

IMPACTO DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LOS PRODUCTORES DEL MARGEN IZQUIERDO DEL RÍO SANTIAGO, EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO IXCUINTLA, NAYARIT, MÉXICO

IMPACT OF CORN PRODUCTION ON PRODUCERS ON THE LEFT BANK OF THE SANTIAGO RIVER IN THE MUNICIPALITY OF SANTIAGO IXCUINTLA, NAYARIT, MEXICO

 **Lcdo. Sergio Bogarin Trujillo**

Universidad Autónoma de Nayarit
bogarin@gmail.com
Tepic, México

 **Plácido Álvarez López, Ph.D.**

Universidad Autónoma de Guadalajara
salomones141@gmail.com
Guadalajara, México

 **Elizabeth Trujillo Ubaldo, Ph.D.**

Universidad Autónoma de Nayarit
elizabeth.trujillo@uan.edu.mx
Tepic, México

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 20/02/2024
Aceptado: 11/04/2024
Publicado: 30/06/2024

RESUMEN

En México, el maíz es uno de los granos básicos más importantes, se destina principalmente a la actividad pecuaria, la industria almidonera y el consumo humano. La relevancia de este grano ha llevado a empresas nacionales e internacionales a realizar investigaciones en México con el fin de implementar y transferir tecnología. La presente investigación determinó y analizó los efectos en la producción de maíz para dos grupos de productores: independientes y en convenio con Bayer®, Novasem® o Agro100® en la región del margen izquierdo del Río Santiago, Municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Para lograr lo anterior, se levantó una encuesta para evaluar el impacto en la producción de maíz utilizando la teoría de “emparejamiento por puntajes” o “propensity score matching”. Se concluyó que, en comparación con los productores en convenio, los productores de maíz independientes tuvieron un mayor impacto en el nivel de producción.

Palabras clave: maíz, semilla, evaluación de impacto, desarrollo local

ABSTRACT

In Mexico, corn is one of the most important staple grains. It is mainly used for livestock, starch industry, and human consumption. The relevance of this grain has led national and international companies to conduct research in Mexico in order to implement and transfer technology. The present research determined and analyzed the effects on corn production for two groups of producers: independent producers and those with agreements with Bayer®, Novasem®, or Agro100® in the left bank region of the Santiago River in the municipality of Santiago Ixcuintla, Nayarit. For the research, a survey was conducted and the impact on corn production was evaluated using the "propensity score matching" theory. It was concluded that, compared to producers with agreements, independent corn producers had a greater impact on the level of production.

Keywords: corn, seed, impact assessment, local development

INTRODUCCIÓN

El maíz, considerado como el cereal líder en producción global, se destina a una amplia gama de usos, desde la elaboración de alimentos hasta la producción de biocombustibles. En cuanto al consumo humano, el maíz atraviesa principalmente tres procesos de molienda: seca, húmeda y nixtamalización. Estos procesos dan origen a materias primas que luego se transforman en cereales para el desayuno, snacks (palomitas de maíz, productos extruidos cocidos con cal), productos horneados leudados con levadura o químicos, jarabes de maíz, cerveza y licores destilados; así como una amplia gama de productos nixtamalizados como tortillas y totopos, que ganan popularidad a nivel mundial (Serna-Saldivar, 2016).

De acuerdo con estudios botánicos, arqueológicos y genéticos, el maíz (*Zea mays*) tiene su origen en territorio mexicano; se domesticó a partir de poblaciones silvestres de teosinte, un tipo de hierba, en la región conocida como el valle de las Balsas en el estado de Guerrero (Matsuoka et al., 2002; Hastorf, 2009; Piperno et al., 2009). Este proceso gradual de domesticación, que se estima, comenzó hace 10 mil años, dio lugar a la gran diversidad de maíces que conocemos hoy en día (Anderson y Cutler, 1942).

Se estima que existen alrededor de 65 razas de maíz nativo en el país, lo que representa una gran riqueza genética y cultural (González-Valdivia y Arcocha-Gómez, 2017), cada raza posee características únicas, como color, tamaño, textura y sabor, que se adaptan a diferentes condiciones climáticas y necesidades culinarias. El desarrollo de biotipos uniformes, que surgieron de la Revolución Verde, se originó a partir del entendimiento de la diversidad biológica del maíz, este conocimiento permitió la experimentación a lo largo del siglo XX mediante procesos de recolección, clasificación y preservación (Méndez, 2021).

Durante este proceso, se clasificaron diferentes tipos de semillas de maíz, basada en el origen y las características de producción, agrupándolas en cuatro principales: **i) Semilla nativa:** son aquellas que son originarias y pertenecen a la biodiversidad del territorio, lugar o región donde se cultivan (Curry, 2017; Méndez, 2021); **ii) Semilla criolla:** son aquellas que fueron inducidas y se adaptaron a la biodiversidad del territorio, lugar o región donde se cultivan (Rivera-Castro, et. al., 2020; Ángel-Pérez, et. al., 2018); **iii) Semilla híbrida:** son aquellas que nacieron de la cruce física de dos variedades, en la mayoría de las veces sólo pueden cultivarse una vez debido a que son estériles, dado que la nueva variedad tiene las características deseables de ambas parentales (este tipo de semilla fue producto directo de la revolución verde, derivada de los procesos de cruces selectivas) (Ron, et. al., 1999; Luna, et. al., 2009; Sánchez-Toledo, et. al., 2017); y **iv) Semilla transgénica:** son aquellas semillas que por medio de biotecnología se utilizan

células vivas para la obtención y mejora de su cadena de ADN insertándole material genético de otra especie (Santillán-Fernández, et. al., 20201; González y Ávila, 2014; Massieu, 2009); los trabajos que concluyeron en la creación de este tipo de semilla se iniciaron en la década de los años ochenta, poco tiempo después de iniciada la revolución verde, por lo tanto, fue la última en incorporarse en la clasificación.

Las semillas de maíz transgénico en México se han documentado en varias regiones, incluidas Oaxaca, Chiapas y la Ciudad de México. Los estudios han demostrado que los transgénicos están presentes en las variedades nativas mexicanas, y que factores como la agricultura industrializada del maíz y el intercambio de semillas contribuye a su dispersión (Ureta, et. al., 2023; Ayala-Angulo, et. al., 2023). Los esfuerzos de monitoreo han revelado la naturaleza dinámica de la presencia de transgénicos, con muestras que han dado positivo en regiones como Sierra Juárez y Santa María Huatulco (Rendón-Aguilar, et. al., 2019). Las investigaciones sobre la posible introgresión de transgenes en variedades autóctonas han demostrado que los rasgos modificados genéticamente pueden integrarse sin alterar significativamente las características fenotípicas o la composición del grano, siguiendo los principios mendelianos (Duncan, et. al., 2019). Además, se ha desarrollado un novedoso sistema de transformación que utiliza *Agrobacterium* para una modificación genética eficiente del maíz, lo que permite la producción de plantas transgénicas con una integración genética estable y una transmisión por línea germinal (Ye, et. al., 2022). Sin embargo, hasta el momento en México, en la mayor parte de la superficie sembrada con maíz no se ha generalizado el uso de variedades mejoradas (Guillen, *et al*, 2002).

Por último, además de la Revolución Verde, -la cual modificó drásticamente los procesos de producción de maíz-, fue en la década de los años noventa que la estructura productiva del maíz en México experimentó una nueva transformación, esta vez, de naturaleza comercial con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), el cual significó una liberalización del mercado que alteró significativamente el panorama del sector maicero, liberando la comercialización de maíz procedente de Estados Unidos y Canadá, situación que agudizó las problemáticas económicas que en ese momento presentaban los productores de maíz en México y que en algunas regiones siguen latentes (González y Ávila, 2014).

La presente investigación tiene como objetivo determinar el impacto, bajo la técnica de emparejamiento por puntajes (Propensity Score Matching) en dos grupos de productores de maíz: independientes y en convenio con Bayer®, Novasem® o Agro100®, ubicados en la región del margen izquierdo del Río Santiago en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Así como aportar evidencia empírica y documentar los diferentes mecanismos a los que los productores agrícolas se han enfrentado; en un contexto caracterizado por un modelo económico predominantemente neoliberal.

Las preguntas de investigación fueron ¿existen impactos asociados a la intervención de las empresas de la industria de semillas en la región margen izquierda, en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit? ¿Cuál es el impacto en la producción de maíz de la región margen izquierda, en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit; a partir de la intervención de las empresas de la industria de semillas?

REVISIÓN DE LITERATURA

El maíz en la sociedad y su caminar a través del tiempo

Los primeros registros que se tienen sobre el cultivo de maíz datan del periodo preclásico en la región del Valle de Tehuacán en el estado de Puebla, México, considerado como pieza angular en la dieta de las

culturas mesoamericanas, el maíz ha estado presente en los diferentes periodos de la historia de México (González, 2007). Cuando los españoles llegaron a Tenochtitlan los miembros de la civilización azteca ya contaban con un proceso de producción de maíz muy sofisticado para la época, el cual les proveía de la cantidad suficiente de grano, lo que representaba un elemento importante para la elaboración de sus alimentos (Luna, 2009).

Con el paso del tiempo, sociedades como la Maya, Azteca, Toltecas y Tlaxcalteca que se desarrollaron en la región de Mesoamérica, y que actualmente comprende el centro y sureste de México, realizaron prácticas que en su momento tuvieron la finalidad de mejorar la productividad del cultivo de maíz (Kato, 2004); como fue la mezcla física que genera nuevas variedades (semilla híbrida) hasta la implementación de complicadas y novedosas redes de canales de riego como las que se observaron en la antigua Tenochtitlan (González, 2013). En el periodo de la conquista, el consumo de maíz ya estaba generalizado en los pueblos que habitaban en toda región de Mesoamérica, posteriormente en el periodo de evangelización, el consumo de maíz fungió como un elemento clave para que el proceso de adopción de la religión católica se realizara en el menor tiempo y sin tanta violencia, esto debido a la similitud que tenía el maíz con el grano de trigo, siendo este último parte primordial del culto cristiano (González, 2011).

La condición preponderante que tiene el maíz en la sociedad mexicana no nació a partir de un floreciente uso y costumbre, sino su uso, es un camino forjado a través del tiempo con miles de historias anecdóticas de su producción, uso y consumo por parte de las diferentes civilizaciones que han habitado el territorio mexicano. A causa de este camino entrelazado entre las sociedades de México y el maíz, se llegó a crear una riqueza gastronómica que supera hoy en día más 700 platillos de los cuales resalta uno conocido como “tortilla” el cual acompaña todos los alimentos ingeridos por los habitantes del país de norte a sur (Castillo y Chávez, 2013).

Evidencia isotópica del año 2000 a.C, muestra que el maíz representó más del 70% de la dieta total de las personas de Mesoamérica, esto significa que el maíz se convirtió en un alimento fundamental para su supervivencia y bienestar (Kennett, et. al., 2020). En el tiempo de la colonia, el consumo de maíz y de la tortilla se mantuvo por parte de la sociedad subyugada, esto debido en gran medida a los frailes franciscanos que relacionaban el consumo de maíz, con el consumo de trigo arraigado en la religión católica, lo cual ayudó a la evangelización (González, 2011; Calleja y Basilia, 2016).

En los periodos que siguieron a la colonia, los cuales fueron caóticos para el país, la producción y consumo de maíz se mantuvo en gran medida por las clases más desprotegidas de las regiones rurales, donde el grano de maíz y su derivado principal la tortilla era uno de sus principales alimentos, es por eso que el consumo de maíz es relacionado actualmente con las clases populares de las sociedades mexicanas, las cuales tiende a consumirlo consecutivamente.

Derivado de esta relación construida a través del tiempo “alimentación – maíz”, las sociedades rurales productoras de este grano no ven el cultivo únicamente como una actividad económica propia del sector rural, si no con aprecio sentimental, social y cultural (Castillo y Chávez, 2013). A partir de esta concepción, esas sociedades rurales realizan la actividad de producir maíz no teniendo como objetivo principal mejorar sus ingresos si no como una forma de mantener su esencia, ejemplo de esto son los mayos en Sonora, las sociedades rurales en las sierras madres y las comunidades agrícolas del estado de Oaxaca (Massieu, 2005).

Fue hasta la primera mitad del siglo XX, en el periodo presidencial de Manuel Ávila Camacho que se firmó un convenio con la fundación Rockefeller de Estados Unidos de América (EUA), con la finalidad de comenzar trabajos de investigación científica en el territorio mexicano en *pro* de resolver la baja

productividad de las áreas cultivadas y producidas de maíz en México; utilizando métodos de mejoramiento de semilla. Sin embargo, dichas investigaciones se enfocaron en resolver las problemáticas de los productores del oeste de los EUA, problemáticas que resultaban distintas a las que enfrentaban los productores en México (Cecon, 2008; Ron, et. al., 1999; Luna, et. al., 2009; Sánchez-Toledo, et. al., 2017).

Posteriormente, en la segunda mitad del siglo XX, se implementaron políticas públicas proteccionistas para el cultivo del maíz, las cuales apoyaban con financiamientos las producciones y estipulaban un precio de garantía para este grano básico, a principios de la década de los años 80 con la adopción de las políticas de corte neoliberal por parte de México se dejaron de lado estas políticas y se abrió paso al libre mercado, el cual agravó seriamente las condiciones económicas de los productores de maíz y llevó a la dependencia de las importaciones de este grano para finales del siglo XX, tendencia que sigue manteniéndose hasta nuestros días (Moreno-Sáenz, González-Andrade, Matus-Gardea, 2016).

El cultivo de maíz en la costa norte de Nayarit y la intervención de las empresas de la industria de semillas de maíz

El cultivo de maíz en la costa norte del estado de Nayarit tiene sus inicios durante el periodo colonial en el siglo XVII, con el asentamiento de los españoles y la construcción de las primeras haciendas en la región. Los españoles dueños de estas haciendas aprovecharon lo fértil de las tierras e iniciaron la siembra de cultivos, que en ese entonces tenían una gran demanda; caso específico del algodón y el maíz. Este último cultivo, era utilizado como alimento para la población y el ganado; una de las actividades más importantes en esos tiempos (Luna, 2009).

En la segunda década del siglo XX la producción de maíz se vio disminuida debido a la incorporación del cultivo de tabaco en la región, el cual generaba mayores ingresos. Sin embargo, aunque pasó a segundo plano el cultivo de maíz nunca desapareció debido a la importancia como materia prima comercial para la elaboración de tortillas y como alimento para el ganado (Luna, 2009).

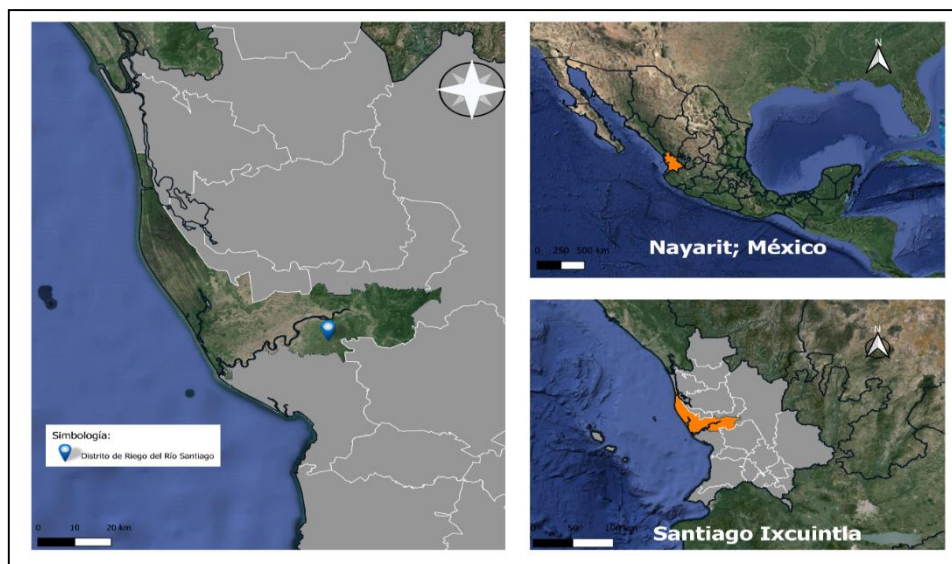
Al finalizar la primera década del siglo XXI en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, específicamente en la región conocida como margen izquierdo del Río Santiago, sobre el cual operan tres grandes presas hidroeléctricas, se estableció la compañía de cultivos agrícolas Monsanto® actualmente conocida como Bayer®, misma que ha adquirido aproximadamente 1800 hectáreas, dedicadas a la producción de maíz (Madera y De Dios, 2021), a partir de entonces, otras empresas de la industria de semillas, como Novasem® y Agro100®, con objetivos y dinámicas productivas similares, también se establecieron en la zona. Su incorporación generó un escenario agrícola con dos tipos de producción de maíz; la tradicional de los productores independientes y la promovida por las empresas semilleras a través de convenios con los productores. Este último, representó una opción atractiva para los productores de la región, quienes, impulsados por la búsqueda de optimizar la rentabilidad de sus cultivos, la consideraron una alternativa viable.

Durante el periodo de 2000 a 2018 Monsanto® estuvo compuesta por tres divisiones de negocio: herbicidas, semillas y biotecnología, como consecuencia de esta acción en el año 2009 la compañía logró la obtención de permisos para realizar ensayos experimentales con maíz genéticamente modificada en México y el año siguiente se le autorizó instalar estaciones de trabajo en zonas agrícolas estratégicas de México. Por último, en el año 2018 el consorcio Monsanto® es adquirido en su totalidad por la empresa farmacéutica Bayer® (Monsanto Global, 2019). Desde su llegada, en el año 2010 a la región

del margen izquierdo del Río Santiago, Bayer® instaló dos estaciones de trabajo: una dedicada a los experimentos de mejora de granos y otra enfocada a la producción de maíz comercial semillero por medio de contratos de asociación con agricultores de la región.

Figura 1.

Mapa del Distrito de Riego del Río Santiago

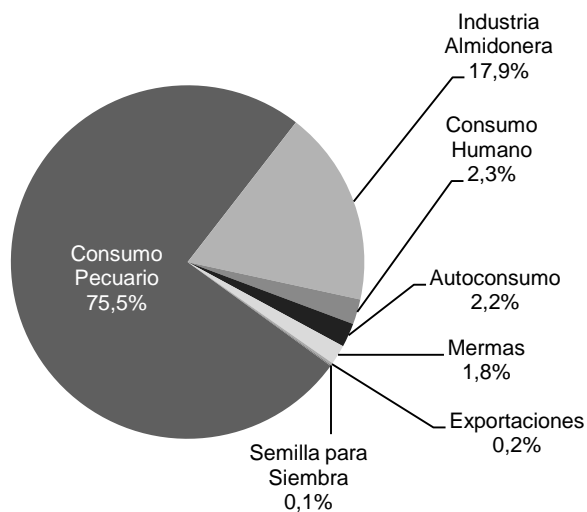


Nota. Elaborado con información de Google Maps (2022)

Uno de los granos básicos más importantes que se consumen en México es el maíz, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, hoy SADER) en el 2017 la producción de maíz amarillo fue destinada en su mayoría para el consumo pecuario como muestra en la siguiente Figura 2.

Figura 2.

Destino de la producción de maíz amarillo en 2017



Nota. Fuente: Elaborado con datos del SIAP (2017)

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se basó principalmente en un enfoque cuantitativo, complementado con elementos cualitativos. Debido a la falta de una línea base de comparación previa, se adoptó un diseño transversal (Hernández et al., 2014). Se recopiló y analizó información sobre la producción, la economía y los aspectos sociales relacionados con la problemática y los objetivos de la investigación.

La población de estudio estuvo conformada por productores de maíz de las quince comunidades que integran la región agrícola del margen izquierdo del río Santiago, en el municipio de Santiago Ixcuintla, en la costa norte del estado de Nayarit. Los productores se dividieron en dos grupos: aquellos que produjeron maíz de forma independiente (sin convenios con entidades privadas o públicas) durante los ciclos agrícolas 2020/2021 (primavera-verano y otoño-invierno) y aquellos que lo hicieron bajo convenios con las empresas Bayer®, Novasem® y Agro100®.

Elección de muestra

Se levantó una muestra determinística mediante la técnica de bola de nieve. La elección de esta modalidad de muestreo se derivó por la falta de un padrón donde se especifique el número de los productores de maíz y su distribución en la región de estudio. Es importante señalar que el modelo con el cual se analizó y compararon los datos obtenidos a través del instrumento aplicado no requiere de una muestra de población estadísticamente representativa, esto a partir de la misma naturaleza del modelo; por lo cual, no es una condición *sine qua non* la representatividad para este modelo (Ovalle, 2015; Soriano y Fong, 2019). Los resultados solo tienen validez interna.

Dimensiones, indicadores y variables en los productores

Se definieron las dimensiones que conforman la metodología del desarrollo económico local: económica, social, ambiental y político – administrativo; así como los indicadores a medir y las variables del instrumento de recolección de información.

Los indicadores tratan de medir unidades de valor, las cuales se pueden expresar en pesos, kilogramos, metros, etc. Las unidades de medición en esta investigación están acordes a las dimensiones de la metodología (económicos, sociales, ambientales y políticos administrativo) (Heath, 2012). Por último, es importante señalar que los indicadores se componen de variables obtenidas a través de las preguntas del instrumento de recolección de datos (cuestionario), así una vez definidos los indicadores y variables se pudo diseñar el instrumento según las necesidades de la investigación.

Tabla 1.

Matriz de dimensiones, indicadores y variables

Dimensiones	Indicadores	Variables
Económico	Ingreso	-Ingreso por producción de maíz
	Costos	- Ingreso por otra actividad agrícola
	Rentabilidad	-Otros ingresos
		-Costos de producción en el maíz
		-Tipo de tenencia de tierra
		-Tipo de semilla
		-Costo de fertilizantes y plaguicidas

		-Costo de maquinaria agrícola
		-Otros Costos
Social	Edad	-Edad del productor
	Sexo	-Sexo del productor
	Salud	-Acceso a la Salud
	Educación	-Seguridad en proceso de cultivo para los trabajadores
		-Nivel Educativo
Ambiental	Agua	-Tipo de riego
	(Educación	-Cuidado del agua
	Ecológica)	- Conocimiento ecológico
		-Procesos para deshacerse de desechos.
		- Aplicación de programas para protección del medio ambiente
Político - Administrativo	Política Publica	-Acceso a subsidios de política publica

Instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de información se diseñó considerando las cuatro dimensiones de la Tabla 1. Para calibrar el instrumento de recolección de información se realizó una prueba piloto, la segunda semana de noviembre de 2019, con productores de maíz del ciclo agrícola otoño – invierno (2018 – 2019) del poblado de San Isidro, municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit.

Modelo y análisis de datos

Esta investigación se realizó bajo la teoría del modelo cuantitativo denominado “emparejamiento por puntajes” o “Propensity Score Matching”, el cual es utilizado en gran medida para medir el impacto generado por políticas públicas en sectores específicos de la sociedad. Asimismo, su elección derivó de los objetivos planteados en la investigación, los cuales estaban acorde con los posibles resultados arrojados por el modelo después de realizar el procesamiento. Por último, la metodología que se planteó en la investigación reforzó la riqueza del análisis, ya que permitió realizar comparaciones entre las dimensiones estipuladas en el instrumento de recolección de información.

El modelo de emparejamiento compara indicadores o variables de dos muestras de una misma población que comparten características similares, pero que a su vez una de las muestras tiene un elemento que la diferencia de la otra (Gleiter, *et al*, 2011; Ovalle, 2015; Soriano y Fong, 2019).

La pregunta básica sobre la cual parte el análisis de impacto es, ¿Cuál es el impacto o efecto causal en los productores de maíz al margen izquierdo del río Santiago de la intervención de empresas privadas que firman convenios con los productores de maíz para implementar paquetes tecnológicos para mejorar el desarrollo económico local?, esta pregunta se puede formular mediante la expresión matemática básica:

$$\alpha = (Y | P = 1) - (Y | P = 0)$$

De acuerdo con esta fórmula, el impacto causal (α) de una intervención (P) sobre un resultado (Y) es la diferencia entre el resultado (Y) con la intervención (cuando $P = 1$) y el mismo resultado (Y) sin la intervención (cuando $P = 0$). Es decir, se evaluó el impacto causal de la intervención de empresas privadas, mediante la firma de convenios de paquetes tecnológicos, en la producción de maíz.

Lo que se buscó con el modelo, fue identificar las diferencias generadas por elemento que diferencian las muestras, para poder medir el impacto que tiene en la muestra. Por otro lado, este modelo cuantitativo no necesita muestras de poblaciones definidas para que sus resultados sean válidos; sin embargo, entre más indicadores y variables se procesen mayor será la cantidad de muestra requerida por el instrumento para que la información resultante puede ser considerada válida.

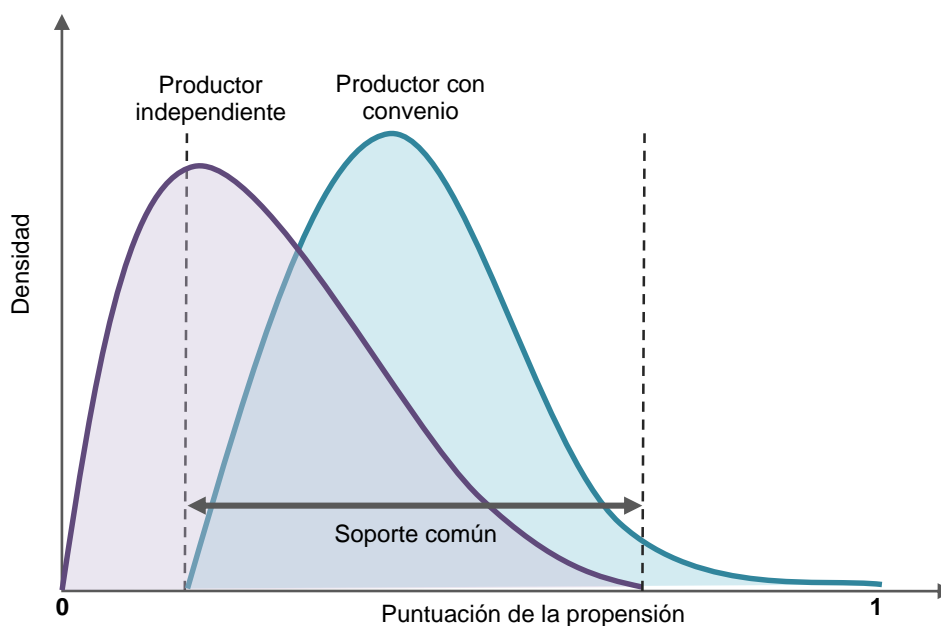
ANÁLISIS DE RESULTADOS

Caracterización de los productores de maíz

En la Figura 3 se muestra la distribución de las propensiones para los inscritos (productores con convenio) y los no inscritos por separado (productores sin convenio o independientes). Lo que ilustra la Figura 3 es que estas distribuciones no se superponen perfectamente. En la zona media de la distribución, es relativamente fácil encontrar parejas porque productores con convenio e independientes comparten características similares. Sin embargo, los que tienen convenio con propensiones cercanas a 1 no pueden corresponderse con ninguno independiente porque no existen independientes con este nivel de puntuación. Intuitivamente lo que ocurre es que los productores que tienen alta probabilidad de tener convenio son tan diferentes de los productores independientes que no se puede encontrar una buena pareja para ellas. Por lo tanto, se observa una falta de rango común en los extremos, o colas, de la distribución de las puntuaciones.

Figura 3.

Esquema de emparejamiento por puntajes de las propensiones a participar y soporte común

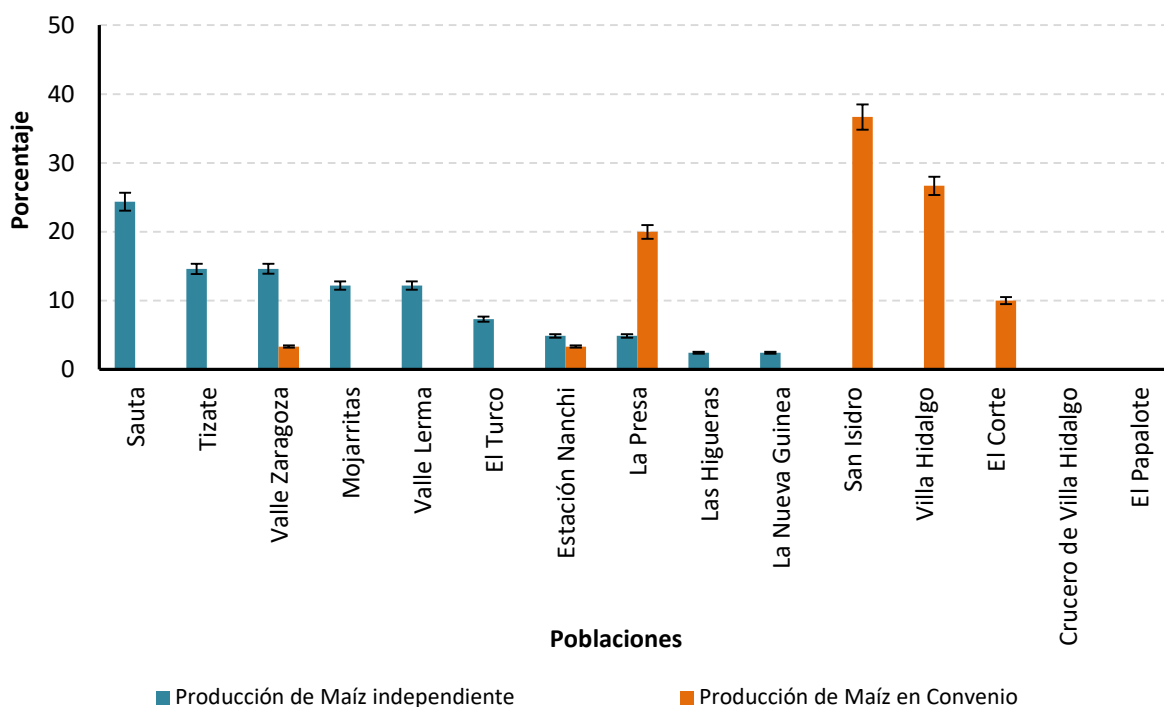


Con base en la encuesta levantada se caracterizó a los productores de maíz, del margen izquierdo del Río Santiago, en atributos generales, sociales y económicos. Se estratificó a los productores de maíz en: 1) productores independientes (productores sin relación con otra persona, entidad o empresa) y 2) productores de maíz en convenio (productores en convenio con alguna empresa de la industria de semillas, ya sea Bayer®, Novasem®, o Agro100®).

Con base en los resultados, solo 5.3% de los productores de maíz del margen izquierdo tienen un sistema mixto, 40% son independientes y 54,6% tienen un convenio de producción. Se encuentran distribuidos en diez de las quince poblaciones de la margen izquierda; siendo Sauta la población donde se localiza la mayor cantidad de productores independientes y San Isidro los productores en convenio.

Figura 4.

Productores de maíz independientes y con convenio por población



Los productores de maíz independientes, cuya cosecha tiene como finalidad el consumo pecuario tienen menos tecnificado su proceso de labranza, menor conocimiento técnico y una menor accesibilidad a la infraestructura hídrica comparado con los productores independientes cuya cosecha tiene como destino el consumo humano. En contra parte, con los productores con convenio que en su mayoría es para consumo humano.

Respecto al tipo de tenencia de la tierra, la mayor proporción en productores independientes es el ejidal, con 63.4%. Para el caso de productores con convenio el tipo de propiedad con mayor frecuencia es la rentada con 46.7%.

Figura 5.

Tipo de tenencia de la tierra de los productores independientes y con convenio

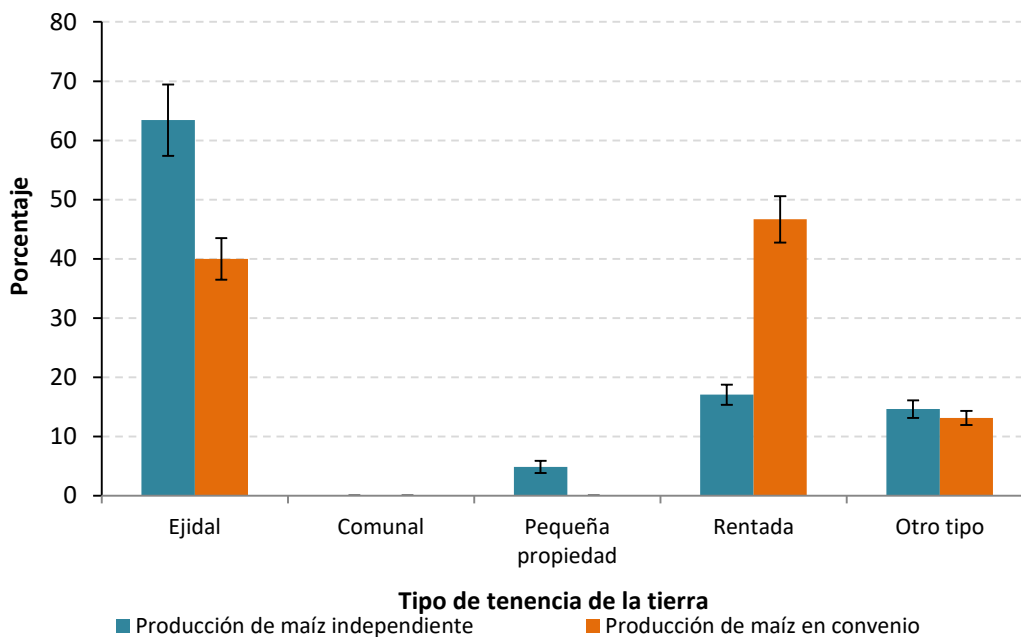
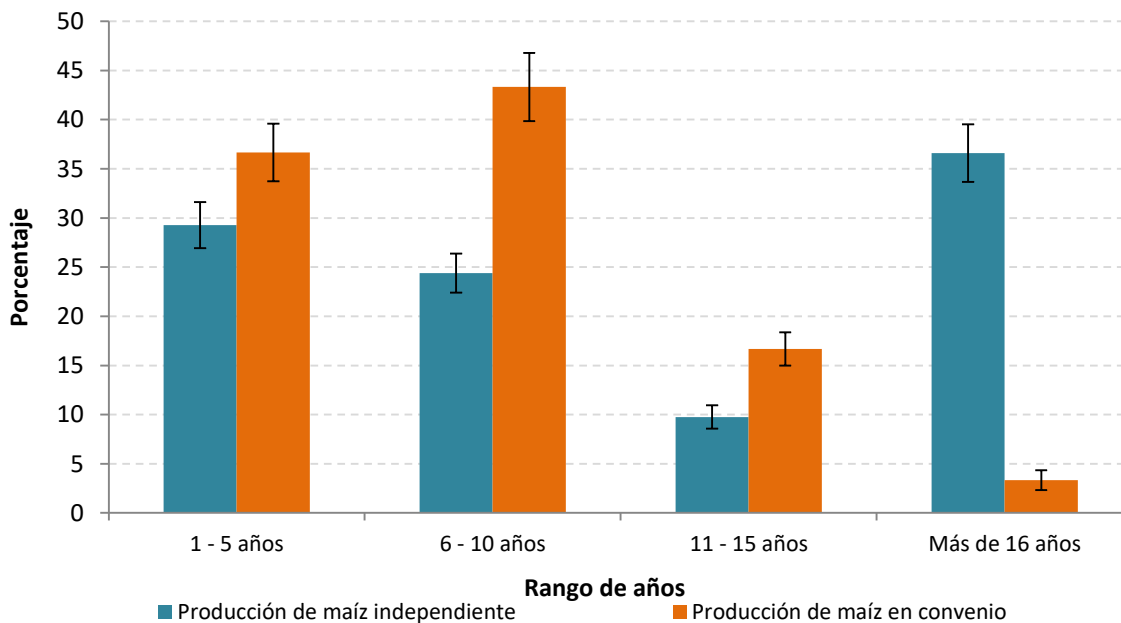


Figura 6.

Antigüedad de los productores independientes y con convenio

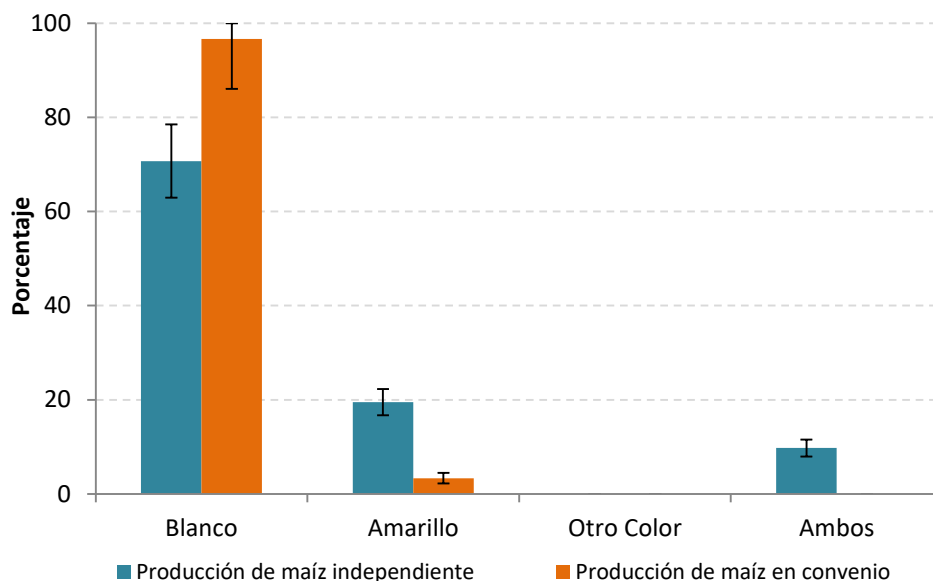


Sobre el número de años dedicados y de experiencia en la producción de maíz, se observa que los productores independientes tienen más de 16 años de experiencia productiva (36.6%) y los productores en convenio entre 6 y 10 años (43.3%).

El tipo de semilla sembrada por los productores independientes es: híbrida y criolla, ambas en 50%, y productores en convenio en su mayoría híbrida (93.3%). Con respecto al color de maíz producido, para ambos tipos de productores la mayor producción se realiza del maíz blanco.

Figura 7.

Color de maíz por productores independientes y con convenio



Impacto económico y social de la intervención de la industria de semillas de Maíz

La producción de maíz por hectárea se midió en escala ordinal, donde: 1 = Menos de 1 tonelada; 2 = De 1 – 5 toneladas; 3 = De 6 – 10 toneladas; y 4 = Más de 10 toneladas.

A continuación, se representa un resumen de la variable de interés (de la escala de producción por hectárea).

Tabla 2.

Resumen de la muestra para la variable producción

Grupo	Media	Moda	Error estándar
Tratamiento (productores con convenio)	3.3	3	0.236
Control (productores independientes)	3.8	4	0.156

Nota. Elaborado con información reportada, en R – estadístico.

Con base en los resultados de la Tabla 2, se observa que la moda del grupo control es mayor a 10 toneladas por hectárea y el grupo tratamiento de 6 a 10 toneladas.

Para probar si existe diferencia estadística entre el grupo tratamiento y control, se realizó un análisis de comparación de medias de la producción entre grupos (tratamientos y control). Se asumió en la hipótesis nula igualdad de medias ($H_0: \mu_C = \mu_T$) y en la hipótesis alternativa desigualdad de medias ($H_0: \mu_C > \mu_T$), donde μ_C es la media del grupo y μ_T es la media del grupo tratamiento. Con la base en los resultados de la prueba *t – student*, se concluyó que se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa; es decir, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que existe diferencia entre el nivel de producción por hectárea entre el grupo tratamiento y control. Esto pone de manifiesto que el nivel de producción por hectárea de los productores de maíz en sistemas de producción tradicional o independiente es mayor que la producción en convenio con las empresas de la industria de semillas.

Tabla 3.

Prueba de t-student

t – estadístico	Grados de libertad	p - value	Diferencia	Intervalo de Confianza	
				Límite inferior**	Límite superior**
2.0973	250.653	0.0408*	0.5939	0.0255	1.1621

Significancia a 95% de confianza *

Construidos a 95% de confianza **

Nota. Elaborado con información de la encuesta, procesada en R – estadístico.

Comparación de medias del modelo *Propensity Score Matching* (PSM)

De acuerdo con la teoría, para ajustar un modelo de *Propensity Score Matching* se requiere encontrar pares de productores con variables observables. Es decir, se busca que las variables observables sean estadísticamente iguales en ambos grupos, a este tipo de variables se les conoce como covariables. Para esto, se realizaron pruebas múltiples de comparaciones de medias por variable y grupos. A continuación, se muestran los resultados de las variables que mostraron igualdad de medias (covariables).

Tabla 4.

Pruebas de t-student por covariables

Variable	t - estadístico	Grados de Libertad	p – value	Diferencia	Intervalo de Confianza	
					Límite inferior**	Límite Superior**
Edad del productor	0.168	261.725	0.8666	0.0367	-0.3991	0.4726
Grado de estudio del productor	-1.077	260.103	0.2856	-0.2789	-0.7967	0.2388

Seguridad social del productor	0.476	262.513	0.6357	0.1379	-0.4411	0.7169
Tenencia de la tierra	-1.409	261.387	0.1639	-0.5509	-1.3327	0.2308
Medidas de cuidado del agua	0.661	258.668	0.5108	0.2329	-0.4717	0.9376
Manejo de residuos	0.423	271.932	0.6729	0.1256	-0.4653	0.7167
Organización del sector rural	-0.765	265.511	0.4467	-0.1088	-0.3926	0.1749

Significancia a 95% de confianza *

Construidos a 95% de confianza **

Nota. Elaborado con información de la encuesta, procesada en R – estadístico.

Con base en los resultados de las covariables (Tabla 4), se realizó un ajuste de un modelo *Logit*, para seleccionar las variables determinantes y que están relacionadas con la variable de interés. De las 7 variables que mostraron igualdad de medias, 3 mostraron los mejores niveles de ajuste al modelo *logit*.

Tabla 5.

Pruebas de t-student por covariables

Parámetros	Estimación	Error estándar	Valor de Z	Pr(> z)
Intercepto	-1.0432	0.8999	-1.159	0.094*
Tenencia de la tierra	0.1847	0.1487	1.242	0.104
Grado de estudio del productor	0.2074	0.2288	0.907	0.098*
Medidas de cuidado del agua	-0.1370	0.1691	-0.811	0.101

Suma de cuadrados total: 99.099 y 273 Grados de libertad

Suma de cuadrados del error: 95.777 y 270 grados de libertad

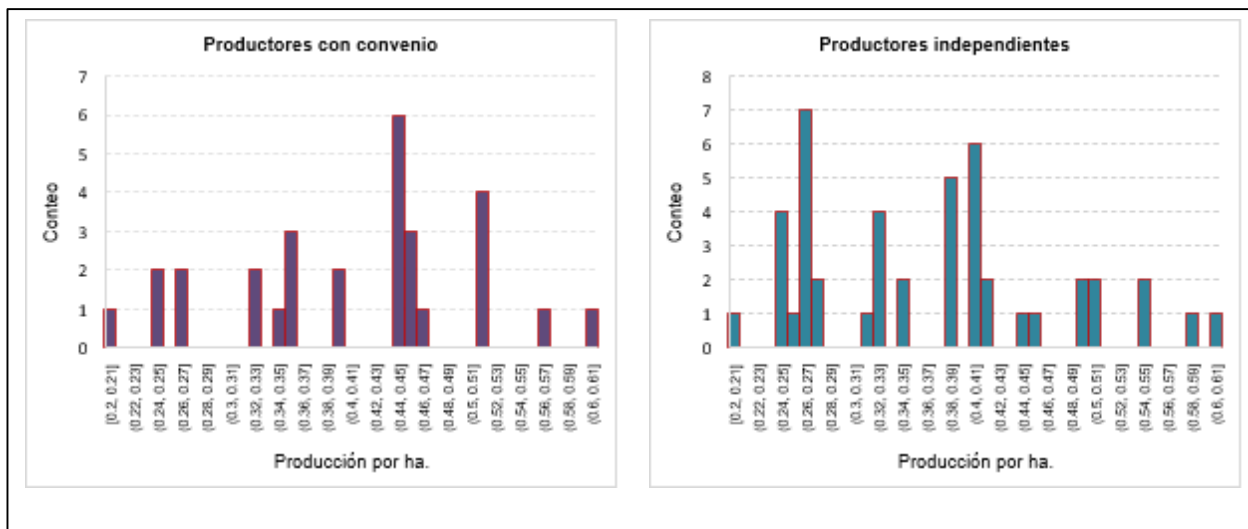
AIC: 103.7

Significancia a 90% de confianza *

Nota. Elaborado con información de la encuesta, procesada en R – estadístico.

Figura 8.

Histograma de soporte común de los grupos de estudio para el emparejamiento

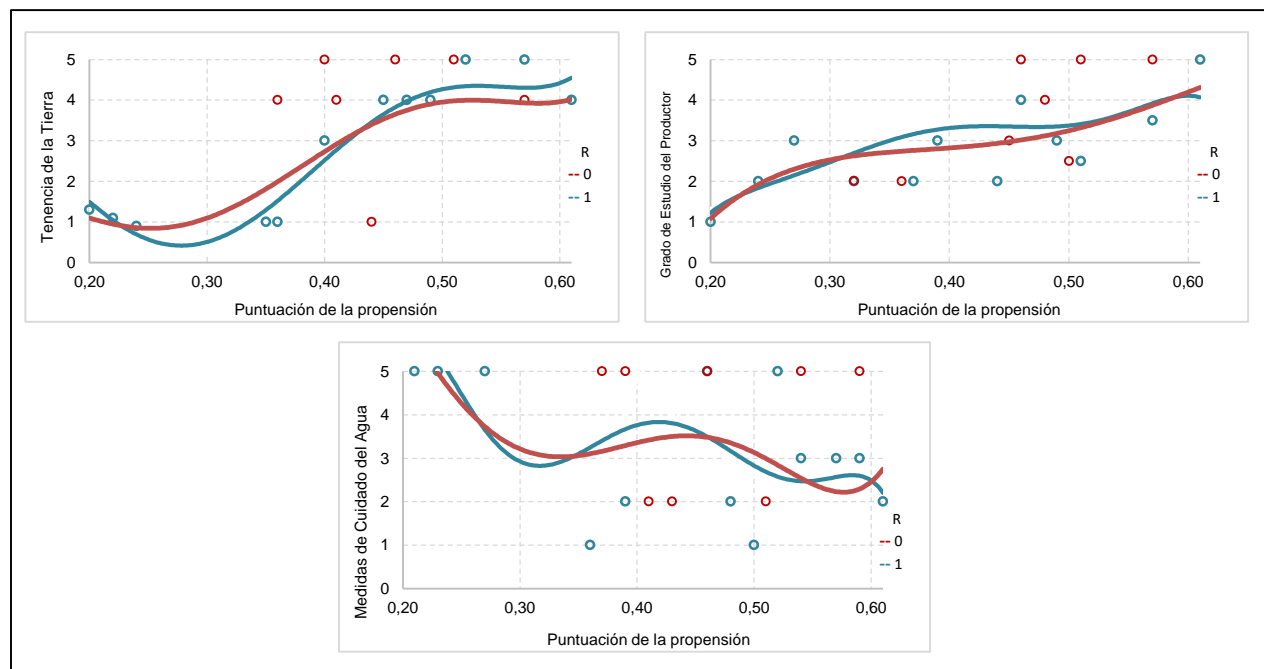


Nota. Elaborado con información de la encuesta, procesada en R – estadístico.

Para un análisis visual (Figura 9), se graficó la media de cada covariable contra la puntuación de propensión estimada, por separado, y por grupo de estudio. Lo cual muestra que, si el emparejamiento es correcto, los grupos de tratamiento y control tendrán medias (casi) idénticas de cada covariable en cada valor de la puntuación de propensión. Es decir, se debe de observar una sobreposición en las líneas, como se muestra a continuación.

Figura 9.

Media por covariable y tipo de grupo de estudio por puntuación de propensión



Nota. Elaboración con información de la encuesta, procesada en R – estadístico

Con base en Vaquiro (2016) se identificó que las regiones donde se desarrollaron importantes trabajos de irrigación e infraestructura han dado forma a un sector agrícola competitivo, lo que ha llevado a una polarización en la estructura productiva en México, además considera que la fuerza laboral agrícola es diversa, lo que hace que los hogares dedicados a la agricultura diversifiquen sus fuentes de ingresos. Zepeda, et. al., (2021) encontraron que para el caso de las unidades de producción en Nayarit se emplean en promedio 6 trabajadores y 36% contratan a más de 6. En contraste, en Huejotzingo, Puebla, el promedio de trabajadores contratados es de aproximadamente 2 jornaleros. El estado de Nayarit, desde la última década del siglo XX y primera del siglo XXI, se ha caracterizado por la intervención de proyectos gubernamentales y privados que han transformado las condiciones de la región sur del estado “la instalación de proyectos agroindustriales privados, promovidos por inversionistas extranjeros, que han optado por la adquisición de tierras para el desarrollo de procesos productivos altamente tecnificados” (Sifuentes y Rivera, 2013: 61). Esta coyuntura ha sido aprovechada por empresas multinacionales como Bayer®, Novasem® o Agro100®, quienes han ofrecido contratos a los productores de maíz de la zona de estudio.

Por último, para calcular el efecto del tratamiento, se utilizó la muestra emparejamiento, para este análisis se utilizó la prueba t.

Tabla 6.

Estimación de los efectos del tratamiento (modelo de emparejamiento)

t – estadístico	Grados de libertad	p-value	Diferencia	Intervalos de confianza			
				Inferior**	Superior**	Inferior*	Superior*
1.3428	254.363	0.1849	0.4137	-0.2039	1.0314	0.0140	0.8134
Significancia a 80% de confianza *							
Construidos a 95% de confianza **							

Nota. Elaborado con información de la encuesta, procesada en R – estadístico

Montesillo (2016), realizó un estudio comparativo entre distritos de riego y regiones de secano, en el cual, demostró que el rendimiento del maíz en grano es similar en ambos sistemas. La investigación concluyó que las tierras de secano son más favorables para la producción de maíz en comparación con aquellas en los distritos de riego, ya que estos últimos han incorporado tierras marginales. Por lo tanto, el costo social y ambiental de la producción de maíz en sistemas de secano es menor que el de los distritos de riego, especialmente en lo referente a problemas hídricos. En cuanto a los niveles de producción y de acuerdo con los resultados (considerando un nivel de confianza de 80%), se pudo concluir que existe evidencia estadística que demuestra efectos negativos del orden de los 0.4137 en los productores que adoptan tecnologías o paquetes tecnológicos por medio de convenios, cabe señalar que ambos grupos de estudio tienen acceso a las mismas condiciones hídricas y de temporal.

Datos similares se obtuvieron por Guillen et al (2002), quien concluyó que la adopción de semilla mejorada requiere de un proceso de cambio, y para esto es conveniente que los técnicos agrícolas e investigadores tengan un entrenamiento que los familiarice con los factores humanos que intervienen en cualquier situación de cambio, para apoyar y orientar a los productores y que los actores sociales como los

agricultores reciban capacitación específica sobre las formas más efectivas de tomar decisiones individuales y de grupo, ya que todo proceso de transferencia de tecnología involucra cargas afectivas y reflexivas precisamente en las etapas en que los individuos deben tomar decisiones.

CONCLUSIONES

Los productores de maíz independiente presentan mayores impactos en el nivel de producción en comparación con los productores en convenio. Esto no implica que los paquetes tecnológicos sean ineficaces, pues pueden existir variables no observables que hacen que este potencial en la producción no se vea materializada en mayores niveles de producción.

De acuerdo con la información obtenida en la encuesta, este bajo nivel de producción en algunos casos se debe a la aversión al cambio por parte de los agricultores y el bajo seguimiento para la adopción e implementación de tecnologías por parte de las empresas Bayer®, Novasem® y Agro100®.

Si bien, existe un impacto mayor en los productores independientes, esto no se ve materializado en mayores ingresos directos para ellos, debido a que el productor independiente destina gran parte de su producción al autoconsumo. Lo cual impacta en la parte económica de la región y en cuestiones socioculturales de este grupo de productores.

Con base en los resultados de un análisis simple de comparación de medias, se observa que la medida del grupo control es mayor a 10 t/ha y el grupo tratamiento de 6 a 10 t/ha.

Se recomienda que el modelo de emparejamiento sea utilizado cuando el número de muestras sea elevado, ya que esto permite percibir los resultados del emparejamiento con mayor amplitud. No obstante, derivado a la pandemia provocada por el SARS-CoV-2 no fue posible tener un número mayor en el tamaño de muestra en esta investigación. Se sugiere en futuras investigaciones se amplíe el tamaño de muestra y se analicen variables similares a las propuestas en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, E., y Cutler, H. C. (1942). Races of *Zea mays*: I. Their recognition and classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 29(2), 69-88.
- Angel-Pérez, A. L. D., Villagómez-Cortés, J. A., Larqué-Saavedra, B. S., Adame-García, J., Tapia-Naranjo, C. A., Sangerman-Jarquín, D. M., y Uscanga-Pérez, N. G. (2018). Preferencias y percepciones asociadas con semilla mejorada de maíz según productores de Veracruz Central, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1), 163-173.
- Ayala-Angulo, M., González, E. J., Ureta, C., Chávez-Servia, J. L., González-Ortega, E., Vandame, R., y Piñeyro-Nelson, A. (2023). Local and Regional Dynamics of Native Maize Seed Lot Use by Small-Scale Producers and Their Impact on Transgene Presence in Three Mexican States. *Plants*, 12(13), 2514.
- Calleja, P., M. y Basilia, V., M. (2016). La tortilla como identidad culinaria y producto de consumo global. *Región y Sociedad*, (66), 161 – 194
- Castillo, N., J. y Chávez, M., C. (2013). Caracterización campesina del manejo y uso de la diversidad de maíces en San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10 (1), 23 – 38.

- Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*, 91, 21 – 29.
- Curry, H. A. (2017). Breeding uniformity and banking diversity: The genescapes of industrial agriculture, 1935-1970. *Global Environment*, 10(1), 83-113.
- Duncan, B., Leyva-Guerrero, E., Werk, T., Stojšin, D., Baltazar, B. M., García-Lara, S. y Meng, C. (2019). Assessment of potential impacts associated with gene flow from transgenic hybrids to Mexican maize landraces. *Transgenic Research*, 28(5), 509-523.
- Gleter, P., J., Martínez, S., Premand, P., Rawlings, L., B. y Vermeersch, C. (2011). *La evolución de impacto en la práctica*. Washington DC, Estados Unidos de América: Banco Mundial.
- González M., A. y Ávila, C., J., F. (2014). El maíz en Estados Unidos y en México. Hegemonía en la producción de un cultivo. *Argumentos*, 27 (75), 215 – 237.
- González, G., C., J. (2013). *Xipe Totec guerra y regeneración del maíz en la religión mexicana*. Ciudad de México, México. Fondo de la cultura económica.
- González, J., A. (2007). Agroecosistemas Mexicanos: pasado y presente. *Revista de estudios lingüísticos, literarios, históricos y antropológicos*, (6), 55 -80.
- González, R., A., M. (2011). Los hombres de maíz frente a los hombres de trigo. Un problema de identidad religiosa. *Hospitalidad – Esdai*, 145 – 156.
- González-Valdivia, N. y Arcocha-Gómez, E. (2017). Razas y variedades nativas de maíz (*Zea mays* L.) en la península de Yucatán, México. *ResearchGate*. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/336703129>.
- Google Maps. (2022). <https://www.google.com.mx/maps/preview>
- Guillen, L. A.; Sánchez, C.; Mercado, S. y Navarro, H. (2002). Análisis de atribución causal en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. *Agrociencias*. 36:377-387.
- Hastorf, C. A. (2009). Rio Balsas most likely region for maize domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(13), 4957-4958.
- Heath, J. (2012). *Lo que indican los indicadores*. Ciudad de México, México: INEGI.
- Hernández, S., R., Fernández, C., C. y Baptista, L., M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hil.
- Kato, Y., T., A. (2004). Variedades transgénicas y el maíz nativo en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 1(2), 100 – 109.
- Kennett, D. J., Prufer, K. M., Culleton, B. J., George, R. J., Robinson, M., Trask, W. R., ... & Gutierrez, S. M. (2020). Early isotopic evidence for maize as a staple grain in the Americas. *Science Advances*, 6(23), eaba3245.
- Luna, B. M., Hinojosa, M. A., Ayala, Ó. J., Castillo, F., y Mejía, J. A. (2012). Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(1), 1-7.
- Luna, J., P. (2009). *Santiago Ixcuintla notas para hilvanar su pasado*. Tepic, México. Grupo Rosas Impresores.

- Madera, J. A., y De Dios, D. D. (2021). La producción campesina de alimentos en contextos de disputa por los recursos en los municipios de Jala y Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. *EntreDiversidades. Revista de ciencias sociales y humanidades*, 8(1), 119-140.
- Massieu, T., Y., C. (2009). Cultivos y Alimentos Transgénicos en México. *Nueva Época*, 22 (59), 217 – 243.
- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M. M., Sanchez G, J., Buckler, E., & Doebley, J. (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(9), 6080-6084.
- Méndez Rojas, D. A. (2021). Los libros del maíz. Revolución verde y diversidad biológica en América Latina, 1951-1970. *Letras históricas*, (24), 149-182.
- Monsanto Global. (2019). *Visible body: Monsanto Global*. Recuperado de: <https://www.monsantoglobal.com/global/lan/quienes-somos/pages/monsanto-en-el-mundo.aspx>.
- Montesillo-Cedillo, J. L. (2016). Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: distritos de riego vs temporal. *Economía Informa*, 398, 60-74.
- Moreno-Sáenz, L., I., González-Andrade, S. y Matus-Gardea, J., A. (2016). Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (1), 115 – 126.
- Ovalle Ramírez, C. (2015). Sobre la técnica de Puntajes de Propensión (Propensity Score Matching) y sus usos en la investigación en Educación. *Educación y Ciencia*, 4(43), 80-89.
- Piperno, D. R., Ranere, A. J., Holst, I., Iriarte, J., & Dickau, R. (2009). Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium BP maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(13), 5019-5024.
- Rendón-Aguilar, B., Bernal-Ramírez, L. A., Bravo-Avilez, D., & Rocha-Munive, M. G. (2019). Temporal dynamics of detected transgenes in maize landraces in their center of origin. *Revista mexicana de biodiversidad*, 90, 1-12.
- Rivera-Castro, V. M., Muy-Rangel, M. D., Gutierrez-Dorado, R., Escobar-Álvarez, J. L., Hernandez-Castro, E., & Valenzuela-Lagarda, J. L. (2020). Nutritional, physicochemical and anatomical evaluation of creole corn varieties from the region of the Costa Chica of Guerrero. *Food Science and Technology*, 40, 938-944.
- Ron, J., Díaz, J. L. R., Bernal, R. V., y Lozano, J. B. M. (1999). Comparación de tipos de variedades de maíz desarrolladas por el INIFAP en la región centro-occidente de México. *Agrociencia*, 33(3), 267-276.
- Sánchez-Toledano, B. I., Kallas, Z., y Gil, J. M. (2017). Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 49(2), 269-287.
- Santillán-Fernández, A., Salinas-Moreno, Y., Valdez-Lazalde, J. R., Carmona-Arellano, M. A., Vera-López, J. E., & Pereira-Lorenzo, S. (2021). Relationship between maize seed productivity in Mexico between 1983 and 2018 with the adoption of genetically modified maize and the resilience of local races. *Agriculture*, 11(8), 737.

- Serna-Saldivar, S. O. (2016). Maize: Foods from Maize. Reference Module in Food Sciences. Elsevier Ltd. Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México. 1-12.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. (2017). *Resumen Nacional de Producción Agrícola por Estado*. Recuperado de: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do
- Sifuentes, E. y Rivera, K. (2013). “Redes, agencia social y organización laboral en los invernaderos de tomate del Sur de Nayarit, México”, en Madera, Jesús, et al. (coords.). *Actores rurales frente al modelo de desarrollo neoliberal*. Tepic: Universidad Autónoma de Nayarit, 59-72.
- Soriano, J. L., Fong, C. (2019). Análisis de propensión en ciencias sociales. Libro: Análisis multivariante con enfoque dependiente en las ciencias de la administración como base para la innovación, 65-79.
- Ureta, C., González, E. J., Piñeyro-Nelson, A., Couturier, S., González-Ortega, E., & Álvarez-Buylla, E. R. (2023). A data mining approach gives insights of causes related to the ongoing transgene presence in Mexican native maize populations. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 47(2), 188-211.
- Vaquiroy, N. F. (2016). Economía y trabajo en el sector agrícola. FLACSO Mexico.
- Ye, X., Shrawat, A., Williams, E., Rivlin, A., Vaghchhipawala, Z., Moeller, L., ... & Chen, Y. (2022). Commercial scale genetic transformation of mature seed embryo explants in maize. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1056190.
- Zepeda, J. A. Z., Valverde, B. R., López, L. L. V., y Elizalde, S. P. (2021). El uso del riego como indicador de la rentabilidad en empresas agrícolas familiares en México. *Ingeniería y Región*, (26), 45-54.