



Análisis Costo Beneficio del control de Langosta Centroamericana en el cultivo de maíz



ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA



GOBIERNO DE MÉXICO

AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD, INSPECCIÓN Y CALIDAD AGROPECUARIAS

CONTENIDO

Resumen Ejecutivo	1
1. Importancia del cultivo de maíz y de la langosta centroamericana.....	1
2. Producción mundial de maíz	3
2.1 Consumo mundial de maíz	4
2.2 Consumo humano per cápita de maíz.....	5
2.3 Comercio mundial de maíz	6
2.4 Precio internacional de maíz.....	7
3. Producción nacional de maíz	7
3.1 Producción de maíz grano y forrajero.....	8
3.2 Estacionalidad de la producción de maíz en México.....	11
3.3 Ubicación geográfica nacional de la producción de maíz.....	11
3.4 Producción de maíz elotero	13
3.5 Consumo nacional de maíz.....	15
3.6 Mercado internacional de maíz	16
3.7 Precios nacionales de maíz	17
4. Importancia de langosta centroamericana	18
4.1 Comportamiento epidemiológico de la langosta centroamericana en México.....	19
4.2 Impactos económicos de la langosta centroamericana	22
4.3 Inversión Federal de la Campaña de Langosta	23
5. Modelo para cuantificar las posibles pérdidas económicas por langosta centroamericana	24
5.1 Consideraciones para el Análisis Costo Beneficio de la Campaña contra la Langosta Centroamericana.....	25
5.2 Descripción de los escenarios:	26
6. Resultados generales del estudio	29
6.1 Resultados del ACB de la Campaña contra la Langosta Centroamericana.....	32
6.2 Impactos económicos a nivel nacional de un brote de langostas centroamericanas en el escenario sin campaña	33
7. Conclusiones	36
Fuentes consultadas	37

Resumen Ejecutivo

La langosta centroamericana es una plaga que tiene el potencial de dañar y afectar gravemente a gran variedad de cultivos, actualmente, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural a través del SENASICA, es el encargado de monitorear y controlar a las poblaciones de langosta, acciones que realiza en diez estados de la República Mexicana donde esta plaga representa un riesgo, debido a que cuentan con condiciones climáticas y de hábitat favorables para su desarrollo. Así mismo, los estados también participan en las operaciones de control, para sumarse a la protección de cultivos y productores agrícolas.

El presente estudio, ofrece un Análisis Costo Beneficio de las acciones de prevención y control de la plaga, con el objetivo de cuantificar los costos y beneficios de la Campaña Contra Langosta Centroamericana en México, y tener un sustento que muestre la importancia de las inversiones federales y estatales, para evitar la formación de mangas, con lo cual se protege zonas de interés agrícola, así como áreas potenciales de invasión y establecimiento de la plaga. Con el análisis también se estima el daño a la producción agrícola que podría haber ocurrido en ausencia de campaña.

Para la estimación de los posibles impactos económicos de la plaga, se tomó el cultivo de maíz, por ser uno de los principales cultivos hospedante que prefiere la langosta, además, por su importancia económico y social en el sector agropecuario nacional, y ser parte fundamental de la seguridad alimentaria de México.

En el análisis, se consideró el valor de la producción de maíz, como único beneficio de comparación contra los costos, concepto que incluye las inversiones en la campaña, más los costos de producción del cultivo. Así mismo, se consideraron dos escenarios con y sin campaña, en el escenario con campaña se obtuvieron los beneficios y los indicadores de rentabilidad Relación Beneficio-Costo y Valor Presente Neto del cultivo. En el escenario sin campaña, se cuantificaron las posibles pérdidas en ausencia de control de la plaga y sus repercusiones en la rentabilidad de la producción de maíz.

1. Importancia del cultivo de maíz y de la langosta centroamericana

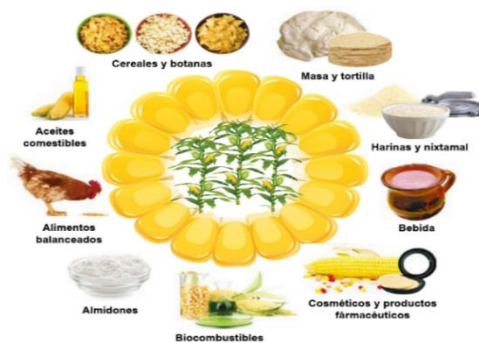


Figura 1. Uso del maíz en las diferentes industrias.
Fuente: SIAP, 2021.

El maíz es, sin lugar a dudas, el cultivo más importante en México, tanto por su consumo como por los niveles de producción que alcanza comparado con otros cultivos, así como por la incidencia en las importaciones agrícolas. En cuanto al empleo, más de un tercio del total sectorial se ubica en la producción de maíz (CEFG, 2007).

Cabe mencionar que el maíz puede ser utilizado como alimento humano y para ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. (Paliwail, *et al*, 2021) (Figura 1). Además, es parte

fundamental de la seguridad alimentaria nacional, al proporcionar energía y en menor medida proteínas a la población, especialmente a la de más bajos ingresos (IICA, 2013).

Desde tiempos ancestrales es uno de los cereales que ha formado parte de la dieta de los mexicanos. Actualmente, su importancia radica en su alto consumo a través de la tortilla, se calcula que más del 90% de los mexicanos la consume diariamente, en promedio de 7 a 10 tortillas, lo que genera un consumo per cápita de 75 kg, cifra que pone a México como el principal consumidor de este alimento en el mundo (Quadratin, 2021).

A pesar de la gran importancia que tiene el maíz para México, la producción interna es insuficiente para abastecer la demanda. Si bien la producción de maíz nacional se ha incrementado, no lo ha hecho al mismo ritmo de la demanda, y es por ello que esta debe ser cubierta con importaciones que cada vez son mayores, sobre todo a partir de la apertura comercial, en especial desde el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), afectando con ello la autosuficiencia y seguridad alimentaria del país.

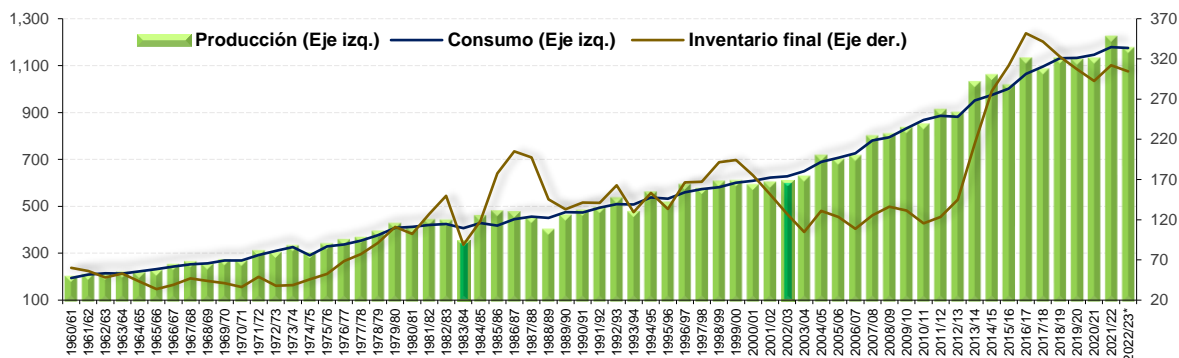
Cabe mencionar que la producción de maíz en México se ve amenazada por una gran variedad de factores relacionados con: ineficiencia productiva, cambio climático, plagas, monocultivo, migración de agricultores y modificación genética de especies. De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) uno de los factores que afectan significativamente la producción de alimentos son las plagas, las cuales pueden reducirla hasta un 40%.

Dentro de las plagas que afectan al maíz en México, se encuentra la langosta centroamericana, por ello, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) vigila y controla esta plaga, para evitar impactos devastadores en el campo mexicano, que pongan en riesgo la seguridad alimentaria, debido a que, en poco tiempo un ataque de gran envergadura de mangas de langostas a cultivos de granos básicos, como el maíz y el frijol, dieta básica mexicana, causaría una grave crisis alimentaria en la región.

Dada la escasez de estudios en relación a los impactos económicos de la langosta centroamericana en México, se realizó un Análisis Costos Beneficios de la Campaña Contra la Langosta Centroamericana, como un método indirecto para cuantificar los posibles impactos de la plaga, al no contar con una metodología científica establecida para tal objetivo. Se consideró al cultivo de maíz para cuantificar los impactos económicos de la plaga, por ser el cultivo que presenta alta preferencia por la langosta dentro de sus hospedantes primarios, y por su importancia económico y social en el sector agrícola nacional, además de ser parte fundamental de la seguridad alimentaria en México y contar con numerosos estudios e información disponible para los cálculos.

2. Producción mundial de maíz

La evolución histórica de la producción mundial de maíz muestra dos periodos importantes, el primero de 1984 a 2003 en el cual dicho indicador muestra una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 1.7%, mientras que en el periodo 2003-2010 aumento a 4.4%. Por lo tanto, desde 2003 inició una nueva era en el dinamismo de la producción de maíz en el mundo, con una tendencia creciente (Gráfica 1).



Gráfica 1. Producción, consumo e inventarios mundiales de maíz, 1960-2023*.
(Millones de toneladas) *estimado.

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2022.

De acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), la producción global de maíz en el ciclo comercial 2020/21 fue de 1,129.3 millones de toneladas (mdt), mientras que en el ciclo 2021/22 se proyecta una producción mundial de 1,219.8 mdt, lo que significaría un incremento anual de 8.0%. Los principales países productores son: Estados Unidos¹ y China, ambos producen el 54.0% de la totalidad mundial de este grano (Tabla y Mapa 1).

Lugar °	Producción por país	2019/20	2020/21	2021/22	% de participación 21/22
1	Estados Unidos	346.0	358.4	383.9	30.8%
2	China	260.8	260.7	272.6	23.2%
3	Brasil	102.0	87.0	116.0	9.1%
4	Argentina	51.0	52.0	53.0	4.5%
5	Ucrania	35.9	30.3	42.1	3.2%
6	India	28.8	31.6	33.6	2.6%
7	México	26.7	27.3	26.8	2.4%
8	Sudáfrica	15.8	17.0	16.3	1.4%
9	Rusia	14.3	13.9	15.2	1.3%
10	Canadá	13.4	13.6	14.0	1.2%
	Otros	228.2	237.5	246.3	20.3%
	Mundo	1,122.7	1,129.3	1,219.8	100%

Tabla 1. Principales países productores de maíz, 2019-2022.
(Millones de toneladas)

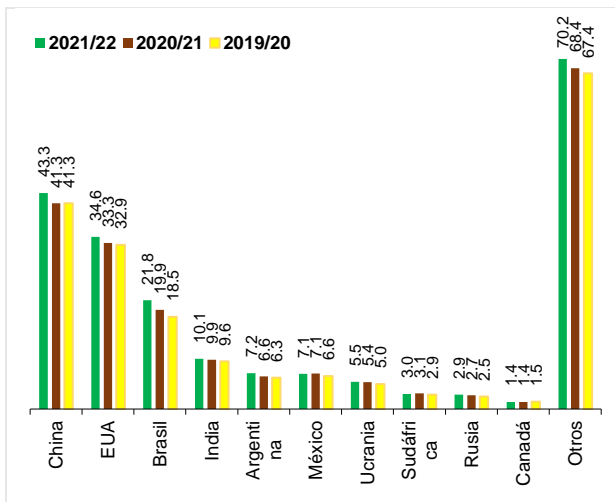
Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2022.

¹ Estados Unidos también es el mayor productor de maíz forrajero.

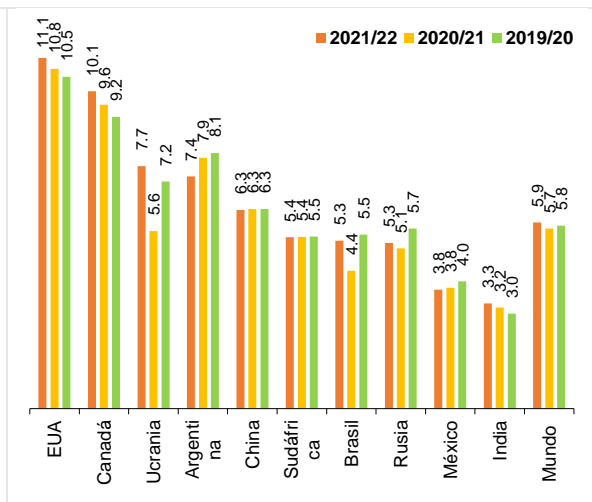
Para el ciclo 2021/22 se estimó que en el mundo se cosecho cerca de 207.1 millones de hectáreas (ha) de maíz con un rendimiento promedio de 5.9 t/ha, siendo China quien tiene una mayor participación (20.9%) de la superficie cosechada, seguido de Estados Unidos (16.7%), Brasil (10.5%), India (4.9%), Argentina (3.5) y en sexto lugar México (3.4%), el resto de países participan en conjunto con el 40.1% del total en este concepto (Mapa 1 y Gráficas 2 y 3).



Mapa 1. Principales países productores de maíz, 2021/2022.



Gráfica. 2 Superficie cosechada. (Millones de hectáreas)



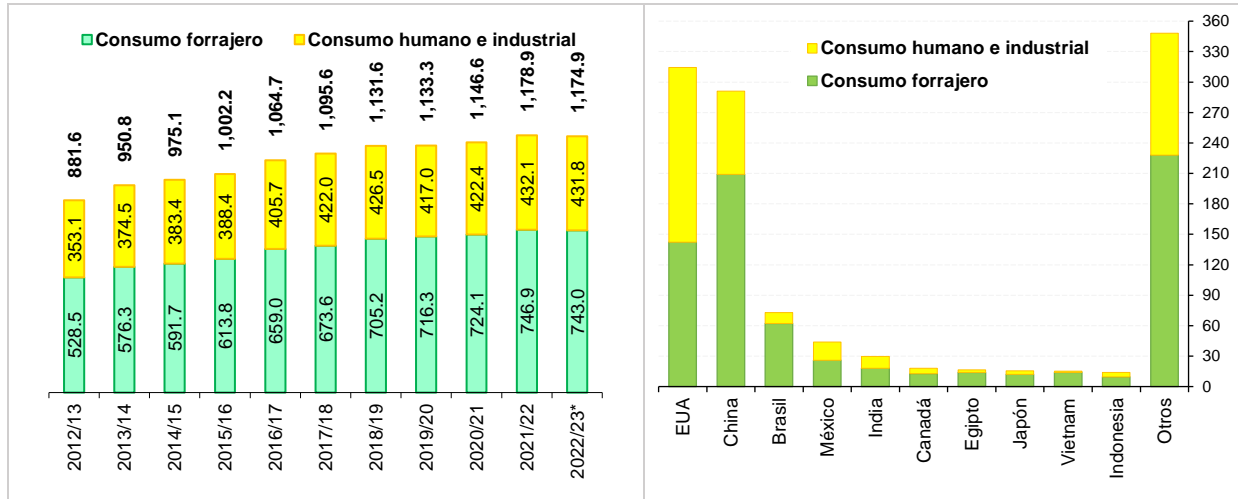
Gráfica.3 Rendimiento promedio. (Toneladas por hectárea)

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2022.

2.1 Consumo mundial de maíz

Durante la última década (2012/13 a 2021/22), el consumo mundial de maíz creció a una tasa promedio anual de 3.3%, para ubicarse en 1,179 mdt en 2021/22: 63.3% para uso forrajero y 36.7% para consumo humano e industrial. El primero creció a una tasa promedio anual de 3.9%, mientras que el segundo lo hizo a una tasa de 2.3% anual en dicho período, por lo tanto, el crecimiento en este concepto fue impulsado en mayor medida por el consumo forrajero (Gráfica 4).

En el ciclo comercial 2021/22, 51.3% del consumo mundial se concentró en dos países: Estados Unidos (26.7%) y China (24.7%), por otro lado, también destacaron Brasil (6.2%) y México (3.7%) aunque en menor medida. El consumo de Estados Unidos fue de 314.3 mdt: 54.7% para uso humano e industrial y 45.3% para uso pecuario. China presentó un nuevo máximo histórico de 291.0 mdt: 71.8% para uso forrajero y 28.2% para consumo humano e industrial (Gráfica 5).



Gráfica 4. Histórico del consumo mundial de maíz.
*estimaciones de USDA.

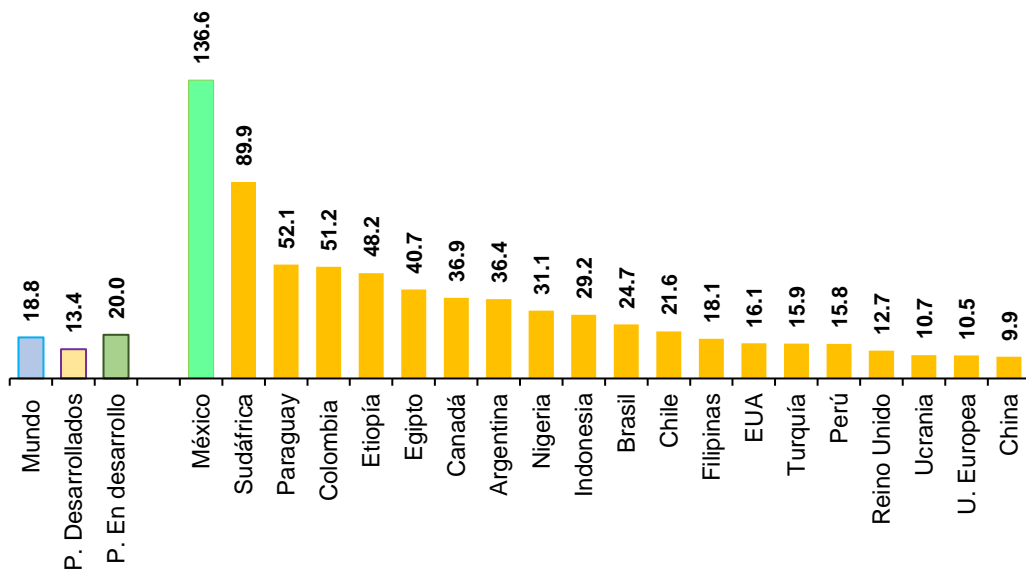
Gráfica 5. Principales países consumidores de maíz, 2021/22.

(Millones de toneladas)

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2022.

2.2 Consumo humano per cápita de maíz

De acuerdo con información de la OCDE y la FAO, México ocupa la primera posición en el consumo humano per cápita de maíz, el cual es hasta siete veces mayor al promedio mundial (Gráfica 6).

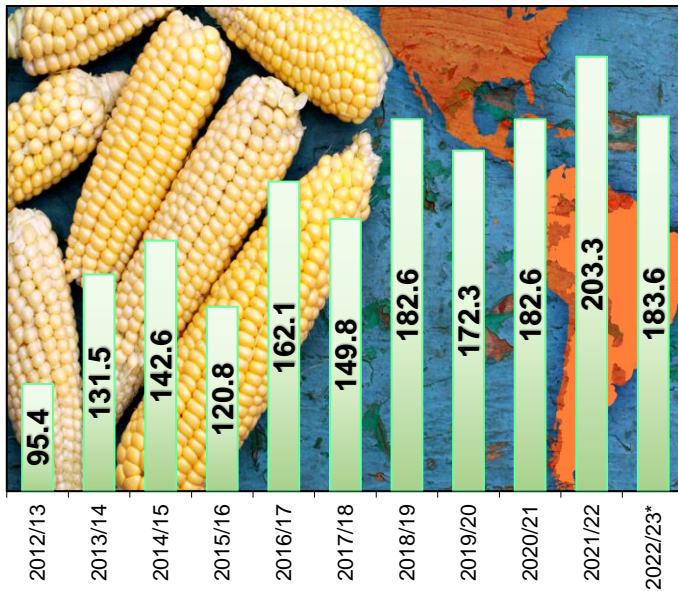


Gráfica 6. Consumo humano per cápita de maíz, 2020.
(Kilogramos por persona por año)

Fuente: OCDE-FAO. Agricultural Outlook 2020-2029.

2.3 Comercio mundial de maíz

Durante el periodo de 2012/13 a 2021/22 las exportaciones de maíz tuvieron una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 8.8%. Para el ciclo comercial 2021/22 el comercio mundial de este cereal se ubicó en 203.3 mdt, volumen equivalente al 16.7% de la producción. Lo anterior significaría un incremento anual de 11.3% respecto al ciclo comercial previo (Gráfica 7).

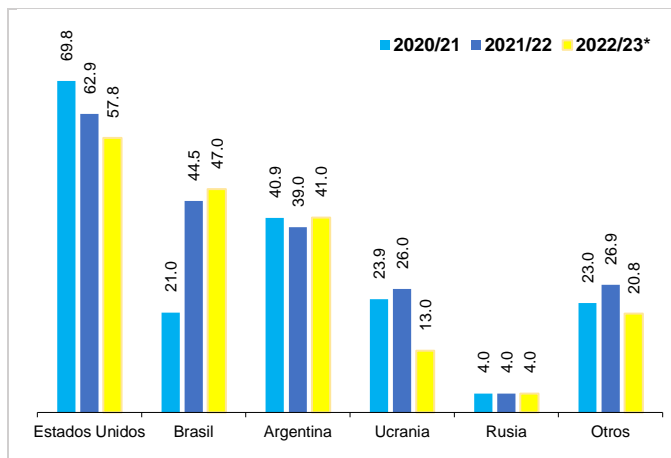


Gráfica 7. Exportaciones mundiales de maíz, 2012/13 – 2022/23.
(Millones de toneladas)
Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2022.

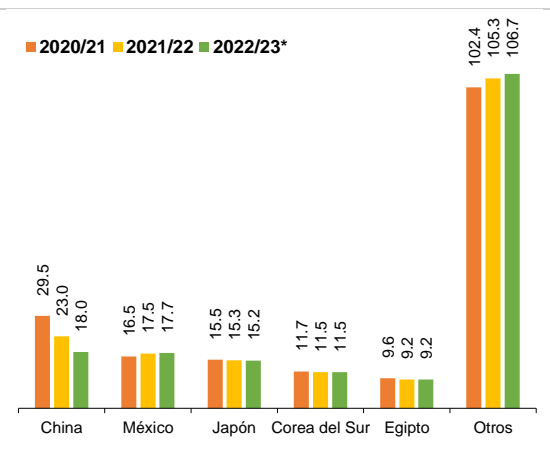
Los tres exportadores principales de maíz son: Estados Unidos, Brasil y Argentina; entre ellos exportaron 146.4 millones de toneladas de grano en el ciclo agrícola 2021/22, lo equivalente al 79.4% del volumen exportado. En estos países, sus ventas de maíz al exterior representaron 16.4%, 38.4% y 73.6% de su producción nacional, respectivamente (Gráfica 8).

Por otra parte, las importaciones de maíz están menos concentradas que las exportaciones. En el ciclo 2020/21, tres países participaron con el 30.7% de las compras mundiales de este grano: China (12.7%), México (9.7%) y Japón (8.4%). En tanto que, el restante 69.3%, se adquirió por diversos países (Gráfica 9).

(Gráfica 9).



Gráfica 8. Principales países exportadores de maíz, 2020/21- 2022/23.



Gráfica 9. Principales países importadores de maíz, 2020/21- 2022/23.

(Millones de toneladas)

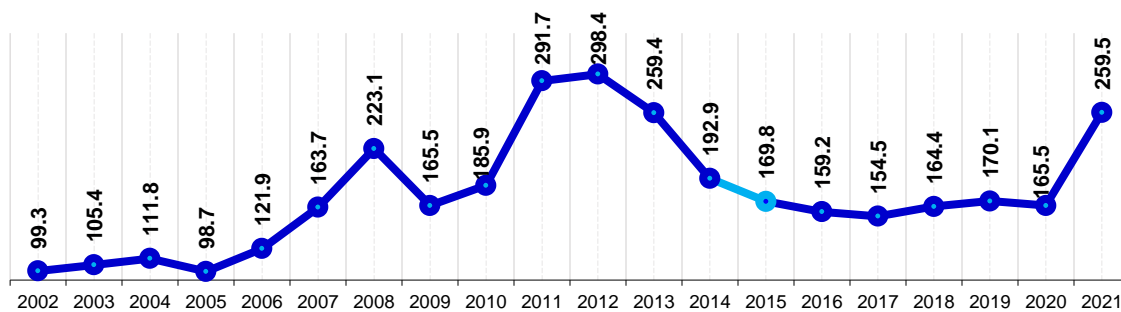
*estimaciones de USDA.

Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2022.

2.4 Precio internacional de maíz

Desde finales de 2014, el precio de referencia del maíz en el mercado internacional se había mantenido en niveles bajos, ante la percepción de suficiente disponibilidad de grano. A partir de septiembre de 2020 los precios cambiaron radicalmente su tendencia estable por una de fuerte incremento. La motivación más clara de este comportamiento de los precios al alza, es la sucesiva caída de los inventarios a partir de su máximo histórico en 2016/17, que fue consecuencia de una menor producción y por la fuerte demanda de granos para uso pecuario por parte de China.

En 2021 y lo que va del 2022, los precios del maíz aumentaron considerablemente, esto respaldado por las revisiones a la baja de los inventarios mundiales y la fuerte demanda que sigue teniendo China, además de América Latina. De acuerdo al Banco Mundial se espera que los precios de este cereal se estabilicen con el pronóstico de crecimiento de la producción mundial de maíz para el ciclo 2022/2023 (Gráfica, 10).



Gráfica 10. Precio anual de maíz, 2002 – 2021.
(Dólares por tonelada)

Fuente: Elaborado con datos del Banco Mundial, 2022.

3. Producción nacional de maíz

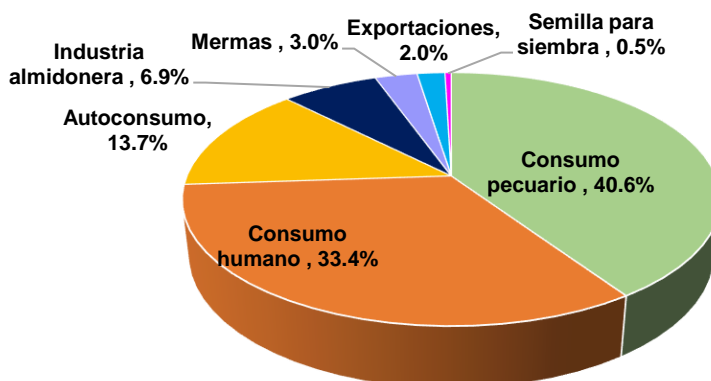
En México, el maíz representa una gran parte de la ingesta calórica de la población, debido principalmente a que se utiliza para la elaboración de tortillas y otros alimentos. Por esta razón, se considera fundamentalmente como un grano para consumo humano, aunque también es importante su uso pecuario. Las tortillas, producto derivado del maíz, es una parte fundamental de la canasta básica de alimentos en México y los aumentos en su precio son extremadamente sensibles para la población. Así, por un lado, los altos precios internacionales del maíz pueden beneficiar a los agricultores a través de mayores precios de venta y presionar al alza el precio de la tortilla, en detrimento del costo de la canasta básica.

Se estima que el cultivo de maíz genera empleo aproximadamente a 1.4 millones de agricultores (ASERCA, 2017), además de que entre 15 y 18 millones de personas dependen de la producción de este cultivo en el país. Asimismo, ocupa más del 40% de la fuerza de trabajo del sector agrícola o cerca de un 8% del total de la fuerza laboral de México (Nadal, 2005).

Si bien, la producción de maíz nacional se ha incrementado anualmente, no lo ha hecho al mismo ritmo de la demanda interna, es por ello que, esta debe ser cubierta con importaciones que cada vez han sido mayores, situación que afecta a la autosuficiencia y seguridad alimentaria del país. De acuerdo con la FAO, un país debe ser capaz de producir al menos 75% de los alimentos que consume para dar seguridad alimentaria a su población, y México con la producción interna de este grano, solo cubre el 65% de la demanda de maíz para consumo humano y pecuario, lo que se ha reflejado en el déficit de la balanza comercial de este grano y la fuerte dependencia a las importaciones de este cultivo (Moreno, 2014).

El mercado nacional de maíz según su uso se divide en: grano (se incluye en este concepto al maíz palomero), forrajero y elotero. Para el cultivo de grano hay diversos tipos de maíz entre las que destacan el maíz blanco y el amarillo, pero también existen otros tipos como el maíz de color, pozolero y palomero. Sin embargo, los dos primeros tipos son las que ocupan una importante participación en la producción y comercialización. El maíz blanco es demandado para consumo humano a través de la elaboración de diversos alimentos tradicionales, por su parte el maíz amarillo se utiliza en el consumo humano y animal, además industrialmente es utilizado para la elaboración de féculas y almidones.

En cuanto al destino de la producción de maíz cerca del 40.6% de la cosecha en México se usa para la alimentación de ganado, 33.4% se consume directamente por humanos, 13.7% se utiliza en forma de autoconsumo, mientras que el 6.9% es usado en procesos industriales, las mermas representan el 3.0%, solo un 2.0% se exporta, y el restante 0.5% se usa como semilla (Gráfica 11).



Gráfica 11. Destinos de la producción de maíz en México.

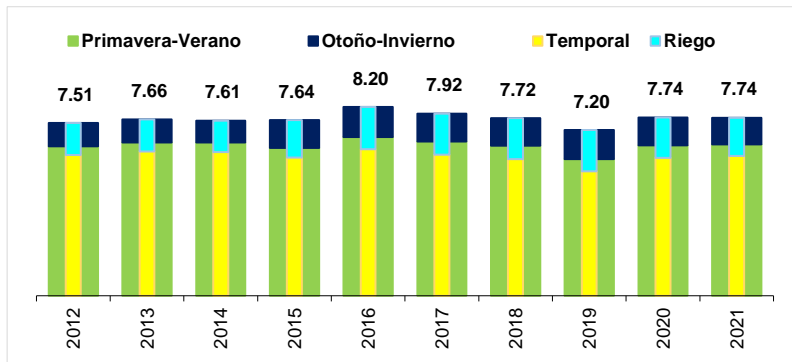
Fuente: Elaborado con datos de SADER/SIAP/ASERCA, SE y SHCP/SAT/AGA, 2021.

3.1 Producción de maíz grano y forrajero

En el año agrícola 2021, el maíz se ubicó en el primer lugar por superficie cosechada y por valor de la producción, mientras que por volumen de producción ocupó el cuarto lugar, entre

los cultivos cíclicos y perennes en el país, de acuerdo con información del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con participaciones de 37.3%, 21.3% y 7.9% del total, respectivamente.

Entre los años 2012 y 2021, se tuvo una **superficie cosechada** de 7.69 millones de hectáreas en promedio de maíz en México. El área cosechada en 2021 fue de 7.74 millones de hectáreas, 0.08% menos que en el año agrícola previo; 85.0% se cultivó en el ciclo Primavera-Verano (P-V) y 15% en el ciclo Otoño-Invierno (O-I). Por régimen hídrico, 78.5% de la superficie cosechada se cultivó en temporal y 21.5% en riego (Gráfica 12 y Tabla 2).



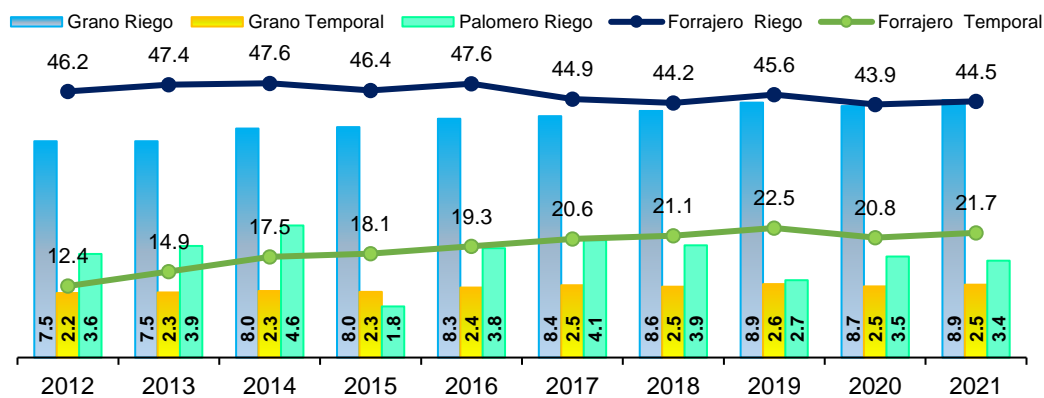
Superficie cosechada 2021		
Ciclo	P-V	O-I
Maíz	85.0%	15.0%
Grano	83.9%	16.1%
Forrajero	98.8%	1.2%
Modalidad	Temporal	Riego
Maíz	78.5%	21.5%
Grano	79.4%	20.6%
Forrajero	68.2%	31.8%

Gráfica 12. Histórico de superficie cosechada de maíz (grano y forrajero) por ciclo y modalidad. (Millones de toneladas)

Tabla 2. Participación % del maíz por tipo, ciclo y modalidad.

Fuente: Elaborado con datos de SIAP, 2022.

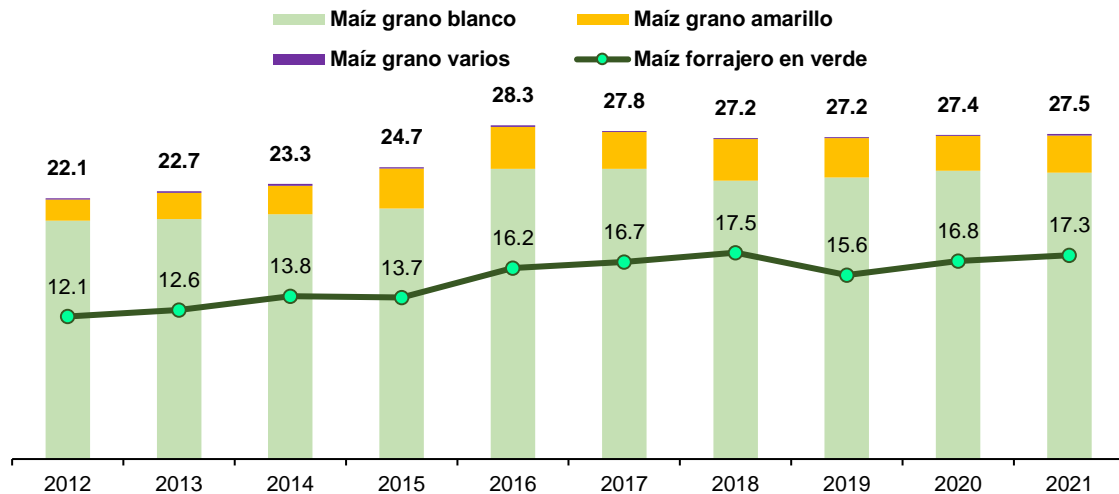
El **rendimiento** promedio nacional en maíz grano de riego en 2021 fue de 8.9 toneladas por hectáreas (t/ha), mayor al del año previo. En tanto que el rendimiento en maíz grano de temporal fue de 2.5 t/ha, igual al 2020. En cuanto al rendimiento de maíz forrajero de riego este fue de 44.5 t/ha y en temporal de 21.7 t/ha. Por último, el maíz palomero de riego (única modalidad desde el 2013) ha sido en promedio de 3.5 t/ha durante la década reciente (Gráfica 13).



Gráfica 13. Histórico del rendimiento de maíz por tipo y modalidad. (toneladas/hectárea)

Fuente: Elaborado con datos de SIAP, 2022.

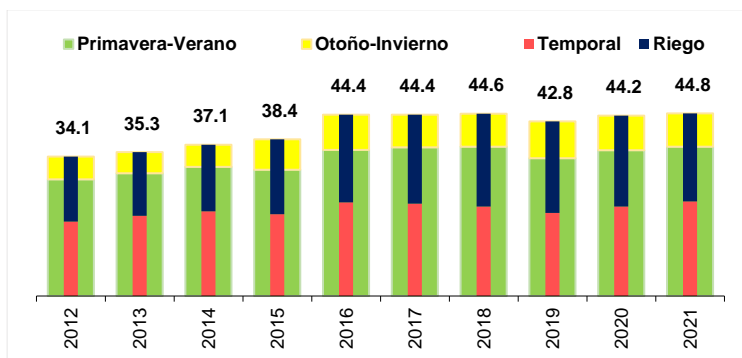
La **producción** de maíz grano creció a una tasa promedio anual de 2.5% y el de maíz forrajero en 4.1% en los últimos diez años agrícolas (2012-2021). Así, durante el año agrícola 2021 fue de 27.5 mdt: 88.1% de la producción fue maíz blanco, 11.4% maíz amarillo y el resto de otro tipo de grano. En cuanto a la producción de maíz forrajero se tuvo un registro de 17.3 mdt en producción en ese año (Gráfica 14).



Gráfica 14. Histórico de producción de maíz por tipo.
(Millones de toneladas)

Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

Durante el año agrícola 2021, 81.8% de la producción de maíz se cosechó en el ciclo P-V, con 36.6 mdt, mientras que 18.2% se obtuvo en el ciclo O-I, con volumen de 8.2 mdt. Por otra parte, el 51.7% de la producción de este grano se obtuvo en modalidad de temporal con 23.1 mdt y el 48.2% en riego, lo equivalente a 21.6 mdt (Gráfica 16 y Tabla 3).



Gráfica 15. Histórico de producción de maíz por ciclo y modalidad.
(Millones de toneladas)

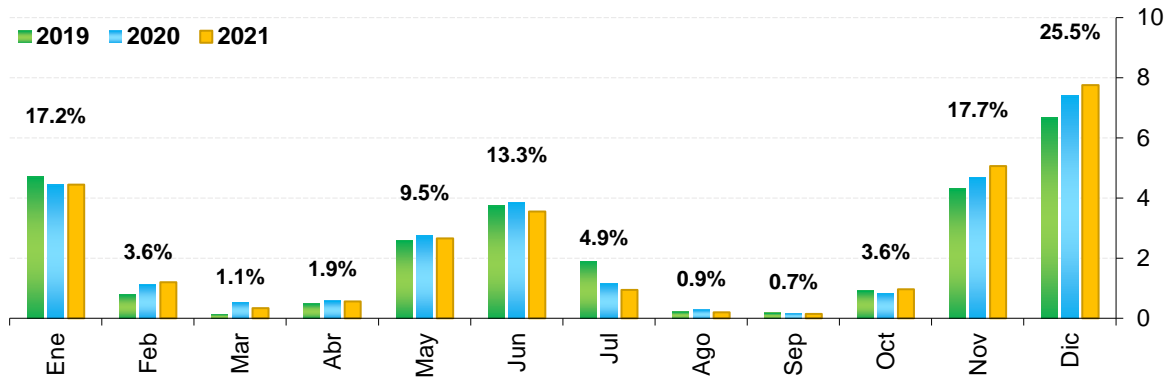
Fuente: Elaborado con datos de SIAP, 2022.

Producción 2021		
Ciclo	P-V	O-I
Maíz	81.8%	18.2%
Grano	71.2%	28.8%
Forrajero	98.7%	1.3%
Modalidad	Temporal	Riego
Maíz	51.7%	48.3%
Grano	52.1%	47.9%
Forrajero	51.0%	49.0%

Tabla 3. Participación % del maíz por tipo, ciclo y modalidad.

3.2 Estacionalidad de la producción de maíz en México

En todo el año se tiene producción de maíz en México, así, en los meses de octubre a enero se cosecha, en promedio, el 64.1% de la producción nacional y en los meses de mayo a julio el 29.3% (Gráfica 16).

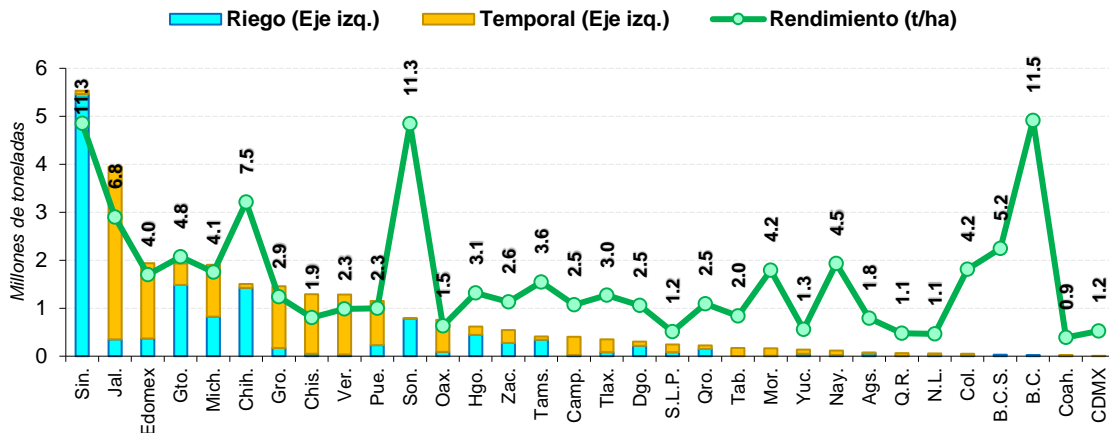


Gráfica 16. Estacionalidad de la producción de maíz grano en México, 2017-2021. (Porcentaje promedio del periodo)
Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

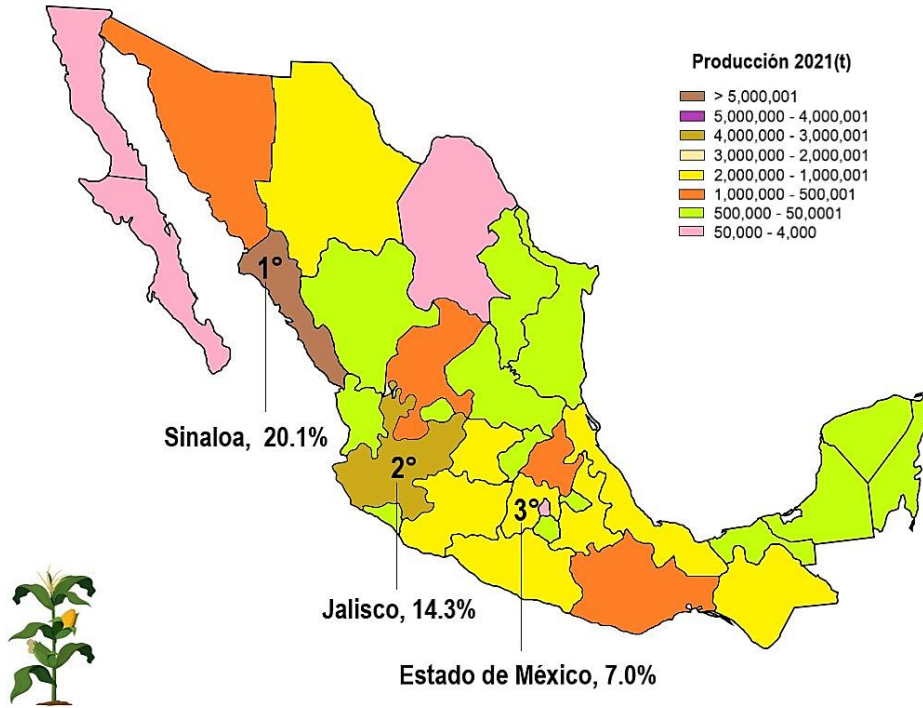
3.3 Ubicación geográfica nacional de la producción de maíz

- **Maíz grano**

Todas las entidades del país reportan producción de maíz grano. En el año agrícola 2021, cinco estados concentraron 57.9% de la producción nacional: Sinaloa (20.1%), Jalisco (14.3%), Estado de México (7.0%), Guanajuato (7.0%) y Michoacán (6.9%). Gráfica 17 y Mapa 2.



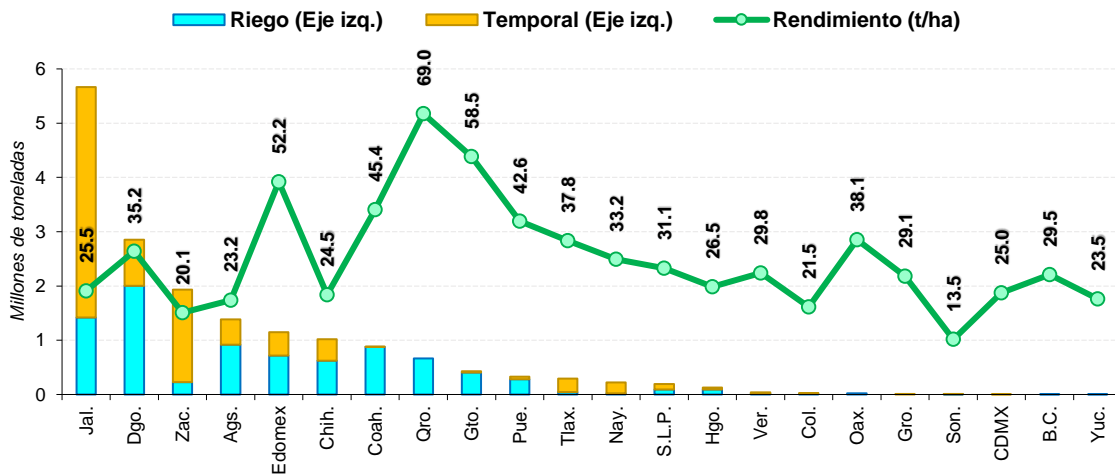
Gráfica 17. Principales estados productores de maíz grano, 2021.
Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.



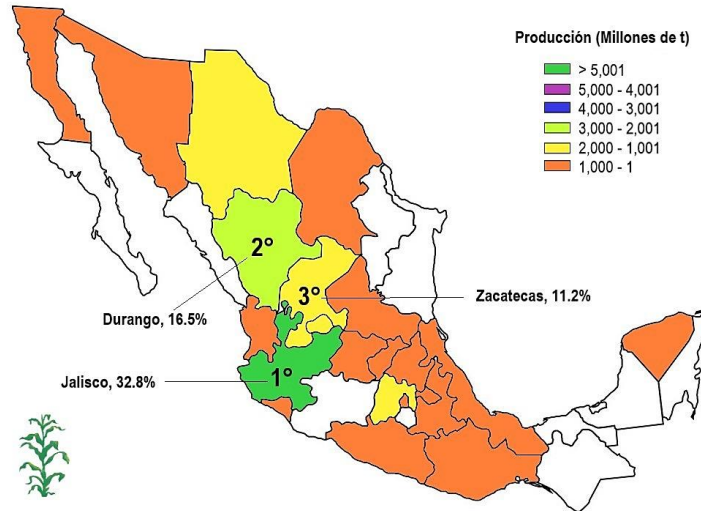
Mapa 2. Principales estados productores de maíz grano, 2021. (Toneladas)
Fuente: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

• **Maíz forrajero**

En relación a la producción de maíz forrajero, solo se produce en 22 entidades. En el año agrícola 2021, tres estados concentraron 60.6% de la producción nacional: Jalisco (32.8%), Durango (16.5%) y Zacatecas (11.2%). Gráfica 18 y Mapa 3.



Gráfica 18. Principales estados productores de maíz forrajero, 2021.
Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.



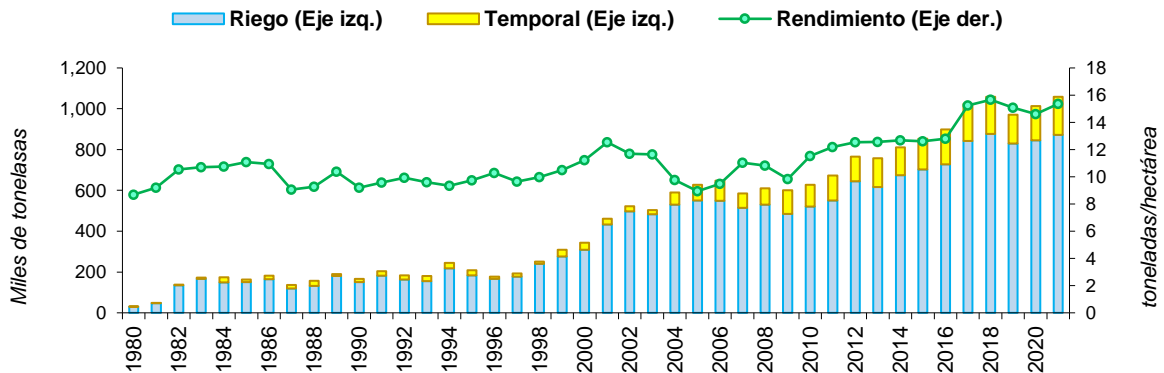
Mapa 3. Principales estados productores de maíz forrajero, 2021.
(Toneladas)

Fuente: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

3.4 Producción de maíz elotero

El maíz elote en México, se ha cosechado en los últimos cinco años, en promedio de 67,486 ha distribuidas en 24 estados del país. En 2021 se produjeron 871,836 t, con valor estimado de 2,925 millones de pesos. De la producción anual el 82.3% se produjo principalmente bajo riego, con un rendimiento promedio de 16.1 t/ha. En tanto que, el 17.7% de este volumen se dio bajo temporal, registrando un rendimiento promedio de 12.8 t/ha. En cuanto al ciclo de producción el 42.3% se dio en otoño-invierno y el 57.7% en primavera-verano (SIAP, 2021).

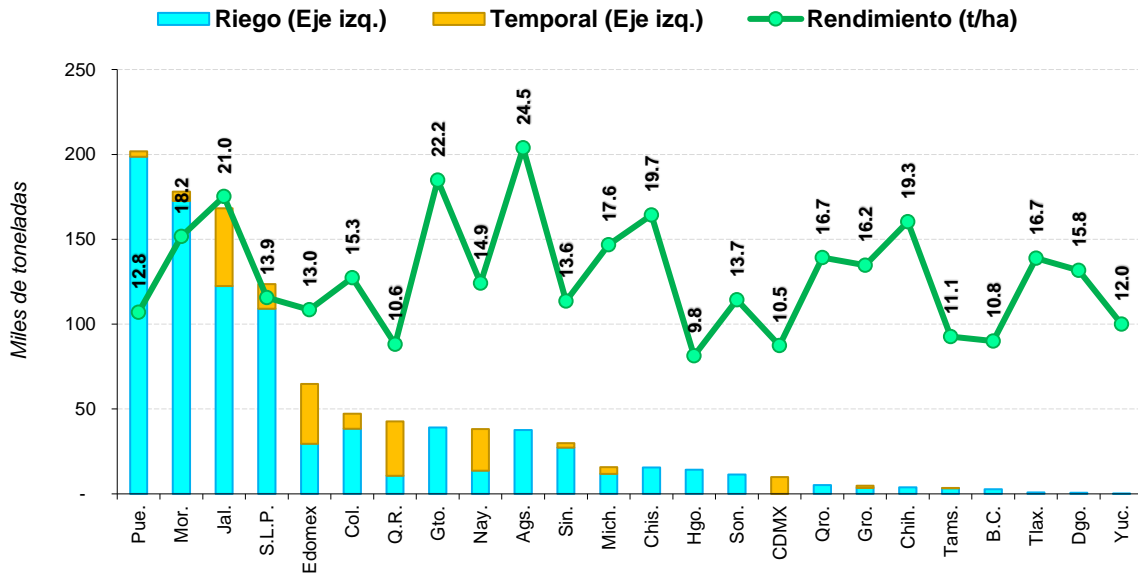
Después del corte de elotes, los agricultores utilizan o comercializan la planta en verde para alimentación del ganado (Vega *et al*, 1998a) y realizan otra siembra para elote o grano (Gráfica 19).



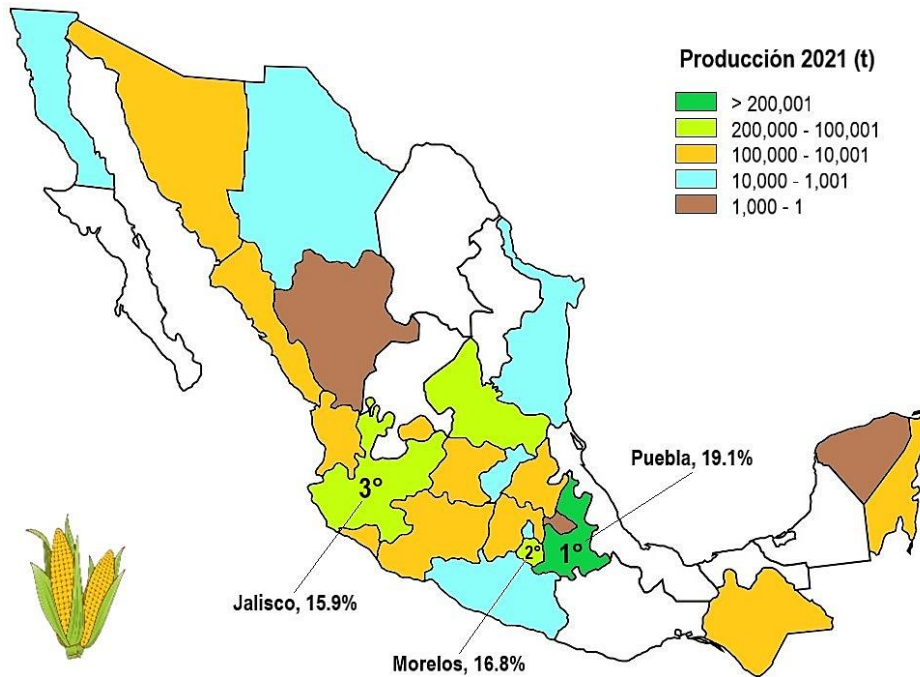
Gráfica 19. Histórico de producción de maíz elotero.

Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

En año 2021 el 51.7% de la producción nacional de maíz elotero, se concentró en tres estados: Puebla (19.1%), Morelos (16.8%) y Jalisco (15.3%). Gráfica 20 y Mapa 4.



Gráfica 20. Principales estados productores de maíz elotero, 2021.
Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.



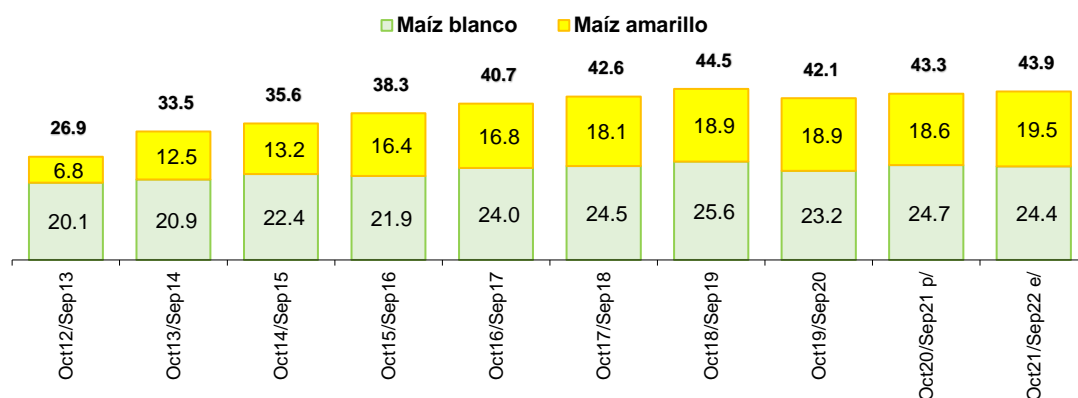
Mapa 4. Principales estados productores de maíz elotero, 2021.
(Toneladas)
Fuente: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

3.5 Consumo nacional de maíz

El consumo nacional aparente de maíz grano² mostró una tendencia creciente hasta el ciclo comercial 2018/19, para decrecer en el ciclo 2019/20. En los últimos cinco ciclos comerciales³ terminados (2015/16 - 2019/20) creció a una tasa promedio anual de 2.5%: para el maíz blanco fue de 1.5% y para el maíz amarillo de 3.7% (Gráfica 21).

Se estima que al cierre del ciclo comercial 2020/21 el consumo nacional aparente de maíz crezca 2.8% con respecto al ciclo previo, para ubicarse en 43.3 mdt: 56.2% de maíz blanco (24.4 mdt) y 43.8% de maíz amarillo (19.0 mdt). El consumo crecería 5.0% a tasa anual en maíz blanco y 0.2% en maíz amarillo.

El constante aumento de la demanda de maíz en México es motivado fundamentalmente por un mayor uso del grano para la alimentación animal y por el aumento de la población nacional. El sector avícola sigue siendo el principal consumidor de los granos forrajeros en el país, principalmente maíz. Cabe mencionar que el alimento representa aproximadamente el 65% del costo total de producción de carne de pollo (USDA, 2021).



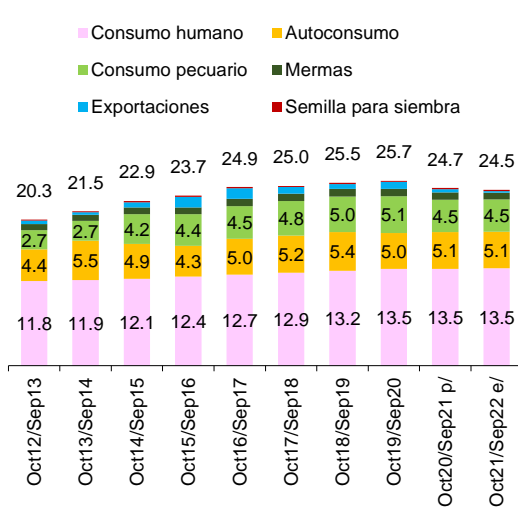
Gráfica 21. Consumo aparente de maíz grano en México.
(Millones de toneladas)
e/Estimado en septiembre de 2022.

Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

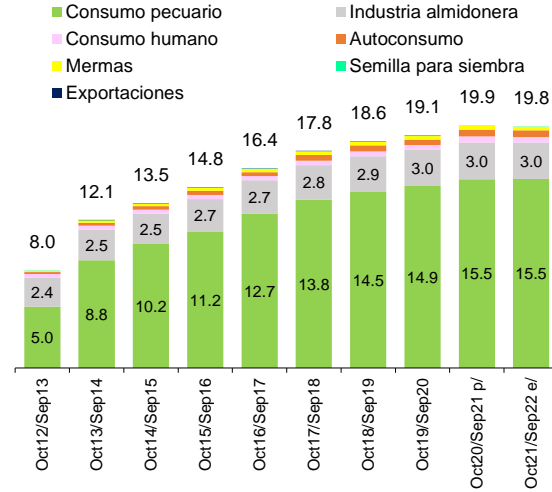
En los últimos cinco ciclos comerciales terminados, el consumo humano representó en promedio 51.8 % de la demanda de maíz blanco, en este tipo de grano destaca el crecimiento del uso pecuario, a una tasa promedio anual de 3.7 %, superior a la tasa de crecimiento anual de 2.1 % del consumo humano. Por su parte el maíz amarillo es utilizado principalmente para el consumo pecuario (77.4 % de la demanda total en los últimos cinco años), el segundo uso en importancia es para la industria del almidón (16.3 %), mientras que el consumo humano es reducido (2.2 %). El consumo pecuario de maíz amarillo creció a una tasa promedio anual de 7.4 % en los últimos cinco ciclos comerciales terminados. (Gráficas 22 y 23).

² Producción nacional, más importaciones, menos exportaciones.

³ El ciclo comercial inicia en octubre y termina en septiembre del año siguiente.



Gráfica 22. Maíz blanco



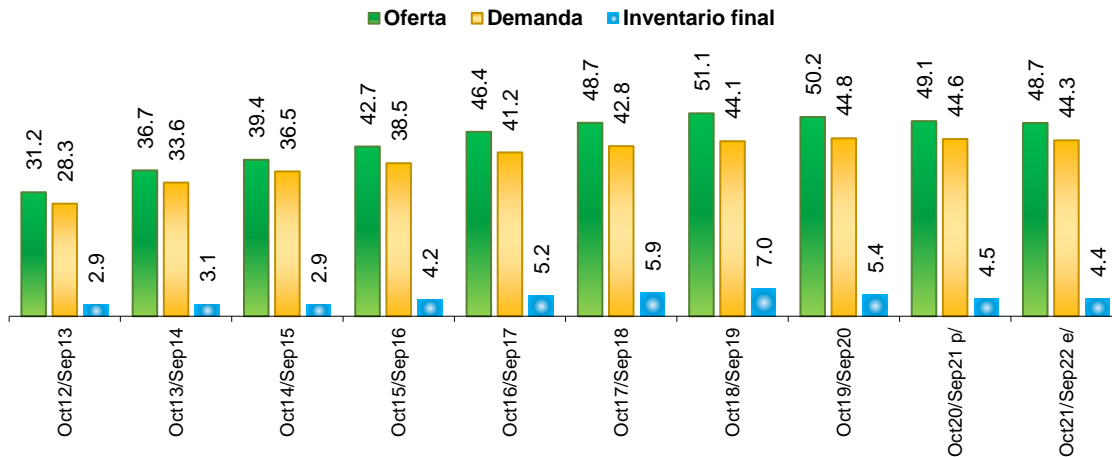
Gráfica 23. Maíz amarillo

Demanda de maíz grano en México por tipo, 2012/13-2021/22.

(Millones de toneladas) e/Estimado en septiembre de 2022.

Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

En los últimos años, la oferta de maíz en el país ha superado la demanda, esto, gracias a una mayor producción nacional y mayores importaciones. La oferta creció a una tasa promedio anual de 4.1% en los últimos cinco ciclos comerciales concluidos, mientras que la demanda lo hizo a un ritmo anual de 3.8%, ocasionando el crecimiento de los inventarios, que totalizaron 5.4 mdt al final del ciclo 2019/20: 1.8 mdt de maíz blanco y 3.6 mdt de maíz amarillo (Gráfica 24).



Gráfica 24. Oferta y demanda de maíz en México.

(Millones de toneladas) e/Estimado en septiembre de 2022.

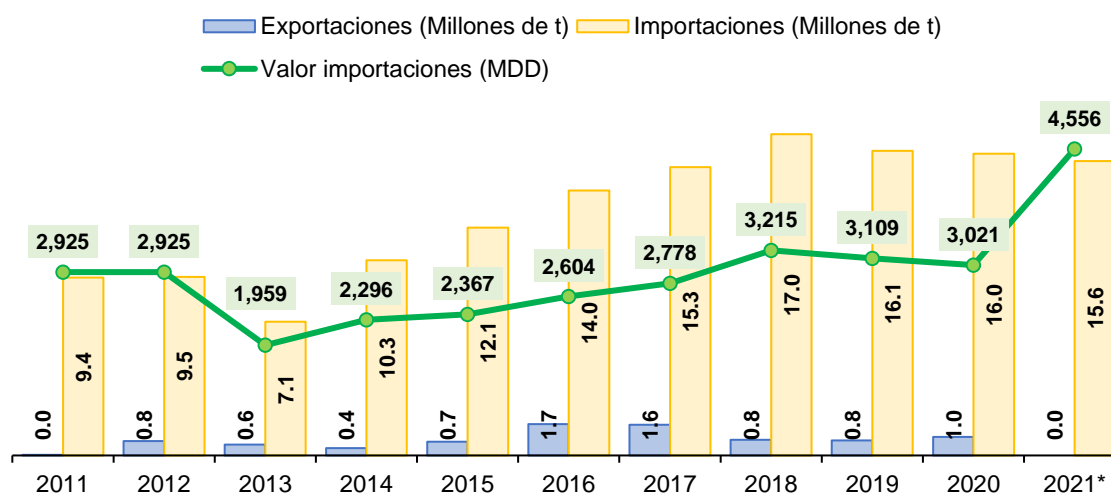
Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

3.6 Mercado internacional de maíz

La balanza comercial de maíz en México es deficitaria. Entre 2016 y 2020 las importaciones crecieron a una tasa promedio anual de 3.3%, al pasar de 14.0 a 16.0 mdt en el período.

Pero, en particular, en 2020 decrecieron a una tasa anual de 1.0%. Del volumen importado el 94.9% fue maíz amarillo. En cuanto a exportaciones, en 2020 se exportaron 979.3 mil toneladas, 97.6% de maíz blanco⁴ (Gráfica 25).

Históricamente Estados Unidos ha sido el principal proveedor de maíz grano de México. En 2020, 92.3% de las importaciones de maíz provinieron de esa nación, el resto provino de Brasil.



Gráfica 25. Comercio exterior de maíz, 2011-2020

* enero - noviembre 2021.

Fuente: Elaborado con datos del SIAVI-Secretaría de Economía, 2022.

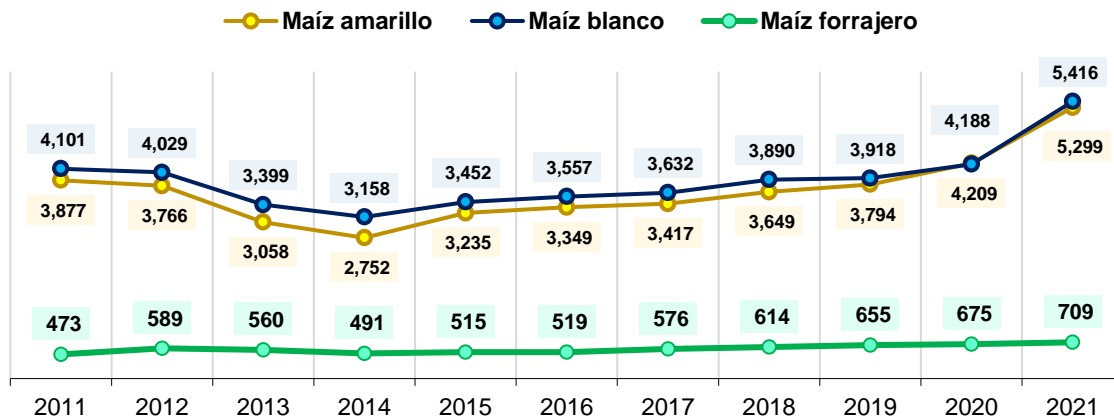
3.7 Precios nacionales de maíz

El precio del maíz dentro del país, es influenciado por el mercado, la oferta y la demanda, pero también, por los precios internacionales.

El precio medio rural (promedio anual) del maíz en México en el año agrícola 2021 se incrementó 28.9% en relación al año agrícola previo, para ubicarse en 5,403 pesos por tonelada. Así, el precio se incrementó por séptimo año consecutivo, impulsado principalmente por la demanda interna del grano.

El precio medio rural promedio del maíz blanco en 2021 registró un incremento anual de 29.3%, al ubicarse en 5,416.0 pesos por tonelada, mientras que el precio del maíz amarillo se incrementó 25.9% a tasa anual y se ubicó en 5,299.5 pesos por tonelada. Destaca el diferencial de precio a favor del maíz blanco (116.5 pesos por tonelada) respecto al precio del maíz amarillo. Este diferencial de precios, el año previo fue favorable al maíz amarillo (21.4 pesos por tonelada), sin embargo, históricamente el precio del maíz blanco ha sido más apreciado (Gráfica 26).

⁴ En la balanza comercial de maíz se consideraron las fracciones arancelarias: 10059003 (Maíz amarillo), 10059004 (Maíz blanco) y 10059099 (Los demás). Información referida a año calendario, a menos que se indique otra cosa.



Gráfica 26. Precio medio rural de maíz en México, 2010-2020
(Pesos por tonelada)

Fuentes: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

4. Importancia de langosta centroamericana

La langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker 1870) es una de las plagas agrícolas más importantes en el sureste de la República Mexicana y de otros estados del Pacífico y Golfo de México. Tiene altas tasas de reproducción y la capacidad para formar mangas que llegan a consumir hasta 30 toneladas de vegetación. Por otra parte, tiene una gran capacidad de dispersión, logrando desplazarse hasta 20 km/hora, abarcando grandes extensiones. (Garza, 2005).

Esta plaga es influenciada por elementos meteorológicos como: temperatura, precipitación y radiación solar, factores que inciden en su distribución, tasa de crecimiento, reproducción, migración y adaptación (OIRSA, 2019). La característica de formar mangas en diversas regiones y momentos del año, ha permitido determinar que el manejo de sus poblaciones sea de carácter preventivo; el cual consiste en combatir las poblaciones en la etapa de saltón y adulto en infestaciones bajas, impidiendo que formen bandos y mangas respectivamente, y por consiguiente lleguen a causar daños económicos agrícolas (SENASICA-DGSV, 2018).



Imagen 1. Daños de *Schistocerca piceifrons piceifrons*.

Los daños de esta plaga en la agricultura son ocasionados por ninfas y adultos al alimentarse de los cultivos, frutales, pastos y especies silvestres. Este daño se caracteriza por una defoliación total cuando las infestaciones son muy severas; observándose solo los tallos en cultivos de **maíz**, soya, sorgo, caña de azúcar y frutales. En árboles frutales, además de defoliar, comer frutos y descortezar, las mangas provocan el quiebre de ramas,

al posarse sobre ellas (Garza, 2005). Cuando se congregan en mangas y bandos, las langostas a menudo tienen la capacidad de **reducir los rendimientos hasta en un 80% o incluso destruir por completo** campos enteros de cultivos (Song, 2004).

La langosta centroamericana se alimenta de hasta 400 especies de plantas (Retana, 2000). Entre los principales hospedantes se enlistan los siguientes:

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Maíz **	<i>Zea mays</i>	Chile *	<i>Capsicum annuum</i>
Soya *	<i>Glycine max</i>	Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Frijol *	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Agave	<i>Agave tequilana</i>
Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>	Coco	<i>Cocos nucifera</i>
Sorgo *	<i>Sorghum bicolor</i>	Limón	<i>Citrus limón</i>
Cacahuete *	<i>Arachis hypogaea</i>	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
Algodón *	<i>Gossypium hirsutum</i>	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
Caña de azúcar *	<i>Saccharum officinarum</i>	Toronja	<i>Citrus paradisi</i>
Jitomate *	<i>Solanum lycopersicum</i>	Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>
Plátano *	<i>Musa paradisiaca</i>	Palma de aceite	<i>Elaeis guineensis</i>

Tabla 4. Principales hospedantes de *Schistocerca piceifrons piceifrons*.

* Hospedantes principales. (SAGAR, 1997; Barrientos-Lozano *et al.*, 1992). La langosta muestra alta preferencia por el cultivo de maíz. ** Gutiérrez 1962; Poot-Pech *et al.*, 2020.

Actualmente en México, se lleva a cabo la campaña contra la langosta en diez entidades federativas, en ella se establecen las medidas fitosanitarias para el control de la plaga, lo que permite reducir los niveles de infestación y el riesgo de daño en zonas de interés agrícola, así evitar impactos económicos perjudiciales a los productores.

4.1 Comportamiento epidemiológico de la langosta centroamericana en México

Las langostas presentan dos generaciones por año y experimentan cambio de fases (solitaria y gregaria) que las hace ser un peligro potencial como plaga; una de las características principales de las langostas es que pueden presentar modificaciones fisiológicas y morfológicas que afectan su comportamiento poblacional, transformándose en plaga peligrosa (Barrientos, 2003).

Primera generación:

- Periodo de cópula de la primera generación inicia en abril y finaliza hasta julio, lo cual coincide con el periodo de lluvias.
- La oviposición inicia en mayo y termina en julio.
- El periodo de saltones inicia en mayo, dando fin en agosto.
- Los adultos se presentan de julio a septiembre.

Esta generación dura de 60 a 80 días y es la que ocasiona los mayores daños al cultivo (Barrientos, 2003).

Segunda generación,

- Inicia el periodo de cópula a finales de agosto y concluye en noviembre.
- El periodo de la oviposición va de septiembre a noviembre.
- La muerte del adulto se produce aproximadamente a los 22 días posteriores.
- El periodo de saltones inicia a fines de septiembre y se prolonga hasta principios de enero, de los cuales el mes de octubre es el de mayor densidad poblacional.
- Los adultos se presentan de noviembre a abril ya que entran en diapausa imaginal, debido a la falta de humedad, condiciones desfavorables para continuar con el desarrollo sexual, esta generación tarda 155 días (Barrientos, 2003). Figura 2.

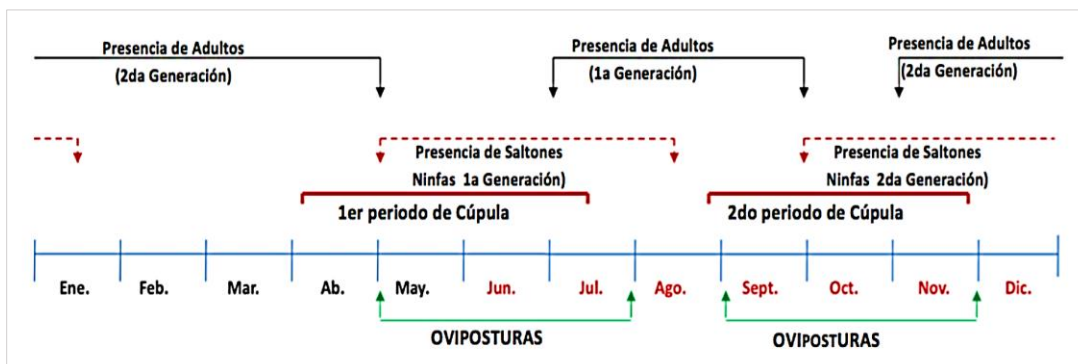


Figura 2. Ciclo biológico que presenta *Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker, 1870.
Fuente: Senasica, 2016.

Actualmente una de las estrategias del SENASICA, es llevar a cabo análisis epidemiológicos de plagas de interés, con el fin de predecir, en este caso, brotes de la langosta, que se puedan presentarse en un área y periodo definido, y prevenirlos oportunamente. Para ello se ha observado el comportamiento que tuvo la langosta históricamente, de acuerdo a lo monitoreado en años anteriores, a través de lo que se registra en el Sistema de Información de Campañas Fitosanitarias (SICAFI).

Cabe resaltar que, de los diez estados donde actualmente se lleva a cabo la campaña contra la langosta, cada uno cuenta con factores bióticos y abióticos propios y específicos, aun así, existen similitudes entre ellos e importantes diferencias. Sin embargo, ha sido sustancial caracterizar a cada estado, por tal razón, se recurrió a la identificación y elaboración de canales endémicos, que expresen la relación entre factores bióticos y abióticos, niveles de infestación de la plaga, las acciones de control y los riesgos económicos, esto a través del análisis de la distribución espacio-temporal y la tendencia estacional de la plaga. Con esta información, se pretende representar el comportamiento esperado de dicho insecto en un año calendario, para poder implementar acciones preventivas de forma oportuna y así evitar daños en los cultivos agrícolas en riesgo.

El análisis del canal endémico, permite observar el número brotes que se presentaron en un área y período definido, y compararlos con años anteriores. Así, deducir la presencia de un problema fitosanitario, al visualizar excesos de brotes, con lo cual se puede confirmar una epidemia y el nivel de daño económico registrado. Dichos daños dependerán de la densidad de la población de la plaga y sus efectos en la reducción del valor del cultivo, ya

sea por un menor rendimiento o baja calidad, lo que justifica el costo de las medidas de control (Pedigo, *et al.*, 1986).

Derivado del análisis epidemiológico de langosta para la elaboración de canales endémicos de la plaga, se identificaron tres regiones:

1. Sur (*Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz*)
2. Península (*Campeche, Yucatán y Quintana Roo*) y
3. Huasteca (*Veracruz, Hidalgo, San Luis Potosí y Tamaulipas*)

Una vez caracterizada cada región, se les realizó un análisis espacial Multicriterio, para observar el desarrollo de la plaga y sus impactos económicos en la producción de cultivos hospedantes primarios por región (Tabla 5).

Con los resultados arrojados, se observa que, la mayor superficie sembrada en riesgo, se ubica en la región Sur. Sin embargo, el mayor número de posibles productores afectados está en la región Península. Por último, en las tres regiones, el maíz es un cultivo presente susceptible a la plaga y de importancia, tanto por la superficie sembrada, como por su volumen y valor de producción.

Región	Sur	Península	Huasteca	Total
Estados	Tabasco, Chiapas, Veracruz y Oaxaca	Campeche, Quintana Roo y Yucatán	Veracruz, Hidalgo, San Luis Potosí y Tamaulipas	
Número de Municipios	643	126	216	985
Impacto en cultivos hospedantes principales.				
Superficie sembrada (Ha)	2,300,504	563,351	2,143,714	5,007,569
% aportación nacional	18%	4%	16%	38%
Producción (Ton)	34,250,728	4,530,553	4,530,553	43,311,834
% aportación nacional	27%	4%	15%	46%
Valor de la producción (MDP)	44,508	8,783	36,432	89,723
% aportación nacional	15%	2%	12%	29%
Dependencia en la producción agrícola de cultivos hospedantes principales.				
Superficie sembrada (Ha)	66%	49%	76%	
Producción (Ton)	65%	45%	59%	
Valor de la producción (MDP)	66%	64%	73%	
Cultivos por mayor Superficie Sembrada	<ul style="list-style-type: none"> • maíz (63%) • caña de azúcar (18%) • plátano (2%) 	<ul style="list-style-type: none"> • maíz (61%) • soya (10%) • caña de azúcar (9%) 	<ul style="list-style-type: none"> • sorgo (37%) • maíz (32%) • naranja (11%) 	
Cultivos por mayor Producción	<ul style="list-style-type: none"> • caña de azúcar (81%) • maíz (8%) • plátano (4%) 	<ul style="list-style-type: none"> • caña de azúcar (63%) • maíz (14%) • naranja (5%) 	<ul style="list-style-type: none"> • caña de azúcar (55%), • naranja (16%) • maíz (10%) 	
Cultivos por mayor Valor de la Producción	<ul style="list-style-type: none"> • caña de azúcar (46%) • maíz (24%) • plátano (9%) 	<ul style="list-style-type: none"> • maíz (29%) • caña de azúcar (24%) • soya (10%) 	<ul style="list-style-type: none"> • caña de azúcar (24%) • maíz (19%) • sorgo (15%) • naranja (15%) 	
Productores (personas)*	12,958	25,858	14,527	53,343

Tabla 5. Impactos económicos por hospedantes principales en cada región.

*Estimación de productores localizados en las áreas de alto y medio riesgo a la plaga.

Fuente: SENASICA, 2020.

4.2 Impactos económicos de la langosta centroamericana

El mayor efecto económico de la langosta es la reducción y pérdida de la producción agrícola o la menor calidad de esta, lo que trae como consecuencia la reducción de ingresos. La gravedad de las consecuencias económicas dependerá de las circunstancias específicas. Si la economía del sector agrícola está relativamente diversificada y si existen otras fuentes de ingresos, se reducirá su importancia. Inversamente, si la economía local es muy dependiente de uno o unos pocos productos básicos vulnerables, el efecto será mucho mayor y afectará la seguridad alimentaria local, siendo las pérdidas relativas al bienestar mayores al valor monetario de la producción pérdida. En este caso, la langosta centroamericana es una plaga importante, porque ataca a una gran variedad de cultivos, entre ellos granos básicos indispensables en la dieta de mexicana, como lo es el maíz.

- Efectos en los precios y el mercado

Los efectos en la producción agrícola pueden ir acompañados de variaciones en los precios, al determinarse los efectos de la plaga sobre la oferta y la demanda. Los efectos en los mercados pueden inducir también variaciones en los salarios agrícolas, en el empleo de las industrias de transformación y pueden extenderse también a las actividades anteriores y posteriores del ciclo. Dependiendo del mercado que tengan los productos agrícolas afectados, un brote puede provocar una elevación repentina de los precios (si la mayor parte de la producción se consume en el país). Los efectos relativos de la reducción de la producción en los productores y los consumidores dependerán de la elasticidad relativa de la demanda y la oferta (es decir de la capacidad de responder tanto de la demanda como de la oferta a los cambios en los precios). Históricamente se ha observado que, una disminución en la oferta de maíz, ha ocasionado presión al alza en sus precios, por consiguiente, un ataque de langosta a este cultivo, tendría este efecto al reducir el volumen de producción.

- Comercio

La plaga puede tener consecuencias importantes para los agricultores disminuyendo la oferta interna de un cultivo, y propiciando así una mayor dependencia de los mercados externos, si el cultivo es de primera necesidad, al tener que cubrir el déficit que deja la plaga en la producción, con importaciones. Considerando al maíz, un ataque de langosta a este cultivo, traería consigo agravar la dependencia que tiene México hacia las importaciones de este cultivo, para lograr la suficiencia alimentaria del principal cultivo que se consume en el país.

- Seguridad alimentaria y nutrición

Con frecuencia los ataques de langosta pueden ocasionar importantes efectos negativos en la seguridad alimentaria y la nutrición, principalmente en los países en desarrollo. Sin embargo, el crecimiento del comercio internacional de productos agrícolas amortigua los efectos potenciales de la plaga en la disponibilidad de alimentos, aunque pueden convertirse en un gran problema en las comunidades más pobres que no tienen acceso a suministros de sustitución.

Actualmente la seguridad alimentaria es objeto de preocupación de las autoridades nacionales en los países en desarrollo, y es uno de los principales argumentos que se utilizan en favor de la asistencia internacional a los programas de control de la langosta (FAO, 2020). En México esta plaga ha demostrado ser altamente devastadora para la agricultura nacional y representa una amenaza para la seguridad alimentaria del país, al tener dentro de sus hospedantes potenciales, granos básicos como el maíz y el frijol, dieta básica de los mexicanos.

- Costos financieros

Una plaga, como lo es la langosta centroamericana, conlleva consecuencias presupuestarias para implementar medidas en su combate, generalmente implican gastos que incluyen los costos de vigilancia y erradicación. Además, en muchas ocasiones los gobiernos proveen asistencia financiera a los productores afectados. Los costos de algunas de estas medidas son proporcionales al tamaño del sector agrícola que se protege, mientras que otros están menos estrechamente relacionados con él. Los beneficios de la prevención y la preparación para las emergencias no se ven directamente y dependen de los cálculos hechos sobre el ahorro logrado al evitarse las infestaciones y los brotes. En el caso de México desde el año 1998 se han realizado inversiones para el control y erradicación de la langosta centroamericana.

4.3 Inversión Federal de la Campaña de Langosta

La langosta centroamericana es un insecto que ha estado presente en México desde hace más de 500 años, existen registros de que civilizaciones como la Azteca y la Maya la combatían para proteger sus cultivos, principalmente de maíz (SENASICA, 2022).

Desde 1998 la hoy Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), a través del SENASICA, opera la campaña contra langosta centroamericana, con el fin de mantener una baja densidad de las poblaciones y evitar la formación de mangas, con ello, invasiones y daños a los cultivos agrícolas y pastizales.

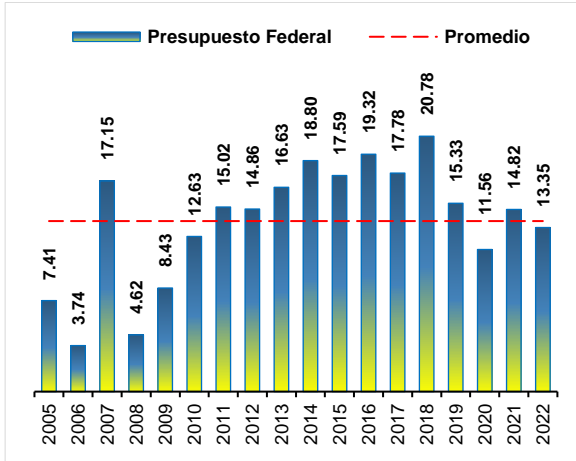
De 2010 a la fecha la campaña se ejecuta en diez entidades federativas: Campeche, Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Mapa 5), donde se realizan acciones de exploración, muestreo y control (químico y biológico), con la finalidad de combatir a la langosta centroamericana y proteger el campo mexicano. Estas acciones se implementan con recursos del Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria de la SADER, a través de las Instancias Ejecutoras autorizadas por el Senasica (Senasica, 2016 y 2022a).

En el periodo de 2005 al 2022, la federación invirtió un monto total de 249.81 millones de pesos para la Campaña contra la Langosta Centroamericana en los diez estados antes

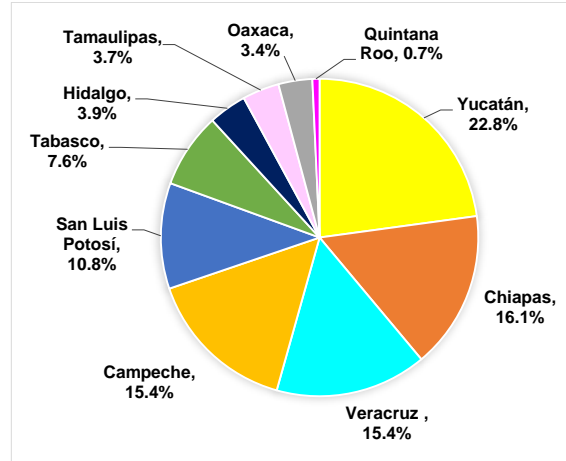


Mapa 5. Estados con campaña de Langosta Centroamericana, 2022.
Fuentes: Elaborado con datos del SENASICA, 2022

mencionados (Gráfica 27). Tan solo en 2022 se asignó un monto anual de 13.35 millones de pesos, de este monto cuatro estados reciben el 69.8% del presupuesto: Yucatán, Chiapas, Veracruz y Campeche (Gráfica 28).



Gráfica 27. Histórico de la inversión federal para la Campaña de Langosta Centroamericana. (Millones de pesos)



Gráfica 28. Participación % del presupuesto anual de la Campaña de Langosta Centroamericana por estado, 2022.

Fuente: SENASICA-SIRVEF, 2022.

5. Modelo para cuantificar las posibles pérdidas económicas por langosta centroamericana

La langosta centroamericana tiene el potencial de dañar y afectar gravemente a varios cultivos, siendo el maíz uno de sus hospedantes con alta preferencia por la plaga. Las condiciones climáticas y de hábitat han propiciado la presencia de la plaga en ciertas regiones del territorio mexicano, favoreciendo el desarrollo y establecimiento de langostas a través del tiempo (Mapa 5).

En el presente estudio se realiza un **Análisis de Costo Beneficio (ABC)** con el **objetivo de evaluar la viabilidad económica de las operaciones realizadas en la Campaña de Langosta Centroamericana para controlar la plaga**. El área de estudio considera las diez entidades federativas donde opera la campaña (*Campeche, Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán*), con el fin de proteger los cultivos agrícolas.

Primero se identificaron y cuantificaron los beneficios a considerar en el presente análisis, para ello, se tomó en cuenta el valor de la producción que se obtiene por salvaguardar el cultivo de maíz, se consideró este cultivo como la variable más representativa, al considerarse un hospedante preferencial y ocupar el primer lugar por valor de producción, por superficie sembrada, así como cosechada; y el cuarto lugar en cuanto a volumen producido dentro del sector agrícola nacional. Así también por su importancia en la seguridad alimentaria del país.

Esto se hizo a través de dos escenarios, con y sin campaña, para un periodo de tiempo de 3 años (2022-2024), y utilizando un factor de descuento⁵ del 10%, el cual se aplicó para proyectar los beneficios y costos a valor presente, así como calcular los indicadores económicos de rentabilidad en cada situación: valor presente neto (VPN) y la relación beneficio-costos (RBC) en cada escenario proyectado.

5.1 Consideraciones para el Análisis Costo Beneficio de la Campaña contra la Langosta Centroamericana

La **tasa de descuento** es un factor financiero, que se utiliza para calcular el valor actual de un dinero futuro, debido a que el valor del dinero no es constante a lo largo del tiempo. Su estimación se hace con base en: costos de oportunidad del dinero propio o financiado (en caso de un préstamo), prima de riesgo e inflación. Cuanto mayor es la tasa de descuento, menor es el valor actual. Además, esta tasa reduce el valor de los flujos de efectivo en función del tiempo, a más tiempo analizado, menor valor se le otorga al dinero en el momento presente, y sirve para traer un valor del dinero futuro al día de hoy. El valor de la tasa de descuento social es proporcionado por una institución financiera oficial, para el caso de México es a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

La **relación beneficio costo (B/C)** es un criterio que consiste en calcular el valor presente de los beneficios y dividirlo entre el valor presente de los costos, utilizando un factor de descuento o costo de oportunidad de los fondos, igual a la tasa de descuento, que en este ejercicio se tomó del 10%. Para que se considere una inversión rentable, los beneficio a obtener deben ser mayores a los costos en valor presente, por lo tanto, se puede concluir que aquellas inversiones con un B/C mayor a 1 son aceptadas. La fórmula matemática es:

Fórmula 2.	Donde:
$B/C = VPi/VPe$	VPi = Valor Presente de los ingresos VPe = Valor Presente de los egresos

El **Valor Presente Neto (VPN)** es un criterio que mide la ganancia o pérdida en pesos a precio actual de un proyecto (producción del cultivo de maíz en el área de estudio), después de descontar la inversión o costos incurridos, aplicando una tasa de descuento. A mayor valor de la tasa de descuento menor será el VPN. Un valor positivo del VPN, indica que el valor remanente o en términos de valor presente, excede el valor original de la inversión, por lo tanto, existe una ganancia o beneficio; de lo contrario, si es negativo, es una pérdida; si es cero, no generará ni beneficios ni pérdidas. La expresión matemática para obtener este indicador es la siguiente:

Fórmula 3.	Donde:
	t = tiempo

⁵ Se denomina factor de descuento (FD) o factor de actualización (FA) al coeficiente utilizado para averiguar el valor actual (presente) de cualquier flujo de caja futuro. El valor del 10%, equivale a la tasa social descuento propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para la elaboración y presentación de los Análisis Costo Beneficio de los programas y proyectos de inversión desde año 2013.

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FC_t}{(1+r)^t}$$

n = años de vida útil del negocio
 FC_t = Flujo de caja neto en el periodo indicado
 r = tasa de descuento

5.2 Descripción de los escenarios:

Escenario uno, en este escenario se contrasta el gasto que realiza el SENASICA y los estados para el control de la plaga (inversiones en la Campaña contra la Langosta Centroamericana), más los costos de producción de maíz (grano, forrajero y elotero) en los que incurren los productores, versus los beneficios generales que se obtendrán por el valor de la producción del cultivo en el área de estudio. Con esta información, se calcula la rentabilidad que actualmente tiene la producción del cultivo con presencia de la campaña, basándose en el comportamiento que tuvo 3 años atrás (2019-2021). Tabla 6.

Año	Tipos de maíz	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Superficie siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor de la producción (Miles de pesos)
2019	Elote	13,816	13,246	570	169,280	12.8	\$ 2,530	\$ 428,234
	Forrajero en verde	10,834	10,530	304	384,298	36.5	\$ 555	\$ 213,124
	Grano	2,733,111	2,463,051	270,059	5,311,944	2.2	\$ 3,951	\$ 20,987,076
	Palomero	223	223	-	596	2.7	\$ 6,350	\$ 3,785
	TOTAL	2,757,984	2,487,050	270,934	5,866,119			\$ 21,632,219
2020	Elote	16,635	16,080	555	194,982	12.1	\$ 3,261	\$ 635,931
	Forrajero en verde	13,673	13,075	598	374,917	28.7	\$ 562	\$ 210,527
	Grano	2,860,060	2,683,440	176,621	5,485,363	2.0	\$ 4,263	\$ 23,386,755
	Palomero	205	205	-	718	3.5	\$ 6,367	\$ 4,572
	TOTAL	2,890,573	2,712,799	177,774	6,055,981			\$ 24,237,785
2021	Elote	15,497	15,497	-	199,431	12.9	\$ 3,087	\$ 615,581
	Forrajero en verde	13,590	13,113	478	387,031	29.5	\$ 582	\$ 225,236
	Grano	2,830,191	2,696,652	133,539	5,383,292	2.0	\$ 4,646	\$ 25,008,578
	Palomero	205	205	-	688	3.4	\$ 6,322	\$ 4,350
	TOTAL	2,859,483	2,725,466	134,017	5,970,442			\$ 25,853,746

Tabla 6. Estadísticas de la producción de maíz en el área de estudio, 2019-2021.

Fuente: elaborado con datos del SIAP, 2022.

Se asume que los beneficios del control de langostas se acumulan al tratar a los bandos de juveniles, antes de que puedan formar mangas que afecten negativamente a los cultivos. Por lo tanto, los beneficios con campaña, se estimaron utilizando un modelo de hoja de cálculo aplicando datos sobre la superficie sembrada y el valor de la producción de maíz (grano, forraje y elote) que se genera actualmente en el área de estudio, con base a estadística agrícola que reporta el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) sobre productividad y generación de valor económico del cultivo de maíz.

En tanto los costos, por una parte, se obtuvieron de los presupuestos de la Campaña contra la Langosta Centroamericana, que en los últimos 10 años fue de 18.6 millones de pesos en

promedio, 90.1% aportación del SENASICA y el 9.9% participación estatal. Más los costos de producción del cultivo de maíz, que se estimaron con información proporcionada por Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) de acuerdo a paquetes tecnológicos utilizados para: maíz grano, maíz forrajero y maíz elotero, tanto en riego como en temporal y de acuerdo al ciclo de producción, primavera-verano (PV) y otoño-invierno (OI). Tabla 7.

Ciclo	Modalidad	Tipos de maíz	Superficie sembrada (Ha)	% superficie sembrada por zona de riesgo*			Superficie cosechada (Ha)	Superficie siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor de la producción (Miles de pesos)	Costos de producción (\$/Ha)	Costos de producción (Miles de \$)
				Alto	Medio	Bajo								
OI	Riego	Elote	5,224	21.7%	9.6%	68.7%	5,224	0	77,183	14.8	2,483	191,623	15,351	80,197
OI	Temporal	Elote	2,905	50.8%	49.2%	0.0%	2,905	0	28,371	9.8	3,316	94,083	20,309	58,998
PV	Riego	Elote	5,352	1.6%	6.3%	92.1%	5,352	0	75,521	14.1	3,607	272,375	14,377	76,950
PV	Temporal	Elote	2,015	0.7%	99.3%	0.0%	2,015	0	18,356	9.1	3,132	57,500	14,030	28,271
OI	Riego	Forraje verde	2,616	88.8%	0.7%	10.5%	2,616	0	83,983	32.1	694	58,260	16,224	42,448
OI	Temporal	Forraje verde	2,219	100.0%	0.0%	0.0%	2,219	0	79,813	36.0	653	52,100	21,406	47,500
PV	Riego	Forraje verde	3,629	6.2%	0.0%	93.8%	3,629	0	139,407	38.4	484	67,508	10,166	36,893
PV	Temporal	Forraje verde	5,126	16.4%	0.0%	83.6%	4,648	478	83,828	18.0	565	47,369	8,257	42,324
OI	Riego	Grano	140,727	24.5%	69.6%	5.9%	118,643	22,084	572,221	4.8	4,583	2,622,620	14,414	2,028,430
OI	Temporal	Grano	439,238	18.0%	75.7%	6.3%	432,351	6,888	866,414.0	2	4,493	3,893,007	7,575	3,327,355
PV	Riego	Grano	90,275	4.5%	12.4%	83.1%	89,371	904	563,183	6.3	4,573	2,575,497	21,542	1,944,657
PV	Temporal	Grano	2,159,951	18.1%	48.7%	33.2%	2,056,288	103,664	3,381,474	1.6	4,707	15,917,455	6,148	13,279,185
OI	Riego	Palomero	205	0.0%	100.2%	0.0%	205	0	688	3.4	6,322	4,350	13,844	2,833
Total			2,859,483				2,725,466	134,017	5,970,442			25,853,746		20,996,041

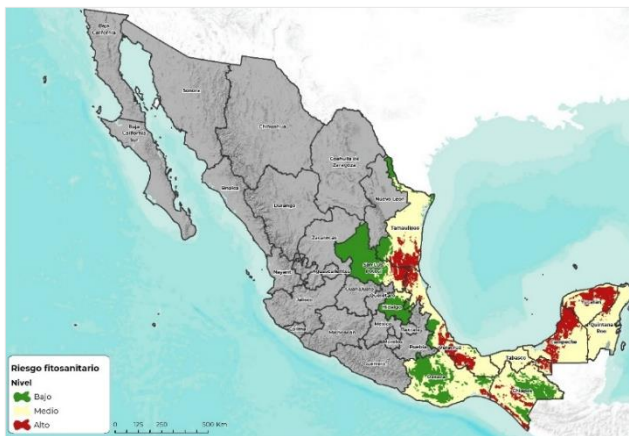
Tabla 7. Estadísticas de la producción de maíz por ciclo y modalidad en el área de estudio, 2021.

Fuente: elaborado con datos del INIFAP**, FIRA**, SENASICA*, SIAP; 2022.

Posteriormente, el escenario uno con campaña se compara con un escenario dos o sin campaña.

En el escenario dos, los únicos gastos considerados son los de producción de maíz (grano, forraje y elote), frente a los beneficios que probablemente se generarán en el cultivo, después de estimar los daños que podrían ocurrir en ausencia de control de la plaga langosta centroamericana en el área de estudio.

Los beneficios y las pérdidas en la producción de maíz (grano, forraje y elote) por presencia de la plaga, se obtuvieron con base en zonas de riesgo que resultaron del Sistema de Alerta Temprana, el cual emplea un Análisis Espacial Multicriterio para definir la distribución de la langosta centroamericana, utilizando variables de análisis espacial como: perspectiva y actitud climática, humedad del suelo, índice de vegetación, presencia de langosta, entre las más representativas.



Mapa 6. Riesgo fitosanitario de langosta centroamericana en las 10 entidades federativas con campaña.

Se obtuvieron tres zonas de riesgo: alta, media y baja. De las 2.85 millones de hectáreas de superficie sembrada de maíz (grano, forraje y elote) en el área de estudio: **18%** se encuentra en una **zona de alto riesgo**, **52%** se ubica en la **zona de medio riesgo**, deduciendo que, sin acciones de control de la langosta centroamericana, se formarían poblaciones de mangas de difícil control, ocasionando daños y por consecuencia reducción de rendimientos en el cultivo en un 80%.

Por su parte la zona de bajo riesgo, abarca el 30% de las hectáreas de maíz, en esta superficie es casi nula la presencia de la plaga, asumiendo que no existiría reducción en la producción del cultivo (Mapa 6).

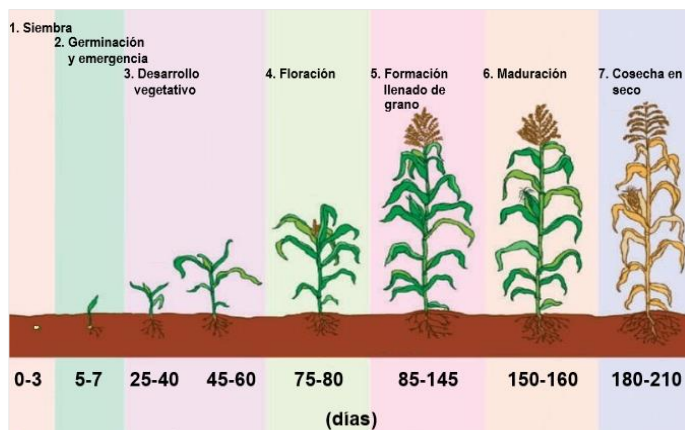


Figura 3. Etapas de desarrollo del cultivo de maíz. Fuente: CESAVEG, 2008.

Si bien, la extensión del daño depende de la densidad del brote, así como de la cantidad y el valor de la materia vegetal consumida, en el presente modelo económico de cuantificación de posibles daños, se consideran pérdidas del 80% de la producción en la zona de alto y medio riesgo. Bajo el supuesto de que la superficie sembrada de maíz (grano, forraje y elote), es atacada por la langosta centroamericana al final de su etapa fenológica de

desarrollo vegetativo, etapa más susceptible a la plaga, aproximadamente en el día 60 después de la siembra (Figura 3).

En consecuencia, los beneficios que se contabilizan en este escenario sin campaña, es el valor de la producción al 100% que se genera en la zona de bajo riesgo, más el 20% del valor de la producción que se estima sobreviva en las zonas de alto y medio riesgo, después de que se asumen daños en el cultivo de maíz a causa de la plaga, que provocan reducción de su rendimiento en un 80%, derivado de la formación de poblaciones de mangas de langosta centroamericana, esto, en ausencia de acciones de control de la plaga.

En cuanto a los costos que se contemplan en este escenario, únicamente se contabilizan los costos de producción, al 100% en la zona de bajo riesgo. Para las zonas de alto y medio riesgo, se consideró los costos de producción al 100% solamente en el 20% de la superficie sembrada, en el restante 80% de la superficie sembrada, se tomó en cuenta que la plaga llega al final del desarrollo vegetativo de la planta, truncando así la producción de maíz. Por lo tanto, se asume solo el 58.7% del costo de producción del paquete tecnológico del cultivo, en lo correspondiente a su ciclo primavera-verano y el 62.1% de este costo, para el ciclo otoño-invierno. Se adjudica que estos porcentajes son la inversión que el productor realizó hasta ese momento, de acuerdo a una estimación basada con el calendario de inversiones de estos paquetes tecnológicos.

6. Resultados generales del estudio

Después de modelar la producción de maíz en el área de estudio con y sin presencia de la campaña langosta centroamericana, se obtuvieron las posibles pérdidas en el escenario sin campaña, que se tendrían en el cultivo a causa de los daños que provocaría la plaga, al reducir el rendimiento en un 80% en las zonas afectadas, alta y medio riesgo, tanto las acumulativas como la anual del primer año del evento.

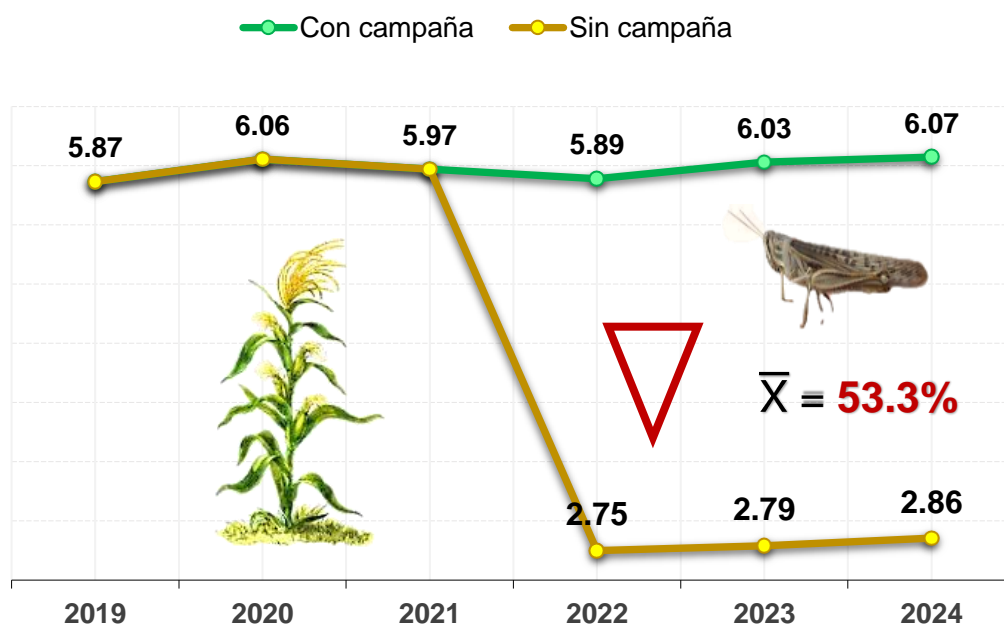
Con las condiciones modeladas la producción se reduciría en un 53% en el escenario sin campaña, suponiendo que la superficie sembrada de maíz en las zonas de alto y medio riesgo, es atacada por la plaga en su etapa de desarrollo vegetativo, disminuyendo el rendimiento del cultivo en un 80% en estas zonas. La zona afectada total es equivalente al 56% de la superficie sembrada de maíz en el área de estudio, por lo tanto, solo el 44% de la superficie sembrada se cosechará: 20% de las zonas de alto y medio riesgo, así como el 100% de la zona de bajo riesgo (Tabla 8).

Escenario	Conceptos del cultivo de maíz	Zonas de riesgo			Total
		Alta	Media	Baja	
Con campaña	Superficie cosechada (Ha)	464,082	1,350,821	750,719	2,565,623
	% aportación de la Sup. Cos.	18.1%	52.7%	29.3%	100%
	Costos de producción (Miles de pesos)	\$3,815,441	\$10,801,867	\$ 6,540,664	\$ 21,157,972
	Producción (Ton)	1,186,655	2,737,960	1,964,459	5,889,075
	% aportación de la producción	20.2%	46.5%	33.4%	100%
	Beneficios (Miles de pesos)	\$4,672,011	\$13,116,571	\$ 8,306,523	\$ 26,095,105

Escenario	Conceptos del cultivo de maíz	Zonas de riesgo			Total
		Alta	Media	Baja	
	Ganancias de la producción	\$ 856,570	\$ 2,314,704	\$ 1,765,859	\$ 4,937,133
Sin campaña	Daños en la superficie sembrada por la langosta centroamericana	80.0%	80.0%	0.0%	56%
	Superficie cosechada (Ha)	92,816	270,164	750,719	1,113,700
	% aportación de la Sup. Sem.	8.3%	24.3%	67.4%	100%
	Costos de producción (Miles de pesos)	\$2,592,001	\$ 7,347,944	\$ 6,540,664	\$ 16,480,610
	Producción (Ton)	237,331	547,592	1,964,459	2,749,382
	% aportación de la producción	8.6%	19.9%	71.5%	100%
	Beneficios (Miles de pesos)	\$ 934,402	\$ 2,623,314	\$ 8,306,523	\$ 11,864,240
	Ganancias de la producción	-\$1,657,599	-\$ 4,724,630	\$ 1,765,859	-\$ 4,616,370

Tabla 8. Efectos de los daños de langosta centroamericana en el cultivo de maíz para el área de estudio.

De seguir con la campaña para el año 2024 se estima una producción de 6.07 millones de toneladas y sin campaña se estimó de 2.86 millones de toneladas en el área de estudio, equivalente al 47.0% del volumen obtenido en el escenario con campaña (Gráfica 29).

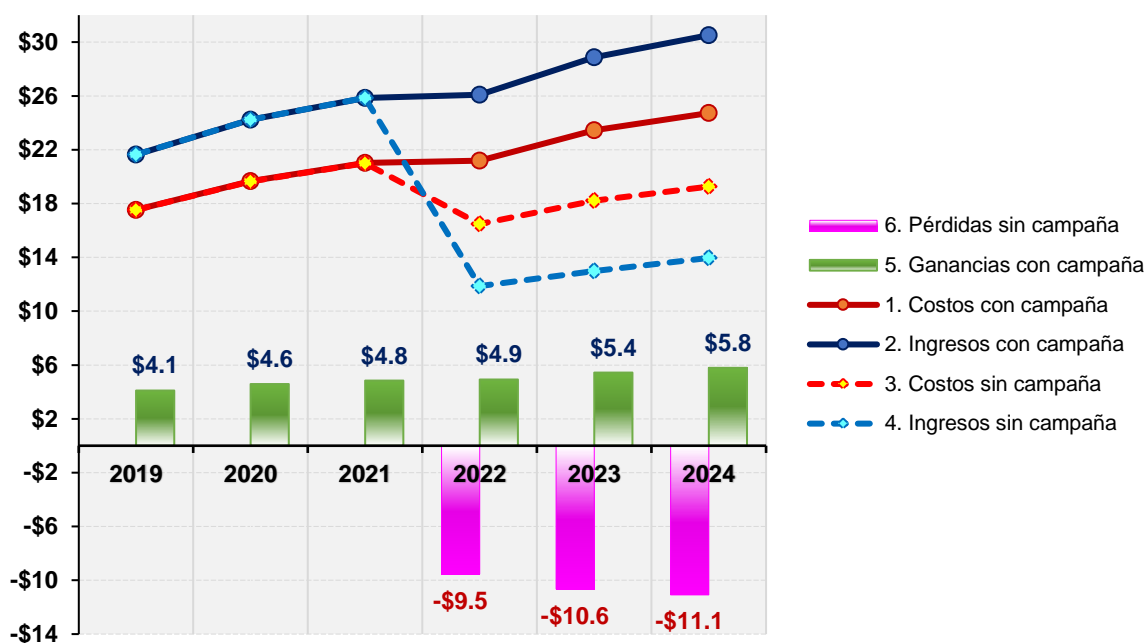


Gráfica 29. Producción de maíz con y sin campaña 2019-2024.
(Millones de toneladas)

En la gráfica 30, se ilustra el comportamiento de los costos, ingresos, ganancias o pérdidas por la producción de maíz (grano, forraje y elote) en cada escenario, para el periodo de 2019 a 2024. En el escenario uno o situación **con campaña**, la proyección de los costos (costos de producción más costos de campaña) e ingresos (valor de la producción de maíz), ambas variables [1 y 2] tienen tendencias al alza, y en todos los años presentan ganancias

[5] de aproximadamente 4.9 mil millones de pesos, para los productores del cultivo de maíz en el área de estudio.

En tanto, en el escenario dos o situación **sin campaña**, la inclinación de las variables [3 y 4], costos (únicamente costos de producción) e ingresos (valor de la producción que queda después del ataque de la plaga) presentan tendencias a la baja de 2022 a 2024. Siendo más drástica la caída, en la variable ingresos, para los años con presencia de la plaga. Además de registrarse pérdidas [6] anuales de aproximadamente 10.4 mil millones de pesos para los productores de maíz en el área de estudio.



Gráfica 30. Costos, ingresos y posibles pérdidas de la producción de maíz con y sin campaña, 2019/2024. (Miles de millones de pesos)

De manera general, los beneficios del cultivo de maíz (grano, forraje y elote) que se consideran en el estudio son: el volumen de producción ofertado, los jornales agrícolas y el valor de la producción generada, la derrama económica que se tiene en la industria de fertilizantes y plaguicidas, insumos de mayor peso en los paquetes de producción del cultivo.

En el periodo de 2022 a 2024 para el escenario con campaña, se estima que el cultivo de maíz genere beneficios equivalentes a: 17.9 millones de toneladas en producción; 42.8 millones de jornales; 70,515 millones de peso por valor de la producción; y una derrama económica de 25,809 millones pesos en salarios agrícolas y por la adquisición de fertilizante y plaguicidas. Sin embargo, en el escenario sin campaña, los posibles beneficios disminuirían drásticamente en un 53%, quedando una producción de 8.3 millones de toneladas producidas; 20.3 millones de jornales; 32,003 millones de peso por valor de la producción; y tan solo una derrama económica de 12,245 millones pesos.

Así también, se estimaron las pérdidas después de un ataque de langosta centroamericana en el área de estudio, que en el escenario sin campaña sería la falta o ausencia de beneficios, que se esperaría tener en el escenario con acciones de control de la plaga. Estas pérdidas se cuantificaron en: 9.5 millones de toneladas que no se producirían; la fuga de 22.5 millones de jornales agrícolas; mermas por 38,512 millones de pesos en el valor de la producción; se dejaría de generar una derrama económica de 13,564 millones de pesos por salarios agrícolas caídos y por la no compra de insumos como fertilizantes y plaguicidas.

Asimismo, se estimaron los beneficios y/o posibles pérdidas anuales, para el caso del año 2022, como se observa en la Tabla 9, donde viene resultados acumulativos del periodo 2022-2024.

Escenarios	Producción	Jornales agrícolas	Valor de la producción	Salarios agrícolas	Fertilizantes y plaguicidas
	Miles de toneladas	(en miles)	Millones de pesos		
			A valor presente		
Acumulativo (2022-2024)					
Con campaña	17,993	42,888	\$ 70,515	\$ 8,649	\$ 17,160
Sin campaña	8,396	20,348	\$ 32,003	\$ 4,104	\$ 8,141
Pérdidas	9,597	22,540	\$ 38,512	\$ 4,546	\$ 9,018
Anual 2022					
Con campaña	5,889	14,288	\$ 26,095	\$ 2,620	\$ 5,775
Sin campaña	2,749	7,835	\$ 11,864	\$ 1,436	\$ 3,167
Pérdidas	3,140	6,453	\$ 14,231	\$ 1,183	\$ 2,608

Tabla 9. Productividad y pérdidas en el cultivo de maíz para el área de estudio, acumulativa (2022/2024) y anual (2022).

6.1 Resultados del ACB de la Campaña contra la Langosta Centroamericana

Una vez identificados los beneficios y costos, así como las posibles ganancias o pérdidas, en cada escenario, con o sin campaña, se realizó un análisis beneficio costo para cada situación, con el fin de obtener sus indicadores económicos de rentabilidad: Valor Presente Neto (VPN) o ganancias a valor presente y la Relación Beneficio Costo (RBC). Así como las pérdidas a valor presente que se tendrían en el periodo de análisis de 2022 a 2024, de no realizarse acciones de control contra la plaga en el área de estudio en dicho periodo.

Escenarios	Valor Presente Neto (Millones de pesos)	Relación Beneficio-Costo	Pérdidas a valor presente (Millones de pesos)
Con campaña	\$ 13,317	1.23	0
Sin campaña	-\$ 12,484	0.72	-\$ 25,801

Tabla 10. Indicadores económicos del Análisis Beneficio – Costo en el cultivo de maíz con o sin campaña, 2022/2024.

En cuanto a los resultados del Análisis Costo Beneficio, se confirma la rentabilidad de la producción de maíz en el escenario uno, con presencia de la campaña de langosta

centroamericana, al mostrar resultados positivos del VPN y una RBC mayores a 1. Cada peso que se le invierte a la campaña por parte del SENASICA y los estados en el área de estudio, para el control a la langosta centroamericana, genera una RBC de 1.23 pesos de retorno, con lo cual se cubren los costos y se obtiene por cada peso invertido, 23 centavos de ganancia. Este indicador puede ser significativamente mayor, si se incluyen en el análisis económico los beneficios conservados en otros cultivos, que también son hospedantes de la plaga. Considerando solamente el valor de la producción de maíz como beneficio, se obtuvo un VPN de 13,317 millones de pesos equivalente a las ganancias a valor presente que obtendrían los productores en el periodo de análisis, 2022 a 2024.

En el escenario dos sin campaña, la producción de maíz no sería rentable, se obtuvo una RBC de 0.72, lo que significa que no se cubren los costos de producción y no se generan ganancias positivas, lo cual se confirma con el indicador VPN que fue de menos 12,484 millones de pesos. En este escenario se estimaron pérdidas totales a valor presente de 25,801 millones de pesos, equivalente a las inversiones no recuperadas y por las ganancias que no se van a obtener por la producción de maíz a causa de los daños que ocasionaría la langosta centroamericana. Los impactos que puede provocar la ausencia de campaña son altos, comparados con el costo de llevarla a cabo, mismas que tienen una inversión relativamente baja, si esta se contrasta con las pérdidas directas, evidenciando que la mejor opción y más económica es el la prevención y control de la plaga.

6.2 Impactos económicos a nivel nacional de un brote de langostas centroamericanas en el escenario sin campaña

Una vez que se obtuvieron las pérdidas de la producción de maíz por la ausencia de acciones de prevención y control de la langosta centroamericana en el área de estudio (estados con campaña), se estimaron los impactos que se podrían ocasionar en la producción nacional.

En el año 2021, los diez estados con campaña aportaron a la producción nacional de maíz: 35% de la superficie cosechada, 13% de la producción, 16% del valor de la producción y 47% de los productores de maíz (grano y forraje) y elote.

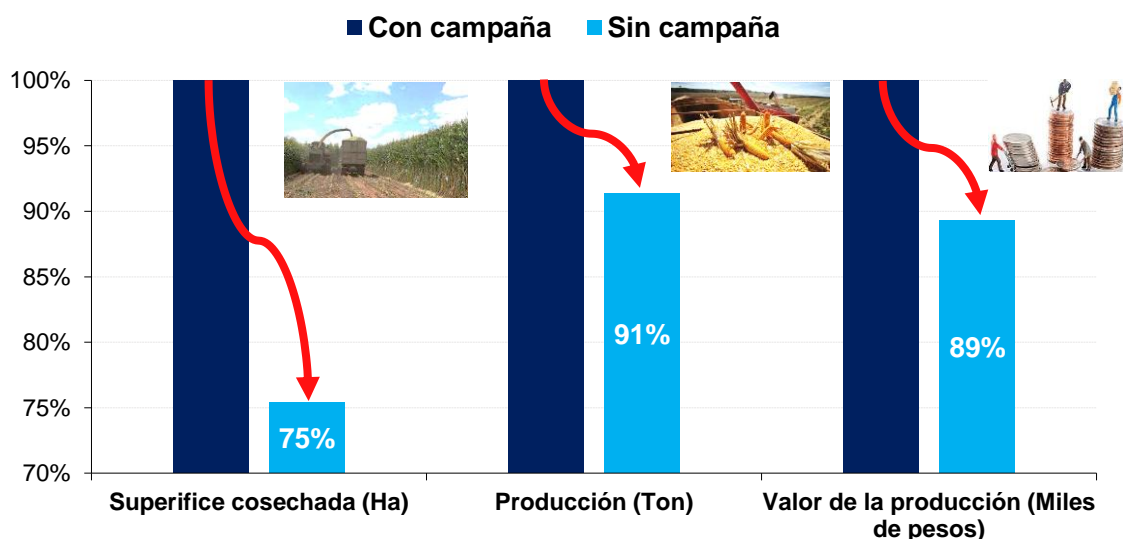
Año 2021	Concepto	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Superficie siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor de la producción (Miles de pesos)	Productores de maíz
Nacional	Elote	68,937	68,937	0	1,059,260	15.4	2,762	2,925,289	1,431,040
	Maíz forrajero	597,543	596,564	980	17,250,123	28.9	709	12,225,327	
	Maíz grano	7,309,546	7,139,621	169,925	27,503,478	3.9	5,403	148,601,480	
	Maíz palomero	205	205	0	688	3.4	6,322	4,350	
	TOTAL	7,976,231	7,805,326	170,905	45,813,549			163,756,447	

Año 2021	Concepto	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Superficie siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor de la producción (Miles de pesos)	Productores de maíz
Diez estados con campaña	Elote	15,497	15,497	0	199,431	12.9	3,087	615,581	670,385
	Maíz forrajero	13,590	13,113	478	387,031	29.5	582	225,236	
	Maíz grano	2,830,191	2,696,652	133,539	5,383,292	2.0	4,646	25,008,578	
	Maíz palomero	205	205	0	688	3.4	6,322	4,350	
	TOTAL	2,859,483	2,725,466	134,017	5,970,442			25,853,746	
% aportación a lo nacional		36%	35%	78%	13%			16%	47%

Tabla 11. Estadísticas de producción por tipo de maíz a nivel nacional y lo correspondiente a los estados con campaña.

Fuente: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

De presentarse un brote de langosta centroamericana en el área de estudio, a nivel nacional se reduciría la **superficie cosechada** nacional de elote y maíz, así como la **producción** de estos cultivos y por ende el **valor de la producción** de los mismos, generando pérdidas respectivamente del 24.6%, 8.6% y el 10.7% del total en cada concepto (Gráfica 31).



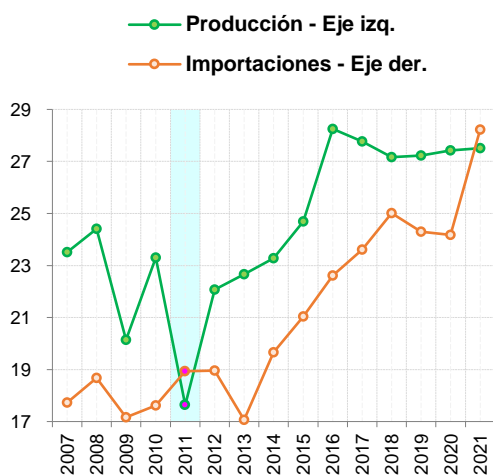
Gráfica 31. Disminución de la superficie cosechada, producción y valor de producción sin campaña a nivel nacional.

Una caída en la producción de maíz en el país, agudiza su problema de mercado a nivel nacional, lo que implicaría un mayor aumento en sus importaciones para cubrir la demanda interna y en consecuencia presión al alza en el precio del maíz grano, afectado indirectamente al precio del producto final de la cadena, la tortilla.

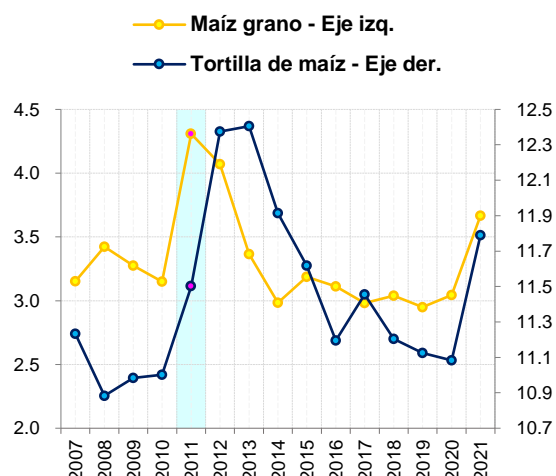
Como ejemplo ilustrativo, en el periodo de 2007 al 2021, hubo una drástica caída de la producción de maíz grano en el año 2011, debido a una severa y prolongada sequía, registrada como la peor en la historia reciente (Gráfica 32 y 33).

Dicho evento del 2011 ocasiono que:

- La producción de maíz disminuyera en un 24.3% en ese año, mientras que un año anterior (2010) incremento 15.7%.
- El volumen importado registro un incremento del 21.0%, en tanto que para el 2010 incrementaron solo el 7.9%.
- El precio del maíz grano aumento 36.8%, mientras que en 2010 tuvo una disminución del 3.9%.
- El precio de la tortilla de maíz incremento 4.5% en 2011, sin embargo, un año anterior solo aumento el 0.2%.



Gráfica 32. Volumen de producción maíz versus importaciones, 2007-2021 (Millones de toneladas)
Fuente: SIAP, SIAVI; 2022.



Gráfica 33. Precios constantes de maíz grano versus tortilla, 2007-2021 (Precios / kilogramo)
Fuente: SIAP, SNIIM; 2022.

Los factores que afectan la producción de un cultivo pueden ser varios y la gravedad de sus consecuencias económicas dependerá de las circunstancias específicas. Sin embargo, una disminución de la producción de maíz, trae repercusiones importantes para la sociedad mexicana, quien incluye en su dieta diaria un alto consumo de este cultivo, sobre todo a través de la tortilla, la cual ha registrado incrementos en sus precios al disminuir la oferta de maíz grano, como se observó en el año 2011. Por lo que, un ataque de langosta centroamericana al cultivo de maíz, sería una gran amenaza para la seguridad alimentaria nacional.

7. Conclusiones

- La producción de maíz en México es afectada por diversas plagas entre ellas la langosta centroamericana, plaga que ha mostrado alta preferencia por el cultivo. Dado los daños e impactos económicos que ha generado el insecto, al ser capaz de reducir los rendimientos de sus cultivos hospedantes hasta en un 80% o incluso destruir por completo, ha sido necesario implementar medidas de prevención y control en los estados con campaña contra la langosta, principalmente en aquellos donde se ha presentado una mayor infestación: Campeche, Veracruz y Yucatán. Desde el año 2005 el SENASICA ha asignado en promedio una inversión de 13.88 millones de pesos para la Campaña contra de Langosta Centroamericana en el país.
- El análisis económico realizado en el presente estudio, bajo los supuestos con los que se trabajó el modelo para cuantificar los impactos de la plaga, dieron como resultado que, si la plaga llegara a atacar al cultivo de maíz en su etapa de desarrollo vegetativo en las zonas de alto y medio riesgo del área de estudio, el volumen de producción del cultivo descendería hasta un 53.3%, ocasionando la baja rentabilidad en la actividad, al obtener una Relación Beneficio-Costo de 0.72 y un Valor Presente Neto de menos 12,484 millones de pesos. Así mismo, se tendrían pérdidas en el periodo de estudio de: 9.5 millones de toneladas que no se producirían; la fuga de 22.5 millones de jornales agrícolas; mermas por 38,512 millones de pesos en el valor de la producción; se dejaría de generar una derrama económica de 13,564 millones de pesos por salarios agrícolas caídos y por la no compra de insumos como fertilizantes y plaguicidas.
- De presentarse un ataque de langosta centroamericana en los estados con campaña, bajo las condiciones modeladas, a nivel nacional se reduciría la superficie cosechada nacional de maíz y elote en 24.6%, así como la producción de estos cultivos en 8.6% y por ende el valor de la producción de los mismos en 10.6%, generando pérdidas en el sector agrícola y afectaciones en el precio del producto final de la cadena, la tortilla.
- No obstante, a la cuantificación de las pérdidas realizada en el presente estudio, el impacto en la economía sería mayor, si se incluyen en el análisis, los beneficios que actualmente se conservan por otros cultivos que también son hospedantes de la plaga.
- Los resultados obtenidos en el Análisis Costo Beneficio, puede ayudar a los tomadores de decisión, para la asignación del presupuesto de la campaña, y convencer que la prevención, el monitoreo y la detección temprana son las opciones más rentables. Con los beneficios representativos para obtener los impactos económicos y considerando los supuestos de afectación; las pérdidas obtenidas en el presente trabajo, deben ser interpretados con cautela y tomando en cuenta que son una base mínima de los beneficios que se pueden perder por la formación de mangas de langosta centroamericana.

- El maíz es uno de los cultivos con mayor distribución mundial. En México es representativo por su importancia económica, social y cultural, forma parte fundamental de la seguridad alimentaria. El país ocupa la primera posición en el consumo humano per cápita de maíz, el cual es hasta siete veces mayor al promedio mundial. Sin embargo, la producción de maíz nacional solo cubre el 65% de la demanda interna, misma que es cubierta con importaciones que cada vez son mayores, afectando con ello la autosuficiencia alimentaria.
- Se estima que el maíz genera empleo aproximadamente a 1.4 millones de agricultores además de que entre 15 y 18 millones de personas dependen de la producción de este cultivo en el país. Asimismo, ocupa más del 40% de la fuerza de trabajo del sector agrícola o cerca de un 8% del total de la fuerza laboral de México.
- En 2021 el cultivo de maíz se ubicó en el primer lugar por superficie cosechada y por valor de la producción, mientras que por volumen de producción ocupó el cuarto lugar, entre los cultivos cíclicos y perennes del país. En cuanto al destino de la producción, cerca del 40.6% de la cosecha en México se usa para la alimentación de ganado, 33.4% se consume directamente por humanos, 13.7% se utiliza en forma de autoconsumo, mientras que el 6.9% es usado en procesos industriales, las mermas representan el 3.0%, solo un 2.0% se exporta, y el restante 0.5% se usa como semilla.
- Las tortillas son una parte fundamental de la canasta básica de alimentos en México y los aumentos en su precio son extremadamente sensibles para la población. Se ha observado que las afectaciones en la oferta de maíz, ejercen presión al alza en los precios de la tortilla, la magnitud del incremento dependerá de las circunstancias específicas de la problemática. Por lo que, un ataque de langosta centroamericana al cultivo de maíz, sería una gran amanezca para la seguridad alimentaria nacional, al disminuir su oferta interna.

Fuentes consultadas

- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASECA), 2017. Caracterización de productores de maíz. Centro de información de Mercados Agroalimentarios con información del SIP-Proagro.
- Astacio, O. 1987. Manual del prospector antiacridiano. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). División de Sanidad Vegetal. Boletín técnico 22. Costa Rica. pp 1-49.
- Barrientos, L. 2003. Orthopteros Plaga de México y Centro América: Guía de Campo. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, COSNET, SEPCONACYT. México. 114 p.
- Barrientos, L. L., Astacio-Cabrera, O., ÁlvarezBonilla, F., Poot-Martínez, O. 1992. Manual técnico sobre la langosta voladora (*Schistocerca piceifrons* Walker 1870) y otros acridoideos de Centro América y Sureste de México. FAO-AGOLIOIRSA. San Salvador, El Salvador. 162 p

- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP), 2007. México: El Mercado del Maíz y la Agroindustria de la Tortilla. Disponible en: <https://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0042007.pdf>
- El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2013. Estudio de las cadenas de valor maíz blanco y frijol en Centroamericana. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b3540e/b3540e.pdf>
- Garza, E., 2005. La langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* y su manejo en la planicie Huasteca. CIRNE- INIFAP-SAGARPA Tampico, México. 33p.
- Grupo Consultor de Mercados Agrícolas (GMCA), 2022. Perspectivas del Mercado de Maíz, septiembre 2022. Disponible en: <https://gcma.com.mx/reportes/perspectivas/maiz/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2005. La langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* y su manejo en la planicie huasteca. Centro de Investigación regional del Noreste Campo Experimental Ebano. En línea: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/149.pdf>. Fecha de consulta: octubre, 2022.
- Moreno Sáenz, Lucero Ivone, 2014. Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. Tesis en Maestría en Economía Aplicada
- Nadal, Alejandro y Wise, Timothy, 2005, "Los costos ambientales de la liberalización agrícola: El comercio de maíz entre México y EE.UU. en el marco del NAFTA", edits., Globalización y medio ambiente: Lecciones desde las Américas, Santiago, RIDES – GDAE, pp. 49- 92.
- OIRSA. 2019. Plan de acción de manejo de la langosta centroamericana. Primera edición: Marzo de 2019, 80 p. en línea: [https://www.oirsa.org/contenido/2020/\(17%20marzo2020\)%20Plan%20de%20accio%CC%81n%20y%20atencio%CC%81n%20de%20brotes%20corregido%202.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2020/(17%20marzo2020)%20Plan%20de%20accio%CC%81n%20y%20atencio%CC%81n%20de%20brotes%20corregido%202.pdf). Fecha de consulta: 06 de octubre de 2022.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2020. La plaga de langostas del desierto pone en riesgo la alimentación de millones de personas. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2020/02/1469391>
- Ortiz YI y Cecilia ZM. 2020. Asuntos de vecinos: Langosta, defensa agrícola y la construcción de la sanidad vegetal en México y Centroamericana, siglo XX. En Línea: <https://www.scielo.org.mx/pdf/hm/v70n1/2448-6531-hm-70-01-313.pdf>. Fecha de consulta: octubre, 2022.
- Paliwal, Raipusudan, Granados, Gonzalo, Lafitte, Honor Renée, Violic, Alejandro, 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción, Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
- Quadratin.mx, 2021. Mexicanos comen 75 kilos de tortilla al año por cabeza. Noticia publicada el 24 de diciembre de 2021. Disponible en: <https://mexico.quadratin.com.mx/mexicanos-comen-75-kilos-de-tortilla-al-ano-por-cabeza/>
- Retana, J. A. 2000. Relación entre algunos aspectos climatológicos y el desarrollo de la langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* en el Pacífico Norte de Costa Rica durante la fase cálida del fenómeno El Niño-Oscilación Sur (ENOS). *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 7(2), 73-87.
- Reyes Santiago, Ester; Bautista Mayorga, Fidel; y García Salazar, José Alberto (2022). Análisis del Mercado de maíz en México desde una perspectiva de precios. Disponible en: <https://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/3265>
- Saad, Isabel, 2004. Maíz y libre comercio en México. *Claridades Agropecuarias*, núm. 127, pp. 44 – 48.
- SAGAR. 1997. Apéndice Técnico de la campaña contra la langosta. SAGAR - CONASAG - DGSV. Serie Apéndices Técnicos. Manual 2. México, D.F.

- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). 2016. Langosta Centroamericana [*Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870)] (Orthoptera: Acrididae). Ficha Técnica. Tecámac, México 18 p. En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157817/Ficha_tecnica_langosta.pdf Fecha de consulta: 06 de octubre de 2022.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). 2018. Estrategia operativa de la campaña contra langosta, México, DF. En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/283578/Estrategia_Operativa_2018_Langosta.pdf Fecha de consulta: 18 julio 2022.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). 2019. Manual operativo de la Campaña contra Langosta. En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/483901/Manual_Langosta_Junio_2019.pdf Fecha de consulta: 06 de octubre de 2022.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). 2022. Langosta Centroamericana. En línea: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/langosta-centroamericana-110919> Fecha de consulta: 06 de octubre de 2022.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). 2022a. Primer informe semestral campaña contra langosta ejercicio 2022. En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/757887/2022_Primer_Informe_Semestral_Langosta.pdf Fecha de consulta: 06 de octubre de 2022.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIAP-SIACON), 2022. Estadísticas agrícolas de maíz 1980-2021. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/prensa/sistema-de-informacion-agroalimentaria-de-consulta-siacon>
- Sistema de Información de Campañas Fitosanitarias (SICAFI). 2022. Campaña contra langosta. En línea: <http://www.sicafi.gob.mx:81/SICAFI/Admin/Reportes/bdc/otros/ReporteBitacora.aspx> Fecha de consulta: 06 de octubre de 2022.
- Song H. 2004. Sobre el origen de la langosta del desierto *Schistocerca gregaria* (Forskål) (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae). *proc. R. Soc. Londres [Biol]*. 271: 1641-1648.
- United States Department of Agriculture (USDA), 2022. Foreign Agricultural Service: World corn statistics. Disponible en: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>
- USDA-FAS, 2021. México. Grain and Feed Annual. 3/15/2021
- Vega, M. C.; Navarro, E.; Espinoza, J.; Guerrero, J. L. y Burciaga, G. A. 1998a. Selección de líneas para formar híbridos de maíz dulce ricos en lisina: II Líneas. *Agron. Mesoam*. 9 (2):61-64. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=7007663&pid=S2007-0934201500050001700017&lng=es
- World Bank, 2022. Commodity Markets Outlook. April 2022. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>
- World Bank, 2022. Commodity Markets: Annual prices. October 2022. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>