



# **Protocolo de Buenas Prácticas de Gestión para Exportar Maíz de Uso especial a la república popular china.**

***Tesis para optar por el Título de Licenciado en  
Gestión de Calidad e Inocuidad de los alimentos.***

Alumno: Sergio Hernán Giménez

Director: Dr. Ing. Agr. Víctor Raúl Corcuera

## RESUMEN

Este trabajo propone el desarrollo de una nueva variedad de maíz no-GMO que sintetiza almidón conformado en su totalidad por amilo pectina (*waxy*) así como el desarrollo de un modelo de producción de tecnología convencional ajustado a la misma con el objetivo de exportar grano y semilla a la República Popular China. Asimismo, y en concordancia con las actuales tendencias de producción a escala global y considerando las modificaciones que son necesarias implementar como consecuencia del cambio climático en desarrollo también se propone un modelo de cultivo orgánico a gran escala.

Se incluyen los ajustes y resultados de los ensayos de producción realizados en localidades de las provincias de Córdoba y Santa Fe en años recientes, así como aspectos prácticos y teóricos relacionados con la gestión de exportación de *commodities*.

Los aspectos más relevantes y necesarios para alcanzar los objetivos planteados se destacan en diferentes ítems que tratan sobre el marco teórico y normativo vigente para exportar un *commodity* que en este caso particular tiene valor agregado *per se* por la calidad de su almidón y por ser no-GMO. A esto podría agregársele aún mayor valor si se lo produce de forma orgánica y con todas las certificaciones correspondientes que permitan exportar grano o semilla con el logo correspondiente.

El Trabajo propone la creación de un semillero de maíz de usos especiales, el desarrollo y desafío de establecer una red de comercialización/exportación a la República Popular China de un producto ampliamente consumido en la misma ya que el maíz *waxy* fue descubierto allí por primera vez en 1909 como una mutación espontánea de maíces dentados. En el contexto del modelo de gestión propuesto se incluyen las BPA's, APPCC, GCT y otras normativas. También se contempla aplicar las recomendaciones sobre aspectos regulatorios de residuos como los LMRs (Límites Máximos de Residuos de Agroquímicos) que si bien no están armonizados a escala global en ocasiones son utilizados como barreras para arancelarias. Tener presente que la tecnología de cultivo debe ser amigable y cuidadosa del uso del recurso suelo, aplicar rotaciones que incluyan abonos verdes, y cuidar la biodiversidad, priorizar labranzas reducidas y el menor uso posible de agroquímicos.

## Índice

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN.....                                                                                | 1  |
| a.    Sobre el Maíz.....                                                                         | 1  |
| b.    Sobre el Cultivo de Maíz en Argentina.....                                                 | 3  |
| c.    Sobre la cadena de valor de maíz.....                                                      | 4  |
| d.    Sobre el comercio internacional de maíz argentino.....                                     | 5  |
| e.    Sobre la importancia del cultivo de maíz en China.....                                     | 8  |
| PROBLEMA                                                                                         |    |
| INVESTIGACIÓN.....                                                                               | 10 |
| OBJETIVO.....                                                                                    | 10 |
| METODOLOGÍA.....                                                                                 | 10 |
| MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ DE USO ESPECIAL.....                                               | 11 |
| a.    Sobre las buenas Prácticas Agrícolas (BPA).....                                            | 11 |
| b.    Producción de Maíz de Uso Especial usando Técnicas Convencionales.....                     | 12 |
| b1.  Ensayos realizados a campo.....                                                             | 13 |
| b.1.1 Localidades-características de suelo.....                                                  | 14 |
| b.1.2 Material genético y tratamiento de la semilla.....                                         | 15 |
| b.1.3 Siembra de los ensayos.....                                                                | 15 |
| b.1.4 Fertilización.....                                                                         | 16 |
| b.1.5 Control de plagas.....                                                                     | 21 |
| b.1.6 Resultados de los ensayos.....                                                             | 21 |
| c.    Producción de Maíz de Uso Especial mediante Agricultura Orgánica.....                      | 26 |
| d.    Comparación entre Producción Convencional versus Orgánica.....                             | 29 |
| d.1.  Producción Convencional.....                                                               | 29 |
| d.2.  Producción Orgánica.....                                                                   | 31 |
| MECANISMO DE CERTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA.....                                        | 34 |
| CONSIDERACIONES SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE GRANOS .....                                  | 36 |
| PROPUESTA DE GESTIÓN PARA PRODUCIR Y EXPORTAR SEMILLAS Y GRANOS DE MAÍZ WAXY NO-OGM A CHINA..... | 39 |
| CONCLUSIONES.....                                                                                | 45 |
| REFERENCIAS.....                                                                                 | 46 |

## INTRODUCCIÓN

### a. Sobre el Maíz

El maíz (*Zea mays* L ssp. *mays*) es indiscutiblemente el regalo más grande de Mesoamérica al mundo. Paul Mangelsdorf (1974) estaba totalmente acertado al afirmar que “*el maíz es el grano que construyó un continente*”. Esta especie ordinariamente conocida como maíz, panizo, oroña, jojoto o sara entre otros, hoy en día, sólo existe bajo la forma cultivada.

Ningún otro cultivo se distribuye sobre un área tan extensa, y solamente otro –*el trigo*–, se cultiva en una superficie mayor. La diversidad de ambientes en los que se cultiva el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Crece desde los 58°LN (Rusia y Canadá) hasta los 40°LS (Argentina). Se encuentran campos cultivados con maíz desde debajo del nivel del mar (planicies del mar Caspio) hasta alturas de 3400 m. en los Andes peruanos. El maíz se cultiva en regiones con tan sólo

150 mm de precipitación anual (Rusia y el Altiplano) hasta otras con 5000 mm anuales (China subtropical o costa de Colombia). Florece casi igualmente bien en los veranos cortos de Canadá y en los veranos casi perennes de las regiones tropicales de Colombia y Ecuador.

El maíz está dentro de las doce o quince especies de plantas cultivadas que constituyen la principal fuente de alimento de millones de personas y que literalmente hacen la diferencia entre el bienestar o el hambre. Actualmente, es el principal cultivo del mundo por su producción seguido por el trigo mientras que el arroz ocupa el tercer lugar (<https://www.agroproprod.com/informacion/los-10-cultivos-mas-importantes-del-mundo/>). Su amplia funcionalidad como alimento para humanos y animales así como su aptitud para procesos de transformación industrial de diferente grado le otorgan una especial popularidad a lo largo y ancho del mundo. Es el alimento base para la tercera parte de la población mundial principalmente en Latinoamérica, África subsahariana y sudeste asiático. Se prevé que su importancia sea aún mayor hacia el año 2080 cuando la población mundial se aproxime a los 10.300 millones de habitantes (<https://news.un.org/es/story/2024/07/1531126>). A nivel global se observa una mayor demanda de maíz debida a un requerimiento creciente de almidón y aceite de esta especie como materias primas valiosas para la producción de alimentos. El cultivo de

maíz puede ser considerado como una economía regional, ya que es capaz de ***producir mano de obra y valor agregado***.

Es el cereal de mayor rendimiento de grano por hectárea. Las tres cuartas partes del grano de maíz pueden ser transformadas en carne, leche, huevos y otros productos animales. Constituye la base alimenticia de muchos pueblos americanos y del África subsahariana. Tiene el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie y día. Desde el siglo pasado, los científicos incrementaron de modo dramático la productividad del maíz de zonas templadas fundamentalmente a través de la explotación de la heterosis (Coors y Pandey, 1999; Corcuera, 2013; De la Cruz et al., 2003; Flint-García et al., 2009; Gowen, 1952; Ramírez et al., 2007; Wallace y Brown, 1956; Xiao et al., 2021). A su vez, fue el primer cereal sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo. El éxito de la tecnología basada en la ciencia para el cultivo del maíz sirvió como estímulo para una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo.

El maíz posee el mayor valor nutricional y de salud entre los alimentos básicos. Provee alrededor del 15% de las proteínas y el 20% de las calorías consumidas por los humanos (Brown et al., 1988) así como macro y micro nutrientes primordiales para las necesidades metabólicas del ser humano. Incluye siete agentes anti envejecimiento: calcio, glutatona, magnesio, selenio, vitamina E, caroteno y ácido alifático. El caroteno del maíz se convierte a vitamina A luego de ser absorbido y ésta tiene propiedades anti cancerígenas. Sin embargo, es deficitario en vitaminas B y C así como en hierro y yodo. El contenido de calcio presente en el grano del maíz es bastante similar al de los productos lácteos (100 g grano provén 100 mg calcio). Este micronutriente favorece la disminución de la presión sanguínea. La vitamina E promueve la división celular, retarda el envejecimiento, disminuye la concentración de colesterol, previene enfermedades de la piel y reduce la arterioesclerosis y la declinación de las funciones cerebrales. La luteína y zeaxantina favorecen el retardo del envejecimiento ocular.

La zeína es la mayor proteína de reserva del grano aunque su pobre calidad nutricional debida a la reducida concentración de lisina y triptófano hace necesario que la dieta sea balanceada con el consumo de proteínas de alta calidad.

Utilizando técnicas de mejora genética tradicional pueden desarrollarse variedades de polinización abierta (OPV's) o híbridos de maíz waxy no transgénicos (no-OGM) aptos para obtener a través de la molienda húmeda almidones nativos y modificados con alto valor agregado utilizables en una diversidad de industrias. Estavía de fortificación endógena o biofortificación (Azevedo *et al.*, 2003; Huang *et al.*, 2006; Nuss & Tanumihardjo, 2010) es concurrente con la evolución de los paradigmas alimentarios que reconocen una demanda creciente de productos más saludables, nutritivos y con menor utilización de aditivos-fortificantes.

El maíz waxy puede ser utilizado como ración en tambos y también para ganado de carne dada la mayor digestibilidad de su almidón, aunque sobre esto hay múltiplestrabajos con resultados controvertidos entre ellos los de Akay & Jackson, 2001 y Pritchard & Bruns, 2003. El maíz waxy también puede ser consumido por humanos como choclo fresco, enfriado o granos supercongelados. Su sabor anuezado y menosdulce que el de los maíces utilizados en el país para consumo fresco le aportan un carácter diferencial.

El maíz waxy encaja en la categoría de *maíces de uso* especial y tiene valor agregado *per se* debido a la particular composición química de su almidón y proteína respectivamente que permite innumerables posibilidades de aplicaciones industriales en ramas tan diversas como la alimentación, bioplásticos, biocombustibles, textiles, adhesivos entre otros. La decisión de introducir estos tipos particulares de maíz como cultivo comercial en Argentina debe considerar aspectos agroecológicos, de manejo y técnicas de cultivo así como de mercado, industrialización y utilización de los productos de su procesamiento.

#### ***b. Sobre el Cultivo de Maíz en Argentina***

En nuestro país, durante la década de 1970 se masificó el uso de los híbridos comerciales en las zonas típicamente maiceras de la pradera pampeana. La década de 1980 se caracterizó por el proceso de *agriculturización*, con la consecuente expansión de las superficies cultivadas a costa de la reducción en las existencias vacunas, preferentemente en las zonas de mayor aptitud agrícola de la región pampeana. Se concluyó el proceso de sustitución de variedades por híbridos comerciales y en paralelo comenzaron a utilizarse masivamente sistemas de labranza conservacionista. Se lograron importantes avances en el manejo poscosecha del

grano, principalmente en lo relativo a secado y almacenamiento. Durante la década de 1990, se produjo el despegue definitivo del cultivo de maíz en Argentina. Aumentó significativamente la superficie dedicada al cultivo, comenzaron a utilizarse híbridos con mayor potencial de rendimiento y mejor resistencia a plagas y enfermedades, aumentó el empleo de fertilizantes y uso de la siembra directa, se incorporan técnicas de riego complementario, se renueva el parque de cosechadoras. En 1999/2000 comenzó el cultivo de híbridos transgénicos de maíz (Corcuera, 2013).

### ***c. Sobre la Cadena de Valor del Maíz***

La agroindustria es la actividad económica que comprende la industrialización y comercialización de productos agropecuarios, forestales y biológicos. En Argentina constituye una actividad estratégica para nuestro desarrollo económico y social por su impacto en la producción, el agregado de valor, las exportaciones y el empleo, con su consiguiente impacto positivo en la distribución del ingreso y la equidad social.

El sector de Agroindustria constituye el 25% de la industria manufacturera y representa el 40% de las exportaciones. Su valor de producción se aproxima a los 177.000 millones de pesos y da trabajo a 600.000 personas en todo el país (Fuente=<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/argentina-innovadora-2030/plan-argentina-innovadora-2020/agroindustria>).

La innovación y el desarrollo de conocimiento crean las condiciones necesarias para llevar a cabo esquemas productivos más diversificados y sustentables, alentar la oferta de servicios o productos especializados y densificar la red de proveedores. Los avances en ciencia y tecnología, en especial en biotecnología, tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) abren nuevas oportunidades para transformar la actividad agropecuaria de Argentina. Contemplando estos conceptos, nuestro país podrá fortalecer su liderazgo como productor de alimentos y de otros productos derivados de la agricultura con mayor valor en origen y una mayor cantidad de puestos de trabajo.

La diversidad de usos del maíz convierte a su cadena de valor en una de alta complejidad debido a la multiplicidad de actores, actividades y procesos industriales. Por naturaleza, es un cultivo de pura transformación y en este sentido es el más versátil del mundo ya que admite alrededor de mil usos diferentes en variadas industrias o sectores productivos. Por ejemplo, puede convertirse en carnes bovina,

porcina y aviar, trozos, gritz o sémolas, harinas, almidón nativo y modificados, jarabes, edulcorantes, aceite, snacks, panificados, cerveza, bioetanol, CO<sub>2</sub> para bebidas carbonatadas, concentrados proteicos para alimentación animal, harinas zootécnicas y zeína para producir bioplásticos entre otros. Lamentablemente, y a pesar de avances en los últimos años nuestro país todavía presenta debilidades en la capacidad, tecnología y oferta de diversidad de productos de las **industrias de la transformación**.

El posicionamiento de Argentina en la Cadena Global de Valor (CGV) está restringida a las primeras etapas de un mercado mundial que excluye posibilidad alguna de fijación de precios. En nuestro país solo se transforma o "agrega valor" al 30 al 40 % del maíz procedente de los grandes cultivos comerciales lo cual indica una fuerte primarización. El mercado internacional, que compra maíz para la producción de alimentos, es la principal fuente de demanda para el cereal argentino. En cambio, y a modo de ejemplo, Estados Unidos solo exporta el 10 % como grano y Brasil transforma el 65% dentro de sus fronteras y exporta el saldo restante como grano.

#### ***d. Sobre el comercio internacional de maíz argentino***

La acción de exportar y el fomento de políticas públicas que fomenten la misma constituyen una de las claves del crecimiento económico de un país. Una de las ventajas de exportar granos no transgénicos (no-OGM) es la mayor facilidad para realizar transacciones comerciales entre países ya que no son necesarias complejas regulaciones que involucren la aprobación de eventos transgénicos en el país importador. En este sentido, desarrollar cultivos no-OGM es una *nueva forma de agregar valor*.

Cuatro países concentran el 85% del comercio mundial de maíz y ellos son EE.UU., Ucrania, Brasil como así también la Argentina.

Nuestro país es uno de los principales proveedores mundiales de granos y otras materias primas. Desde el año 2016, la producción mundial de maíz promedia los 1.000 millones de toneladas. Nuestro país ocupa el tercer puesto como exportador mundial sólo superado por EE.UU y Brasil. Durante la campaña agrícola 2018/19 se alcanzó el récord histórico de producción de maíz con 51,5 Mt que hicieron posibles exportaciones por un volumen de 36 Mt durante el año 2019 según informes publicados por la Bolsa de Comercio de Rosario en el año concurrente.

Es necesario resaltar que la exportación de maíz está sujeta a un sistema de cupos que aplica el gobierno argentino denominado “volúmenes de equilibrio” que las empresas no pueden superar.

Los despachos de maíz en 2021 totalizaron 38,4 Mt o sea un 6% más que lo embarcado durante el 2020 alcanzando así el mayor volumen de la historia. (<https://www.telam.com.ar/notas/202202/584100-argentina-mayor-volumen-granos-historia-2021.html>).

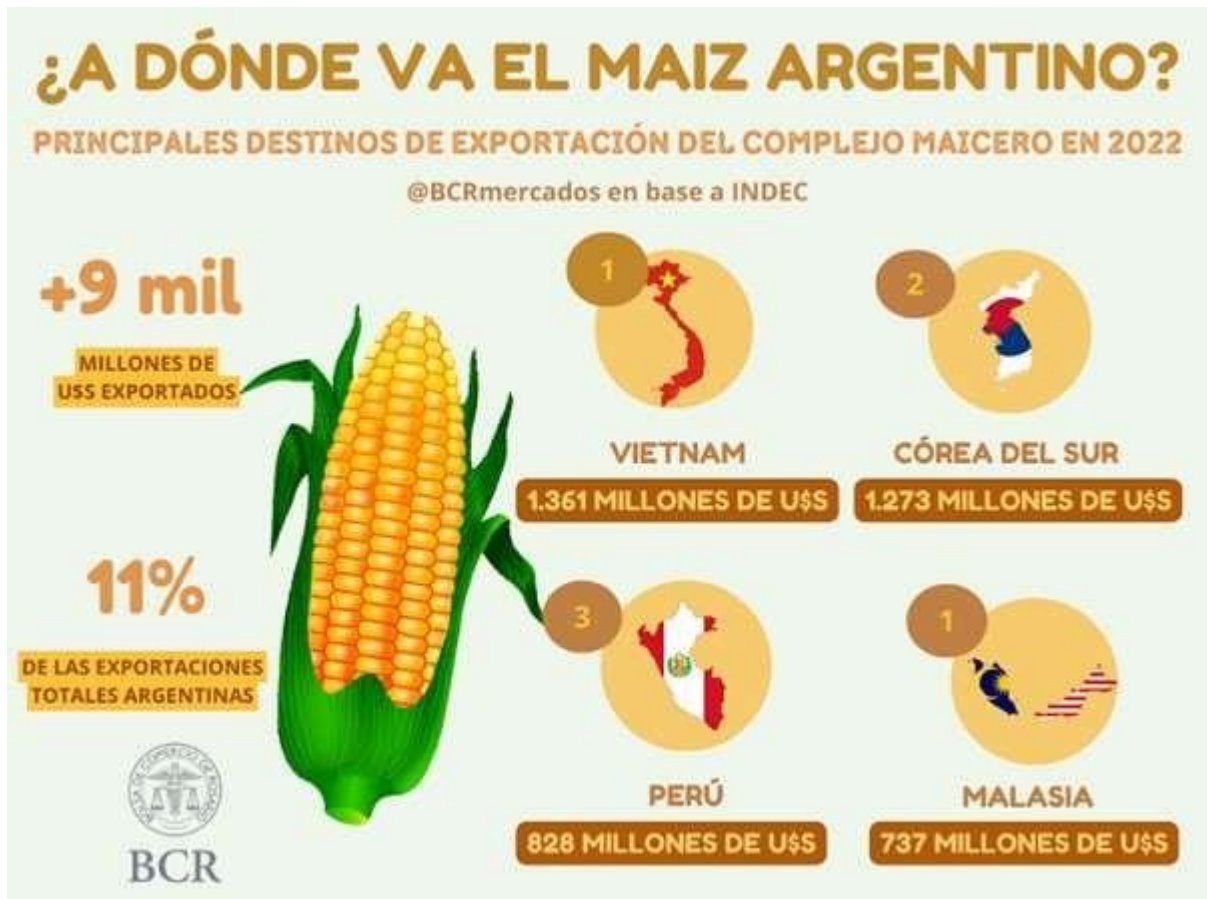
Durante el año 2022, la agroindustria exportó por un valor de USD 55.516 millones de los cuales USD 9.517 millones correspondieron al Complejo Maíz, segundo complejo más importante de la canasta exportadora nacional con una participación del 11% de las exportaciones totales de Argentina durante ese periodo (<https://www.agrositio.com.ar/noticia/227316-el-agro-aporto-3-de-cada-5-dolares-de-exportaciones-en-2022>).

El maíz argentino presenta un abanico más amplio de destinos que el poroto o el aceite de soja. Los países asiáticos son el principal destino de las exportaciones argentinas con alrededor de 32 Mt anuales tal como se aprecia en la infografía presentada más abajo. Vietnam se destaca como el principal mercado. En el año 2015 compró maíz argentino por unos 634 millones de USD pero en 2022 las ventas ascendieron a 1.361 millones de USD (5,3 Mt). Corea del Sur compró maíz por unos 1.273 millones de USD en 2022 (4,7 Mt) y Malasia por 737 millones de USD (2,57 Mt) en igual período.

El continente americano ocupó el segundo lugar en las exportaciones argentinas de maíz con un total del 26% de despachos (16,1 Mt, ↑18% vs. 2020; Perú importó 3,05 millones de toneladas). África se posicionó en tercer lugar con envíos por 12,2 Mt y Europa quedó en cuarta y última ubicación con 616.419 t. (<https://www.telam.com.ar/notas/202202/584100-argentina-mayor-volumen-granos-historia-2021.html>; [Corretaje de granos | Zeni](#)).

Otro de los grandes importadores de maíz argentino es la República popularChina con unos 4,5 millones de toneladas de maíz (Ministerio de Agricultura y Asuntos Rurales de china)<sup>1</sup>.

**Infografía 1.** Principales destinos de exportación del maíz argentino.



(Tomado de: <https://www.agrositio.com.ar/noticia/227316-el-agro-aporto-3-de-cada-5-dolares-de-exportaciones-en-2022>).

<sup>1</sup> [http://spanish.xinhuanet.com/2018-03/19/c\\_137050477.htm](http://spanish.xinhuanet.com/2018-03/19/c_137050477.htm)

#### ***e. Sobre la importancia del cultivo de maíz en China***

La República Popular China es un gran productor e importador de alimentos y otros bienes de consumo primario a los cuales adiciona un gran valor agregado. Este país es uno de los mayores productores y consumidores de maíz en Asia-Pacífico y su producción maicera aumentó un 125% en las últimas dos décadas. La República Popular China que solía ser el primer o segundo exportador de maíz según el año se convirtió en el principal país importador en años recientes. En 2020/21, China importó 29,51 millones de toneladas de maíz. En 2021/22, China importó 21,8 millones de toneladas de maíz. Y ahora, para 2022/23, se espera que China importe 18 millones de toneladas. ([https://www.clarin.com/rural/china-demanda-vez-maiz-mira-sudamerica\\_0\\_YbJUxyafO2.html](https://www.clarin.com/rural/china-demanda-vez-maiz-mira-sudamerica_0_YbJUxyafO2.html)).

El enorme crecimiento del complejo maicero en China se debe al rápido crecimiento del consumo de carne porcina, aviar y en mucha menor medida también bovina. El maíz se utiliza esencialmente como alimento para animales productores de carne (60% de la producción se utiliza para alimentación animal y sólo el 10% se para alimentación humana y semillas). La industria de alimento balanceado desempeña un papel crucial en el apoyo al crecimiento del maíz en la región. China es ahora uno de los mayores fabricantes de productos ganaderos y de piensos del mundo ([Análisis del tamaño y la participación del mercado de maíz de China - Informe de investigación de la industria - Tendencias de crecimiento \(mordorintelligence.com\)](#)).

El maíz es el principal cultivo en China y está reemplazando al tradicional arroz. En 2023, produjo una cosecha récord de maíz (288,84 M Tn; 4% superior a 2022). La cosecha de maíz en China, segundo productor mundial, aumentó debido a las subvenciones de Pekín a los agricultores que siembran cereales con el objeto de garantizar la seguridad alimentaria. La superficie de cultivo se incrementó notoriamente con la recuperación de tierras en desuso en Sinkiang, Heilongjiang y Mongolia Interior. Todo esto, junto a fuertes importaciones del cereal provocó un exceso de oferta de maíz en el mercado chino y con precios a la baja (<https://www.lanacion.com.ar/agencias/china-bate-su-record-de-produccion-de-maiz-gracias-a-aumento-de-superficie-cultivada-nid11122023/>).

Asimismo, se espera un crecimiento mundial del mercado de almidón de maíz waxy desde 2000,68 M u\$s (2021) a 3257,37 M u\$s (2028) a una Tasa de Crecimiento

Anual Compuesto del 7,3%. Como ya se indicó en la Introducción, el grano de maíz waxy puede ser utilizado como ración para tambos y animales de carne pero también su almidón nativo o modificado puede ser empleado como fuente de energía en productos de alimentación animal así como agente estabilizante y espesante.

No debe olvidarse que tanto China como India son dos de los mayores países productores de textiles del mundo y ello crea una enorme demanda potencial para almidón de maíz waxy lo que contribuye al crecimiento del mercado y necesidad de contar con maíces especiales de esta categoría.

Según datos de la FAO (Food and Agriculture Organization), la producción anual de maíz de China alcanzó 272,2 Toneladas métricas en 2021. Este país aumentó su producción maicera en un 125% en las últimas dos décadas y desplazó al arroz del primer puesto como cultivo. Este crecimiento tan significativo se debe a que su población consume más carne en los últimos años. El 60% de la producción de maíz chino es utilizado para alimentación animal y sólo un 10% se destina a nutrición humana y como semilla<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup>.China Maize Market Size & Share Analysis - Industry Research Report - Growth Trends(mordorintelligence.com)

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Investigar sobre la utilización de buenas prácticas de gestión a través de la cadena de valor del maíz desde la producción de semilla en el campo hasta que los granos son aceptados en el Puerto importador.

## **OBJETIVO**

Diseñar un sistema de producción de maíces de uso especial contemplando las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) y gestión de los permisos necesarios para proceder a su exportación a la República Popular China.

## **METODOLOGÍA**

En este trabajo se incluyen datos relevantes de ensayos preliminares a gran escala de producción de maíz waxy utilizando esquemas de alta tecnología. Asimismo, se utilizó bibliografía especializada, boletines de economía, información aportada por las Cámaras Arbitrales de Cereales de Rosario y Buenos Aires, artículos periodísticos y datos estadísticos y de protocolos de exportación publicados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

## MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ DE USO ESPECIAL

### a. Sobre las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs)

Con esta denominación se hace referencia a un estilo de siembra, cosecha y manejo post-cosecha de los cultivos que satisfaga los requisitos indispensables para producir de forma sana, segura y amigable con el ambiente (Golik *et al.*, 2017).

Según la FAO/ONU (2012) las BPA son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción y orientadas a cuidar la salud humana, proteger el medio ambiente así como mejorar las condiciones de los trabajadores y sus familias. También puede definirse a las mismas como la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios, inocuos y saludables, a la vez que se procura la viabilidad económica y la estabilidad social (SENASA, 2010).

En definitiva, las BPA Buenas Prácticas Agropecuarias promueven: 1). Que los productos agropecuarios no dañen la salud humana y animal ni al medio ambiente; 2). proteger la salud y seguridad de los trabajadores y 3). El buen uso y manejo de los insumos agropecuarios. (Red BPA, 2015).

En Argentina, a la fecha, no es obligatorio implementar las BPA. Sin embargo, existen razones importantes para realizar a campo la producción de granos bajo estas recomendaciones porque garantizan las condiciones de inocuidad bajo las cuales se producen y comercializan los productos cosechados. Su implementación reduce los riesgos de contaminación de los cultivos y favorece su aptitud para el consumo en etapas posteriores de la cadena de valor al permitir diferenciar la producción y acceder a nuevos mercados.

**Figura 1.** Impacto y relevancia de las Buenas Prácticas Agrícolas – BPA.



(Tomado de= *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola* 2da. Edición, FAO/ONU, Santiago de Chile, 2012.).

#### **b. Producción de Maíz de Uso Especial usando Técnicas Convencionales**

El cultivo de maíz utilizando técnicas convencionales de implementación y manejo del cultivo tiene las siguientes ventajas:

- *Elevada producción por unidad de superficie*
- *Disminución de los costos por producto unitario*
- *Utilización de tecnología probada y de vanguardia*
- *Empleo de semillas genéticamente mejoradas (híbridos, sintéticas)*

Pero también presenta ciertas desventajas:

- *La utilización de agroquímicos sino es realizada según las BPAs puede dañar a la flora y fauna del lugar incluyendo insectos benéficos como los polinizadores o aquellos que favorecen la rizósfera del cultivo.*
- *Si no se aplican las BPAs puede provocarse daño al suelo y contaminación de las napas freáticas.*

Es necesario remarcar que deben tomarse todos los recaudos necesarios para el personal que aplica agroquímicos como utilizar la indumentaria adecuada, tener la instrucción y conciencia necesaria para hacerlo. Aplicaciones excesivas provocan contaminación del alimento para humanos, en forraje y por biocumulación en animales para consumo humano<sup>3</sup>.

#### **b1. Ensayos realizados a campo**

La producción agrícola bajo BPA significa que se debe tomar conocimiento cabal del sitio de producción (suelo, clima, historia de uso del campo, etc.) y en función de ello planificar el manejo del cultivo y conocer el impacto que las diferentes prácticas tendrán sobre el ambiente productivo. En consecuencia, se adoptó el criterio establecido por el Programa de Certificación de Buenas Prácticas Agrícolas de AAPRESID (<http://www.aapresid.org.ar/ac/buenas-practicas-agricolas>) así como por la FAO ([http://www.fao.org/prods/GAP/index\\_en.htm](http://www.fao.org/prods/GAP/index_en.htm)). Esto implica que se considera como producción comercial bajo BPA aquella realizada en lotes de productores que realizan un manejo sostenible en siembra directa (SD), rotación intensiva con cultivos de invierno y de verano, reposición de nutrientes en función de las necesidades del cultivo y minimizando el empleo de agroquímicos (Duval *et al.*, 2015).

---

<sup>3</sup><https://www.alltech.com/node/17996#:~:text=Ventajas%20de%20la%20agricultura%20convencional&text=%2D%20Obtiene%20resultados%20productivos%20a%20corto, coste%20unitario%20de%20cada%20producto>

### **b.1.1 Localidades – Caracterización de suelos**

En las campañas agrícolas 2020/2021 y 2021/2022 se realizaron ensayos de campo a gran escala para multiplicar semilla de maíz *waxy* y ajustar el manejo de cultivo a las prácticas habituales de los cultivos comerciales en siembra directa.

Las localidades elegidas fueron Monte Buey (Departamento de Marcos Juárez, Córdoba, 2020/21) y San Martín de las Escobas (Departamento de San Martín, Santa Fe, 2021/2022). Su ubicación relativa respecto a las principales ciudades de la Provincia de Córdoba (Villa María, Marcos Juárez) y de la Provincia de Santa Fe (Santa Fe, Coronda, Rosario) puede observarse en los mapas adjuntos.

**Figura 1.** Localización de los ensayos de maíz *waxy* en siembra directa.



El suelo en Monte Buey es un Argiudol Típico, clase IIc, de textura franco -1 -1 -1 limosa (arena: 191 g kg , limo: 575 g kg , arcilla: 234 g kg en 0- 20 cm), situado en un área de baja pendiente en el límite entre el Piedemonte de las sierras de Córdoba y la Pampa Ondulada, donde la precipitación media anual es de 910 mm.

El suelo en San Martín de las Escobas también es un Argiudol Típico, clase I, familia arcillosa fina-illítica-térmica, con horizontes superficiales de textura franco-limosa (26,0% arena, 72,0% limo y 2,2% arena; 0-20 cm) y relieve plano.

### **b.1.2. Material genético y tratamiento de la semilla**

En ambos ensayos se utilizó semilla clasificada de la variedad sintética experimental de maíz waxy E6 I sin 2. La misma fue tratada con una mezcla de funguicida e insecticida (Metalaxil + Imidacloprid 60) utilizando para ello un tambor rotatorio. Ambos ensayos extensivos estuvieron sujetos a condiciones de aislamiento espacial de 300 m respecto de otros maíces comerciales cultivados en la zona en fecha similar para evitar contaminación con polen foráneo.

### **b.1.3 Siembra de los ensayos**

El 31 de Octubre de 2020, en un campo ubicado en la localidad de Monte Buey (Prov. de Córdoba), capital nacional de la siembra directa, se sembró un ensayo extensivo (10 hectáreas) con semilla de una sintética experimental de maíz waxy provisoriamente denominada E6. La operación de siembra se realizó con una sembradora neumática PLA G3 Emerge con dosificadores neumáticos y cajón fertilizador. La densidad de siembra fue 83.000 semillas/ha (0,52 m x 0,23 m).

Por otra parte, el 10 de Septiembre de 2021 y en un campo localizado en San Martín de las Escobas (Santa Fe) se sembró un ensayo de 13 hectáreas con semilla de la misma variedad E6 cosechada el año anterior en Monte Buey-Córdoba. La densidad de siembra fue 61.440 semillas/ha (0,52 m x 0,31 m). Se utilizó la misma sembradora para ello el mismo equipo de siembra.

**Figura 2.** Tratamiento curasemillas y siembra de ensayos de maíz waxy.



#### **b.1.4 Fertilización**

Las BPA implican que debe tenerse un diagnóstico correcto del estado de fertilidad edáfica previo a la siembra para poder ajustar con total corrección el tipo de fertilizante a utilizar, dosis y oportunidad de aplicación así como equipamiento a emplear.

Los análisis químicos del suelo constituyen una BPA determinante para el uso correcto de fertilizantes con fines de producción comercial sin impactar negativamente en el ambiente. En la práctica coexisten diferentes criterios para establecer prácticas de fertilización sin que estén muy claros los objetivos (García y Ciampitti, 2010). En 1998, la FAO propuso el concepto de manejo nutricional integral que no es otra cosa que la sustentabilidad del suelo para aportar nutrientes y utilizar de modo racional el manejo de las fuentes (Hossner & Jou, 2009).

Ambos lotes vienen de rotación trigo/soja de segunda. La información de laboratorio permitió establecer la disponibilidad de P y N inicial para establecer las dosis de fertilizante fosforado y nitrogenado necesarias para alcanzar un rendimiento de 10000 kg/ha.

En los ensayos conducidos en Córdoba y Santa Fe se procedió a tomar muestras de suelo en los estratos superficiales y sub superficiales pocos días antes de la siembra para determinar contenido de fósforo así como N-NO<sub>3</sub> y luego durante el desarrollo vegetativo (V<sub>5</sub>-V<sub>6</sub>) para establecer el contenido de N-NO<sub>3</sub> provenientes de la

mineralización. La cantidad de P extractable (Pe) fue determinado por el método Bray-Kurtz I (norma IRAM-SAGyP 29570-1) y el contenido de N-NO<sub>3</sub> para diagnóstico de fertilización se obtuvo por colorimetría del ácido fenoldisulfónico.

En Monte Buey (Córdoba), el análisis de las muestras de suelo tomadas antes de la siembra arrojaron un contenido medio de 2,57% de materia orgánica; 10 ppm de P (Bray-Kurtz I, 0-20 cm) y 11 ppm N-NO<sub>3</sub>/ha (0-60 cm).

El análisis de las muestras de suelo tomadas en San Martín de las Escobas (Santa Fe) dio los siguientes resultados= 3,25% de materia orgánica; 11 ppm de P (Bray-Kurtz I, 0-20 cm) y 8 ppm N-NO<sub>3</sub>/ha (0-60 cm).

### **Fertilización con fósforo**

En el caso particular de fósforo, los suelos presentan bajo (Córdoba) y mediano contenido (Santa Fe) de acuerdo a estudios publicados por Mallarino (2007), García(2011) e IPNI (2013).

El maíz requiere 3,3 a 3,5 kg P/tn grano producida (Bender, 2012; IPNI, 2013). Se optó por fertilizar al momento de la siembra al costado y por debajo de la línea de siembra con Fosfato diamónico (PDA, 18-46-0) en ambos ensayos.

Se calculó la dosis de suficiencia para alcanzar un rendimiento de 10 Tn grano/ha como la diferencia entre la demanda del cultivo y la oferta del suelo siguiendo el método logístico o simplificado=

**DOSIS P A APLICAR/Ha= (REQUERIMIENTO DEL CULTIVO – APORTE DEL SUELO))**

**DEMANDA DE FÓSFORO PARA ALCANZAR 10 tn grano/ha= 33 kg P/ha**

## **1. Monte Buey (Córdoba)**

Bray-Kurtz I (pre-siembra): 10 ppm a 20 cm profundidad.

Densidad aparente del suelo= 1,25 t/m<sup>3</sup> suelo; superficie= 10000 m<sup>2</sup> 0,20

m x 1,25 tn/m<sup>3</sup> x 10000m<sup>2</sup>= 2500 t/ha

1ha tiene 25 kg P disponible

**Dosis kg/ha PDA= 33,0 kg P/ha - 25 kg P/10 t grano/ha**

**Dosis Suficiencia (kg P/ha)= 8 kg P/ha**

**100 kg PDA aportan 20,06 kg P**

En consecuencia, al momento de la siembra se aplicaron 40 kg PDA/ha al costado y por debajo de la línea de siembra utilizando para ello la sembradora neumática PLA G3 Emerge.

## **2. San Martín de las Escobas (Santa Fe)**

Bray-Kurtz I (pre-siembra): 11 ppm a 20 cm profundidad.

Densidad aparente del suelo= 1,32 tn/m<sup>3</sup> suelo; superficie= 10000 m<sup>2</sup>

0,20 m x 1,32 tn/m<sup>3</sup> x 10000m<sup>2</sup>= 2640 t/ha

1ha tiene 29 Kg P disponible

**Dosis kg/ha PDA= 33,0 kg P/ha - 29 kg P/10 t grano/ha**

**Dosis Suficiencia (kg P/ha)= 4 kg P/ha**

**100 kg PDA aportan 20,06 kg P**

Se aplicaron 20 kg PDA/ha al momento de la siembra con el mismo equipo y modo que en Monte Buey.

### **Fertilización con Nitrógeno**

Debido a que el N es el nutriente más deficiente para la producción de maíz es importante predecir el requerimiento para un determinado nivel de rendimiento. Se optó por utilizar el análisis de suelo al estado de 5-6 hojas de desarrollo del cultivo ( $V_5$ - $V_6$ ) según lo recomendado por Ritchie *et al.* (1993). Este método se basa en que el contenido de  $N-NO_3$  a 30 cm de profundidad en ese estado fenológico del maíz representa la cantidad de N disponible a la siembra más el aportado por mineralización de la fracción orgánica desde el momento de la siembra hasta la toma de muestra del suelo (García F.O., 2005). En el cálculo de fertilizante a agregar al suelo se considera el rendimiento del cultivo y el requerimiento de éste para producir 1 kg de grano.

El maíz requiere 22 kg N/t grano producida y en los ensayos de Monte Buey y San Martín de las Escobas se estimó un rendimiento de 10 tn grano/ha.

$$\text{Dosis fertilizante (kg N-NO}_3\text{/ha)} = \text{N requerido/cultivo.ha} - (\text{N-NO}_3 \text{ en el suelo } V_5-V_6)$$

#### **1. Monte Buey (Córdoba)**

$N-NO_3$  ( $V_5$ - $V_6$ ): 11 ppm a 60 cm profundidad.

Densidad aparente del suelo= 1,25 t/m<sup>3</sup> suelo; superficie= 10000 m<sup>2</sup>0,60

m x 1,25 t/m<sup>3</sup> x 10000m<sup>2</sup>= 7500 t/ha

1ha tiene 83 kg  $N-NO_3$  disponible en  $V_5$ - $V_6$

Requerimientos del cultivo de maíz para rendimiento de 10 t/ha= 220 kg N

**Dosis N kg/ha aplicar= 220,0 kg N - 83 kg N/ha**

**Dosis Suficiencia (kg Urea/ha)= 137 kg N/ha**

**100 kg UREA aportan 46 kg N**

En consecuencia se aplicaron 300 kg Urea/ha divididos del siguiente modo= 30% a la siembra junto con el PDA y 70% en V<sub>7</sub>-V<sub>8</sub> (83 kg a la siembra<sup>1</sup> + 214 kg en vegetativo avanzado).

<sup>1</sup>= se descuentan los 7 kg de N aportados por los 40 kg de PDA aplicados al momento de la siembra.

## **2. San Martín de las Escobas (Santa Fe)**

N-NO<sub>3</sub> (V<sub>5</sub>-V<sub>6</sub>): 8 ppm a 60 cm profundidad.

Densidad aparente del suelo= 1,32 t/m<sup>3</sup> suelo; superficie= 10000 m<sup>2</sup> 0,60

m x 1,32 t/m<sup>3</sup> x 10000m<sup>2</sup>= 7920 t/ha

1ha tiene 61 kg N-NO<sub>3</sub> disponible en V<sub>5</sub>-V<sub>6</sub>

Requerimientos del cultivo de maíz para rendimiento de 10 t/ha= 220 kg N

**Dosis N kg/ha aplicar= 220,0 kg N/10 tn.ha - 61 kg N/ha**

**Dosis Suficiencia (kg Urea/ha)= 160 kg N/ha**

**100 kg UREA aportan 46 kg N**

En consecuencia, se aplicaron 350 kg Urea/ha divididos del siguiente modo= 30% a la siembra junto con el PDA y 70% en V<sub>7</sub>-V<sub>8</sub> (100 kg a la siembra<sup>1</sup> + 250 kg en vegetativo avanzado).

<sup>1</sup>= se descuentan los 4 kg de N aportados por los 20 kg de PDA aplicados al momento de la siembra.

### **b.1.5 Control de malezas y plagas**

En Monte Buey se realizó un barbecho corto y las malezas fueron controladas con un doble golpe de mezcla de herbicidas. En la primera pasada se aplicó una mezcla de Picloram, 2,4-D y Glifosato con un período de carencia de 10 días. Cinco días después se realizó la segunda pasada con una mezcla de Paraquat, Atrazina y Accuron Uno. Cuando las plantas de maíz alcanzaron el estadio fenológico  $V_4-V_6$  (*Escala de Hanway*) se repasó el control de malezas con otra pasada de Atrazina empleando picos de bajada.

En cambio en San Martín de las Escobas se repitió la primera aplicación de herbicida pero en la segunda se agregó Zetametrina para bajar la población de orugas cortadoras del lote. Tampoco se aplicó atrazina en el estadio  $V_4$  y en  $V_8$  se aplicó con avión una mezcla de Coragen y Clorpirifos para controlar el ataque de gusano cogollero.

El costo medio de compra de insumos, siembra, ejecución de labores culturales y cosecha fue de u\$s 5351/ha al considerar ambos ensayos.

### **b.1.6 Resultados de los ensayos**

Los ensayos conducidos en Córdoba (2020/21) y Santa Fe (2021/22) siguiendo el esquema de manejo aplicado por la mayoría de los productores de maíz en siembra directa permitió evaluar la adaptabilidad y comportamiento de la sintética experimental waxy E6 I sin 2 así como multiplicar semilla de la misma para escalar su producción y realización de ensayos multiambientales futuros de mayor magnitud. Se recopiló información complementaria relativa a caracteres cuali-cuantitativos de ciclo a floración, de planta, rendimiento y otros de importancia agronómica.

La variedad en proceso de selección demostró ser precoz a floración femenina en ambas campañas ( $GDD_{R1}$ = 681,0; Córdoba 2020/2021 y  $GDD_{R1}$ = 692,5; Santa Fe 2021/2022). Esos valores de tiempo térmico a floración femenina corresponden al ciclo FAO 300-400 indicativo de precocidad.

En Monte Buey las plantas presentaron la siguiente arquitectura= altura media (209,3  $\pm$  11,0 cm), altura de inserción de espiga (110,9  $\pm$  7,3 cm) y 15 hojas totales de color verde oscuro, posición normal de la lámina, mediana pubescencia de la vaina y de la lámina, fuertes ondulaciones marginales de la lámina. Durante la madurez comercial (R<sub>3</sub>) sobrevino una fuerte tormenta que provocó vuelco de plantas debido a los fuertes vientos cruzados. Por este motivo, el coeficiente de logro del ensayo se redujo a 0,77 (pérdida del 23% de plantas logradas al principio del ensayo). El rendimiento fisiológico medio (gr grano/planta) fue de 153 g y el rendimiento medio del ensayo fue de 9780 kg/ha.

En San Martín de las Escobas la altura media de las plantas fue 194,7  $\pm$  12,1 cm; altura de inserción de espiga (102,6  $\pm$  5,7 cm) y 15 hojas de color verde oscuro, posición normal de la lámina, mediana pubescencia de la vaina y de la lámina, fuertes ondulaciones marginales de la lámina. Debido al marcado estrés hídrico en los meses de Diciembre y Enero (130 ml), el rendimiento del lote fue inferior al registrado en el ensayo de Monte Buey. El coeficiente de logro del ensayo fue de 0,84, el rendimiento fisiológico medio (gr grano/planta) 134 g y el rendimiento medio del ensayo 6915 kg/ha.

**Figura 3.** Implementación del ensayo a gran escala de maíz waxy en Monte Buey, Provincia de Córdoba (ciclo agrícola 2020/2021).



**Figura 4.** Desarrollo del ensayo de maíz waxy en Monte Buey, Provincia de Córdoba (ciclo agrícola 2020/2021).



**Figura 5.** Implementación del ensayo de maíz waxy en San Martín de las Escobas, Provincia de Santa Fe (ciclo agrícola 2021/2022).



**Figura 6.** Espigas de maíz waxy de la OPV E6 cosechadas en Monte Buey y Esperanza.



### **c. Producción de Maíz de Uso Especial mediante Agricultura Orgánica**

La producción de maíz bajo un sistema orgánico puede resultar en una menor productividad de granos/hectárea (controversial) pero garantiza la conservación del ambiente y biodiversidad, así como aspectos sociales, permite un mejor manejo del recurso agua y los acuíferos, produce alimentos de mayor calidad, promueve el desarrollo de tecnologías específicas segregadas por ambiente o región.

En general, los rendimientos (Tn grano/superficie) alcanzados mediante esta modalidad de producción son menores que bajo técnicas convencionales, aunque experiencias realizadas en el Instituto Rodale de EE.UU. desde 1981 indican lo contrario. En nuestro país, productores como el Sr. Diego Fernández de la localidad de Bouquet (Santa Fe) refiere haber conseguido un rendimiento similar y hasta superior que el alcanzado por técnicas convencionales en años de estrés hídrico (<https://bichosdecampo.com/desde-bouquet-diego-fernandez-asegura-que-ya-obtiene-rindes-en-trigo-y-maiz-organicos-superiores-a-los-convencionales-cree-que-el-suelo-le-agradece-haber-cambiado-su-forma-de-producir/>). En la provincia de Córdoba, el Sr. Enrico Cresta posee 450 has cerca de Río Cuarto donde cultiva maíz orgánico y trigo en una rotación agrícola-ganadera con alternancia de praderas perennes para sostener un plantel de 450 vientres con venta de terneros ([https://www.clarin.com/rural/corriente-experiencia-maiz-organico-pleno-sur-cordobaes\\_0\\_H14rl93IX.html?srsId=AfmBOoqsKpVWaBEcvYosiED5ktG23ZMD0JT xT YXZp4tN3Vd8ikRcnT0Z](https://www.clarin.com/rural/corriente-experiencia-maiz-organico-pleno-sur-cordobaes_0_H14rl93IX.html?srsId=AfmBOoqsKpVWaBEcvYosiED5ktG23ZMD0JT xT YXZp4tN3Vd8ikRcnT0Z)). En el caso de maíz para exportación se logran precios hasta 50% mayores a los propios de aquellos producidos por tecnologías convencionales lo cual compensa la menor productividad por unidad de superficie.

Actualmente, los países con mayor superficie dedicada a la producción orgánica son: Australia (12,3 millones de hectáreas), la Argentina (más de 4,2 millones de hectáreas) y China (2,3 millones de hectáreas) (IICA, 2009). En 2022, en el país se cultivaron 21.298 ha de cereales orgánicos de las cuales la mayor superficie correspondió al trigo pan (34%), maíz (32%), arroz (12%) y cebada (9%). Salta fue la principal productora de maíz orgánico (SENASA, 2023).

Argentina cuenta con importantes ventajas naturales y competitivas para la producción de alimentos orgánicos. Por ello, está en condiciones de incrementar la

oferta y contribuir a satisfacer la demanda de productos orgánicos a nivel de materias prima, así como con distintos grados de transformación (IICA, 2009).

En 1999, el Congreso de la Nación sancionó la Ley 25.127 para la Producción Ecológica, Biológica u Orgánica, que establece el marco regulatorio de referencia para la producción y comercialización de este tipo de productos en la Argentina. La Ley 25.127 establece como autoridad de aplicación al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) de la Nación, a través del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) (IICA, 2009).

Según lo expresado por productores de maíz orgánico del grupo PampaOrgánica Norte ([https://www.clarin.com/rural/corriente-experiencia-maiz-organico-pleno-sur-cordobes\\_0\\_H14rl93IX.html?srsId=AfmBOoo7JorZ7D\\_4NeJ3HrVLq9RNJJwRzxIlyOW3aYiqZ3LvrsrMQxDO](https://www.clarin.com/rural/corriente-experiencia-maiz-organico-pleno-sur-cordobes_0_H14rl93IX.html?srsId=AfmBOoo7JorZ7D_4NeJ3HrVLq9RNJJwRzxIlyOW3aYiqZ3LvrsrMQxDO)), producir sin herbicidas, insecticidas y fertilizantes de síntesis química, no usar semillas transgénicas y construir un sistema sostenible en el tiempo y que sea rentable son las cinco reglas básicas que deben seguirse para producir maíz orgánico.

Considerando que desde 2012 se establecieron las condiciones y requisitos fitosanitarios para exportar granos desde Argentina a China, que este último país en 2014 incluyó la categoría “alimentos orgánicos” y que además en 2023 el gobierno argentino formalizó un nuevo protocolo sanitario para facilitar las exportaciones de maíz a China, se propone un protocolo de producción de la OPV de maíz waxy E6 bajo las condiciones de agricultura orgánica detalladas a continuación.

1. Se trata de semillas no transgénicas (no-OGM) por lo que no se utilizarán agroquímicos como glifosato, glufosinato u otros durante su cultivo o cualquier instancia del esquema de rotación. Esto es de importancia vital para el posterior proceso de certificación orgánica.
2. Según la localidad, características del suelo y tipificación del establecimiento entre otras consideraciones puede proponerse una rotación de 4 años de ganadería (pradera perenne como alfalfa o anuales, también verdeos de invierno) y 4 años de agricultura (trigo-maíz; maíz-trigo-soja de 2da; maíz-trigo-soja de 2da-maní). La elección de los cultivos agrícolas que no sean maíz depende bastante de las

especies de maleza y de su nivel de infestación del suelo, particularmente en aquéllos cultivos de ciclo primavera-verano. En el caso de cultivos invernales como trigo/avena/cebada/centeno las malezas no son un problema tan serio de controlar.

3. Para la siembra de pasturas se utilizará labranza cero o mínima y en el caso de lotes con alfalfa se dejarán los restos de ésta como *mulching* para prevenir la aparición de malezas en el cultivo sucesáneo.
4. Labores culturales, no se utilizan productos de síntesis química para control de malezas, plagas y enfermedades.
5. Cosecha, es exactamente igual que para un maíz convencional solo que se deben tomar los recaudos necesarios para limpiar bien la maquina antes y después de su uso para evitar la contaminación cruzada.
6. Acopio, es similar a la de grano convencional solo que tienen que los silos de almacenaje deben estar totalmente limpios y desinfectados para evitar contaminación cruzada con otros genotipos y bien rotulado para evitar confusión.
7. Transporte, si es a granel se tomarán las mismas precauciones y seguirán idénticas recomendaciones que en la etapa de acopio.

En relación a la cosecha y operaciones posteriores (transporte, secado, clasificación, acopio) es importante que debe realizarse bajo condiciones de Identidad Preservada y Trazabilidad (como todo el modelo orgánico de producción) para evitar contaminación cruzada y disponer de granos que puedan ser procesados mediante certificación orgánica.

La producción nacional de maíz orgánico no utiliza insumos y por ende no hay oferta de los mismos. Paradójicamente esta condición de producción provoca la inexistencia de una tecnología propia y ello representa un inconveniente para incrementar la productividad y alcanzar mayores niveles de rentabilidad que no se fundamenten exclusivamente en el sobreprecio.

Un aspecto muy importante es disponer de semilla no-GMO (variedades de polinización libre OPV o híbridos). En este sentido, retomar el mejoramiento genético de semillas por parte de productores o asociaciones de los mismos y adaptados

especialmente a los ambientes o mega-ambientes de cultivo sería un objetivo deseable. Esto es necesario para disponer de tecnología lo suficientemente diferenciada para cada ambiente productivo.

La certificación orgánica agrega valor al producto o *commodity* así como promueve confianza, garantía y compromiso entre el productor y consumidor mejorando de este modo los vínculos dentro de la cadena de valor y dando acceso a mercados diferenciados.

Todo lo anteriormente expresado permitiría desarrollar un modelo ambientalmente correcto y al mismo tiempo económicamente rentable que permitiría producir a mayor escala.

#### **d. Comparación entre Producción Convencional versus Orgánica**

##### **d. 1. Producción Convencional.**

###### ***Ventajas***



**Mayor Producción en  
menor tiempo**



**Mayor Rentabilidad**



**Menor cantidad de  
Personal a cargo**



**Mayor perdurabilidad  
post cosecha**

## Desventajas



El mal uso de agroquímicos daña a la flora y fauna locales y la rizósfera del cultivo



Empleo de semillas transgénicas



Sin aplicación de BPAs puede haber destrucción del suelo y contaminación de las napas freáticas



El uso inadecuado de agroquímicos y falta instrucción del personal atenta contra la salud del mismo



Uso excesivo de agroquímicos y aplicación inoportuna aumenta sus niveles de residualidad afectando seguridad alimentaria y exportación

Es necesario remarcar que el uso incorrecto (dosis, número de aplicaciones, oportunidad) de cualquier agroquímico pero particularmente durante y posteriormente a la floración del maíz puede favorecer un incremento de los niveles de residualidad en grano (LMRs) y ello atenta contra la bioseguridad alimentaria (humanos y animales) y consecuentemente contra la posibilidad de exportar granos. En consecuencia, el exceso, produce contaminación del alimento para humanos, en forraje y por biocumulación en animales para consumo humano<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup><https://www.alltech.com/node/17996#:~:text=Ventajas%20de%20la%20agricultura%20convencional&text=%2D%20Obtiene%20resultados%20productivos%20a%20corto, coste%20unitario%20de%20cada%20producto.>

## d.2. Producción Orgánica.

### *Ventajas*



**Figura 7.** Cultivo de maíz orgánico (izquierda) supera a otro convencional (derecha) en ensayos realizados en el Instituto Rodale (Kutztown, Pennsylvania USA).



## Desventajas



Menor Producción



Necesita acreditaciones



Mayor tiempo de desarrollo de  
cultivares específicos



Mayor mano de obra



No existen herbicidas ni insecticidas  
diseñados para este tipo de producción



Los cultivos orgánicos de maíz deben  
estar separados de similares  
convencionales para evitar  
contaminación cruzada

El Instituto Rodale de EE.UU. comenzó a realizar ensayos de producción orgánica de maíz y soja desde 1981. Desde entonces analizan tres sistemas principales de cultivo: **a. Convencional, basado en el uso de insumos químicos**, **b. Orgánico, fundamentado en la utilización de leguminosas** y **c. Orgánico, que emplea estiércol animal**. Cada uno de estos sistemas a su vez se divide entre prácticas convencionales de manejo y labranza reducida. Las conclusiones de cuarenta años de investigación del Instituto son que el cultivo orgánico incrementa el contenido de materia orgánica del suelo, aumenta la capacidad de infiltración de agua, los costos de producción son sensiblemente menores, los rendimientos (qq/ha) de maíz y soja no difieren significativamente de la producción convencional y hasta resultan un 30% superiores cuando ocurren condiciones de estrés climático severo.

En nuestro país, la escasa producción orgánica de maíz a gran escala existente a la fecha es muy reducida (6700 has en 2022; SENASA 2023). Para ello se emplea el parque de maquinaria convencional. Sin embargo, en USA han innovado con el diseño empleo del rodillo cortador que colocan delante del tractor y detrás una sembradora combinada con discos dentados para hacer en una sola pasada el corte del anteceso y siembra.

**Figura 8.** Ejemplo de un rodillo cortador y sembradora combinada para cultivar maíz orgánico como cultivo extensivo en USA (<https://rodaleinstitute.org/es/por-qu%C3%A9-org%C3%A1nico/pr%C3%A1cticas-de-agricultura-org%C3%A1nica/org%C3%A1nico-sin-labranza/>)



## MECANISMO DE CERTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA

Según la reglamentación argentina se define como producto *orgánico*, *biológico* o *ecológico*, a todo producto obtenido en un sistema de producción sustentable en el tiempo que, mediante el manejo racional de los recursos naturales sin la utilización de agroquímicos de síntesis (herbicidas, fertilizantes, pesticidas) u otras de efecto tóxico real o potencial para la salud humana /animal, mantenga o incremente la fertilidad del suelo y la diversidad biológica del ambiente. El cumplimiento de estas pautas se asegura mediante un sistema de certificaciones.

La producción orgánica Argentina está legislada por la Resolución No. 423/92 de la ex SAGyP para los productos de origen vegetal y por la No. 1286/93 del SENASA para los productos de origen animal. Dichas normas establecen las características generales que debe reunir un producto para ser considerado orgánico.

La certificación agrega valor al producto. A su vez, favorece la creación de lazos de confianza, seguridad, garantía y compromiso entre productores y consumidores. Facilita el ingreso a mercados diferenciados. La certificación de productos asegura que un productor o procesador realice su trabajo según parámetros de calidad incluidos en normas o protocolos.

La certificación de los productos está a cargo de empresas habilitadas y auditadas por el SENASA.

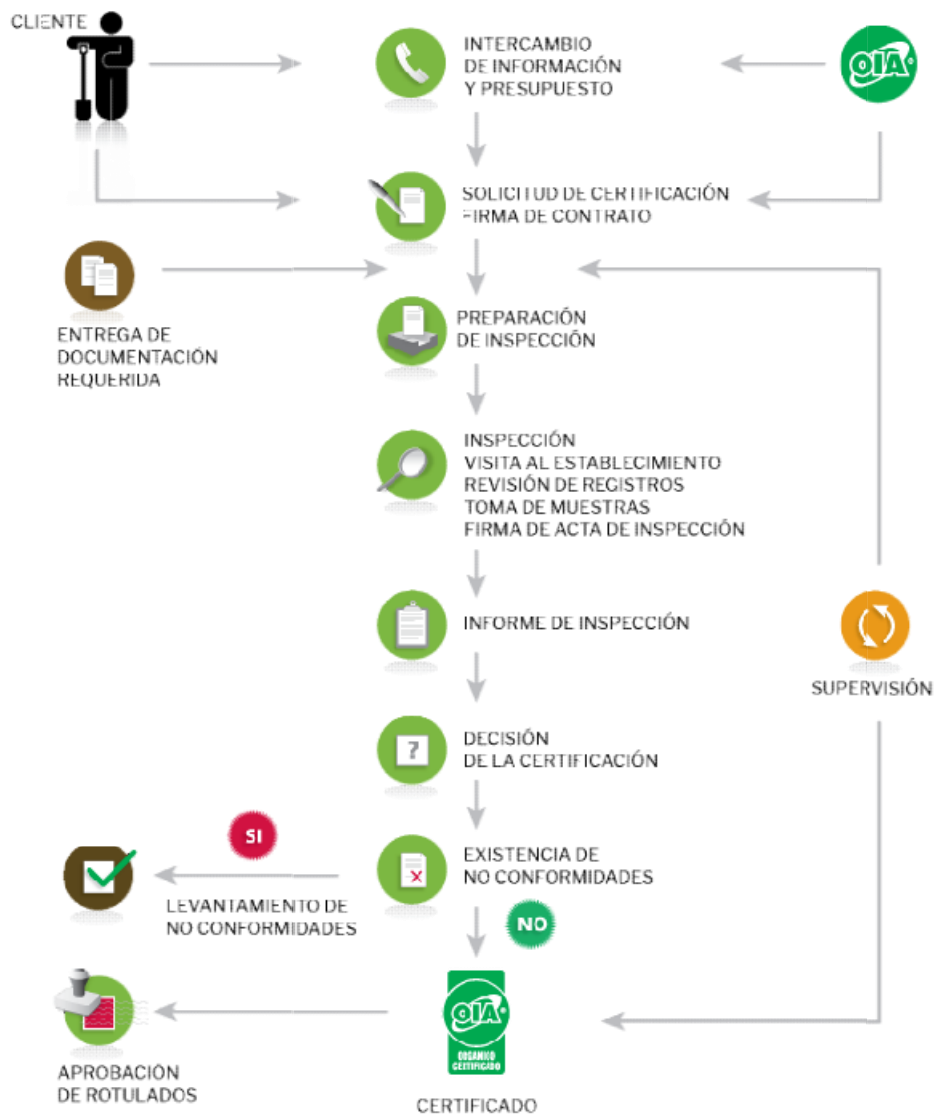
Hay una organización internacional no gubernamental denominada **IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movement)** que promueve y presiona para fomentar los cultivos orgánicos a escala global. En América Latina tiene varios afiliados=

**Argencert S.A.** que certifica productos orgánicos y garantiza la calidad de *commodities* de Argentina, Uruguay, Paraguay y Chile. Esta empresa realiza las acreditaciones en base a normas NOP, IFOAM, COR, SAG, Equivalencia EU, FOAG equivalencia para Suiza. También mantiene acuerdos con Japón, Corea del Sur, Biosuisse, JAS UTZ, GLOBAL G.A.P. y BMP. Tiene 23 años de experiencia certificando granos y cereales entre otros productos de origen agropecuario.

**OIA**, Organización Internacional Agropecuaria que en nuestro país otorga distintas certificaciones (GLOBAL G.A.P., HACCP, Orgánicos, Identidad Preservada, Trazabilidad, Atributos de Calidad, etc).

Existen diferentes tipos de certificación= **a. De Primera Parte**, el productor o procesador garantiza con su palabra la forma en la que produce o elabora su producto, **b. De Segunda Parte**, el productor o procesador es controlado por su comprador y **c. De Tercera Parte**, la realiza OIA que asegura el cumplimiento de determinada norma y así otorga seguridad y confianza a compradores y consumidores.

**Figura 9.** Flujograma del proceso de certificación



El SENASA (Dirección Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) exige que el maíz certificado como orgánico esté libre de GMO's. Para garantizar la pureza varietal toda la semilla cosechada y que solicita certificación orgánica es analizada en el Laboratorio del organismo público.

El maíz certificado como orgánico no tiene mercado interno a la fecha. Esto es coincidente con el hecho de que el consumo de productos agropecuarios certificados como orgánicos tiene una baja demanda en relación al volumen total autenticado como tal. No obstante hay cierta demanda de consumo y nichos vacantes como por ejemplo la producción de pollo y huevos.

Según datos publicados por SENASA (2023) en el año 2022 se exportaron 47 t de maíz certificado como orgánico a Japón y otras 56 t a Uruguay. Las exportaciones se realizan en contenedor con Identidad Preservada y el precio es hasta un 50% superior al de los granos de producción convencional debido a las ventajas respecto a cuidado del medio ambiente entre otras.

## **CONSIDERACIONES SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE GRANOS**

El estricto cumplimiento de las reglas y normas para la comercialización en cada eslabón de la cadena de valor del maíz resulta esencial hoy en día.

Las normas ISO son una estandarización de reglas a nivel internacional y trazabilidad esencial para rastrear cualquier tipo de error hacia atrás, evitando problemas en cualquiera de los eslabones de la cadena y así corregir y también optimizar el ciclo de gestión. Dichas normas fueron creadas en 1947 en Ginebra. Durante el año 1997, en nuestro país, comenzaron a aplicarse las buenas prácticas para el control y estandarización de procedimientos de producción en inocuidad en la agricultura, manufactura, minimizar los daños por ETAs y trazabilidad. Según el *Codex Alimentarius*, "Trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapa(s) especificada(s) de la producción, transformación y distribución".

El Código Alimentario Argentino (CAA) también establece y regula las normas de inocuidad alimentaria que no son otra cosa que las leyes y reglamentaciones que ordenan la producción, elaboración, comercialización y distribución de alimentos en el país.

La inocuidad alimentaria se reconoce como un *requisito implícito* de todos los consumidores de alimentos, es decir, todos damos por hecho que los alimentos que consumimos no nos van a enfermar.

En la práctica, las empresas deben someterse a las leyes del país de origen y de destino, y luego, a exigencias adicionales que pueden ser requeridas por compradores y/o clientes en general. También hay instrumentos consensuados internacionalmente que pueden ser implementados en cada empresa para garantizar la inocuidad de los alimentos. Por ende, es una responsabilidad indelegable de la empresa elaboradora vender sus productos en condición de inocuidad.

La inocuidad de los *commodities* así como de productos con valor agregado obtenidos a partir de los mismos se garantiza mediante las BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) que entre otras incluye el uso correcto siguiendo protocolos rigurosos que garanticen no sobrepasar los LMRs (Límites Máximos de Residuos). Éstos se refieren a la concentración máxima de un residuo de plaguicida (expresado en mg/kg), legalmente permitido en o sobre productos alimenticios y piensos para animales. Los LMRs no deben confundirse con umbrales de seguridad para la salud. Es un valor que se establece para comprobar el cumplimiento de las indicaciones de la etiqueta y también para fines de comercio internacional. La determinación de LMRs se hace en laboratorios especializados y cumpliendo las BPL (Buenas Prácticas de Laboratorio).

Los *commodities* y alimentos derivados de ellos que cumplen con los LMRs están destinados a ser toxicológicamente aceptables (Aylwin, 2022).

Lamentablemente los LMRs no están armonizados entre los diferentes países y en consecuencia esto afecta al comercio. Por ejemplo, en los últimos años China, India, Corea del Sur y South Japón establecieron sus propios LMRs (domésticos) abandonando el uso por default de los incluidos en el Codex Alimentarius. La desarmonización de los LMRs afecta a productores, exportadores, importadores y consumidores. No sólo hay diferentes LMRs para algunos agroquímicos a través del globo sino que también pueden faltar o algunos países los establecen por defecto (basados en el *Codex Alimentarius*) y no por análisis de laboratorio (Aylwin y Serafino, 2022). Todo ello afecta el comercio internacional e incluso de algún modo puede ser utilizado como una barrera para arancelaria en algunos países y situaciones coyunturales.

En el año 1994 se creó la Organización Mundial de Comercio (OMC) y paralelamente se adoptó el Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) que hace alusión a la aplicación de reglamentaciones en materia de inocuidad de los alimentos y control sanitario de los animales y los vegetales y faculta a los Estados miembros a adoptar las medidas necesarias para garantizar dichos propósitos. No obstante, es imperativo resaltar que las leyes, normativas o acuerdos no deben aplicarse de manera que constituyan una discriminación arbitraria o injustificable entre Miembros o una restricción encubierta del comercio internacional.

La historia del comercio mundial de granos luego de la globalización y lo observado en diferentes foros internacionales indican que los LMRs serán cada vez más restrictivos en los mercados mundiales. Tal tendencia está basada en el hecho de que cada vez se establecen más listas positivas para los mismos y LMRs por defecto en Estados miembros del MSF.

En el caso de productos de la industria alimentaria, se consideran además las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) que introducen requisitos de construcción edilicia, calidad del agua, selección de materias primas, requisitos de higiene para el personal manipulador de alimentos, programas de limpieza y desinfección de planta, control de plagas, manejo seguro de productos químicos e identificación de los alimentos desarrollados a partir de una diversidad de *commodities* (incluye información a los consumidores, lote y trazabilidad). Adicionalmente, comprenden un control de variables básicas de proceso que hacen a la inocuidad (por ejemplo, tratamientos térmicos como cocciones, o controles de temperatura ambiente o refrigeración), entre otros requisitos.

## PROPUESTA DE GESTIÓN PARA PRODUCIR Y EXPORTAR SEMILLAS Y GRANOS DE MAÍZ WAXY NO-OGM A CHINA

En los últimos años China incrementó el consumo y volúmen de las importaciones e impuso especificaciones más estrictas respecto de los productos que importa porque ha mejorado la calidad de la alimentación de los habitantes de sus grandes centros urbanos debido a modificaciones de la forma tradicional de vida. La República Popular China decidió recuperar tierras contaminadas por el uso excesivo de agroquímicos e incluyó la categoría "alimentos orgánicos" que deberán ser cultivados en el 11% de su superficie cultivable<sup>5</sup> y de allí la propuesta de este Trabajo de exportar maíz de alta calidad con certificación orgánica.

En 2012, se suscribió un primer acuerdo entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación y el Departamento de Cuarentena Animal y Vegetal de la Administración General de Aduanas de China (GACC) estableciéndose las condiciones y requisitos fitosanitarios para la exportación de granos a China<sup>6</sup>. Luego, en 2023, el gobierno argentino formalizó un nuevo protocolo sanitario para facilitar y agilizar las exportaciones de maíz a China. La novedad se conoció a través de la resolución 669 y sus anexos que señalan que se garantizará la seguridad de la agricultura y la zoología en China, sobre la base de los resultados del análisis de riesgo de plagas (ARP), por lo que el maíz que se exporte a ese destino estará libre de insectos vivos y plagas cuarentenarias que preocupan a ese país y no estará mezclado o contaminado deliberadamente con otros granos o material extraño<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup><https://www.globalgroundmedia.com/2019/03/05/la-necesidad-imperiosa-de-cultivar-alimentos-organicos-en-china/>

<sup>6</sup> <http://supercampo.perfil.com/2019/12/cambio-en-el-registro-de-exportadores-de-granos-a-china/>

<sup>7</sup> [Se aprobó un protocolo para que la Argentina pueda exportar maíz a China - LA NACION](#)

Por otra parte, en el año 2022 China eliminó las últimas barreras fitosanitarias con Brasil para poder importar maíz de ese origen ya que la guerra de Ucrania complicó el comercio global y profundizó las diferencias con EE.UU. La participación de EE.UU. en las exportaciones de maíz a China, se redujo a un 30% del total importado con el consecuente aumento de la cuota de otros proveedores. El gobierno chino tiene como objetivo reducir la dependencia de los proveedores individuales lo que deriva en mayor cantidad de maíz adquirido de países del Cono Sur y menos de USA.

En acuerdo a lo antes expresado y también considerando que el maíz waxy, originario de China, tiene aplicaciones en alimentación animal, humana y comercialización de almidón se propone exportar granos de este tipo de maíz especial a la República Popular China producidos de forma convencional u orgánica realizando los pasos que se enumeran a continuación.

**a.** *Creación de un Criadero de Maíces Especiales que será inscripto en el Registro Nacional de Comercio y Fiscalización de Semillas (RNC y FS) según lo reglamentado en el Artículo 13 de la Ley Nacional de Semillas.*

**b.** *Solicitar al Instituto Nacional de Semillas (INASE) la inscripción de la variedad sintética de maíz waxy E6 en el Registro Nacional de Propiedad de Cultivares (RNPC) y también en el Registro Nacional de Cultivares (RNC) así como su inclusión en el Régimen de Fiscalización de Cultivares de Maíz. Ello con el objeto de proteger la propiedad del obtentor de la creación fitogenética y también comercializarla.*

**c.** *Una vez superadas las dos instancias anteriores se procederá a multiplicar semilla para su distribución entre productores que cultivarán la misma bajo la modalidad de contrato con un sobreprecio a determinar sobre el precio pizarra de la Bolsa de Comercio de Rosario. Los cultivos de campo se realizarán siguiendo prácticas convencionales o modalidad orgánica (en este caso con mayor precio final a pagar/Tn de grano producida). En cualquier caso y bajo ambas modalidades de cultivo se respetarán rigurosamente las BPAs, LMRs, trazabilidad y demás normativas mencionadas en otros ítems de este trabajo.*

**d.** *En caso de exportar semilla fiscalizada de maíz waxy no-OGM a la República Popular China se procederá a tramitar la Certificación Internacional ante el INASE mediante el sistema de Fiscalización Nacional con Destino Exclusivo Exportación.*

**e.** *En caso de producir grano de maíz waxy bajo modalidad orgánica para su exportación a la República Popular China deberá firmarse un convenio con una empresa de certificación orgánica habilitada y auditada por el SENASA. El compromiso formal con la certificadora implicará brindar todos los datos del establecimiento o explotación, recibir la visita de un inspector, se presentará un plan de transición a la producción orgánica y el plan de producción orgánica definitivo. Finalmente, luego que el Comité de Certificación de la empresa admite definitivamente toda la documentación presentada se recibe la Licencia Anual para poder etiquetar los granos de maíz waxy con destino exportación con el Logo correspondiente. En cada campaña se repiten las inspecciones y contra presentación de la documentación requerida se renueva la Licencia Anual.*

**f.** *El criadero habilitado para producir semillas de maíz waxy no-OGM obtendrá lotes con la máxima pureza, uniformidad, vigor, poder germinativo y a costo razonable. Aquí también se respetan las buenas prácticas en el acondicionamiento para obtener semillas con altos estándares de calidad bajo un sistema inocuo, seguro y de alta precisión en las operaciones internas (Bonilla Bird, 2014). Las buenas prácticas de acondicionamiento son indispensables para la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC) de un programa de gestión de calidad total (GCT) o de un sistema de calidad ISO 9000 (Copeland & Mc Donald, 2001; Díaz, 2009; Mc Cormack & Rakita, 2004).*

**g.** *Sin perjuicio de los ítems anteriores, se establecerán relaciones con el área de Oportunidades de Negocios del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina. Asimismo con la Agregaduría Comercial de la Embajada Argentina en China y también con la Comisión de Agronegocios de la Cámara Argentino China de la Producción, la Industria y el Comercio con el objetivo de facilitar y agilizar el contacto con empresas importadoras chinas. Una vez logradas las primeras exportaciones y estabilización de volumen de granos y/o semillas no-OGM comercializadas quizá pueda replicarse el modelo ya vigente del semillero Don Mario que desarrolla en territorio chino un criadero para la redundancia de semillas no transgénicas.*

Las importaciones de maíz en China están sujetas a un contingente arancelario de 7,2 millones de toneladas que China tiene consolidado en la Organización Mundial de Comercio (OMC), por el cual ingresan con arancel cero. Cada año el 60% de este contingente se distribuye entre empresas comercializadoras estatales y el 40% restante entre empresas privadas. Las empresas que no cuentan con dicha licencia de importación, deben abonar un arancel que encarece el producto en el mercado interno (<https://bichosdecampo.com/brasil-vuelve-a-pasarle-el-trapo-a-la-argentina-al-lograr-la-habilitacion-para-exportar-maiz-a-china/>).

En 2024, Argentina podría lograr un avance relevante en su economía agrícola con la posible autorización para exportar maíz y sus derivados a China, un mercado clave que podría representar más de 4.500 millones de dólares en ingresos. China, el mayor importador mundial de maíz, con una demanda de 20 millones de toneladas anuales, está en proceso de aprobar la importación de maíz argentino. Este desarrollo se produce después de que se lograran superar barreras fitosanitarias que habían impedido la implementación de un protocolo firmado en la década de 2010. Para acceder al mercado chino, Argentina debe cumplir con un estricto protocolo fitosanitario que asegura que los productos están libres de 13 plagas específicas. La apertura del mercado chino para el maíz argentino no solo representa una inyección económica considerable sino que también fortalece los lazos comerciales entre ambos países. La consolidación de este acuerdo comercial ubica a nuestro país como un actor importante en el mercado internacional de maíz, compitiendo directamente con grandes exportadores como Brasil, Estados Unidos y Ucrania (Fuente= <https://newsargenchina.ar/contenido/5733/argentina-se-prepara-para-exportar-maiz-a-china>).

En relación a lo anterior, se debe tener presente que la reglamentación y uso de normativas en cada etapa de la cadena de valor y comercialización de *commodities* y productos alimenticios resulta imprescindible. Entre ellas cobra especial importancia la trazabilidad que debe ser rigurosa y respetando las normas ISO<sup>8</sup>. A partir de 1997 nuestro país adoptó las buenas prácticas para el control y estandarización de procedimientos de producción en inocuidad en agricultura, manufactura y reducción de daños producidos por ETAs (enfermedades transmitidas por alimentos).

Las normas ISO constituyen una herramienta empleada para garantizar que los productos y/o servicios ofrecidos por empresas u organizaciones cumplan con los

requisitos de calidad del cliente y los objetivos previstos. El beneficio de su aplicación puede resumirse en= reducción de costos al optimizar procesos y mejorar la productividad; satisfacción del cliente por la mejora de calidad de los productos y/o servicios; acceso a nuevos mercados al cumplir los requisitos del comercio internacional y de las grandes empresas; mejora de la cuota de mercado porque estas normas suponen una ventaja competitiva. La utilización de estas normas (ISO 9001 Calidad; ISO 14001 Medio Ambiente; ISO 22000 Seguridad Alimentaria; FSSC 22000; IFS Estándar Internacional en Seguridad Alimentaria; BRC Certificación Global Seguridad Alimentaria; ISO 45000 Seguridad y Trabajo) permiten rastrear cualquier tipo de error hacia atrás, evitando problemas en cualquiera de los eslabones de la cadena y así poder corregir y optimizar el ciclo de gestión

Los estándares fijados por organizaciones supranacionales como por ejemplo la OMC, Mercosur, UE, y otras nacionales como FDA, SENASA, etc. son cada vez más rigurosos y tienen como ejes principales a todo lo referente a calidad y trazabilidad para facilitar la comercialización internacional. A su vez, cada país puede utilizar o regirse por una normativa interna para la comercialización nacional. Por su parte, los países importadores pueden incluso tener especificaciones más rigurosas que aquellas que devienen de las especificaciones internacionales.

---

<sup>8</sup>. <https://www.normas-iso.com/>

**Figura 10.** Flujograma del modelo de gestión de producción y exportación



## CONCLUSIONES

El maíz waxy, a la fecha de redacción de este trabajo, no se comercializa en Argentina. Considerando los resultados de los ensayos de cultivo convencional realizados en Córdoba y Santa Fe así como los escasos reportes sobre cultivo orgánico de maíz en nuestro país y la tecnología aplicada en EE.UU se recomienda avanzar en I+D de maquinaria agrícola adaptada a labores de labranza reducida, el uso de semilla no-GMO diseñada especialmente para determinados usos y procesos de industrialización, el empleo de BPA's, APPCC, GCT y otras normativas con todos sus considerandos, aplicar las recomendaciones sobre aspectos regulatorios de residuos (LMRs, Límites Máximos de Residuos de Agroquímicos) que aunque no están armonizados a escala global son de aplicación en la regulación del comercio internacional y en varias ocasiones utilizados como barreras para arancelarias. Tener presente que la tecnología de cultivo debe ser amigable y cuidadosa del uso del recurso suelo, aplicar rotaciones que incluyan abonos verdes, y cuidar la biodiversidad, priorizar labranzas reducidas y el menor uso posible de agroquímicos.

Asimismo es importante considerar en el desarrollo de semilla de maíz de uso especial que la misma sea capaz de tolerar enfermedades de impacto regional, tolerar situaciones de estrés abiótico cada vez más acentuadas por efectos del cambio climático en marcha y en consecuencia producir rendimientos sustentables y no superlativos. La producción o rendimiento medio de la sintética E6 en los ensayos de cultivo bajo modalidad convencional ha sido de 8300 kg grano/ha y se corresponde con ese criterio. Además, debe decirse que al revisar los aspectos de *trading* a nivel global del maíz waxy por el mismo se paga un sobreprecio que fluctúa entre el 8 y 12% del correspondiente a maíces dentados o convencionales por lo cual hay margen financiero para utilizar tecnologías de cultivo que produzcan rendimientos sustentables.

Por último, en concordancia con los cambios recientes y favorables en el acuerdo comercial y protocolo fitosanitario de exportación de maíz a la República Popular China en la década de 2010, así como con las apreciables modificaciones de política exterior y exportación del país se presenta como mucho más viable la posibilidad de alcanzar los objetivos planteados en este trabajo.

## Referencias

Akay V., Jackson, J.A. 2001. Effects of Nutri Dense and Waxy Corn Hybrids on the Rumen Fermentation, Digestibility and Lactational Performance of Dairy Cows. *J. of Dairy Science*, 84:1698-1706.

Aylwin E., Serafino, C. 2022. Seminario Aspectos Regulatorios de Residuos y Comercio Internacional (17 de Mayo a 28 de Junio de 2022). Módulo I: Aspectos Regulatorios y de Comercio Internacional, 17 de Mayo de 2022. Capacitaciones ICCAS (Instituto para la Cooperación Científica en Ambiente y Salud).

Azevedo R.A., Damerval, C, Landry, J., Lea, P.J., Bellato, C.M., Meinhardt, L.W., Le Guilloux, M., Delhay, S., Toro, A.A., Gaziola, S.A., Berdejo, B.D.A. 2003. Regulation of maize lysine metabolism and endosperm protein synthesis by opaque and floury mutations. *Eur. J. Biochem.* 270:4898-4908

Bonilla Bird N. 2014. Guía Técnica Buenas prácticas de acondicionamiento de semillas de granos básicos; Infraestructura, y equipamiento. INGAL, ASECAL S.L., BSI, IICA, 132 páginas.

BPA, Red de Buenas Prácticas Agrícolas. 2015. Buenas Prácticas Agrícolas: Directivas y Requisitos para cultivos extensivos, 49 páginas.

Bray R.H., Kurtz, L. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59:39-45.

Brown W.L., Bressani, R., Glover, D.V., Hallauer, A.R., Johnson, V.A., Qualset, C.O. 1988. Quality-protein maize: report of an ad hoc panel of the advisory committee on technology innovation, Board on Science and Technology for International Development, National Research Council, in cooperation with the Board on Agriculture, National Research Council. Washington, D.C.: National Academy Press.

Coors J G, Pandey, S. (eds) (1999) Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 524 páginas.

Copeland L.O., Mc Donald, M.B. 2001. Principles of seed science technology. 4th ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota, USA. 750 páginas.

Corcuera V.R. 2013. Mejora Genética del Maíz. Desarrollo de Híbridos de Uso Especial. (*Uso de Descriptores Agronómicos, Químicos y Métodos Estadísticos aplicados al Análisis de Ensayos Multiambientales*), Ed. PUBLICIA, AV Akademikerverlag GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Alemania. ISSN 978-3-639-55207-2, 521 páginas.

De La Cruz, L. L., Ron-Parra, J., Ramírez-Díaz, J.L., Sánchez-González, J.J., Morales-Rivera, M.M., Chuela-Bonaparte, M., Hurtado-de la Peña, S.A., Mena-Munguía, S. 2003. Heterosis y aptitud combinatoria entre híbridos comerciales y germoplasma exótico de maíz en Jalisco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* (26): 1-10.

Díaz A. 2009. Buenas prácticas de manufactura: una guía para pequeños y medianos agro empresarios / Alejandra Díaz, Rosario Uría – San José, C.R.: IICA.; (Serie de Agro negocios. Cuadernos de Exportación / IICA, ISSN 1817-7603; no.12), 72 páginas.

Duval M.E., Galantini, J.A., Martínez, J.M., López, F.M., Wall, LG. 2015. Evaluación de la calidad física de los suelos de la región pampeana: efecto de las prácticas de manejo. *Ciencias Agronómicas, Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR*, No. XXV(15):33-43.

FAO. 1998. The state of food and agriculture 1998. FAO Agriculture Series No. 31, ISSN 0081-439, Roma, 389 páginas.

\_\_\_\_\_/ONU. 2012. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola, 2da. edición, Roma, 84 páginas. ISBN: 978-92-5-305693-4.

Flint-García S.A., Buckler, E.S., Tiffin, P., Ersoz, E., Springer, N.M. 2009. Heterosis is prevalent for multiple traits in diverse maize germplasm. *PLoS ONE* 4(10): e7433.doi: 10.1371/journal.pone.0007433.

García F.O. 2005. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Jornada Maíz 2005 organizada por Capacitación Agropecuaria, Córdoba.

\_\_\_\_\_. 2011. Taller Fósforo CREA Zona Oeste, Pehuajó, Noviembre 2011.

García F.O., Ciampitti, I.A. 2010. Enfoques alternativos para el diagnóstico de fertilidad de suelos. El enfoque tradicional. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mayo 31 a 4 Junio de 2010, Rosario, Argentina.

Golik S.I., Bezus, R., Chamorro, A., Pellegrini, A., Voisin, A., Novillo, B., Sisterna, M., . Padín, S., Simón, M.R., Schierenbeck, M. 2017. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas, FCAYF UNLP, 1ra Edición, 101 páginas. ISBN:978-987-42-5392-7.

Gowen J W (ed).1952. Heterosis. Iowa State College Press, Ames. 552 páginas.

Hossner L.R., Jou, A.S.R.. 2009. Soil nutriente managemente for sustained food crop production in upland farming systems in the tropics. *Soil and Crop Sciences Department*, Tennessee, USA, 1-18 pp.

Huang S., Frizzi, A., Florida, C.A., Kruger, D.E., Luethy, M.H. 2006. High lysine and high triptophan transgenic maize resulting from the reduction of both 19- and 22-kD  $\alpha$ -zeins. *Pl. Mol. Biol.* 61:525-535.

IPNI, 2013. Tabla de Requerimientos de Nutrientes por los Cultivos. Disponible en=<http://lacs.ipni.net/article/LACAS-1024>.

Mc Cormack J., Rakita, C. 2004. Seed Processing and Storage. Principles and practices of Seed Harvesting, Processing, and Storage: an organic seed production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern US. Carolinafarmstewardsorg, 28 páginas.

Mallarino A.P., Prater, J. 2007. Corn and soybean grain yield, P removal, and soil-test responses to long-term phosphorus fertilization strategies. Proceedings 19th Annual Integrated Crop Management Conference, Ames, Iowa State University.

Mangelsdorf P.C. 1974. *Corn. Its Origin, Evolution and Improvement*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass, USA. ISBN 0-674-17175-6, 262 páginas.

Nuss E.T., Tanumihardjo, S.A. 2010. Maize: A Paramount Staple Crop in the Context of Global Nutrition. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 417-436.

Pritchard R.H., Bruns, K.W. 2003. Feeding Value of Rolled and Whole Shelled WaxyCorn in Finishing Diets. *SouthDakota Beef Report*, 13.

[https://openprairie.sdstate.edu/sd\\_beefreport\\_2003/13](https://openprairie.sdstate.edu/sd_beefreport_2003/13)

Ramírez D. J. L. 2007. Propuesta para formar híbridos de maíz combinando patrones heteróticos. *Revista Fitotecnía Mexicana*, 30, 453-461, 2007.

Red BPA. 2015. Buenas Prácticas Agrícolas: Lineamientos de Base. 34 páginas.

Ritchie S., Hanway, J., Benson, G. 1993. Como se desarrolla una planta de maíz. Reporte Especial No. 48, Iowa State University. Edición en español de INPOFOS Cono Sur (Marzo 2002).

SENASA. 2010. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas, Programa de Buenas Prácticas Agrícolas, Unidad de Gestión Ambiental, 122 páginas.

\_\_\_\_\_. 2023. Situación de la Producción Orgánica en Argentina durante 2022. *Dirección Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección de Estrategia y Análisis de Riesgo*, SENASA, Marzo de 2023.

Wallace H.A., Brown, W.L.1956. The great grandfather of hybrid corn: *In*: Charles Darwin. Corn and its Early Fathers. The Michigan State University Pres. 134 páginas.

Xiao, Y., Jiang, S., Cheng, Q., Wang, X., Yan, J., Zhang, R., Qiao, F., Ma, C., Luo, J., Li, W., Liu, H., Yang, W., Song, W., Meng, Y., Warburton, M.L., Zhao, J., Wang, X., Yan, J. 2021. The genetic mechanism of heterosis utilization in maize improvement. *Genome Biol* 22, 148. <https://doi.org/10.1186/s13059-021-02370-7>