



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Trabajo final de graduación para optar por el título de Ingeniería Agronómica

**“Cultivo de Maíz Orgánico vs Convencional, Análisis
Económico y Rindes”**

Tutor: Lance, Roberto Guillermo

Co-tutores: Crimer Daniela - Funes Hernán

Resumen

El maíz, originalmente se cultivaba en América Central, especialmente en México. Es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto con el arroz y el trigo.

En Argentina, alrededor del 80% de la producción de maíz se concentra en el norte de la provincia de Buenos Aires, el sudeste de Córdoba y el sur de Santa Fe, zona conocida tradicionalmente como "Zona Núcleo Maicera".

En las últimas diez campañas, la producción de maíz se incrementó en un 45%, convirtiéndose el maíz, junto a la soja y el trigo, uno de los cultivos más importantes de Argentina.

El objetivo de este trabajo fue describir y evaluar el potencial del cultivo orgánico de maíz versus el convencional en la localidad de Roque Pérez, Pcia de Buenos Aires, en la campaña 2019/2020.

Para comparar el desarrollo económico de las dos producciones, se llevó a la misma proporción de 35 hectáreas para lograr un balance y observar los resultados.

En la cosecha orgánica se obtuvo un rendimiento de 121.851,82 kilos, lo que corresponde a 3.481,48 kilos/hectárea y para el cultivo convencional se obtuvo un rendimiento de 606.780 kilos, correspondiente a 6.742 kilos/hectárea.

Se observó que el cultivo orgánico posee una reducción del 10,68% en herbicidas, pero se observó un aumento en las semillas del 4,72% sobre el convencional. No se encontraron diferencias significativas sobre el fertilizante e insecticida, siendo que el cultivo orgánico solo utiliza fertilizantes y el cultivo convencional ambos. En cuanto al laboreo, la producción orgánica es aún mayor con un incremento del 9,44% por encima del convencional.

Con los rendimientos obtenidos, se puede observar que la producción orgánica genera menos rendimiento, y menos rédito económico en los primeros años, no obstante, luego de un periodo determinado de 5 años, logra alcanzar el potencial generado por los cultivos convencionales.

1. Introducción

1.1. Maíz

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo muy remoto, de unos 7000 años de antigüedad. Originalmente se cultivaba en América Central, especialmente en México, desde donde se difundió hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta Argentina (Badillo Herrera, 2016). Su expansión data de antes del 2500 a.C., a lo largo de los territorios, a partir de 1492, cuando se inicia la conquista por parte de los europeos, entre los siglos XV y principios del XVI; los conquistadores y comerciantes, llevaron el maíz de regreso a sus países, como una novedad alimenticia, introduciéndolo en toda Europa y de aquí al resto del mundo (Silva, 2019).

El maíz es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto con el arroz y el trigo (Barberis, 2014). Es una especie vegetal perteneciente al grupo de las gramíneas que posee gran importancia económica a nivel mundial ya sea destinado como alimento humano o animal (PALIWAL, 2001).

El ciclo productivo del maíz -cultivo de verano- comienza con la siembra, que según las regiones se inicia en septiembre y se prolonga hasta enero; la cosecha se extiende entre febrero y agosto del año siguiente (Storti, 2019).

Los principales productores de maíz se concentran en 4 países: Estados Unidos, China, Brasil y Argentina, los cuales cubren más de 2 tercios de la producción.

Con respecto a América, además de los mencionados anteriormente, también se destacan México y Canadá, mientras que, en Asia, además de China se destacan India e Indonesia (McCormick, 2020).

Los mayores exportadores de este cultivo son Estados Unidos, Argentina, Brasil y Ucrania. En cuanto a las importaciones, aparecen nuevos países como los grandes compradores de maíz, tales como Japón, México, Corea, Vietnam e Irán.

Los países que más consumen este cereal son Estados Unidos y China, en este último su consumo interno supera la producción nacional (McCormick, 2020).

En Argentina, alrededor del 80% de la producción de maíz se concentra en el norte de la provincia de Buenos Aires, el sudeste de Córdoba y el sur de Santa Fe, zona conocida tradicionalmente como “Zona Núcleo Maicera” (Storti, 2019).

La superficie sembrada de maíz en la campaña 2019/20, superó a la campaña anterior 2018/19 en casi 500.000 hectáreas, alcanzando un total de 9.500.000 has. Implantadas de maíz, según datos de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

En las últimas diez campañas, la producción de maíz se incrementó en un 45%, convirtiéndose el maíz, junto a la soja y el trigo, uno de los cultivos más importantes de Argentina.

Según informe realizado en el año 2021, por el Sistema Nacional Argentina de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (SINAVIMO), nuestro país participa en un 2% de la producción mundial, exporta cerca del 65% del volumen producido y destina al mercado interno la diferencia. La producción anual de maíz allí estimada y consignada, correspondiente a la campaña 2019/2020 fue de 58.500.000 toneladas con un rendimiento promedio de 7,5 toneladas por hectárea, las exportaciones argentinas se realizan desde los puertos argentinos hacia alrededor de 50 países, comprendidos en los cinco continentes.

Durante el año 2020 las exportaciones argentinas rondaron las 37.032.000 toneladas aproximadamente. En lo que va del año 2021, y hasta el mes de mayo, los registros alcanzaban unos volúmenes exportadores de alrededor de 13.348.100 toneladas de grano (SINAVIMO)

1.2. Características morfológicas, fenología y desarrollo del cultivo

Zea mays es una planta anual con una altura de 1,5-3 metros. Sus tallos son robustos, presenta hojas anchas, con un sistema nervioso central definido. Las raíces tienen una gran capacidad para girar y penetrar profundamente en el suelo, lo que contribuye a la alta producción de agua del cultivo. Es una planta diclino-monoica que desarrolla flores femeninas y masculinas en el mismo individuo.

La inflorescencia masculina es una panoja laxa y apical, mientras que la inflorescencia femenina, es una espiga compuesta y axilar, cubierta por brácteas similares a hojas, conocidas como "chala".

Las flores masculinas constan de una lemma, palea, dos lodículas y tres estambres; cada espiguilla lleva dos flores, también en pares, una casi sésil y la otra cortamente pedicelada. Las flores femeninas están dispuestas en inflorescencias axilares (panoja o mazorca), dos por espiguillas (una de ellas estéril), con lemma y palea muy reducidas. Estos estilos son de gran longitud, expuestos, fuera de la parte apical de la mazorca, formando la cabellera. El fruto es un cariósido.

En cuanto a las características fenológicas, es una planta metabolizadora de C4, muy eficiente en la producción de biomasa, superando con creces a cultivos como el girasol, la soja o el trigo, esta alta capacidad de producción de biomasa y alto índice de

cosecha se deben a su alta tasa fotosintética, baja energía de la materia seca producida, y estructura adecuada del cultivo.

La mazorca de maíz se encuentra en una posición axial y está sujeta a la dominancia apical durante los períodos críticos (o antes y después de la floración, cuando el principal componente que determina el rendimiento: el número de granos por unidad de área).

Durante el desarrollo del cultivo, para una correcta germinación, la semilla necesita absorber un 30 a 40% de su peso en agua, y al final de la etapa de germinación la plántula presentará dos hojas con el ápice aun ubicado bajo el nivel de la superficie del suelo (situación que le permite tolerar heladas tardías).

La escala fenológica más utilizada para describir el ciclo de un cultivo de maíz es la propuesta por Ritchie & Hanway (1982), que utiliza rasgos morfológicos externos, en ella se encuentra el periodo vegetativo subdividido en subíndices en estadios identificados por las letras V, correspondiente al orden de la última hoja completamente extendida y el periodo reproductivo, identificado con la letra R y un subíndice que comienza en R1 y termina en R6 con la madurez fisiológica.

La planta de maíz tiene un crecimiento definido, que marca el inicio de la floración y el final del crecimiento vegetativo, sin embargo, la diferenciación de las estructuras reproductivas comienza en las primeras etapas del desarrollo del cultivo, a partir de V4-V6.

En la etapa de germinación del maíz NK 840, el meristema forma primordios de hojas y yemas, llamados plastocronos, a un ritmo relativamente constante. Los primeros 4-5 entrenudos no se alargan y comienzan a aparecer las raíces nodales que van reemplazando a las raíces seminales. La elongación de los entrenudos comienza a partir de V6 y continua hasta la aparición de los estigmas (R1), que determina la altura máxima de la planta y el área foliar máxima.

Cuando las plantas tienen entre 4 y 6 hojas completamente expandidas, el meristema apical termina con la diferenciación de hojas y comienza a distinguir espiguillas estaminadas de la futura panoja. En ese momento se determina el número total de hojas que tendrá la planta, y con ello el área foliar potencial que podrá alcanzar. Luego de iniciada la panoja, comienza la diferenciación de los primordios foliares de la yema axilar que dará origen a la espiga.

El panojamiento (VT), periodo crítico del cultivo, donde se completa con la aparición de las anteras de las flores de la panoja iniciándose la liberación del polen que se extiende por unos días. Cuanto mayor sea la sincronía floral entre las inflorescencias masculinas y femeninas, mayor será la posibilidad de fecundación de la mayoría de las espiguillas.

El periodo de llenado de granos comienza desde el mismo momento de producida la fecundación hasta la formación de la “capa negra”, lo que indica que los haces vasculares que conectan el grano con el tejido materno se han vuelto necróticos.

1.3. Producción orgánica

Los orígenes de la producción agrícola orgánica Argentina pueden fijarse en 1985, año en que se creó el Canecos (*Centro de Estudios de Cultivos Orgánicos*), la primera asociación en el país que se ocupó de la agricultura orgánica (GREENTREE S.A., 2000). En 1987, se estimaba que no había más que cinco agricultores dedicados a la producción orgánica, época en que no existía una legislación nacional ni certificadoras orgánicas.

A comienzos del año noventa, con el creciente aumento de agricultores dedicados a la producción orgánica, surgió la “necesidad natural” de una certificación orgánica nacional, entre las primeras certificadoras orgánicas figuraban aquellas como ARGENCERT y OIA. En estos años, debido a la falta de una legislación nacional, se aplicaron normas internacionales reconocidas como las formuladas por el Movimiento de Agricultura Biológica (IFOAM).

En 1992 se llevó a cabo una mejora fundamental para el sector, cuando el Gobierno, a través del Instituto Argentino para la Sanidad y Calidad Vegetal (IASCAV) y el Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA) establecieron directrices para el Sistema Nacional de Control de Productos Orgánicos. En marzo de 1996, la Comisión Europea incluyó oficialmente a Argentina en su lista de terceros países equivalentes (Reglamento de la Comisión -CE, en adelante- N°. 522/96), obtenida esta condición de tercer país, las exportaciones argentinas de productos orgánicos a la CE, aumentaron considerablemente y estos momentos representan casi el 80% de las exportaciones de productos orgánicos (FAO, S/A).

En 1998, se creó la Cámara Argentina de Productores Orgánicos Certificados (CAPOC), con el objeto de promover la actividad orgánica.

Las entidades certificadoras habilitadas en nuestro país son cuatro; ARGENCERT SRL, Organización Internacional Agropecuaria SRL (OIA), Letis SA, Food Safety SA.

La producción orgánica, regulada por la Ley N.º 25.127¹ (MAPO, n.d.), se basa en la aplicación de técnicas tendientes a mantener o aumentar la fertilidad del suelo y la diversidad biológica, que permitan proteger a los cultivos y animales de plagas, malezas

¹ Un producto “orgánico, ecológico o biológico” es aquel que posee atributos de calidad diferenciada certificados por una tercera parte.

y enfermedades bajo un nivel tal que no provoque daños económicos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, n.d.).

Se basa en el uso mínimo de insumos externos, subsidios a la producción conocidos como fitosanitarios, ni manipulación genética, se utilizan métodos que minimizan la contaminación del aire, suelo y agua (MAPO, n.d.).

Hoy en día el principal destino de la producción orgánica certificada continúa siendo la exportación. La Unión Europea es el principal destino junto con el Reino Unido, entre los dos alcanzan el 50% de lo exportado, Estados Unidos es el segundo destino, alcanzando el 37% del volumen exportado (SENASA, 2021).

Argentina es el segundo país detrás de Australia en extensión territorial para la producción orgánica, con 4,4 millones de hectáreas certificadas, el 95% producción ganadera y el 2,5% total de producción orgánica (Talamoni).

En el año 2020 la superficie cosechada de cereales y oleaginosas, mostro un crecimiento del 49%, llegando a 13,4 mil hectáreas, se observa que la provincia de Buenos Aires aumento en superficie cosechada (69%) y sigue teniendo la mayor participación con 29 mil hectáreas, que equivale al 35% de la superficie orgánica total cosechada (SENASA, 2021).

De la superficie cosechada de cereales orgánicos (24.098 ha), la mayor superficie correspondió al trigo (43%), al maíz (17%), la avena (17%) y al arroz (10%), se cultivaron principalmente en la provincia de Buenos Aires (82%), siguiendo en importancia las provincias de Entre Ríos y Corrientes (9% y 4%) (SENASA, 2021).

En cuanto a la importancia económica de la producción orgánica, las exportaciones pueden tomarse como un buen indicador, se puede deducir que las exportaciones de productos orgánicos de origen vegetal representan el 98%, ascendiendo por lo menos a unos 113 millones de dólares en el año 2020. (Talamoni, S/A)

Como se observa en la Tabla 1, los productos industrializados presentan un volumen importante en las cantidades exportadas, seguido por productos frutícola, de cereales y de oleaginosos (Talamoni).

Tabla 1: Importancia económica del sector orgánico

CADENA PRODUCTIVA (ORIGEN VEGETAL)	TONELADAS EXPORTADAS	PRECIO PROM USD/T	VALOR EXPORTADO (EN MILES DE USD)
Cereales	13.510	USD 400	USD 5.404
Oleaginosas	14.647	USD 600	USD 8.788
Frutas	43.732	USD 1.500	USD 65.599
Hortícolas	6.421	USD 1.000	USD 6.421
Productos industrializados	47.735	USD 550	USD 26.254
Otros	878	USD 810	USD 711
Total	126.924		USD 113.178

Fuente: Talamoni, Características y actuales tendencias en el mercado de alimentos orgánicos, S/F).

Los productos orgánicos, por sus características intrínsecas, se consideran una especialidad frente a la producción convencional, sin embargo, el sector orgánico se encuentra en una fase de maduración anterior a la producción de los commodities o de los alimentos convencionales, necesitando de mayores inversiones para alcanzar una economía de escala. Como bienes diferenciados, los orgánicos tienen la posibilidad de colocarse en el mercado a un precio mayor, comparativamente con los alimentos convencionales (Talamoni).

2. Objetivos

Objetivo primario

Describir y evaluar el potencial del cultivo orgánico de maíz versus el convencional en Argentina, utilizando como modelo de análisis los datos obtenidos durante el período octubre 2019 hasta mayo 2020 en un establecimiento de la localidad de Roque Pérez (Provincia de Buenos Aires).

Objetivos secundarios

- Analizar el impacto de la producción orgánica en el suelo.
- Analizar el nivel de rendimiento en tres campañas de producción orgánica de maíz y comparar con la producción convencional.
- Realizar un análisis económico comparativo entre producción de maíz orgánico y convencional.

3. Análisis del impacto de la producción orgánica en el suelo

El suelo es un recurso finito, lo que connota a su pérdida y degradación es irreversible a lo largo de su ciclo de vida, y se estima que el 95% de nuestros alimentos se producen directa o indirectamente en el suelo (FAO, 2018).

Los suelos saludables son clave para la seguridad alimentaria y un futuro sostenible, ya que ayudan a sostener la producción de alimentos, a mitigar y adaptarse al cambio climático, filtrar el agua y aumentar la resiliencia ante inundaciones y sequías (FAO, 2018).

La tierra como sistema biológico está compuesto por diferentes componentes que están dispuestos y distribuidos de maneras específicas que le dan su estructura única, por esto mismo, una mala gestión del suelo puede alterar su biodiversidad, reducir la materia orgánica y su capacidad para actuar como filtro, contaminando el agua almacenada en el, provocando un desequilibrio de sus nutrientes. Los sistemas de producción orgánica mantienen niveles más altos de biodiversidad que los sistemas gestionados por prácticas convencionales (FAO, 2018).

En el contexto de la agricultura orgánica, una de las ventajas agronómicas más importante es aumentar el potencial productivo del suelo, creando condiciones para una mayor actividad biológica, mejorando su características estructurales y químicas, además de ayudar a reducir la erosión resultante. Por otro lado, los productos tienen mejor post.cosecha y algunos estudios muestran que tienen mejores cualidades nutricionales (FAO, n.d.)

La agricultura orgánica favorece el desarrollo de los agroecosistemas, lo que significa una serie de ventajas ambientales, como, la biodiversidad que aumenta la estabilidad del sistema, el equilibrio de los diferentes elementos que los componen, el uso eficiente de los recursos, la mantención de la fauna y flora, estimulación del reciclaje, la protección de aguas subterráneas (FAO, n.d.)

La comparación entre la agricultura convencional y la orgánica es controvertida, resulta que estas formas de agricultura pueden coexistir y complementarse perfectamente, una de las principales objeciones a la promoción de la agricultura orgánica a gran escala es que el rendimiento promedio de cosechas comparables es menor que en la agricultura convencional (Poggio, 2022). Por esto motivo, se ha propuesto que para alcanzar niveles de producción similares a la agricultura convencional y compensar los menores rendimientos, es necesario aumentar el área del cultivo orgánico, lo que facilitaría la expansión de la agricultura hacia tierras marginales con menor potencial producción (Poggio, 2022).

Sin embargo, los estudios han demostrado que después de un periodo de transición de 5 años, los sistemas orgánicos podrían ser más competitivos que los sistemas convencionales, e inclusive pueden lograr producir hasta un 40% más de rendimiento en tiempos de sequía, y generar una ganancia entre 3 y 6 veces más para los productores (Rodale Institute, n.d.). Se ha observado también que la materia orgánica aumenta continuamente con el tiempo, mientras que la salud del suelo en los sistemas convencionales permanece esencialmente sin cambios (Rodale Institute, n.d.).

En Argentina, donde más creció el área cosechada a partir de producción orgánica fue en la región Pampeana (58% más respecto al año 2020). En 2020 los cereales y las oleaginosas lideraron en superficie cosechada por sobre el resto de las producciones orgánicas (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, n.d.).

El mercado interno en nuestro país se caracteriza por una gran variedad de productos y una falta de relevancia como destino de la producción orgánica. En el año 2020 los productos destinados al consumo final aumentaron un 7%, con solo un 2,8% clasificado como orgánicos.

Respecto a las exportaciones, existe un mercado externo, y el área de producción orgánica en el país continua aumentando, debido a que se mantiene la importancia relativa de los productos orgánicos que constituyen el mayor volumen de exportación, como cereales y oleaginosas, frutas, hortalizas, y productos industrializados.

4. Análisis de rendimiento en tres campañas de producción orgánica de maíz y comparación con la producción convencional.

4.1 Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento localizado en Roque Pérez (Pcia. Buenos Aires $35^{\circ}26'31.2''\text{S}$ $59^{\circ}21'08''\text{W}$), ubicado a 145 kilómetros de la Ciudad de Buenos Aires. En la figura N°1 se encuentra señalado el sitio donde se realizó el trabajo.



Figura N° 1. Ubicación del lote de estudio. Fuente: producción propia a partir de imágenes de Google Earth

Según la carta de suelos del INTA, el lote corresponde a la unidad cartográfica Sa12, siendo un complejo de suelos compuestos por las series Saladillo (40%), La Albina (30%), Santa Rita (20%) y Videla Dorna (10%).

Los suelos predominantes en la posición de media loma baja son Hapludoles Tapto Árgico, Franca fina, mixta (Adaptación de la clasificación de los suelos argentinos al S.T. 2006) y en la posición de bajos es un Hapludol Tapto Nátrico. La unidad cartográfica se describe como un suelo de aptitud agrícola, cuya capacidad de uso es IVws y el índice de productividad 45,6_A.

Producción de maíz orgánico

En el ensayo se sembró un maíz orgánico de primera sobre un lote de 35 hectáreas (Lote N°6 del establecimiento). El primer trabajo que se realizó para el

barbecho fue una labranza secundaria para la preparación de la cama de siembra, donde se utilizó un disco para nivelar el terreno, remover el suelo y destruir malezas, también se utilizó en conjunto con el disco, un rolo utilizado con el fin de completar la fractura de los terrones, así se mejoraron las condiciones de uso para la sembradora y el contacto suelo-semilla. Luego de dos meses se realizó otra labranza secundaria, nuevamente con el disco para remover el suelo para una posterior aplicación de herbicida.

Con respecto al control de malezas de hoja ancha y gramíneas, se realizó una aplicación de herbicida glifosato de 2 litros/hectárea el día previo a la siembra.

Al momento de la siembra, se eligió la variedad de maíz SYN989 colorado duro, un híbrido simple de excelente potencial de rendimiento y estabilidad, el cual posee un excelente comportamiento sanitario y agronómico. Esta variedad posee alta tolerancia frente al Mal Rio IV, al vuelco, al quebrado (debajo de espiga) y a la podredumbre de raíz y tallo, dispone de media tolerancia a la Roya y las enfermedades de espiga.

La siembra se realizó con una distancia entre plantas de 70 centímetros, lo que equivale a 4,8 plantas/ m², obteniendo una densidad de 68.500 plantas/hectárea, la profundidad de la siembra fue a 4,5 centímetros, en conjunto con la siembra se fertilizó con 95 kilos de mezcla 7-40.

Manejos post emergencia

Cuando las plantas alcanzaron los 15 centímetros de altura, se utilizó un escardillo con el fin de eliminar las malezas que crecen entre las hileras del cultivo, posterior a este trabajo se aporcó tierra a las plantas en crecimiento para protección del cultivo. En el momento que el cultivo se encontraba en la etapa de V2, se aplicó un fertilizante foliar, para asegurar una nutrición balanceada para el maíz.

Producción de maíz convencional

En el ensayo también se sembró un maíz convencional de primera sobre un lote de 90 hectáreas (Lote N°9 del establecimiento). En este ensayo no se realizaron laboreos debido al objetivo de realizarlo y estudiar las diferencias obtenidas bajo siembra directa.

Con respecto al control de malezas de hoja ancha y gramíneas, en el mes de junio, tres meses antes de la siembra, se realizó una aplicación de herbicida glifosato de 1,7 kilos/hectárea.

En el mes de septiembre previo a la siembra se aplicó 150 cm³ de herbicida picloram, con el objetivo de controlar malezas de hoja ancha, anuales y perennes, combinado con una aplicación de 2,4-D de 700 cm³, el cual fue utilizado para el secado de barbecho en labranza cero.

Al momento de la siembra, se eligió la variedad de maíz NK 840 semi dentado, un híbrido simple, por adaptarse a los ambientes restrictivos ya que posee un destacado comportamiento agronómico y sanitario. Esta variedad posee alta tolerancia frente a la Roya y Mal Rio IV, a podredumbres de tallo y raíz, dispone de muy alta tolerancia al vuelco, tolerancia al quebrado (debajo de la espiga).

La siembra se realizó con una distancia entre plantas de 70 centímetros, lo que equivale a 4,8 plantas/m², esto dio una densidad de 65.000 plantas/hectárea, la profundidad de siembra fue a 4 centímetros, en simultaneo con la siembra, se aplicó 1,5 kilos/ha de atrazina, un herbicida selectivo para el control de malezas de hoja ancha y gramíneas anuales, se aplicó 1 litro/ha de metolacoloro en conjunto con una aplicación de insecticida decis forte de 25 cm³/ha, un herbicida pre emergente de accion sistémica de gramíneas y algunas malezas de hoja ancha y por último se aplicó 100 kilos/hectárea de fertilizante mezcla 7-40.

Manejos post emergencia

Se aplico en el cultivo previo al cierre de surcos una dosis de glifosato de 2,5 kilos/ha, una dosis de 2-4D de 400 cm³/ha y por ultimo 130 kilos de urea.

Periodo de lluvias para todo el ciclo de cultivo

El cultivo de maíz a lo largo de su ciclo, dependiendo de las condiciones climáticas, requiere de 500-800 mm de agua bien distribuida de acuerdo con sus fases fenológicas. Las fases de floración y llenado de grano son las más críticas para obtener la máxima producción, este periodo es el que mayor demanda exige de agua, es el que va desde 15 días antes de la floración hasta 30 días después, un estrés causado por deficiencia de agua puede ser motivo de una merma del 6 al 13% por día, en el rendimiento final.

En ambos cultivos, tanto orgánico como convencional, la estacionalidad de lluvias, para el barbecho desde el mes de abril hasta septiembre fue de 266 milímetros, requerimiento fundamental para la conservación de la humedad en los primeros centímetros del suelo, donde se ubicara la semilla.

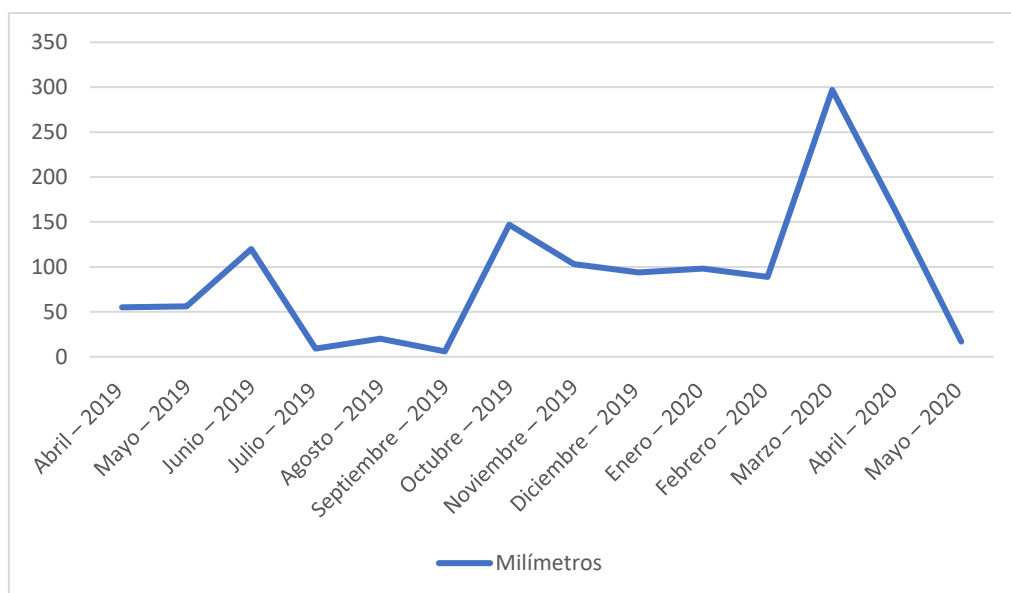


Gráfico N°1 Periodo de lluvia. Fuente: Registro de lluvias por San Martín Pérez Aranz S.A.

En el cultivo unos 40 o 50 días después de la floración se produce la maduración fisiológica, con aproximadamente un 37% de humedad en el grano. De allí en adelante, el grano deja de producir materia seca y comienza a perder humedad, hasta llegar a niveles compatibles con la cosecha mecánica (Producción Agroindustrial del NOA, n.d.).

4.2. Campaña 2018/2019

Tabla 2. Comparación de gastos de cultivo Orgánico vs. Convencional 2018/2019.

	Costos	Costos
	Orgánico 33 has	Convencional 35 has
Herbicidas	-	US\$ 6.727
Semilla	US\$ 2.450	US\$ 5.600
Fertilizante e Insecticida	US\$ 675	US\$ 2.996,6
Trabajos	US\$ 7.857,14	US\$ 8.708,57
Fletes	US\$ 637,86	US\$ 2.894,82
Gastos de comercialización	US\$ 1.353,6	US\$ 5.252,36
Seguros	US\$ 251,77	US\$ 385,89
TOTAL	US\$ 13.225,37	US\$ 32.565,24
TOTAL/HA	US\$ 400,77	US\$ 930,44

Para 33 hectáreas de superficie orgánica, se obtuvo una producción total de 70.500 kilos, correspondiente a 2.136 kilos/hectárea por promedio a un precio de US\$ 240/tn.

Para 35 hectáreas de superficie convencional, se obtuvo una producción total de 243.165 kilos, correspondiente a 6.947,56 kilos/hectárea por promedio con un precio de US\$ 135/tn.

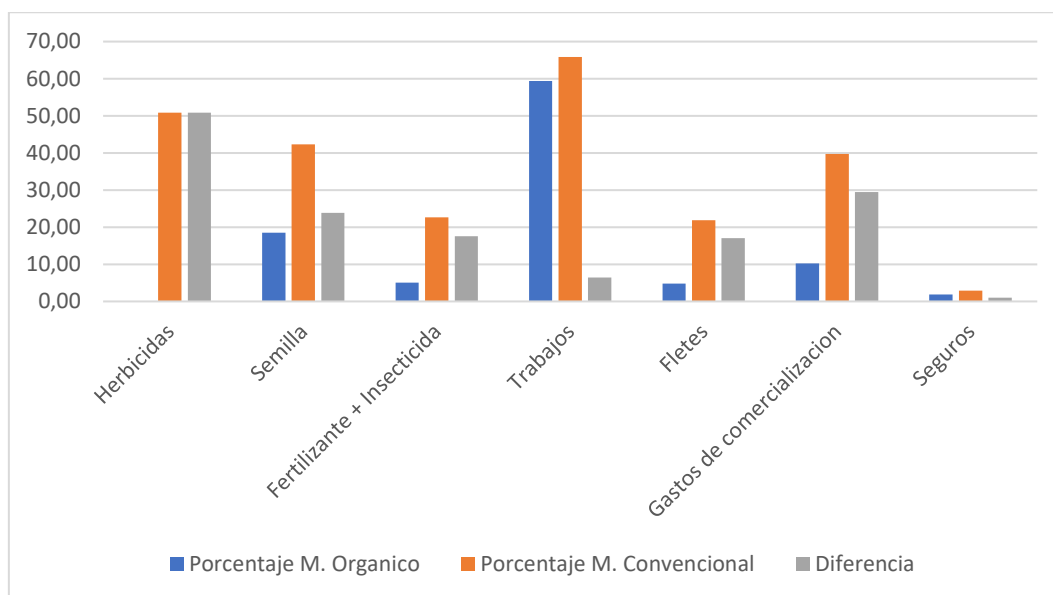


Gráfico N°2 - Comparación de gastos en la campaña 2018/2019. Fuente: elaboración propia de datos relevados de la campaña 18/19.

Como se puede observar en el gráfico N°2, en la agricultura orgánica no se aplicaron herbicidas durante el primer año por decisión del productor, por lo que esto significó una reducción de 2.136 kilos por hectárea, mostrando una diferencia del 23,82% con respecto a la convencional en términos de semillas.

En fertilizantes e insecticidas, en los cultivos orgánicos no se utilizan insecticidas, por lo tanto se contemplan los fertilizantes y observamos una reducción del 17,55% en el cultivo orgánico.

Por el bajo rendimiento obtenido durante la cosecha 2018/2019, en las próximas campañas se aplicaron herbicidas con el fin de modificar el rendimiento.

En cuanto a los trabajos, el cultivo orgánico cuesta un 6,44 % menos debido al laboreo que conlleva el cultivo.

Debido a la importante diferencia en el rendimiento, los fletes y los gastos de comercialización son mayores en el cultivo convencional, con un 17,07% y 29,58%

respectivamente. En los seguros no se observa una diferencia significativa entre los cultivos.

4.3. Campaña 2019/2020

Tabla 3. Costos de los insumos y los trabajos realizados en la campaña 2019/2020.

	Costos
Herbicidas	US\$ 658,40
Semilla	US\$ 4.320
Fertilizante	US\$ 1.639,5
Trabajos	US\$ 2.654,29
Fletes	US\$ 1.044,44
Gastos de comercialización	US\$ 2.066,61
TOTAL	US\$ 12.383,24
TOTAL/HA	US\$ 353,81

En la cosecha de mayo, se obtuvo una producción total de 121.851,82 kilos, correspondiente a 3.481,48 kilos/hectárea por promedio.

El precio del maíz orgánico fue de US\$ 212/tn, con un tipo de cambio de \$70.

El rendimiento de indiferencia es la producción que cubre el costo total del cultivo por unidad de área, incluyendo la comercialización y la cosecha, para lograr un margen bruto igual a cero. Este es un indicador compuesto de resultados económicos y de producción de material y una medida del riesgo de la actividad. En este caso se obtuvo un resultado de US\$ 25,88, correspondiente a 122 kilos/hectárea.

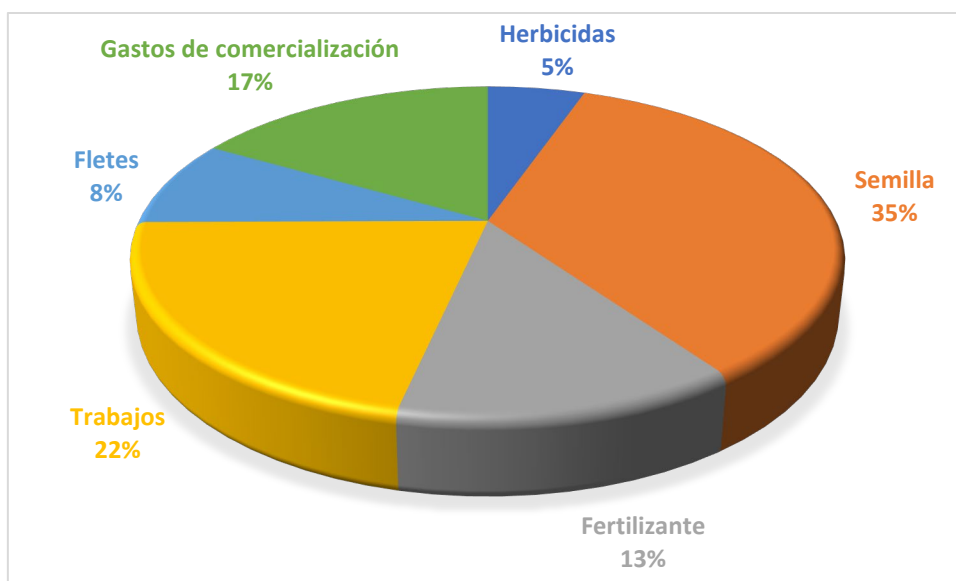


Gráfico N°3 – Gastos del maíz orgánico. Fuente: elaboración propia de datos relevados de la campaña 19/20.

Tabla 4. Costos de los insumos y los trabajos realizados en la campaña 2019/2020.

	Costos
Herbicidas	US\$ 5.925
Semilla	US\$ 11.200
Fertilizante + Insecticida	US\$ 4.543,3
Trabajos	US\$ 4.435,71
Fletes	US\$ 4.334,14
Gastos de comercialización	US\$ 6.553,22
TOTAL	US\$ 36.991,38
TOTAL/HA	US\$ 411,02

A principios de mayo, se obtuvo una producción total de 606.780 kilos, correspondiente a 6.742 kilos/hectáreas por promedio.

El precio del maíz convencional fue de US\$ 135/tn, con un tipo de cambio de \$70. El rendimiento por indiferencia resultó de US\$ 89,93 cuyo equivalente serían 666,15 kilos/hectárea.

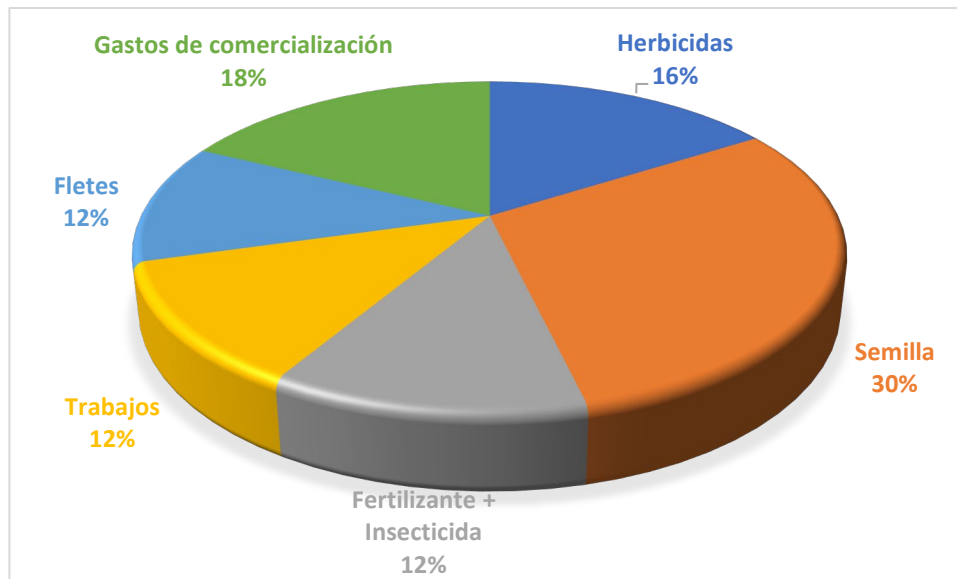


Gráfico N°4 – Gastos del maíz convencional. Fuente: elaboración propia de datos relevados de la campaña 19/20.

Comparando el gráfico N°3 y N°4, entre los dos cultivos, lo primero que se debe destacar es la diferencia de precio entre estos dos, siendo US\$ 212/tn para el orgánico y US\$ 135/tn para el convencional, sacando una diferencia de US\$ 77/tn, siendo que el cultivo convencional tiene un rendimiento mayor al orgánico y por consiguiente un mayor resultado económico por hectáreas totales, aun así, el resultado por hectárea obtenido no tiene una diferencia significativa entre los dos cultivos, ya que sembrando 55 hectáreas más de convencional, la diferencia de ganancia por hectárea es de US\$ 57,21.

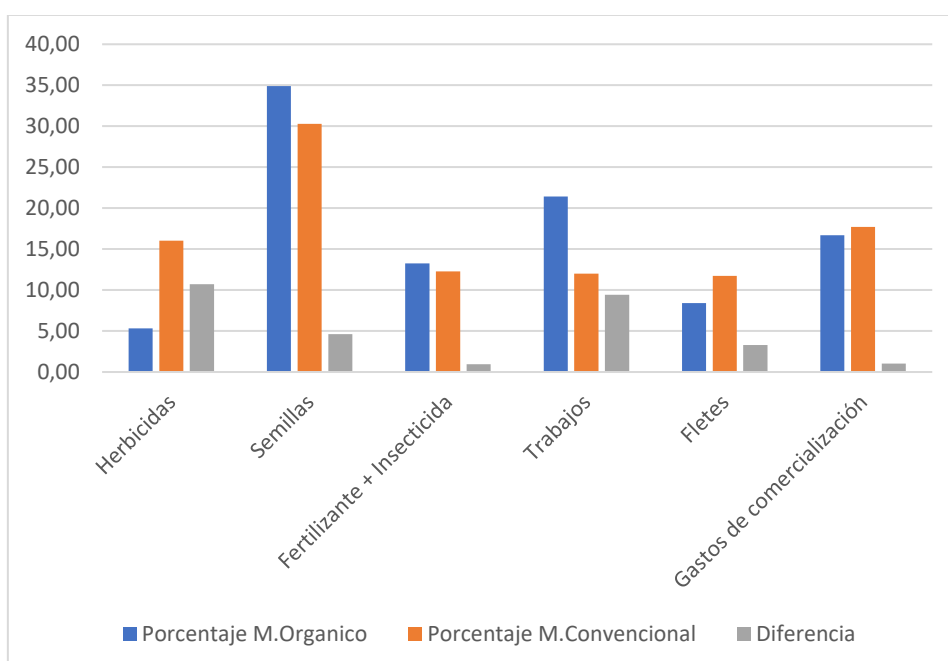


Gráfico N°5 – Diferencia de costos entre orgánico y convencional. Fuente: elaboración propia de datos relevados de la campaña 19/20.

Como se observa en el Gráfico N°5, en la agricultura orgánica se percibió una reducción del 10,7% en los herbicidas, una suba del 4,61% en la semilla y una caída del 3,29% en los costos de flete. En términos del laboreo, la agricultura orgánica aumentó un 9,44% sobre la agricultura convencional, mientras que hubo una pequeña diferencia del 1,03% en los gastos de comercialización.

4.4. Campaña 2020/2021

Tabla 5. Comparación de gastos de cultivo Orgánico vs. Convencional 2020/2021

	Costos	Costos
2020/2021	Orgánico 65 has	Convencional 85 has
Herbicidas	US\$ 402,32	US\$ 5.979
Semilla	US\$ 5.747,37	US\$ 12.155
Fertilizante e insecticida	US\$ 2.555,17 ²	US\$ 9.735,6
Trabajos	US\$ 12.315,79	US\$ 15.578,94
Fletes	US\$ 4.421,04	US\$ 17.142,86
Gastos de comercialización	US\$ 3.561,6	US\$ 11.725,71
TOTAL	US\$ 29.003,29	US\$ 72.317,11
TOTAL/HA	US\$ 446,20	US\$ 850,79

² El importe hace referencia exclusivamente a fertilizantes.

Para 65 hectáreas de superficie orgánica, se obtuvo una producción total de 210.000 kilos, correspondiente a 3.230,77 kilos/hectárea por promedio, a un precio de US\$ 212/tn. El rendimiento por indiferencia resultó de US\$ 18,50 cuyo equivalente serían 87,28 kilos/hectárea.

Para 85 hectáreas de superficie convencional, se obtuvo una producción total de 600.000 kilos, correspondiente a 7.058,81 kilos/hectárea por promedio, a un precio de US\$ 180/tn. El rendimiento por indiferencia resultó de US\$ 29,76 cuyo equivalente serían 165,41 kilos/hectárea.

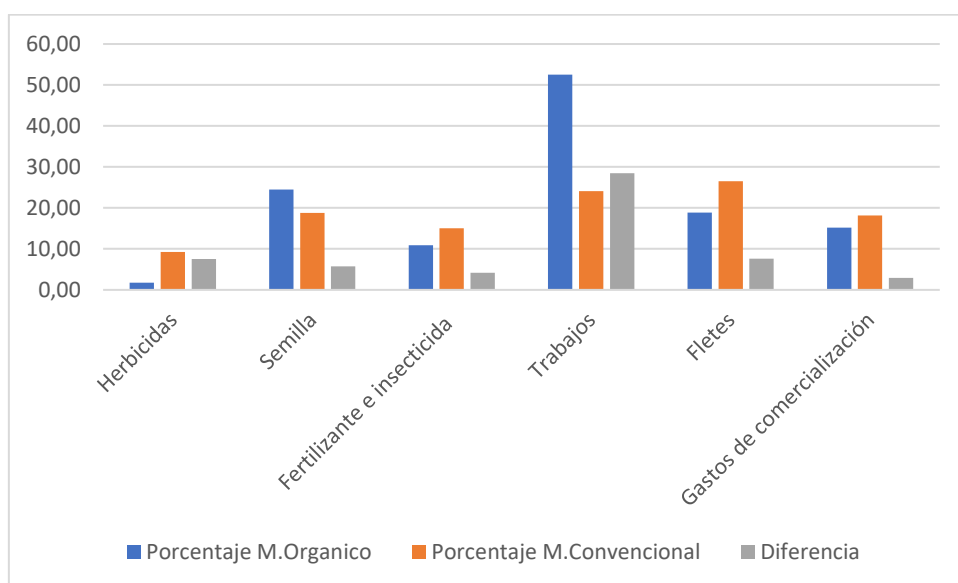


Gráfico N°6 - Comparación de gastos en la campaña 2020/2021. Fuente: elaboración propia de datos relevados de la campaña 20/21.

Como se puede apreciar en el gráfico N°6 la agricultura orgánica experimentó una reducción del 25% en los insumos y una reducción del 2% en los fletes. En cuanto a los trabajos, el cultivo orgánico cuesta un 27% más debido al laboreo que conlleva el cultivo. No hay una diferencia significativa en los costos de gastos de comercialización ya que ambos son del 15%.

5. Análisis comparativo sobre el nivel de rendimiento económico de la producción orgánica versus convencional.

En este caso, para comparar el desempeño económico de las dos producciones, se llevó a la misma proporción de 35 hectáreas para lograr un balance y observar los resultados.

Tabla 6. Costos de los insumos y los trabajos realizados en la campaña 2019/2020.

	Costos	Costos
	Orgánico 35 has	Convencional 35 has
Herbicidas	US\$ 658,40	US\$ 2.301,7
Semilla	US\$ 4.320	US\$ 4.340
Fertilizante + Insecticida	US\$ 1.639,5	US\$ 1.766,91
Trabajos	US\$ 2.654,29	US\$ 1.725
Fletes	US\$ 1.044,44	US\$ 1.685,5
Gastos de comercialización	US\$ 2.066,61	US\$ 2.548,47
TOTAL	US\$12.383,24	US\$ 14.367,58
TOTAL/HA	US\$ 353,81	US\$ 410,50

Para 35 hectáreas de superficie orgánica, se obtuvo una producción total de 121.852 kilos, correspondiente a 3.481,49 kilos/hectárea por promedio, a un precio de US\$ 212/tn, con un tipo de cambio de \$70. El rendimiento por indiferencia resultó de US\$ 25,89 cuyo equivalente serian 122,13 kilos/hectárea.

Para el convencional, se obtuvo una producción total de 235.970 kilos, correspondiente a 6.742 kilos/hectárea por promedio, a un precio de US\$ 135/tn. El rendimiento por indiferencia resultó de US\$ 47,05 cuyo equivalente serian 348,54 kilos/hectárea.

Como se observó anteriormente y nuevamente, en el gráfico N°7, el cultivo orgánico posee una reducción del 10,68% en herbicidas, pero se observa un aumento en las semillas del 4,72% sobre el convencional.

No hay diferencias significativas en cuanto al fertilizante e insecticida, siendo que el cultivo orgánico solo utiliza fertilizantes y el cultivo convencional ambos.

En comparación con el maíz convencional, como se vio anteriormente, debido a las tareas detalladas, el laboreo de la agricultura orgánica es aún mayor, con un

incremento de 9,44% por encima del convencional. La diferencia en los fletes del 3,22% y 1,03% para los gastos de comercialización.

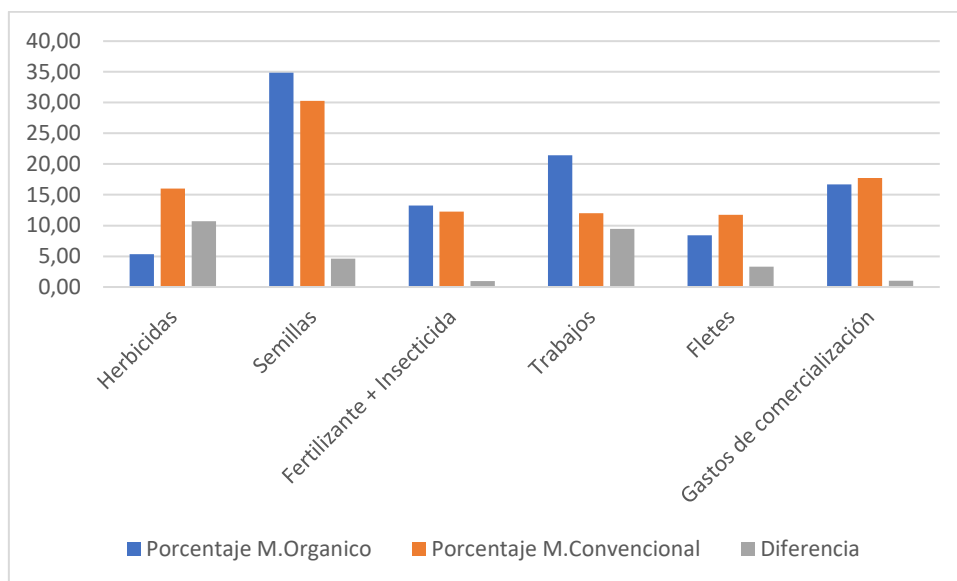


Gráfico N°7 - Comparación de gastos entre orgánico y convencional. Fuente: elaboración propia de datos relevados de la campaña 19/20.

6. Conclusiones

En este ensayo se llevó a cabo el estudio sobre el cultivo orgánico y convencional de maíz, con sus diferencias en la siembra, sus aplicaciones y labores.

En cuanto al rendimiento, la campaña de cultivo de maíz orgánico que mayor productividad obtuvo fue en la 2020/2021 con 210.000 kilos. Entre los principales factores que encontramos para el incremento en los rendimientos respecto a los años anteriores se encuentran el buen régimen pluvial registrado previo a la siembra y durante su desarrollo, y también como se mencionó anteriormente, podría justificarse en parte por el periodo de transición característicos de los cultivos orgánicos, siendo este el tercer año consecutivo de producción orgánica. Por otro lado, el de menor rendimiento obtenido fue de la campaña 2018/2019 con 70.500 kilos, siendo esta el primer año de producción orgánica, sumado a las decisiones del establecimiento de no aplicar herbicidas permitidos dentro de la producción.

Por otra parte, el cultivo de maíz convencional que mayor productividad obtuvo, fue la campaña 2019/2020 con 606.780 kilos acompañado por un buen régimen pluvial, su contrapartida fue la campaña 2018/2019 con un rendimiento de 243.165 kilos.

Con relación al análisis de costos, para la primera campaña se omitieron los herbicidas por decisión del establecimiento, viéndose reflejado en el rendimiento del mismo. A lo largo de las siguientes campañas y como se observa detalladamente, se aplicaron las dosis correctas y permitidas por la certificadora, viéndose un aumento de los rendimientos, dando como positivo resultado de la empresa.

Observando los rendimientos a lo largo de las diferentes campañas con una tendencia creciente en la productividad, con un uso mínimo de herbicidas y utilizando prácticas culturales, biológicas y mecánicas adaptadas, es posible decir que la producción orgánica es recomendable ya que mejora la salud de los ecosistemas, contribuyendo a alcanzar un alto grado de biodiversidad, mantiene e incrementa la fertilidad del suelo y, a su vez, hace un uso responsable de la energía y de los recursos naturales como el agua, el suelo, la materia orgánica y el aire.

Como se mencionó anteriormente, la producción orgánica genera menos rendimiento, y menos rédito económico en los primeros años. Sin embargo, luego de un periodo determinado, tendría el potencial de alcanzar a los generados con cultivos convencionales.

Además, se deben considerar también los beneficios que brindan los cultivos orgánicos al suelo, tales como mayores rendimientos de maíz y soja bajo sequía, aumento del carbono y nitrógeno en el suelo, una notable actividad de los

microorganismos y la reducción de costos de producción por uso de menos energía y agroquímicos.

En relación con el manejo fitosanitario, este tipo de producción utiliza también herramientas no-químicas tales como el escardillo con el fin de eliminar malezas dentro de las hileras del cultivo y se aporcan las tierras para protección del mismo.

La producción orgánica es un mercado que trae consigo grandes beneficios, tanto para la seguridad alimentaria como para la conservación del suelo y es una gran oportunidad para todos los productores ya que es un mercado que está en alza a nivel mundial. Es una producción que mejora año tras año sobre el rendimiento y tiene el plus de obtener precios diferenciados, lo que lleva a la producción no solo a ser sustentable, si no también rentable.

7. Bibliografía

Badillo, A. (2016). Evaluación del aporte de gallinaza fresca en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) Variedad INIAP 122, en dosis diferentes, en la parroquia Malchingui cantón Pedro Moncayo, provincia Pichincha. *Universidad Nacional de Loja*. Recuperado de http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10735/1/informe_final_de_tesis_maíz_12-01.

Barberis, N. A. (2014). Evolución y perspectiva mundial y nacional de la producción y el comercio de trigo. *Cartilla Digital Manfredi*, 4.

Fideicomiso de Riesgo Compartido. (2017). El maíz, base de la dieta mexicana desde la época prehistórica. Recuperado en: <https://www.gob.mx/firco/articulos/el-maiz-base-de-la-dieta-mexicana-desde-epoca-prehispanica>

FAO. (2018). La contaminación de los suelos esta contaminando nuestro futuro. Recuperado en: <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/>

FAO. ¿Qué beneficios ambientales produce la agricultura orgánica?. [Recuperado en: https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/es/](https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/es/)

Grupo Copesa. Historia del maíz. Recuperado en: <https://www.icarito.cl/2010/04/21-9027-9-el-maiz.shtml/>

McCormick. (2020). Todos los datos actualizados sobre la producción de maíz en el mundo. Recuperado en: <https://www.mccormick.it/es/todos-los-datos-actualizados-sobre-la-produccion-de-maiz-en-el-mundo/>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Plan estratégico Argentina Orgánica 2030. Recuperado en: <http://c1961343.ferozo.com/wp-content/uploads/2020/05/Plan-Estrat%C3%A9gico-Argentina-Org%C3%A1nica-2030-FINAL.pdf>

Movimiento Argentina para la Producción Orgánica. ¿Qué es la producción orgánica?. Recuperado en: <https://mapo.org.ar/que-es-la-produccion-organica/>

Poggio Santiago. (2022). ¿La agricultura convencional y la orgánica pueden convivir?. Recuperado en:

<https://www.agrositio.com.ar/noticia/221488-la-agricultura-convencional-y-la-organica-pueden-convivir>

Portal Frutícola. (2017). La importancia del barbecho en la agricultura. Tipos de barbechos. Recuperado en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/12/22/la-importancia-del-barbecho-en-la-agricultura-tipos-de-barbechos/>

Producción Agroindustrial del NOA. (sin año). Cosecha de maíz. Recuperado en: http://www.produccion.com.ar/97feb_12.htm#:~:text=Unos%2040%20a%2050%20d%C3%ADas,compatibles%20con%20la%20cosecha%20mec%C3%A1nica

Rodale Institute. Prueba de sistemas agrícolas. Recuperado en: <https://rodaleinstitute.org/science/farming-systems-trial/>

Sánchez Ortega, I. (2014). *Maíz (Zea mays)*. Reduca (biología). Serie Botánica. Madrid. Recuperado en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27974/1/MAIZ%20I.pdf>

Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas. (2021). Recuperado en: <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/zea-mays>

SENASA. (2000). Argentina. Recuperado en: <https://www.fao.org/3/y1669s/y1669s0h.htm>

SENASA. (2021). Situación de la Producción Orgánica en la Argentina durante el año 2020. Recuperado en: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Organicos/documentos/Situacion de la PO en la Argentina 2020.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Organicos/documentos/Situacion%20de%20la%20PO%20en%20la%20Argentina%202020.pdf)

Talamoni Silvia. (2022). *El agregado de valor: principal desafío de los elaboradores de productos orgánicos. Características y actuales tendencias en el mercado de alimentos orgánicos*. Recuperado en: [https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/economia-industrial/05-2021/productos-organicos-\(Analisis-INTI\).pdf](https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/economia-industrial/05-2021/productos-organicos-(Analisis-INTI).pdf)

Sifuentes Ibarra Ernesto. (2018). Los requerimientos hídricos del maíz). Recuperado en: <https://panorama->

agro.com/?p=2990#:~:text=Se%20mencionan%20que%20en%20el,floraci%C3%B3n%20hasta%2030%20d%C3%ADas%20despu%C3%A9s.

Silva Jesús. (S/A). Cultivo de maíz: como es el proceso de siembra y cosecha.

Recuperado en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-del-maiz/>

Talamoni Silvia. (2022). El agregado de valor: principal desafío de los elaboradores de productos orgánicos. Características y actuales tendencias en el mercado de alimentos orgánicos. Recuperado en:

[https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/economia-industrial/05-2021/productos-organicos-\(Analisis-INTI\).pdf](https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/economia-industrial/05-2021/productos-organicos-(Analisis-INTI).pdf)