año	Superficie de labor ¹ en millones de hectáreas	Índice de cultivo ¹	Índice de no-siniestro ¹	Índice de rendimiento ² t/ha	Producción ² observada en millones de toneladas	Población nacional en millones
1980	20.37	0.75	0.89	1.69	23.08	69.35
1981	20.30	0.84	0.88	1.73	27.22	71.22
1982	21.09	0.79	0.72	1.46	22.45	73.14
1983	21.88	0.79	0.88	1.64	25.38	73.75
1984	22.48	0.72	0.88	1.77	25.87	75.57
1985	23.34	0.74	0.90	1.89	29.83	77.46
1986	23.51	0.71	0.83	1.63	24.97	79.32
1987	23.92	0.71	0.85	1.90	26.16	81.54
1988	24.70	0.66	0.85	1.56	22.70	82.92
1989	25.78	0.60	0.87	1.69	23.48	83.38
1990	26.53	0.60	0.93	1.96	28.26	83.84
1991	27.17	0.56	0.92	1.92	26.20	85.25
1992	26.60	0.56	0.89	2.12	28.42	86.68
1993	26.58	0.55	0.91	2.06	27.29	88.14
1994	26.52	0.62	0.89	1.95	28.95	89.62
1995	26.68	0.62	0.89	1.93	28.71	91.16
1996	26.55	0.63	0.94	2.08	31.30	93.57
1997	26.11	0.66	0.83	1.91	29.55	94.70
1998	26.19	0.65	0.92	2.08	30.98	96.59
1999	25.95	0.65	0.85	1.97	29.20	98.53
2000	25.88	0.64	0.84	1.98	28.80	100.57
2001	25.85	0.64	0.92	2.28	32.86	101.83
2002	25.61	0.63	0.88	2.50	30.82	102.92
2003	25.51	0.63	0.93	2.60	33.67	104.10
2004	25.30	0.64	0.92	2.65	33.71	105.28
2005	25.26	0.63	0.83	2.30	30.42	106.27
2006	25.21	0.61	0.93	2.57	33.36	108.27

CUADRO 2 (CONTINUACIÓN)

Año	Superficie de labor ¹ en millones de hectáreas	Índice de cultivo ¹	Índice de no-siniestro ¹	Índice de rendimiento ² t/ha	Producción ² observada en millones de toneladas	Población nacional en millones
2007	25.17	0.62	0.92	2.70	35.80	109.78
2008	25.12	0.63	0.94	2.87	38.05	111.26
2009	25.08	0.62	0.82	2.50	32.79	112.76
2010	25.03	0.63	0.91	2.75	36.62	114.26
2011	24.99	0.63	0.78	2.28	29.52	115.68
2012	24.94	0.62	0.94	2.82	35.65	117.05
2013	24.90	0.63	0.94	2.68	34.78	118.40

¹ La superficie de labor y los índices de cultivo y de no-siniestro se refieren a todos los cultivos de ciclo corto en el año agrícola, bajo riego o temporal. La superficie de labor dedicada a los cultivos de ciclo corto se calculó restando de la superficie total de labor, la dedicada a los cultivos perennes.

² El índice de rendimiento y la producción nacional se refieren a los 16 cultivos enlistados en el texto (seis cereales, cuatro leguminosas comestibles y cuatro oleaginosas).

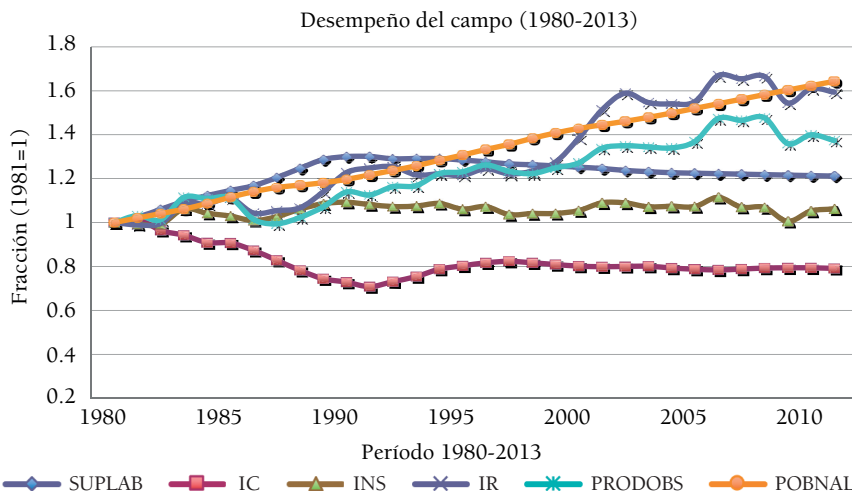
FUENTE: (1) V y VII Censos Agrícola, Ganadero y Ejidal, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F.; (2) Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, Gobierno de México; (3) Consejo Nacional de Población, 2000, *Proyecciones de la Población de México, 2000-2050*, México, D.F.

ciclos, bajo riego y en temporal), la superficie de labor dedicada a todos los cultivos de ciclo corto (SL), el índice de cultivo (IC) y el índice de no-siniestro (INS); estos dos agregados para todos los cultivos de ciclo corto y el índice de rendimiento de los 16 cultivos básicos. El índice de rendimiento (IR) se calculó ponderando el rendimiento de cada cultivo con su superficie sembrada, tanto en riego como en temporal en ambos ciclos de cultivo. Cabe destacar el alto índice de cultivo 0.8412 logrado en 1981, año de mayor impacto del Sistema Alimentario Mexicano³ (SAM) y el mínimo valor histórico de 0.55237 alcanzado en 1993, año en que se concretaron los arreglos para un Tratado Trilateral de Libre Comercio (TLC) entre México, Estados Unidos y Canadá. También es de resaltar el alto valor del índice de rendimiento igual a 2.87285 ton/ha logrado en el año 2008.

³ El Sistema Alimentario Mexicano fue establecido por el gobierno mexicano en el sexenio del presidente José López Portillo, 1976-1982. Lograr la autosuficiencia alimentaria era uno de sus objetivos centrales.

En la figura 1 se aprecian las tendencias relativas de las variables del desempeño del campo y del crecimiento demográfico, todas expresadas respecto al año 1981, como promedios móviles de tres años. En esta figura se aprecian los siguientes puntos: 1) en 1985, el crecimiento relativo de la producción de 16 cultivos básicos (PO) se vuelve inferior al crecimiento demográfico relativo (POB), pero PO retoma un crecimiento similar al demográfico hasta 2008, y en adelante estancamiento o reducción; 2) en el periodo del cambio estructural del campo, una o ambas variables —superficie de labor dedicada a cultivos anuales (SL) y el índice de rendimiento (IR)— crecen (son motor de la producción), mientras el índice de cultivo se derrumba (la freno); en cambio, en el periodo post-TLC, ambas variables (SL e IR) decrecen (frenan) o sufren estancamiento, mientras la variable IC repunta moderadamente hasta 1997 (cuadro 2), y 3) la variable INS se mantiene constante o irrelevante para la evolución de la variable producción.

FIGURA 1
TENDENCIAS RELATIVAS (1981=1) DE LA SUPERFICIE DE LABOR, ÍNDICE DE CULTIVO, ÍNDICE DE NO-SINIESTRO, ÍNDICE DE RENDIMIENTO, PRODUCCIÓN OBSERVADA Y POBLACIÓN NACIONAL DEL PERIODO DE 1981 A 2013 EN MÉXICO (PROMEDIOS MÓVILES DE TRES AÑOS)



IR significa índice de rendimiento, PO producción observada, SL superficie de labor, IC índice de cultivo, Pob es población nacional, todos expresados como fracción de sus valores absolutos del año 1981 (cuadro 2).

FUENTE: (1) V y VII Censos Agrícola, Ganadero y Ejidal, Instituto Nacional de estadística, Geografía e Informática, México, D.F; (2) Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, Gobierno de México; (3) Consejo Nacional de Población, 2000, *Proyecciones de la Población de México, 2000-2050*, México, D.F.

Es útil dividir el periodo de estudio alrededor del año 1993, por la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). En el cuadro 3 se presentan: a) las tasas anuales de evolución de las variables producción anual combinada de los 16 cultivos básicos; b) la superficie de labor dedicada a los cultivos de ciclo corto y su índice de cultivo, y c) el índice de rendimiento de los 16 cultivos básicos, en los tres casos, para cada periodo parcial. Para calcular las tasas anuales de crecimiento o decrecimiento se usaron como bases los trienios: 1980-1982, 1992-1994, 2000-2002 y 2011-2013.

La producción nacional combinada de 16 cultivos básicos creció alrededor de 1% anual en ambos periodos parciales. En el periodo 1980-1993, el drástico decrecimiento del índice de cultivo actuó como freno al crecimiento de la producción combinada de 16 cultivos básicos, mientras la superficie de labor y el índice de rendimiento crecían significativamente. En cambio, en el mismo periodo y hasta el año 2013, el crecimiento del índice de rendimiento fue el motor único del crecimiento de la producción combinada de 16 cultivos básicos, mientras la superficie de labor dedicada a los cultivos de ciclo corto y el índice de rendimiento permanecían prácticamente estancados. Como se aprecia en esta sección, la variable índice de cultivo funciona de manera complementaria a las variables superficie de labor e índice de rendimiento para explicar los cambios en la variable producción nacional. Es de notarse la sensibilidad de la variable índice de cultivo a las políticas agrícolas que regulan el desempeño del campo. En el periodo 1981-1993, prevalecieron políticas agrícolas restrictivas que buscaron reducir el subsidio al campo y que alcanzaron su punto culminante en el ciclo primavera-verano de 1993. En respuesta, el índice de cultivo se derrumbó a razón de 2.6% anual (cuadro 3 y figura 1). A partir del ciclo otoño-invierno 1993/1994 aparece el subsidio Procampo, que sería formalmente creado por decreto presidencial en 1994. Precisamente desde entonces y hasta el año 1997, el índice de cultivo se repuso a razón de 1.1% anual, decreciendo a la tasa anual de -0.15% en el periodo 2001-2012 (figura 1, cuadro 2 y cuadro 3). Conviene resaltar otro rasgo de la misma variable, que tendría que ver con su refinamiento para lograr mayor impacto en la producción nacional. Añadiría eficiencia, reforzar y dirigir la política Procampo para estimular más el incremento del índice de cultivo en las mejores tierras de labor, tanto bajo riego como de buen temporal, que en las tierras de menor calidad. En el INIFAP y el Colegio de Postgraduados se ha investigado y publicado sobre las provincias agronómicas de la tierra de labor, tema pertinente a este refinamiento (González *et al.*, 1991).

Este grupo de investigación analizó el índice de cultivo de la tierra de labor de México en otro documento y sugirió acciones concretas para incremen-

CUADRO 3
TASAS ANUALES DE CAMBIO DE LA PRODUCCIÓN COMBINADA
DE 16 CULTIVOS BÁSICOS, DE LA SUPERFICIE DESTINADA A LOS CULTIVOS
DE CICLO CORTO, DEL ÍNDICE DE CULTIVO Y DEL ÍNDICE
DE RENDIMIENTO EN LOS PERIODOS 1980-1993, Y 1999-2001

<i>Tasas anuales de cambio (%) de cuatro variables en tres periodos¹</i>				
<i>Periodo</i>	<i>Producción</i>	<i>Superficie de labor</i>	<i>Índice de cultivo</i>	<i>Índice de rendimiento</i>
1981-1993	1.30	2.1	-2.60	1.9
1993-2001	2.00	-0.4	1.10	1.2
2001-2012	0.03	-0.3	-0.15	1.3

¹ Las variables de referencia son: producción combinada anual de 16 cultivos básicos, en millones de toneladas; superficie de labor en cultivos dedicada a todos los cultivos de ciclo corto en millones de hectáreas; el índice de cultivo de todos los cultivos de ciclo corto y el índice de rendimiento de 16 cultivos básicos en ton/ha (cuadro 2). En todos los casos se usó promedios móviles de tres años.

tarlo hasta la unidad en el contexto nacional, según el régimen hídrico y la calidad de la tierra de labor (Turrent, 1993). Solamente se añadirá, en su refuerzo, que estudios recientes del INIFAP muestran que es factible producir maíz de riego a razón de ocho t/ha durante el ciclo otoño-invierno en un millón de hectáreas de tierras de labor del sur-sureste del país (Turrent *et al.*, 2004). Estas tierras permanecen ociosas en la actualidad en ese ciclo, por carecer de infraestructura de riego, aunque están cercanas a fuentes abundantes de agua dulce. En esa región, el país recibe anualmente 62% de su recurso total de agua dulce. El aprovechamiento futuro de este recurso incrementará de manera significativa los índices de cultivo y de rendimiento.

En resumen, se puede asentar que la variable índice de cultivo responde a políticas de fomento y puede incrementarse en el campo mexicano, como lo demuestran el valor logrado en 1981 bajo la política del Sistema Alimentario Mexicano y los valores de la unidad y aún mayores que se observaron en Asia a finales del siglo pasado (FAO, 1993).

El índice de rendimiento es una variable estructuralmente más compleja que el índice de cultivo, porque aquella añade variables como el clima, la disponibilidad de capital, de asistencia técnica y otras, a todo lo que afecte la decisión de sembrar. El índice de cultivo es una variable *ex ante*, en tanto que el índice de rendimiento es variable *ex post*, en relación con el ciclo de cultivo. Sin embargo, el índice de rendimiento potencial del campo mexicano responde al avance en investigación agrícola y a los programas públicos de fomento, en su tendencia de plazo largo. Turrent *et al.* (1997) muestran el cre-

cimiento en el rendimiento potencial nacional de maíz y en el coeficiente de aprovechamiento tecnológico, que definen como la relación entre el rendimiento de maíz promedio nacional observado y el potencial. En el periodo entre 1978 y 1995, el rendimiento potencial nacional de maíz creció a la tasa anual de 1.8%, el coeficiente de aprovechamiento tecnológico a 1.3% y el rendimiento promedio observado al 3.4%. En su plan de investigación sobre maíz, el INIFAP adopta los supuestos de que el rendimiento potencial nacional de maíz crecerá a la tasa de 0.8% en el periodo 1995-2010, mientras que la tasa de crecimiento del coeficiente de aprovechamiento tecnológico crecerá a una tasa anual ubicada entre 0.8% y 1.3%. La variable “rendimiento potencial nacional de maíz” mide el progreso tecnológico, y el coeficiente de aprovechamiento tecnológico mide el progreso en la transferencia de tecnología. De la misma manera que lo hace con el maíz, el INIFAP desarrolla tecnología para los 16 cultivos básicos en consideración y para otros más, en cumplimiento de las políticas de fomento establecidas por la SAGARPA. El proceso de transferencia de tecnología responde a un complejo de factores también regulados por las políticas de la SAGARPA. En resumen, la variable índice de rendimiento tiene una tendencia al crecimiento en el plazo largo en México, como resultado de los programas de investigación y de transferencia de tecnología.

Se ajustó un modelo Cobb-Douglas (Heady y Dillon, 1961) a la serie de datos del cuadro 2, según los procedimientos explicados en Turrent *et al.* (1999). La ecuación 4 resulta de este proceso:

$$PC = (SL)^{1.01794} (IC)^{0.95368} (INS)^{0.22112} (IR)^{0.74161} \quad (4)$$

PC significa producción anual calculada de los 16 cultivos, según la ecuación 4; SL es la superficie de labor dedicada a todos los cultivos de ciclo corto, IC es el índice de cultivo para los mismos cultivos de ciclo corto, INS es el índice no siniestro e IR es el índice de rendimiento de los 16 cultivos previamente enlistados. Las cinco variables de la ecuación 4 fueron transformadas a su logaritmo de base 10, ajustándose una ecuación lineal sin intercepto. El modelo explica 99.9% de la variación observada de la variable dependiente (34 observaciones, error estimado con 30 gl); en la producción anual combinada de los 16 cultivos seleccionados; la F calculada es 101.906, significativa al 1/10000; los límites de los números condicionantes de la ecuación de regresión son 65.35 y 542.81, lo cual sugiere una casi-multicolinealidad moderada.

A continuación se hará un ejercicio exploratorio sobre la carrera de los alimentos y de la población durante la primera mitad de este siglo, a partir de lo hasta aquí examinado. El Consejo Nacional de Población proyecta que

la población nacional será de 137 millones en el 2030 y de 150 millones en el 2050 (CONAPO, 2017). Se hizo el cálculo de las producciones nacionales de 16 granos básicos requeridos por las poblaciones nacionales, según CONAPO, y para varios niveles de dependencia de importaciones (cuadro 4). Se adoptó el supuesto de que el nivel de importación relativo al consumo aparente en el quinquenio 1995-1999, de los diez granos básicos considerados por el Centro de Estudios de Finanzas Públicas (CEFP, 2001), sería una razonable aproximación para los 16 granos básicos del presente estudio.

En el cuadro 5 se presenta el ejercicio de predicción de la producción de 16 cultivos básicos bajo varios escenarios, a partir de la ecuación 4. Este ejercicio presupone lo necesario, pero principalmente lo referente a dos factores:

1. *El clima*: no habrá cambio significativo entre los parámetros de la variación del clima prevaleciente en el periodo 1980 a 2004, *id est* medias, varianzas y valores extremos de esos parámetros con respecto a los próximos 15 a 20 años.
2. *El uso de semillas*: no habrá cambio significativo en cuanto al desarrollo, uso de variedades mejoradas y uso de razas nativas, particularmente en maíz y frijol, dentro de los límites históricos, *i.e.* las razas nativas de maíz y frijol seguirán siendo sembradas en los agroecosistemas de maíz y frijol limitativos (Turrent *et al.*, 2010), y serán protegidos de la contaminación con transgénicos como lo especifica la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

En la última columna del cuadro 5 se muestra la población equivalente del país que correspondería al nivel de producción, según la ecuación 4, bajo el supuesto de que el consumo aparente se alcanza con 10% de importación y usando al quinquenio 1995-1999 como base. El primer escenario corresponde a lo observado en el quinquenio 1980-1984 y el escenario 2 a lo observado en el quinquenio 2009-2013. La producción promedio de los 16 granos básicos alcanzada en este segundo periodo: 33.5720 millones de toneladas anuales, alcanzaría para alimentar una población nacional igual a 82.75 millones de habitantes, suponiendo un 10% de dependencia alimentaria del exterior (cuadro 4); en tanto que la población nacional fue de 114.228 millones de habitantes en 2010. El escenario 3 presupone la mismas SL, IR e INS que el escenario 2, explorando el efecto del máximo valor del IC que fue alcanzado en 1981 bajo el Sistema Alimentario Mexicano. La producción calculada es de 44.424 millones de toneladas anuales de los 16 cultivos básicos, que alimentarían una población igual a 109.498 millones de habitantes, ligeramente inferior a la observada en 2010 (bajo el supuesto

CUADRO 4
 PRODUCCIÓN NACIONAL AGREGADA DE 16 GRANOS BÁSICOS
 REQUERIDA SEGÚN SEIS NIVELES DE IMPORTACIÓN,
 PARA IGUALAR LOS CONSUMOS APARENTES ASOCIADOS
 A LA POBLACIÓN NACIONAL

Año	Población nacional ¹ (millones)	Producción nacional de 16 granos (millones de ton) ² según seis niveles de importación (porcentaje del consumo aparente)					
		0	10	25	30	35	40
2010	114.228	51.492	46.343	38.619	36.044	33.470	30.895
2015	121.006	54.548	49.093	40.911	38.184	35.456	32.729
2020	127.092	57.291	51.562	42.968	40.104	37.239	32.629
2025	132.584	59.767	53.790	44.825	41.837	38.849	35.860
2030	137.481	61.974	55.777	46.481	43.381	40.283	37.184
2040	145.416	65.551	58.996	49.163	45.886	42.608	39.331
2050	150.838	67.996	61.192	50.997	47.597	44.197	40.798

¹ Fuente: Consejo Nacional de Población. 2017, *Proyecciones de la población de México al 2050*.

² Se usa como referencia el consumo aparente y el nivel de importaciones del quinquenio 1995-1999 (CEFP, 2001) bajo el supuesto, de dependencia lineal simple entre el consumo y la población nacional.

de 10% de dependencia del exterior). El escenario 4 explora la combinación de los máximos valores de SL, IC e IR observados en diferentes años de la serie de tiempo evaluada. Esta combinación sería suficiente para alimentar a la población actual hasta el año 2020 (cuadros 4 y 5). El escenario 5 añade el incremento del IC hasta la unidad alcanzable en México, según Turrent (1993). Con este escenario se satisfaría el 90% de la demanda de alimentos de una población nacional del orden de 150 millones de habitantes. Los escenarios 6 y 7 exploran valores de SL y de IR no observados, pero que corresponden al ámbito de lo factible en el campo mexicano.

En el ejercicio de predicción (cuadros 4 y cuadro 5) se da por factible el incremento en la superficie de labor hacia los finales del primer cuarto del siglo. Lo que aquí se presupone es que la sociedad demandará que se dé por concluida la separación entre los usos agrícola y pecuario del agroecosistema (campo mexicano), por ser técnicamente más eficiente. La “reserva de tierras de labor” (nueve millones de hectáreas), que en su mayoría está bajo uso ganadero extensivo, podrá ser usada según lo supuesto, preferentemente en sistemas agropecuarios en los que el cultivo de especies de ciclo corto (forrajeras o de uso alimenticio) y la disponibilidad de riego sean la regla. Es-

CUADRO 5
 PROYECCIONES DE LA PRODUCCIÓN COMBINADA
 DE 16 CULTIVOS BÁSICOS¹ EN FUNCIÓN DE LA SUPERFICIE
 DESTINADA A LOS CULTIVOS DE CICLO CORTO
 Y LOS ÍNDICES DE CULTIVO Y DE RENDIMIENTO

Escenario	Superficie de labor ² (millones de ha)	Índice de cultivo ³ (fracción)	Índice de no siniestro	Índice de rendimiento ton/ha	Producción calculada ⁴ (millones de ton)	Población equivalente ⁵ (millones)
	TLCCC	IC	INS	IR	PC	PE
1	21.223	0.7754	0.852	1.657	24.799	64.126
2	24.990	0.6271	0.879	2.608	33.572	82.750
3	24.990	0.8412	0.879	2.608	44.424	109.498
4	27.165	0.8412	0.879	2.873	51.957	128.066
5	27.165	1.0000	0.879	2.873	61.273	151.027
6	27.165	1.0000	0.879	3.000	63.272	155.956
7	30.000	1.0000	0.879	3.000	70.000	172.536

¹ Se incluye a seis cereales: maíz, sorgo, trigo, arroz, cebada y avena; seis leguminosas comestibles: frijol, haba, cacahuate, lenteja, garbanzo blanco y arvejón; y cuatro oleaginosas: soya, ajonjolí, cártamo y girasol.

² Superficie de labor destinada a todos los cultivos de ciclo corto (TLCCC) aunque no necesariamente sembrada.

³ Índice de cultivo de todos los cultivos de ciclo corto (IC).

⁴ Se usa la ecuación 4.

⁵ La población equivalente presupone un nivel de importación del 10% del consumo aparente (cuadro 4).

te uso agropecuario podría incrementar la carga animal por hectárea y a la vez liberar alimentos de origen vegetal y animal para el consumo nacional directo.

CONCLUSIONES

1. Bajo los supuestos 1 y 2, previamente examinados, el campo mexicano tiene los recursos de tierra de labor, clima, agua y tecnología para producir los 16 granos básicos que demanda el incremento previsible en la población nacional durante la primera mitad del siglo XXI. Sin embargo, será necesario realizar cambios en: a) la intensidad con la que

- se aprovecha la tierra de labor, *b*) llevar el manejo de la tierra a un nivel más cercano a su potencial de producción, y *c*) realizar cambios del marco jurídico para fomentar la explotación integral agropecuaria.
2. La producción del campo puede representarse como un sistema con componentes de capacidad (cantidad de tierra de labor, índice de cultivo) y de intensidad (índice de rendimiento). El índice de cultivos de ciclo corto fue 0.6273 en el periodo 2009-2013, lo que indica que por lo menos 37.27 hectáreas de cada cien dedicadas a los cultivos de ciclo corto, se mantuvieron ociosas.
 3. La experiencia reciente (1980-2013) del campo mexicano, muestra que la variable índice de cultivo responde fuertemente a las políticas de incentivo y desincentivo. Durante 1981 se alcanzó 0.8412, valor máximo del periodo de estudio, mientras que el valor mínimo absoluto 0.5524 se alcanzó en 1993. El incentivo PROCAMPO impulsó la recuperación parcial de este índice en el periodo 1993-2001.
 4. Con la combinación de (*a*) el incremento en la tierra de labor dedicada a los cultivos de ciclo corto hasta 27 millones de hectáreas, (*b*) un índice de cultivo igual a la unidad y (*c*) un índice de rendimiento igual al máximo observado de 2.87285, se podrá lograr la producción del orden de 61.27 millones de toneladas de 16 granos básicos. Esta producción más la importación del 10% del consumo aparente, igualaría a la demanda de una población nacional de 151 millones de habitantes, suponiéndose lo necesario.
 5. Es necesario prohibir la siembra de maíz transgénico en México porque no añade al potencial productivo de maíz del país, y porque amenaza la integridad genética de las razas nativas de maíz y sus parientes silvestres.

BIBLIOGRAFÍA

- Benbrook, C. (2001), "When does it Pay to Plant Bt Corn? Farm-Level Economical Impacts of Bt corn, 1196-2001", en *Institute for Agricultural and Trade Policy*, disponible en <<http://www.iatp.org>>, consultado en abril de 2011.
- Benbrook, C. (2009), "Impacts of Genetically Engineered Crops on Pesticide Use in the United States, the First Thirteen Years", en *Critical Issue Report, The First Thirteen Years*, disponible en <<http://www.organic-center.org>>, consultado en abril de 2011.
- Calva, J.L., L.R. Carrasco, S. Díaz, E. Escamilla, L.R. García,, M.A. Gómez, G. Gómez, A. Jiménez, A. Merino, M. Muñoz, P. Odermatt, F.J. Ramírez,

- D. Rodríguez, H. Santoyo, R. Schwentesius y R. Sosa (1992), *La agricultura mexicana frente al Tratado Trilateral de Libre Comercio*, México, Juan Pablos.
- Calva, J.L. (1997), *El campo mexicano, ajuste neoliberal y alternativas*, México, Juan Pablos.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, (2007), *El proceso de desgravación arancelaria de maíz y el frijol en el marco del TLCAN*, México, Cámara de Diputados.
- Consejo Nacional de Población, (2017), *Proyecciones de la Población de México, 2010-2050*, México, Consejo Nacional de Población, disponible en <<http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>>.
- De-Ita, A (2002), “El control transnacional del mercado del maíz en México y su responsabilidad en la contaminación transgénica del maíz nativo”, RAPAL, UACH, Memoria del Foro, México, disponible en <<http://www.enlacesocialista.org.mx/articulo-catorce-anos-de-tlcan-y-la-crisis-de-la-tortilla-de-maiz.html>>, consultado en abril de 2011.
- Espinosa Calderón A., M. Tadeo, A Turrent, N. Gómez, M. Sierra, A. Caballero, R. Valdivia y F. Rodríguez. (2009), *El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz*, en *Ciencias*, núm. 92-93, pp. 118-125.
- FAO (1993), “Agricultura hacia el año 2010”, en *Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*, noviembre, Roma, Italia.
- Flores Verduzco, J.J. y C.A. Ramírez Miranda. (2007), “Políticas agrícolas y de desarrollo rural para el sector de granos y oleaginosas”, en José Luis Calva (coord.), *Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesquero, Agenda Para el Desarrollo*, vol. 9, México, Cámara de Diputados/Miguel Angel Porrúa/UNAM, pp. 199-214.
- González Acuña I.J., A. Turrent Fernández y R. Aveldaño Salazar (1991), *Las provincias agronómicas de la tierra de labor bajo temporal en México (circulación interna)*, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Heady, E.O. and J.L. Dillon. (1961), *Agricultural Production Functions*, Iowa State University Press, Ames, IA.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1994), *VII Censos Agrícolas, Ganaderos y Ejidales de 1991*, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2007), *VIII Censos Agrícola, Ganadero y Forestal*, disponible en <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx>, consultado en abril de 2011.
- Kato, T.A., C. Mapes, L.M. Mera, J.A. Serratos, R.A. Bye (2009), *Origen y diversificación del maíz, una revisión analítica*, México, Universidad Nacio-

- nal Autónoma de México/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Matsuoka Y., Y. Vogoroux, M.M. Goodman, J. Sanchez, E. Buckler, and J.A. Doebley (2002), "Single Domestication for Maize Shown by Multilocus Microsatellite Genotyping", en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 99, núm. 9, pp. 6080-6084.
- Ortega Paczka, R. (2003), "Hacia la conservación y mejoramiento *in situ* de la diversidad del maíz de México", en Bernardino Mata García y María del Rosario García Mateos (coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural, 1810-2010*, vol. I, Recursos Naturales y Sociedad Sustentable. Estado de México, UACH, Chapingo, pp. 223-253.
- Pineyro-Nelson, A., J.V. Heerwaarden, H.P. Perales, J.A. Serratos-Hernandez, A. Rangel, M.B. Hufford, P. Gepts, A. Garay-Arroyo, R. Rivera-Bustamante, y E. Alvarez-Buylla (2008), "Transgenes in Mexican Maize, Molecular Evidence and Methodological Considerations for GMO Detection in Landrace Populations", en *Molecular Ecology*, vol. 18, núm. 4, pp. 750-761.
- Rodríguez Cisneros, M. (1976), *Las características de la agricultura mexicana y proyecciones de la demanda y la oferta de productos agropecuarios a 1976 y 1982*, México, Banco de México.
- Rubio, B. (1997), "La política agropecuaria neoliberal y la crisis alimentaria (1988-1996)", en J.L. Calva (ed.), *El campo mexicano, ajuste neoliberal y alternativas*, México, Centro de investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial/Universidad Autónoma Chapingo/Juan Pablos, pp. 17-36.
- SARH (1988), *Agua y sociedad, una historia de las obras hidráulicas de México*, México, Secretaría de Agricultura y Obras Hidráulicas.
- Serratos-Hernández, J.A., F. Islas-Gutiérrez, E. Buendía-Rodríguez, and J. Berthaud. (2004), "Gene Flow Scenarios with Transgenic Maize in Mexico", *Environmental Biosafety Research*, vol. 3, núm. 3, pp. 149-157.
- Serratos-Hernández, J.A., J.L. Gómez-Olivares, N. Salinas-Arreortua, E. Buendía-Rodríguez, F. Islas-Gutiérrez, and A. de-Ita. (2007), "Transgenic Proteins in Maize in the Conservation Area of Federal District, Mexico", en *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 5, núm. 5, pp. 247-252.
- Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP) (2017), disponible en <<http://www.siap.sagarpa.gob.mx>>, consultado en noviembre de 2017.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) (1976), *Atlas del Agua de la República Mexicana, Secretaría de Recursos Hidráulicos*, México.
- Turrent Fernández, A. (1993), "Aprovechamiento de la tierra de labor, tecnologías y posibilidades de autosuficiencia alimentaria", en José Luis Calva (coord.), *Alternativas para el campo mexicano*, tomo II, México, Fontamara, pp. 77-106.

- Turrent Fernández, A. (1996), “Tecnologías para el desarrollo del campo mexicano”, en José Luis Calva (coord.), *El campo mexicano, ajuste neoliberal y alternativas*, México, Juan Pablos, pp. 163-186.
- Turrent Fernández, A., N. Gómez Montiel, J.L. Ramírez Díaz, H. Mejía Andrade, A. Ortega Corona *q.e.p.d.*, y M. Luna Flores (1997), “Plan Nacional del Sistema Maíz-Tortilla en los Estados Unidos Mexicanos”, documento sin publicar, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Turrent Fernández, A., R. Camacho Castro, N. Francisco Nicolás, S. Uribe Gómez, J.L. Cortés Flores y R. Mendoza Robles (1999), “Posibilidades técnicas de lograr la soberanía alimentaria de origen vegetal en México”, en *Terra*, vol. 17, núm. 1, pp. 59-76.
- Turrent Fernández, A., R. Camas Gómez, A. López Luna, M. Cantú Almaguer, J. Ramírez Silva, J. Medina Méndez y A. Palafox Caballero (2004), “Producción de maíz bajo riego en el Sur-Sureste de México, II, Desempeño financiero y primera aproximación tecnológica”, en *Agricultura Técnica en México*, vol. 30, núm. 2, pp. 205-221.
- Turrent Fernández, A., J.A. Serratos-Hernández, H. Mejía-Andrade y A. Espinosa-Calderón. (2009^a), “Propuesta de cotejo de impacto de la acumulación de transgenes en el maíz (*Zea mays* L.) nativo mexicano”, en *Agrociencia*, vol. 43, núm. 3, pp. 257-265.
- Turrent Fernández, A., J.A. Serratos-Hernández, H. Mejía-Andrade y A. Espinosa-Calderón (2009b), “Liberación comercial de maíz transgénico y acumulación de transgenes en razas de maíz mexicano”, en *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 32, núm. 4, pp. 257-263.
- Turrent Fernández, A., J.I. Cortés-Flores, A. Espinosa-Calderón, H. Mejía-Andrade, y J.A. Serratos-Hernández. (2010), “¿Es ventajosa para México la tecnología actual de maíz transgénico?”, en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 1, núm. 4, pp. 631-646.