

# Impacto Económico del Maíz Transgénico en El Salvador, Honduras y México

Diego Maximiliano Macall

Octubre 2021

# Introducción

- El maíz transgénico podría tener un impacto económico de USD 1,000 millones en [El Salvador](#).
  - Macall and Smyth (2019).
- El maíz transgénico continua proveyendo beneficios agronómicos y económicos significativo en [Honduras](#).
  - Macall et al. (2020).
- La prohibición de la importación de maíz transgénico y el glifosato en [México](#) tendrá significativos costos económicos.
  - Macall et al. (Próximamente).

# Organización

- El Salvador
- Honduras
- México

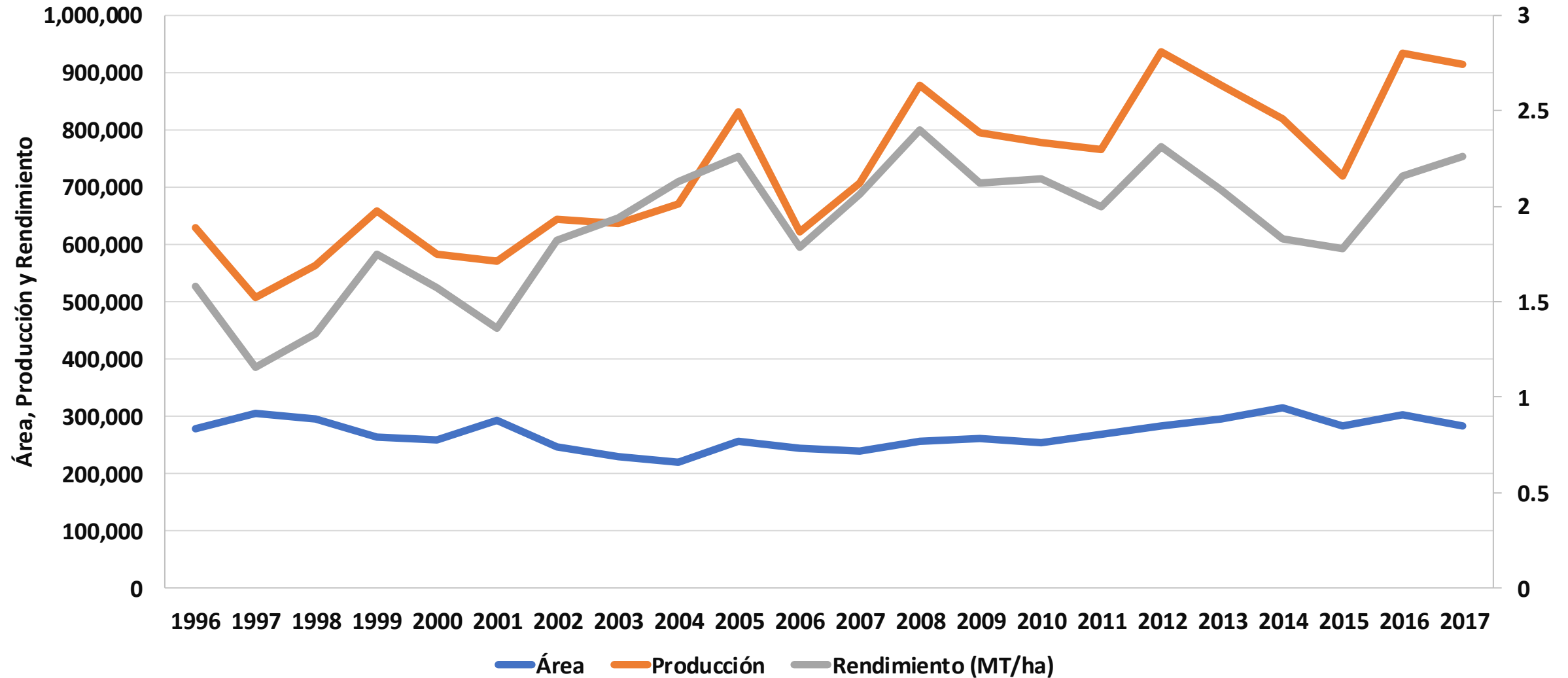
## Introducción – El Salvador

- En 2008-2009 se **evaluaron** agronómicamente **híbridos** de maíz **GM** en El Salvador.
- **Marco regulatorio** para la **comercialización** de OGMs **existe** en El Salvador.
- ¿Cual sería el impacto económico de adoptar un híbrido *Bt* en El Salvador? ¿Qué externalidades tiene esta tecnología?

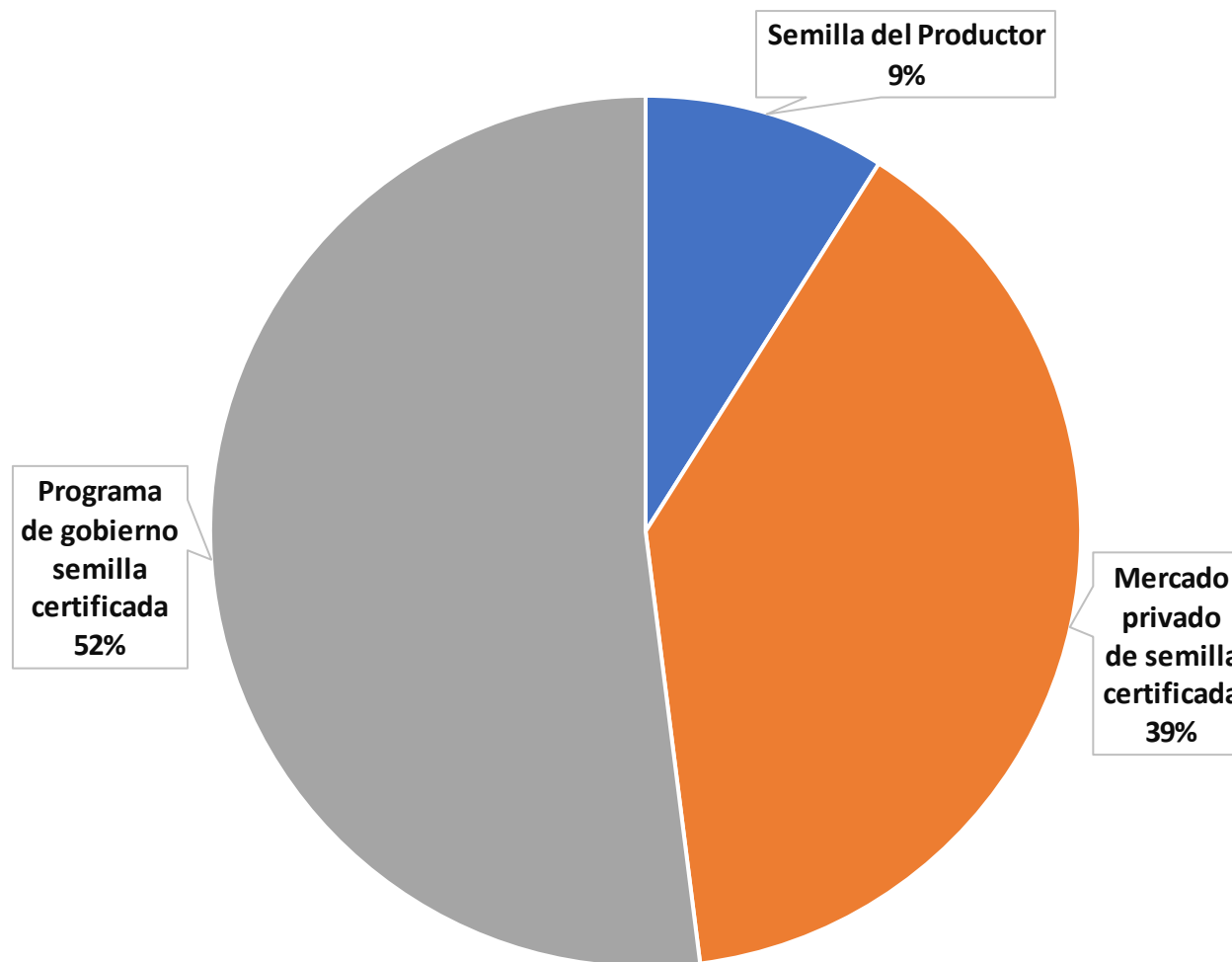
# Ensayos con maíz GM



# Área, producción y rendimiento de maíz en El Salvador (1996-2017)



# Mercado de Semillas de Maíz Blanco en El Salvador (2009)



# Parámetros Considerados

Parámetro	Escenario 1	Escenario 2
Precio de Equilibrio	255	255
Precio de Semilla GM	130	130
Cantidad de Equilibrio en toneladas métricas	700,896	700,896
Rendimiento actual (t/ha)	2	2
% Incremento de Rendimiento	18	18
% Reducción de Costo	9	24
Elasticidad de Oferta	0.22	0.22
Elasticidad de Demanda (valor absoluto)	0.12	0.12
Adopción Inicial	30	52
Nivel máximo de adopción (%)	90	90
Tiempo hasta máxima adopción (años)	10	10



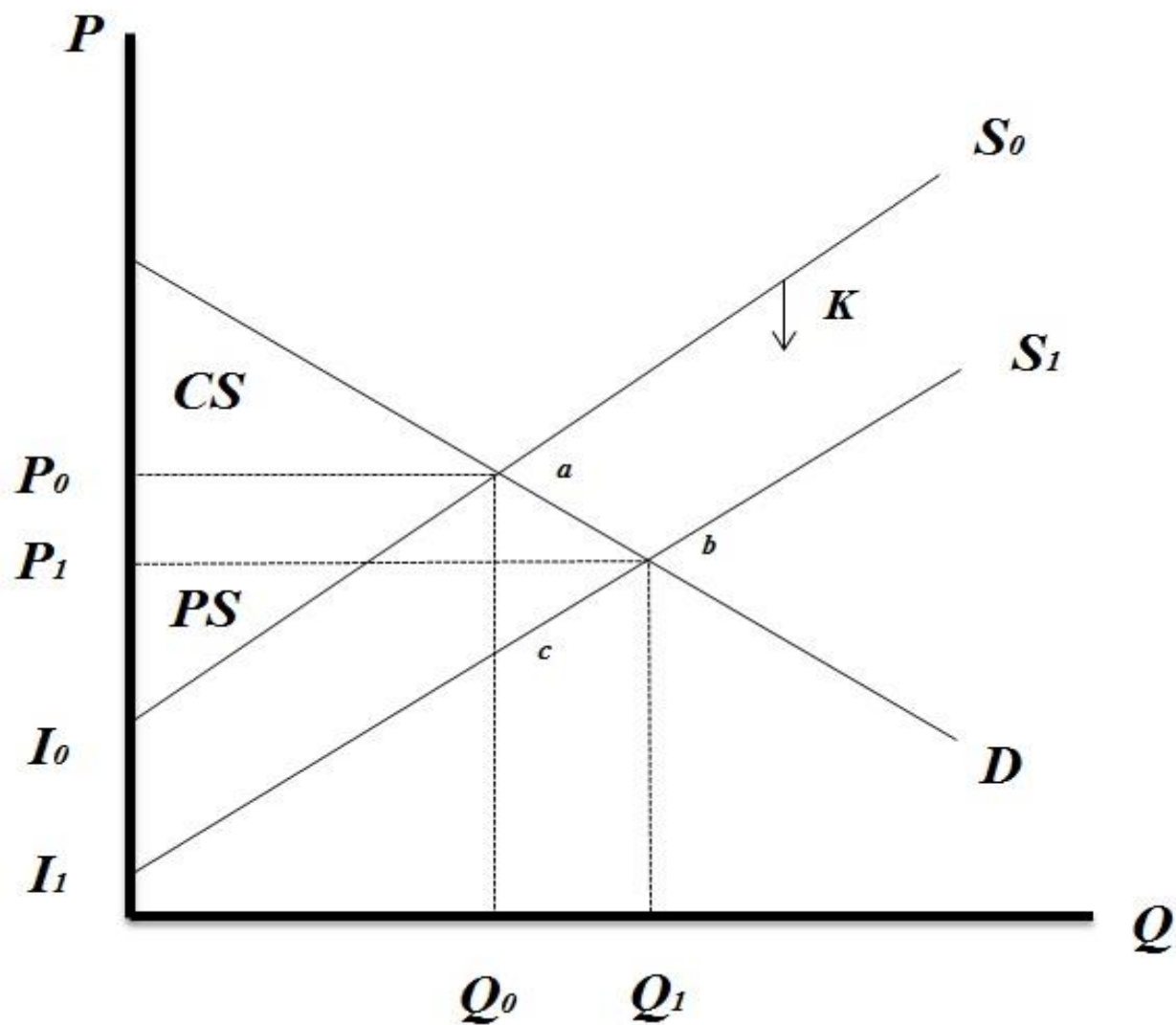
# CAFTA-DR

Año	Año Calendario	Volumen de Cuota
10	2016	42,000
11	2017	42,700
12	2018	43,400
13	2019	44,100
14	2020	44,800
15	2021	45,500
16	2022	46,200
17	2023	46,900
18	2024	47,600
19	2025	48,300
20	2026	49,000

# Precios maíz blanco

Año	Precio USD/t
2006	232.54
2007	241.3
2008	242.9
2009	317.9
2010	296.12
2011	517.22
2012	339.46
2013	292.38
2014	338.58

## Distribución de excedente económico generado



## Modelo de distribución de excedente

- $\Delta PS = P_t Q_t (K_t - Z_t) (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $\Delta CS = P_t Q_t Z_t (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $K_t = \{[E(Y)] / \varepsilon - [E(C)] / [1 + E(Y)]\} p A_t (1 - \delta_t)$
- $Z = K\varepsilon / (\varepsilon + \eta)$

## Modelo de distribución de excedente

- $\Delta PS = P_t Q_t (K_t - Z_t) (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $\Delta CS = P_t Q_t Z_t (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $K_t = \{[E(Y)] / \varepsilon - [E(C)] / [1 + E(Y)]\} p A_t (1 - \delta_t)$
- $Z = K\varepsilon / (\varepsilon + \eta)$

## Modelo de distribución de excedente

- $\Delta PS = P_t Q_t (K_t - Z_t) (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $\Delta CS = P_t Q_t Z_t (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $K_t = \{[E(Y)] / \varepsilon - [E(C)] / [1 + E(Y)]\} p A_t (1 - \delta_t)$
- $Z = K\varepsilon / (\varepsilon + \eta)$

## Modelo de distribución de excedente

- $\Delta PS = P_t Q_t (K_t - Z_t) (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $\Delta CS = P_t Q_t Z_t (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $K_t = \{[E(Y)] / \varepsilon - [E(C)] / [1 + E(Y)]\} p A_t (1 - \delta_t)$
- $Z = K\varepsilon / (\varepsilon + \eta)$

## Innovador y Excedente Total

- $\pi_t = Q_{GMRI} (P_{GMRI} - P_c)$  (Moschini et al. 2000).
- $\Delta TS = \Delta PS + \Delta CS + \pi$
- $$VAN = \sum_{t=0}^{10} \frac{\Delta TS | \Delta PS | \Delta CS | \pi}{(1+r)^r}$$



## Innovador y Excedente Total

- $\pi_t = Q_{GMRI} (P_{GMRI} - P_c)$  (Moschini et al. 2000).
- $\Delta TS = \Delta PS + \Delta CS + \pi$
- $VAN = \sum_{t=0}^{10} \frac{\Delta TS | \Delta PS | \Delta CS | \pi}{(1+r)^r}$

## Innovador y Excedente Total

- $\pi_t = Q_{GMRI} (P_{GMRI} - P_c)$  (Moschini et al. 2000).
- $\Delta TS = \Delta PS + \Delta CS + \pi$
- $$VAN = \sum_{t=0}^{10} \frac{\Delta TS | \Delta PS | \Delta CS | \pi}{(1+r)^t}$$

## Curva de adopción

- $A_t = A^{MAX} / 1 + e^{-(-\alpha + \beta_t)}$
- $\beta = [\ln (A_t / A^{MAX} - A_t) - \alpha] 1 / t$

## Curva de adopción

- $A_t = A^{MAX} / 1 + e^{-(-\alpha + \beta_t)}$
- $\beta = [\ln (A_t / A^{MAX} - A_t) - \alpha] 1 / t$

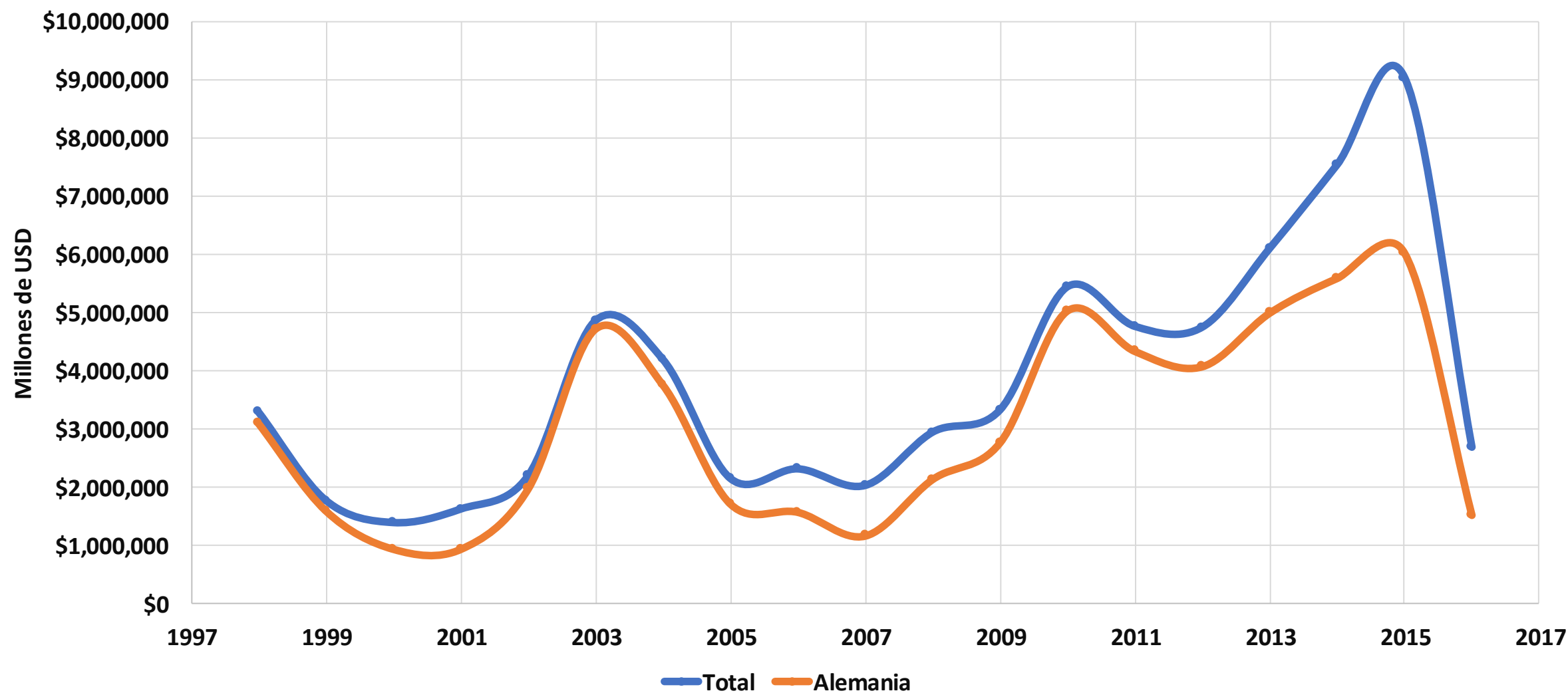
## Resultados de Escenario I

Año	$\Delta TS$	$\Delta CS$	$\Delta PS$	$\pi$
2016	59,003	31,430	17,143	10,430
2017	74,506	39,706	21,658	13,142
2018	91,443	48,757	26,595	16,091
2019	108,891	58,091	31,686	19,114
2020	125,814	67,153	36,629	22,032
2021	141,293	75,449	41,154	24,690
2022	154,710	82,646	45,080	26,984
2023	165,808	88,603	48,329	28,876
2024	174,640	93,346	50,916	30,378
2025	181,453	97,006	52,913	31,534
VAN	848,482	503,206	274,476	70,800

## Resultados de Escenario II

Año	$\Delta TS$	$\Delta CS$	$\Delta PS$	$\pi$
2016	103,728	62,148	33,899	7,681
2017	111,547	66,840	36,458	8,248
2018	119,744	71,760	39,142	8,842
2019	128,307	76,901	41,946	9,460
2020	137,218	82,252	44,865	10,101
2021	146,456	87,800	47,891	10,764
2022	155,992	93,530	51,016	11,447
2023	165,796	99,421	54,230	12,146
2024	175,832	105,453	57,520	12,859
2025	186,059	111,602	60,874	13,583
VAN	1,076,410	645,287	351,975	79,148

# Exportación de miel Salvadoreña (1998-2016)



Fuente: Autor en base a UN Comtrade Database

## Conclusión – El Salvador

- La comercialización (adopción) de un híbrido Bt en El Salvador tendría un impacto económico de USD 850 millones – 1,000 millones.
- El 90% del beneficio económico generado quedaría en El Salvador.
- Mercados alternos se podrían buscar para colocar la miel actualmente destinada a Alemania.



# Organización

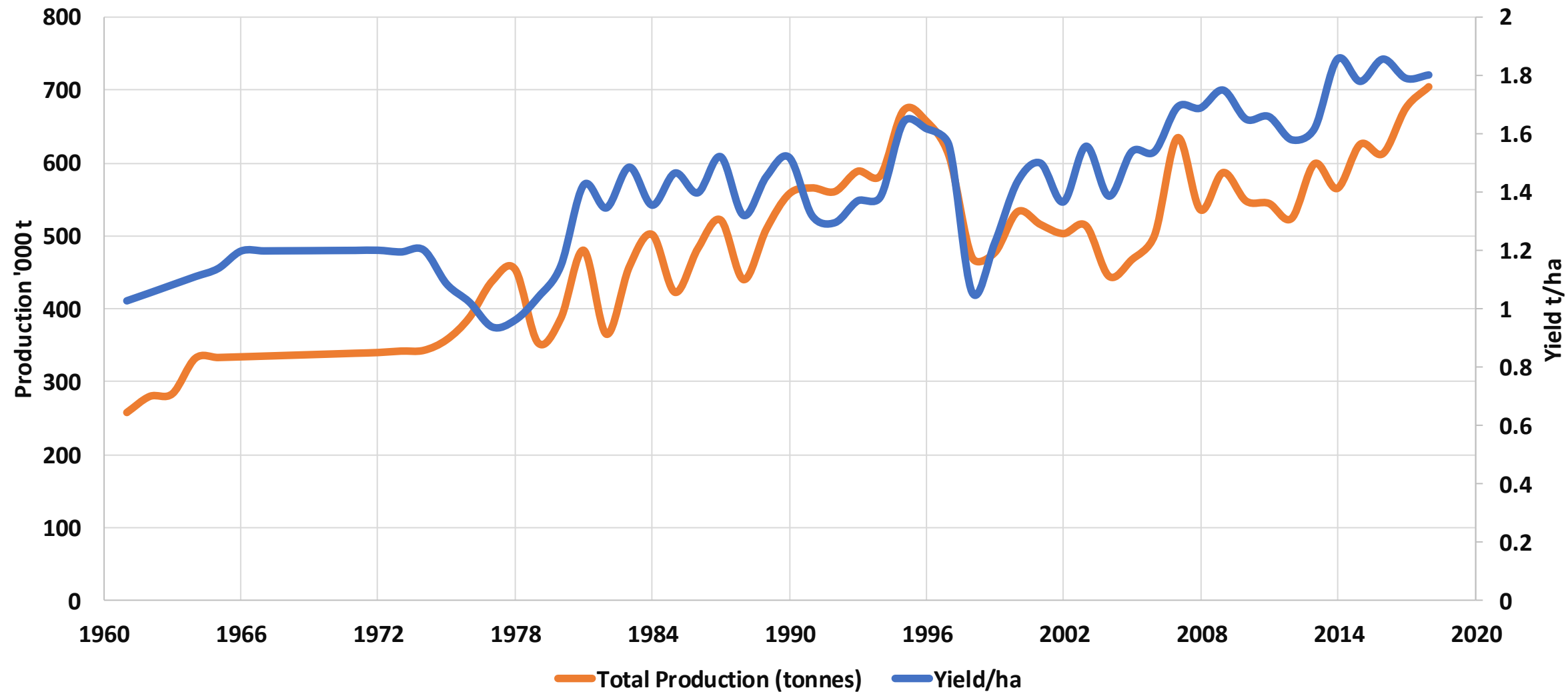
- El Salvador
- Honduras
- México

# Introducción – Honduras

## Honduras



# Producción y rendimiento de maíz en Honduras (1961-2018)



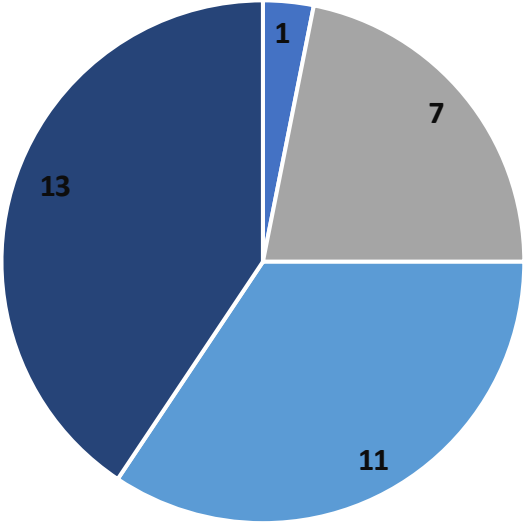
## ¿Por qué hacer este estudio?

- Falck-Zepeda et al. (2012) fueron de los primeros en medir de manera holística el impacto del maiz GM RI.
  - Pero esa encuesta esta basada en información de 2007-2008. ¿Que ha sucedido desde entonces?

# Demografía

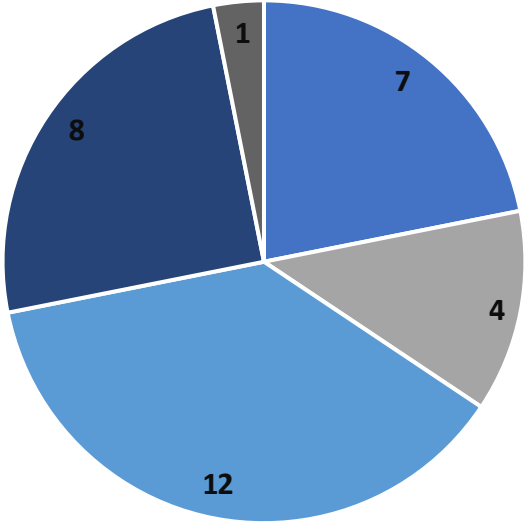
Schooling Level

- No School
- Primary School
- Secondary School (High School)
- University



Department

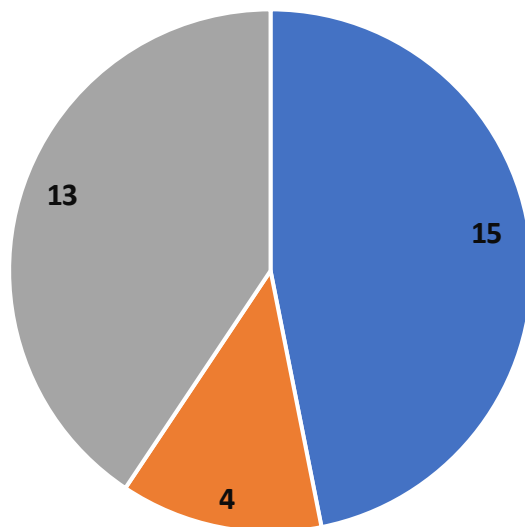
- Yoro
- Comayagua
- Olancho
- Copán
- Santa Bárbara



# Demografía

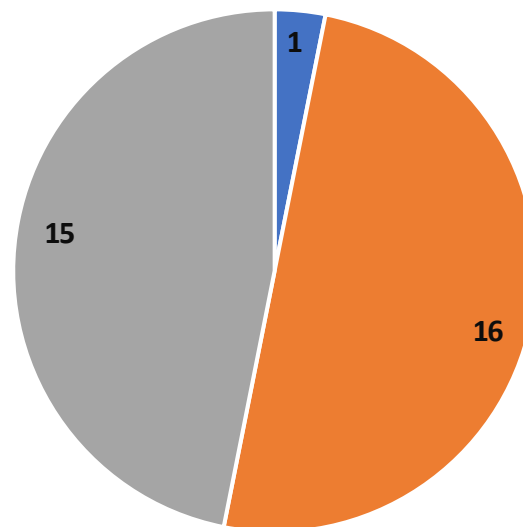
Type of Land Tenure

- Own Land
- Rent Land
- Own and Rent Land



Type of Producer

- Small (1-5 ha)
- Medium (6-30 ha)
- Big ( $\geq 31$  ha)



# Conocimiento de biotecnología

Question	Yes	
	%	SD
Q1. Do you know that genetically modified maize is a product of molecular biology with a foundation in genetic modification and that can be applied in agriculture?	84	0.4
Q2. Do you know that GM maize is a genetically modified hybrid?	97	0.2
Q3. Have you heard of another biotech crop that is not GM maize?	38	0.5

## Comprensión de tecnología maíz GM (áreas de refugio)

Question	Yes	
	%	SD
Q5. Are you familiar with refuge areas?	88	0.3
Q6. Do you or the firm that provides your GM maize seed plant a refuge area on your plot?	66	0.5
Q7. Of total maize area, how much of a refuge area do you plant?	Number	%
0% of area planted	11	34
5% of area planted	10	31
10% of area planted	10	31
Other	1	3



# Percepción de productores sobre la productividad del maíz GM

Affirmation	True	
	%	SD
Q8. Regarding pesticides, I have noticed a reduction in the need to apply them since I plant GM maize	94	0.2
Q9. With respect to weed control, I have noticed savings in weed management costs because I use less herbicides since I use GM maize	97	0.2
Q10. GM maize requires the same amounts of fertilizer as conventional maize	75	0.4
Q11. Since I plant GM maize, occasionally I use more than two pesticide applications due to lepidopteran attacks	6	0.3
Q12. I agree that the GM maize hybrid I use has an adequate resistance to lepidopteran attacks	94	0.3
Q13. Producing GM maize increases my manual labor productivity in comparison to conventional maize	63	0.5
Q14. To produce GM maize, I must change my traditional maize management practices (weed management, etc)	38	0.5
Q15. Producing GM maize, I save a lot of manual labor because of the reduction in the number of applications (pesticides and herbicides)	84	0.4
Q16. Since I produce GM maize, I have a better yield in terms of maize ears thanks to the absence of lepidopterans	97	0.2
Q17. The production cycle for GM maize is longer than the conventional maize cycle	9	0.3

## Opiniones sobre aspectos económicos de cultivar maíz GM

Affirmation	Very Much		Somewhat		A little	
	N <sub>o</sub>	%	N <sub>o</sub>	%	N <sub>o</sub>	%
Q19.Since I produce GM maize, my income has been higher	25	78	7	22	--	--
Q20.Since I produce GM maize, my quality of life has increased due to a better income.	14	44	14	44	4	13
Q21.Producing GM maize allows me to improve my quality of life	21	66	11	34	--	--
Q22.The income obtained from cultivating GM maize allows me to gradually expand my landholdings	12	38	15	47	5	16

# Opiniones sobre aspectos ambientales y salud de cultivar maíz GM

Question and Affirmations	True	
	%	SD
Q25.Do you believe that insecticides used against pests have a negative effect on the health of the person who applies them?	88	0.3
Q26.The reduction in number of applications has had some effect on health	34	0.5
Q27. Producing GM maize, there are fewer empty bottles of pesticides thrown into the environment.	78	0.4
Q28. GM maize represents a threat to livestock.	6	0.3
Q29. Since I cultivate GM maize, I observe in my plot bees, termites, and ants.	81	0.4
Q30. Have you, or anyone that applies pesticides against pests experienced health problems during or after applying them in your maize plots?	25	0.4

# Numero de aplicaciones de pesticidas y fertilizantes hechas en maíz convencional y maíz GM

Treatment	Maíz Hybrid	Number of Applications									
		0		1-2		3-4		5-6		7-8	
		N <sub>o</sub>	%	N <sub>o</sub>	%	N <sub>o</sub>	%	N <sub>o</sub>	%	N <sub>o</sub>	%
Insecticides	Conventional (32)	1	3	17	53	14	44				
	GM (32)	27	84	5	16						
Herbicides	Conventional (32)	17	53	15	47						
	GM (32)			32	100						
Fertilizers	Conventional (32)			24	75	7	22	1	3		
	GM (32)			25	78	5	16	1	3	1	3

## Costos de producción e ingresos por hectárea de maíz

Component (US Dollars/ha)	Conventional Maize	GM Maize	
Land Rental (per year)	353.16	353.16	
Machinery and Equipment	189.20	189.20	
Seed Costs	75.34	180.34	139% Increase
Plant Protection Costs			
Insecticides	95.45	9.59	90% decrease
Herbicides	46.11	68.50	48% Increase
Fertilizers	171.72	156.27	
Sub total	313.28	234.36	
Labor Costs			
Fertilization	43.38	39.48	
Herbicide Applications	13.11	13.11	
Insecticide Applications	30.16	6.56	
Harvest	166.27	216.56	
Drying of Grain	87.82	87.82	
Sub total	340.75	363.53	
Total Costs	1271.72	1320.59	

## Costos de producción e ingresos por hectárea de maíz

Net Benefit Estimation			
a) Expected Production (ton/ha)	5	7.5	50% Increase
b) Expected price (\$/ton)	307.11	307.11	
c) Price of Production (a)*(b) in \$/ha	1,536	2,304	
d) Production Costs (\$ /ha)	1,272	1,320	
e) Revenue/ha (c)-(d) in \$	264	983	272% Increase
f) Revenue/ha (landowner)	617	1,336	

## Conclusión – Honduras

- El maíz GM continua superando al maíz convencional.
- Los ingresos obtenidos utilizando maíz GM son mas altos que con maíz convencional.
- La fuente principal de información sobre el maíz GM continua siendo la empresa que distribuye la semilla.

# Organización

- El Salvador
- Honduras
- México



## Introducción – México

- El 9 de Diciembre 2020 se publica un borrador de decreto presidencial que pide reducir paulatinamente el uso del glifosato y las importaciones del maíz GM (GAIN, 2020).
- El 31 de Diciembre 2020, (¡22 días después!), el borrador se convierte en decreto presidencial (SEGOB, 2020). El maíz se producirá mediante agroecología y el maíz GM queda prohibido.
- Inmediatamente el sector que produce concentrados se pronuncia en contra del decreto.

## Introducción – México

- El 9 de Diciembre 2020 se publica un borrador de decreto presidencial que pide reducir paulatinamente el uso del glifosato y las importaciones del maíz GM (GAIN, 2020).
- El 31 de Diciembre 2020, (¡22 días después!), el borrador se convierte en decreto presidencial (SEGOB, 2020). El maíz se producirá mediante agroecología y el maíz GM queda prohibido.
- Inmediatamente el sector que produce concentrados se pronuncia en contra del decreto.

## Introducción – México

- El 9 de Diciembre 2020 se publica un borrador de decreto presidencial que pide reducir paulatinamente el uso del glifosato y las importaciones del maíz GM (GAIN, 2020).
- El 31 de Diciembre 2020, (¡22 días después!), el borrador se convierte en decreto presidencial (SEGOB, 2020). El maíz se producirá mediante agroecología y el maíz GM queda prohibido.
- Inmediatamente el sector que produce concentrados se pronuncia en contra del decreto.

## Introducción – México

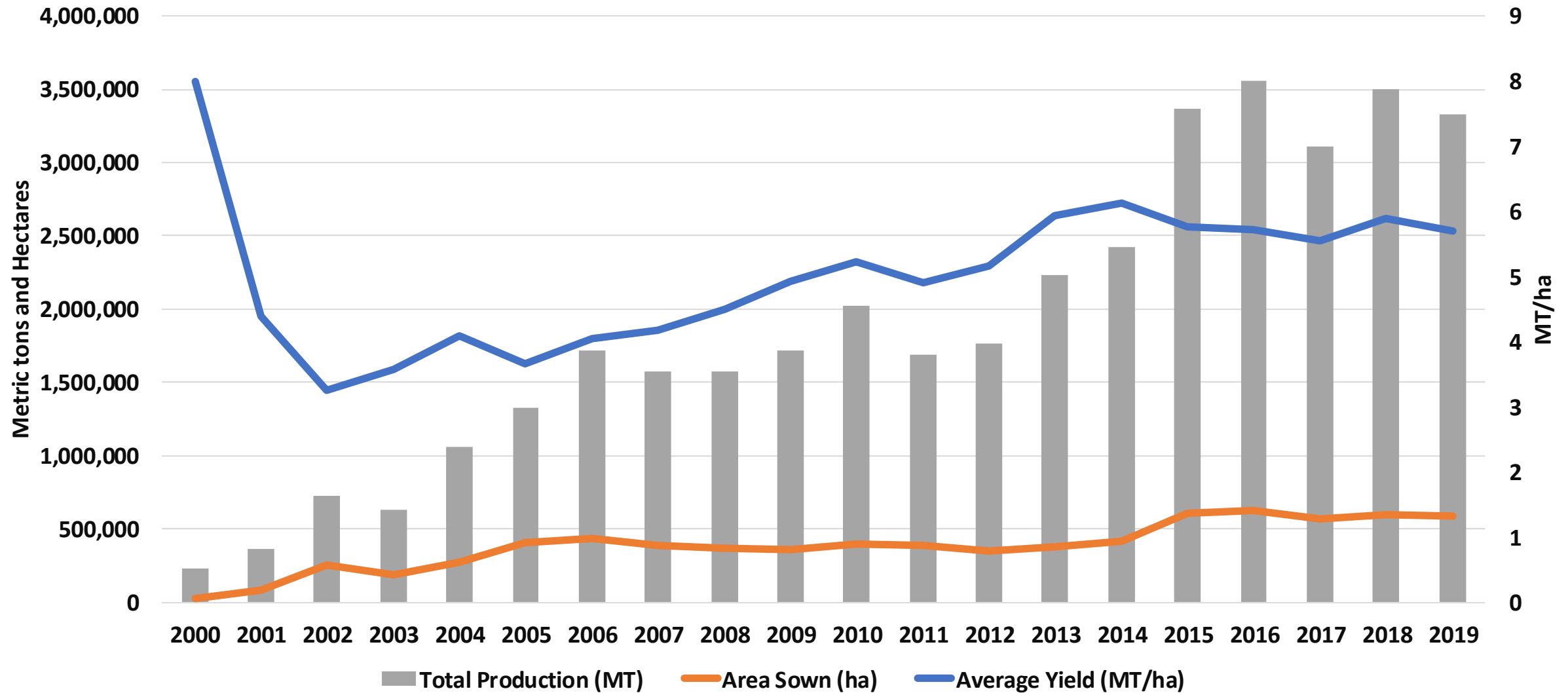
- El maíz amarillo es el **principal** ingrediente en los concentrados para animales de granja en México, prácticamente todo es importado de EEUU (CONAFAB, 2021; ERS, 2021).
- México tiene una relación compleja con el maíz GM.
  - Quist and Chapela (2001).
  - Comisión para la cooperación ambiental (CEC, 2004) que maíz GM activo entra a México mediante importaciones, y también mediante trabajadores que vuelven de EEUU.

# ¿Cual es el impacto económico de esta política?

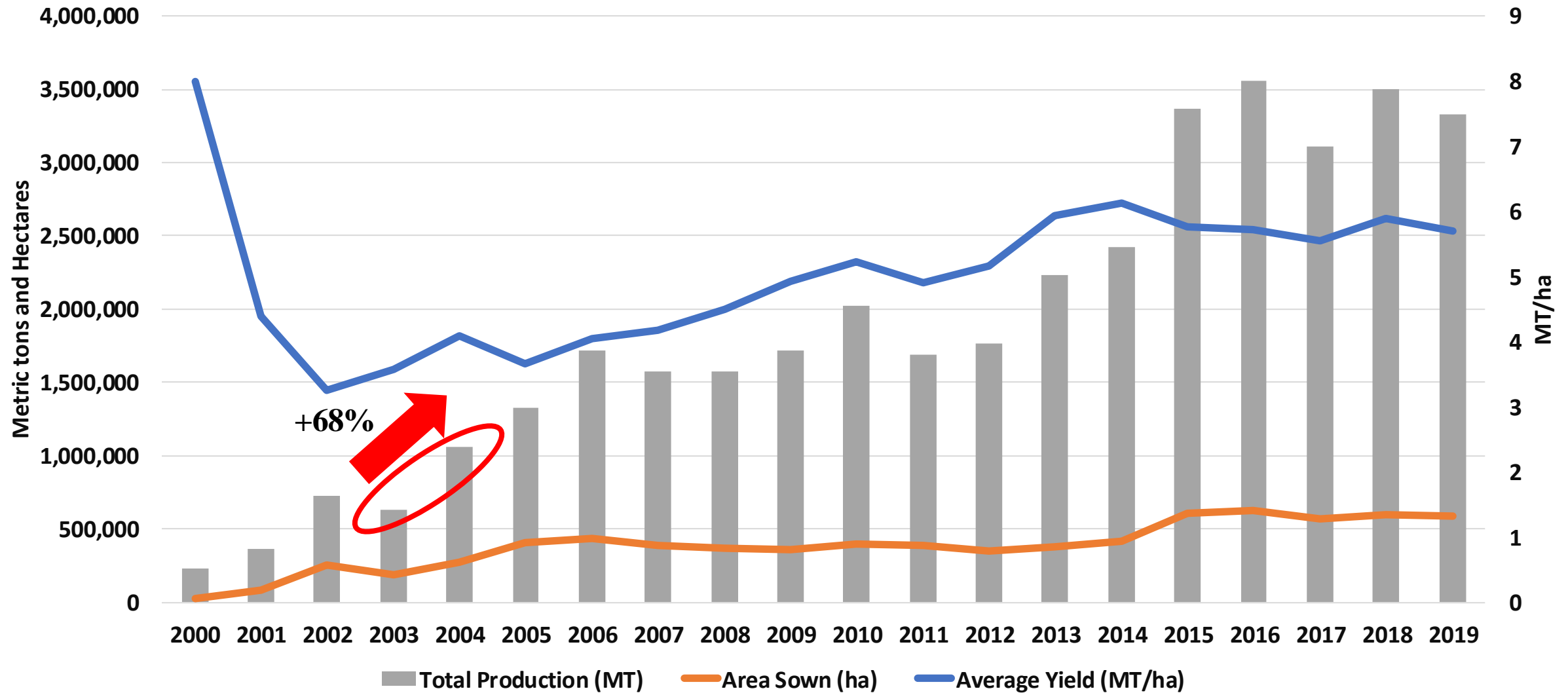
- Nuestra Metodología:

1. Usamos un modelo de *equilibrio parcial* para medir el **bienestar económico** generado a partir del comercio de maíz amarillo entre México y EEUU en los últimos 20 años.
2. Usamos el método de *excedente económico* para proyectar el cambio en el **bienestar económico** de la decisión Mexicana de sustituir la producción de maíz mediante métodos convencionales, por la producción de maíz mediante la agroecología.

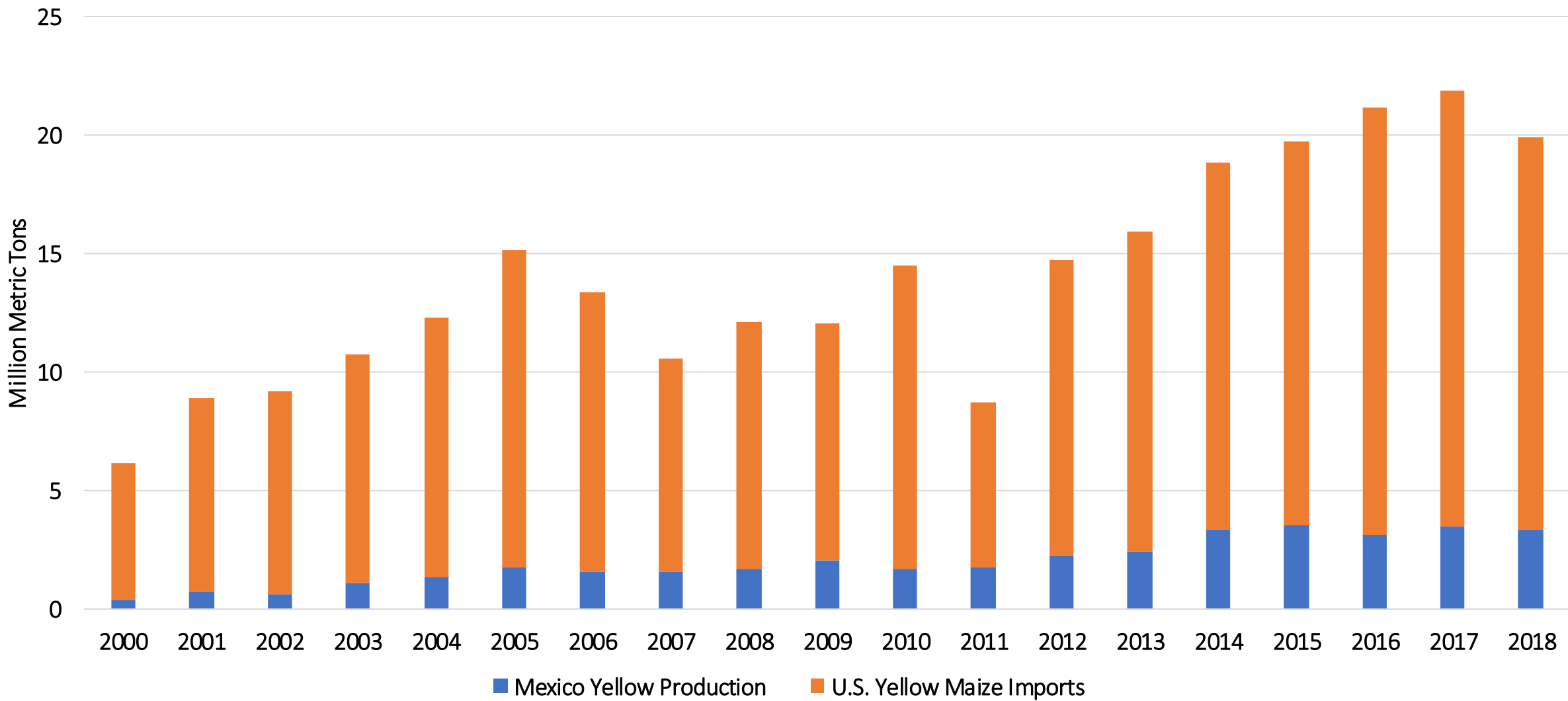
# Área, producción y rendimiento maíz amarillo en México (2000-2019)



# Área, producción y rendimiento maíz amarillo en México (2000-2019)



# Importaciones de maíz amarillo (2000-2019)





## Trascendencia de adoptar agroecología

- En promedio 384,000 ha son sembradas con maíz amarillo anualmente en México.
- Promedio de productividad en los últimos 20 años es de 5 t/ha con agricultura convencional.
- Con agricultura convencional 2.35 M ha se van a necesitar sembrar anualmente (+512%).
- Con agroecología, -31% pérdida en productividad, 3.95 M ha se van a necesitar sembrar anualmente (+761%).

# Costos de producción maíz amarillo en México

Cost component	Conventional yellow maize	Agroecological yellow maize
Land Preparation	\$154	\$154
Planting	\$217	\$217
Fertilization	\$407	\$0
Plot management	\$118	\$118
Irrigation	\$610	\$610
Pest management (insects, weeds, diseases)	\$217	\$415
Harvest	\$133	\$133
Incidentals	\$129	\$129
Cost per MT	\$1,985	\$1,776

Source: Adapted from FIRA (2021).

Note: Prices are in USD at 2010 nominal USD/Peso exchange rate.

# Costos de producción maíz amarillo en México

Cost component	Conventional yellow maize	Agroecological yellow maize
Land Preparation	\$154	\$154
Planting	\$217	\$217
Fertilization	\$407	\$0
Plot management	\$118	\$118
Irrigation	\$610	\$610
Pest management (insects, weeds, diseases)	\$217	\$415
Harvest	\$133	\$133
Incidentals	\$129	\$129
Cost per MT	\$1,985	\$1,776

Source: Adapted from FIRA (2021).

Note: Prices are in USD at 2010 nominal USD/Peso exchange rate.

# Parámetros

Parameter	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Initial Equilibrium Price	191	191	191
Agroecology Maize Seed Price	0	0	0
Equilibrium Quantity Metric Ton	13,636,908	13,636,908	19,899,882
% Change in Demand per year	0	1	0
Current Yield (MT/ha)	5	5	5
% Yield Increase	-31	-31	-31
% Cost Reduction	10.5	10.5	10.5
Supply Elasticity ( $\varepsilon$ )	0.22	0.22	0.22
Demand Elasticity, absolute value ( $\eta$ )	0.12	0.12	0.12
Initial Adoption Level (%)	100	100	100
Maximum Adoption Level (%)	100	100	100
Lag to maximum Adoption Level (years)	0	0	0

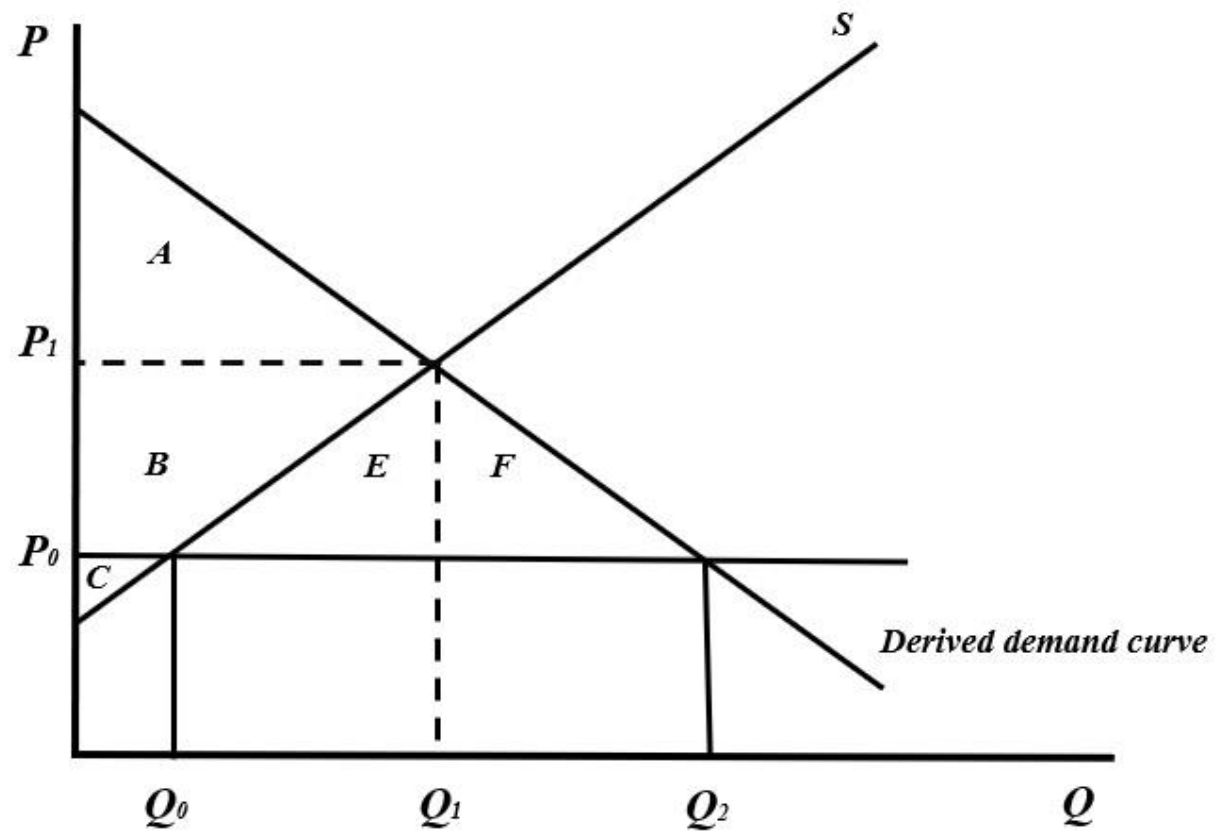
# Parámetros

Parameter	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Initial Equilibrium Price	191	191	191
Agroecology Maize Seed Price	0	0	0
Equilibrium Quantity Metric Ton	13,636,908	13,636,908	19,899,882
% Change in Demand per year	0	1	0
Current Yield (MT/ha)	5	5	5
% Yield Increase	-31	-31	-31
% Cost Reduction	10.5	10.5	10.5
Supply Elasticity ( $\varepsilon$ )	0.22	0.22	0.22
Demand Elasticity, absolute value ( $\eta$ )	0.12	0.12	0.12
Initial Adoption Level (%)	100	100	100
Maximum Adoption Level (%)	100	100	100
Lag to maximum Adoption Level (years)	0	0	0

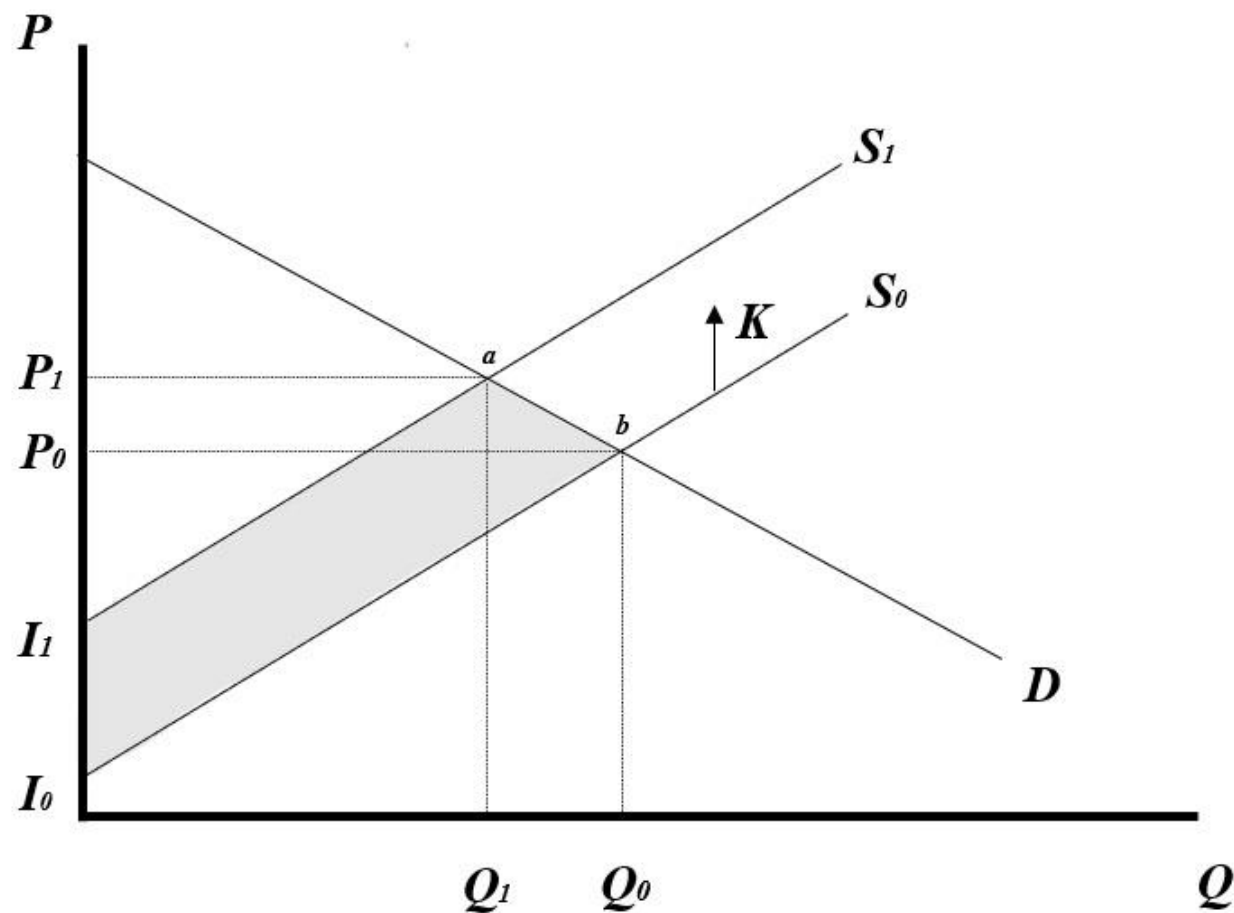
# Parámetros

Parameter	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Initial Equilibrium Price	191	191	191
Agroecology Maize Seed Price	0	0	0
Equilibrium Quantity Metric Ton	13,636,908	13,636,908	19,899,882
% Change in Demand per year	0	1	0
Current Yield (MT/ha)	5	5	5
% Yield Increase	-31	-31	-31
% Cost Reduction	10.5	10.5	10.5
Supply Elasticity ( $\varepsilon$ )	0.22	0.22	0.22
Demand Elasticity, absolute value ( $\eta$ )	0.12	0.12	0.12
Initial Adoption Level (%)	100	100	100
Maximum Adoption Level (%)	100	100	100
Lag to maximum Adoption Level (years)	0	0	0

## Mercado Mexicano de maíz de amarillo



## Mexican decision to implement agroecology

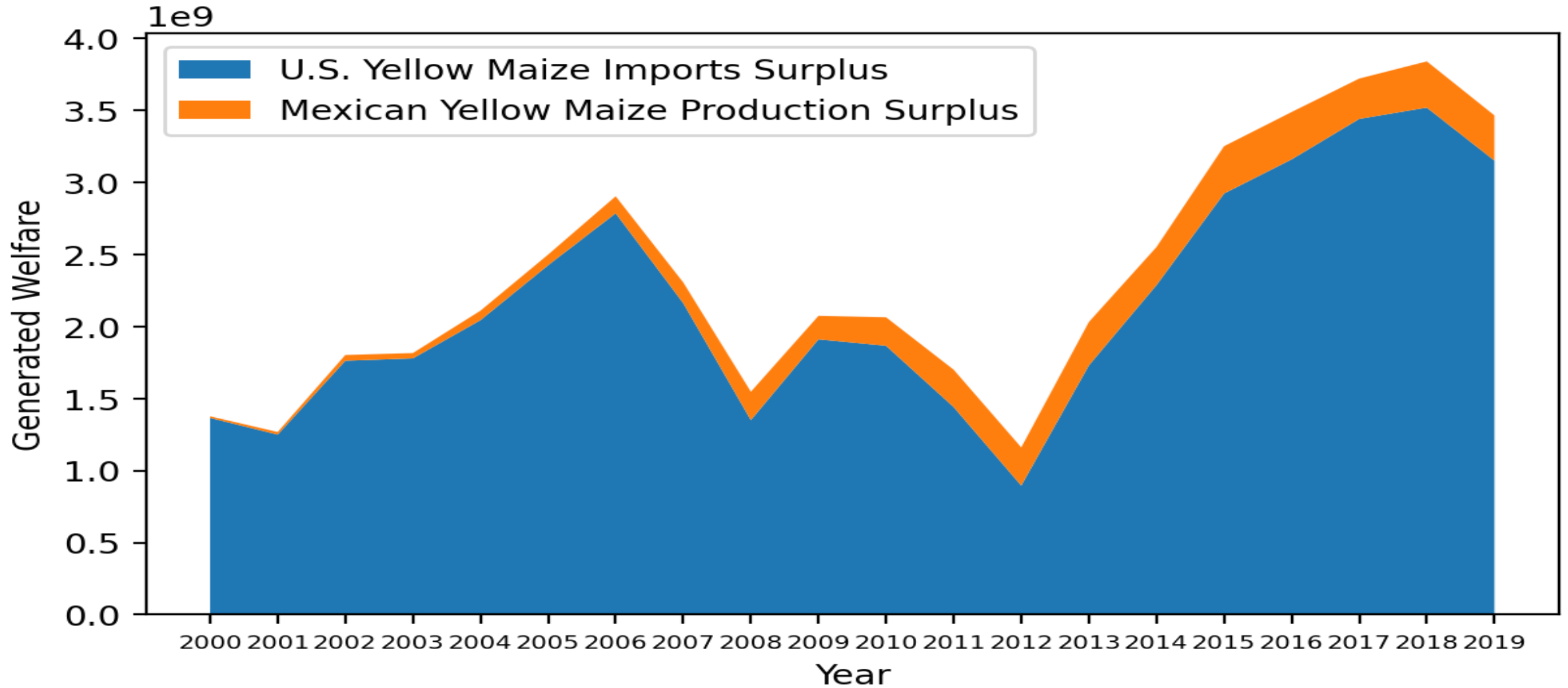




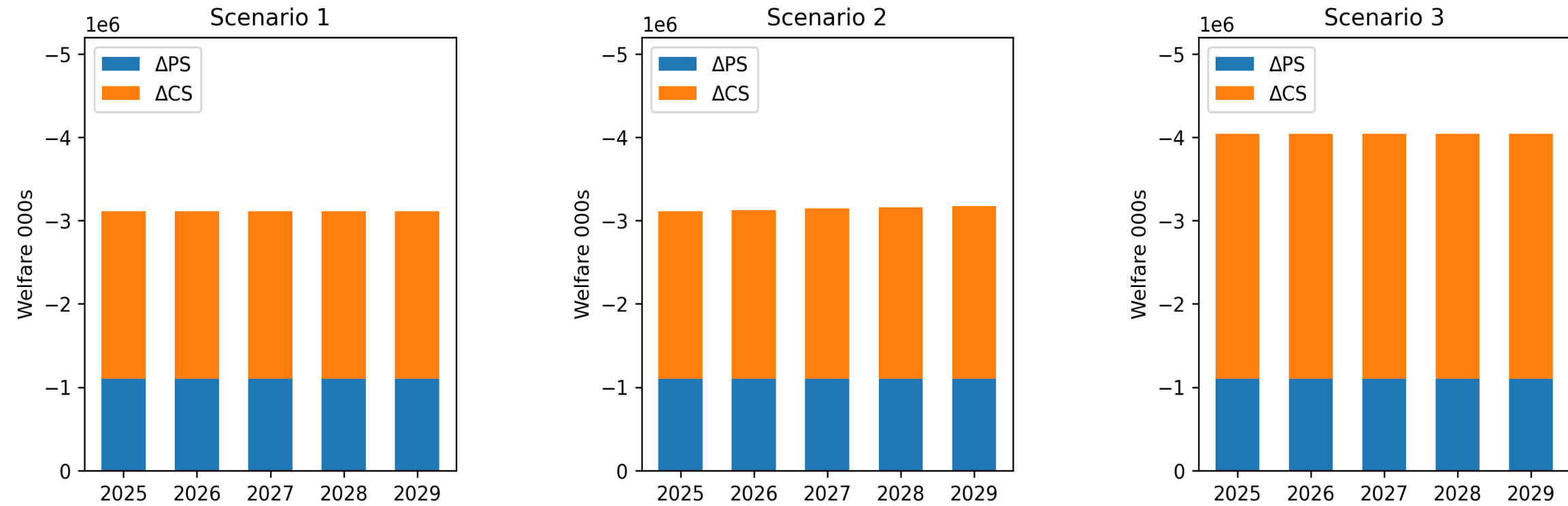
## Modelo de Distribución de excedente

- $\Delta PS = P_t Q_t (K_t - Z_t) (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $\Delta CS = P_t Q_t Z_t (1 + 0.5 Z_t \eta)$
- $K_t = \{[E(Y)] / \varepsilon - [E(C)] / [1 + E(Y)]\} p A_t (1 - \delta_t)$
- $Z = K\varepsilon / (\varepsilon + \eta)$

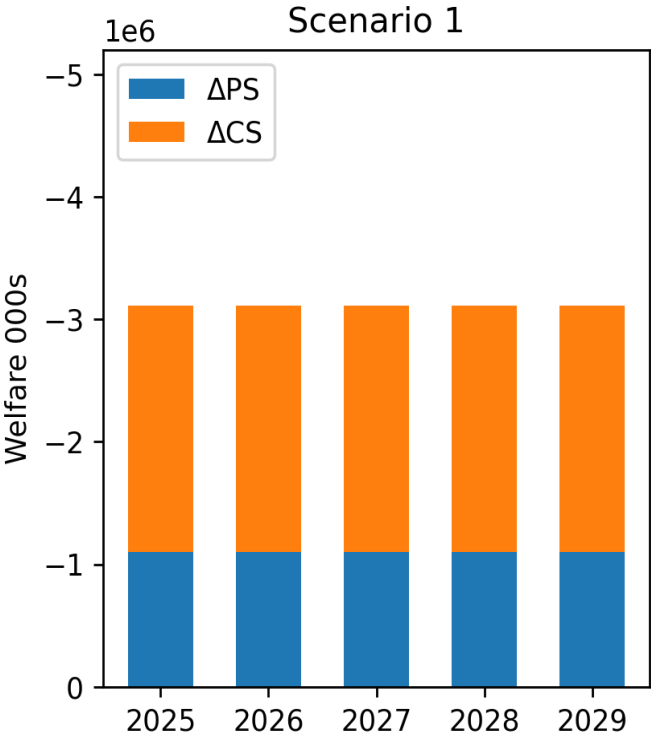
# Excedente económico de producción e importaciones de maíz amarillo en México (2000-2019)



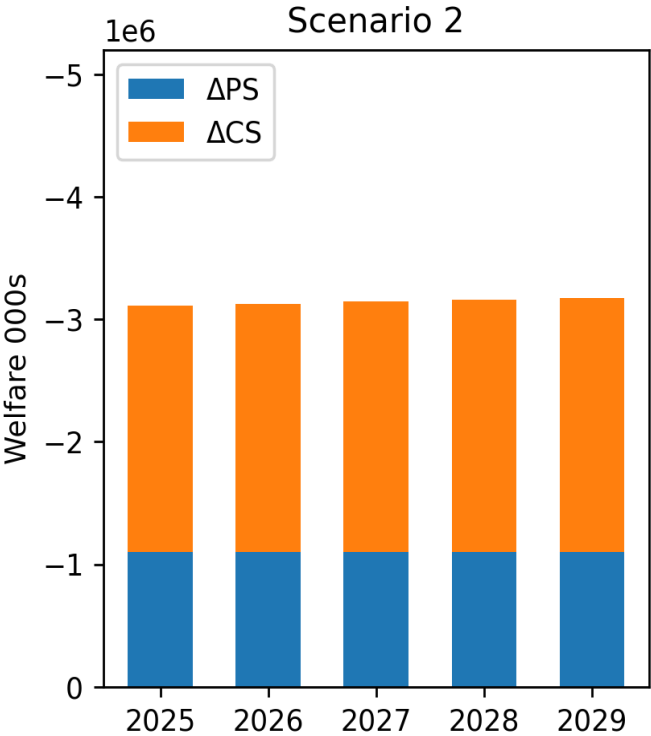
# Excedente económico generado adoptando agroecología



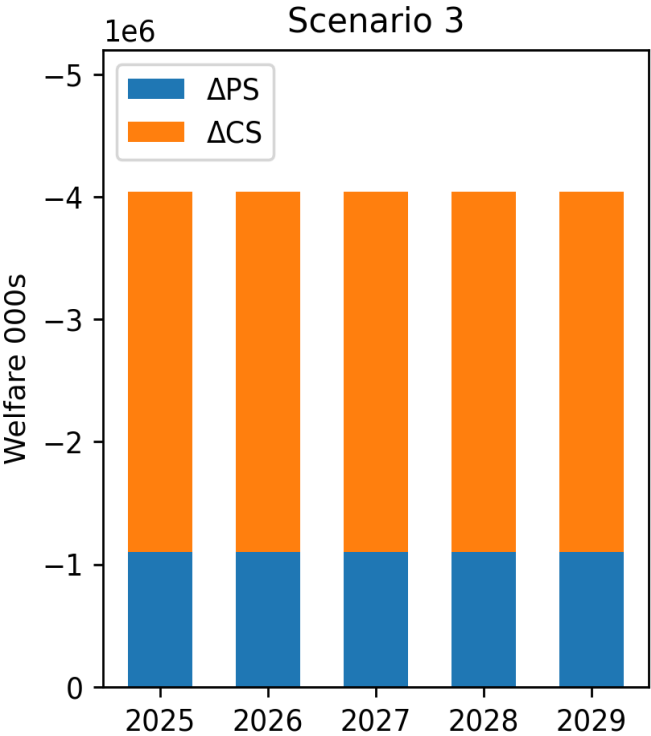
# Excedente económico generado adoptando agroecología



-35%

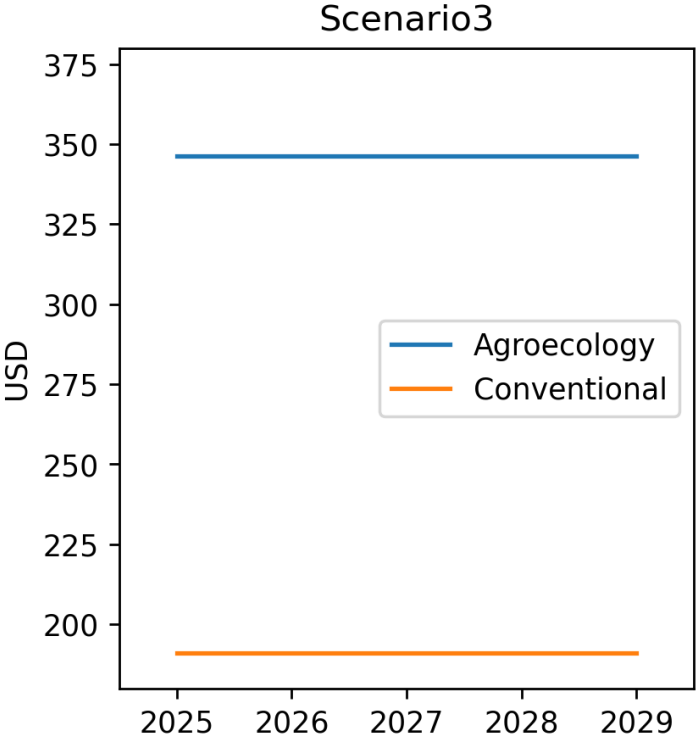
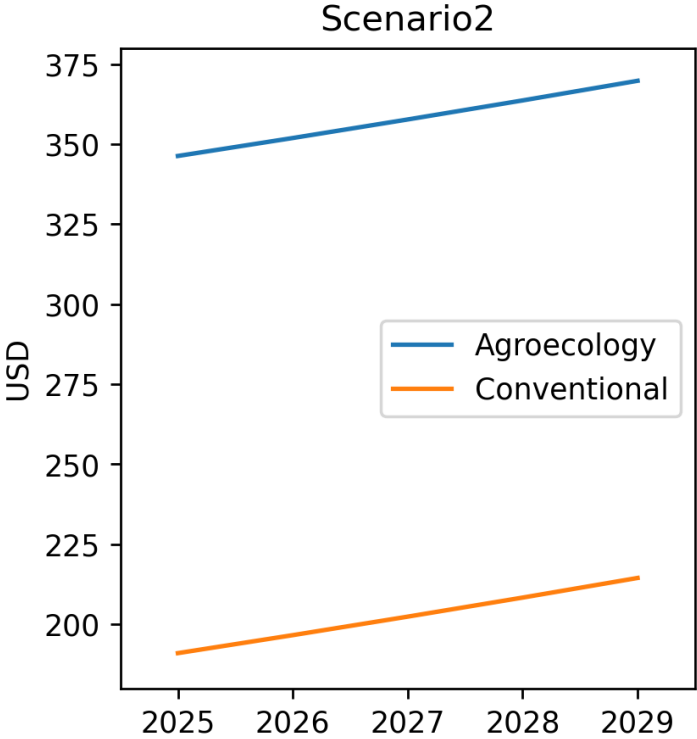
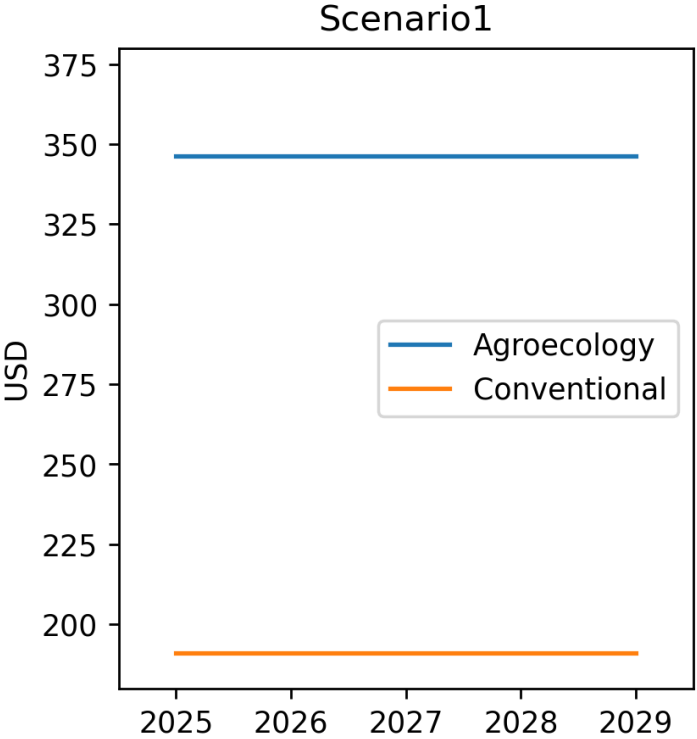


-36%



-52%

# Precio de equilibrio por tonelada métrica de maíz amarillo



## Conclusión – México

- **Negar** las importaciones de maíz amarillo va a salir ¡**caro**!
- **Siendo conservador**, el precio por 1 MT de maíz amarillo **incrementara** un **81%**.
- ¿Tiene México las condiciones agroclimáticas para producir anualmente 13 millones de toneladas métricas de maíz amarillo?

¡Gracias!