



## Artículo original

# Innovación tecnológica en la producción de trigo en el Paraguay en el periodo 2003-2021

## Technological innovation in wheat production in Paraguay for the period 2003-2021

Amanda Benítez Arévalo<sup>1\*</sup>  y Selva Olmedo Barchello<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Económicas, Dirección de Investigación. San Lorenzo, Paraguay.

### RESUMEN

El cultivo de trigo en el Paraguay data de la época de la conquista, desde ese entonces se ha buscado adaptarlo a las condiciones climáticas y de suelo del país a fin de conseguir su producción. En este trabajo de investigación se analiza la influencia de las mejoras de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en Paraguay en el periodo 2003-2021. El tipo de investigación es tipo cuali-cuantitativa. El enfoque se basa en la modalidad bibliográfica – documental. El trabajo de campo consistió en la realización de una serie de entrevistas a referentes del área, y el nivel de investigación del trabajo fue de carácter analítico-descriptivo al detallar el desarrollo de capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en Paraguay. La producción de trigo en Paraguay tuvo un crecimiento importante en los últimos años, hoy día cubre la demanda del mercado nacional, resultado del aumento del área de siembra, además de aportar divisas como producto de exportación. No obstante, las mejoras introducidas a los cultivos tienen como objetivo buscar alternativas para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, en busca de sostenibilidad para garantizar seguridad alimentaria y protección a los recursos naturales.

**Palabras clave:** innovación, capacidades tecnológicas, mejoramiento genético, trigo, producción.

### ABSTRACT

Wheat cultivation in Paraguay dates back to the time of the conquest, and since then, efforts have been made to adapt it to the climatic and soil conditions of the country in order to achieve its production. This research work analyzes the influence of improvements in technological and innovation capabilities on wheat production in Paraguay in the period 2003-2021. The type of research is quali-quantitative. The approach is based on the bibliographic-documentary modality. The field work consisted of a series of interviews to referents in the area, and the research level of the work was of an analytical-descriptive nature, detailing the development of technological and innovation capabilities in wheat production in Paraguay. Wheat production in Paraguay has grown significantly in recent years and today covers the demand of the domestic market, as a result of the increase in sowing area, in addition to contributing foreign exchange as an export product. However, the improvements introduced to crops are aimed at seeking alternatives to cope with the adverse effects of climate change, in search of sustainability to ensure food security and protection of natural resources.

**Key words:** innovation, technological capabilities, genetic improvement, wheat, production.

### \*Correspondencia:

abenitez421@alumnos.eco.una.py

**Conflictos de interés:** Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

### Contribución de autores:

**ABA:** Recolección de datos, elaboración del proyecto, revisión de literatura, presentación de los resultados, Discusión y conclusiones, redacción (borrador original). **SOB:** Idea, elaboración del proyecto, revisión de literatura, metodología, revisión final, aprobación para publicación.

**Financiamiento:** Ninguno

**Códigos JEL:** Q16

**Editor responsable:** Susana Lugo Rolón

**Recibido:** 13/11/2023; **Aceptado:** 26/12/2023



## INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario tuvo un fuerte crecimiento en los últimos años del siglo XX respondiendo de manera positiva a las oportunidades de comercio que se fueron presentando con el desarrollo de las regiones de la frontera con Argentina y Brasil. Según el Banco Mundial, en el año 2002 el sector agropecuario paraguayo aportó aproximadamente 21% del PIB, un 35% de mano de obra empleada y 20% de las exportaciones registradas (Ekboir, J., 2003).

Un dato no menor, siendo la población del país 7.453.695 habitantes, es que el 36,7% de la población, que asciende a un total de 2.735.506 habitantes vive en zonas rurales y un 63,3%, 4.718.189 habitantes, corresponde a la zona urbana según los datos de la Proyección de la Población Nacional, Áreas Urbana y Rural, por sexo y edad, 2000-2025 (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2022).

De acuerdo con un informe del Banco Mundial (2014), la población rural está caracterizada por una baja productividad, acceso limitado a la tierra, al capital, además de una baja utilización de la tecnología. Los recursos y el acceso a tecnología son escasos en las zonas rurales del país, lo que dificulta el progreso, lo vuelve más lento, o incluso en ciertas zonas rurales los vuelve casi imposible.

Desde inicios de la conquista del continente americano se introdujo en el país el trigo, y con el tiempo fueron adaptando el cereal a las condiciones climáticas y de suelo del territorio, creando así variedades aptas para el tipo de suelo y clima que puedan ser cultivadas en el territorio paraguayo (Kohli et al., 2010).

Actualmente el cultivo de trigo es el tercer rubro de mayor exportación con 362.123 toneladas exportadas entre los años 2020/2021, después de la soja que asciende a 6.300.000 toneladas exportadas, y el maíz con 1.525.925 toneladas exportadas en el mismo periodo, (CAPECO, 2022).

Siendo el trigo un producto relevante para la economía nacional, la presente investigación busca analizar la incidencia de la innovación en las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el sector agropecuario paraguayo, su aporte a la economía y a la sociedad, además de las políticas públicas que favorecieron la investigación previa a la aplicación de las mejoras en dicho rubro, además de una descripción de los principales actores involucrados en dicho proceso desde el punto de vista de la innovación tecnológica.

Por lo tanto, la pregunta de investigación se centra en responder: ¿Cómo influyeron las mejoras de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay en el periodo 2003-2021? Así también, para un mayor análisis, las preguntas específicas se responderán en el siguiente orden: 1) ¿Cuál fue el contexto histórico-económico que fomentó el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay? 2) ¿Cuáles fueron las

políticas para el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay? 3) ¿Cómo es el rendimiento de la producción de trigo que destaca el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay?

Por lo tanto, el objetivo general de la investigación es el de analizar cómo influyeron las mejoras de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en Paraguay en el periodo 2003-2021. Los objetivos específicos se basan en: 1) Describir el contexto histórico-económico que fomentó el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay, 2) Explicar las políticas para el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay, 3) Identificar el rendimiento de la producción de trigo que destaca el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay.

El trabajo se estructura inicialmente a través de la revisión de la literatura, para luego realizar una descripción de los principales métodos y técnicas aplicadas en la investigación, por consiguiente, desarrollar el análisis de los temas propuestos indicando los principales resultados obtenidos, para finalmente, indicar las conclusiones y recomendaciones.

Las capacidades son las destrezas, habilidades o maestrías que posee un actor para hacer uso de los recursos disponibles con el fin de llevar a cabo una actividad o ponerla en marcha (Hafeez et al., 2002). Para continuar con la misma definición, como o dice Quintero et al. (2021), las capacidades permiten la caracterización y diferenciación de las firmas de cualquier sistema y conocer sus roles, relaciones y patrones de aprendizaje para establecer políticas y estrategias que mejoren su desempeño.

Para Herrera (2006), la tecnología debe entenderse como un esfuerzo por lograr cambios en la fuerza de trabajo con el fin de sacar mayor provecho o bien sustituirla. Por lo tanto, su aplicación en el sector agrícola es producto de experiencias individuales o colectivas que tienen por finalidad plasmarse en el capital físico o en las habilidades humanas. En este sentido, los efectos de la tecnología van más allá de la generación del producto. Ella permite generación de valor agregado con la finalidad de establecer cadenas productivas con mayor rentabilidad.

De acuerdo con García et al. (2016) las capacidades tecnológicas enlazan la transmisión de conocimientos entre distintos agentes y se distinguen por tener componentes tácitos de conocimiento específico que se desarrollan desde los procedimientos de búsqueda y aprendizaje en busca de la eficiencia productiva.

Ellonen et al. (2011) sugieren una relación de las capacidades dinámicas con el desarrollo de las capacidades operativas a fin de lograr innovación. Estas dos capacidades fusionadas son capacidades tecnológicas ya que fomenta la innovación mediante

inversión, producción, soporte y adaptación integral.

La innovación, el aprendizaje, la creación y aplicación de conocimientos científico-tecnológicos al sistema productivo constituyen bases para el crecimiento y buen desempeño económico de los países. Es la vía para incorporar mejoras competitivas sustentables y acumulativas, así como la colocación en los mercados de productos (CEPAL, 2018).

De acuerdo con Sánchez (2018), la innovación tecnológica refleja un conjunto de conocimientos sobre determinadas técnicas y métodos utilizados en circunstancias particulares, cuyo desarrollo tiene consecuencias sobre el desempeño de la empresa, sus estrategias de competencia, el delineamiento de la organización y el grado de aplicación en ambientes de competencia.

Por consiguiente, Mochi (2018) manifiesta que el cambio tecnológico es considerado como uno de los factores dinámicos del crecimiento para diversas escuelas de pensamiento económico. Desde los años ochenta ha sido retomado por tratarse de uno de los principales elementos que explican las diferencias en el desarrollo de los países. De este modo, se desarrolló una vasta literatura al respecto, en donde la escuela evolucionista pone especial énfasis en los estudios sobre innovación, considerada un fenómeno incremental, acumulativo y sistémico (Nelson y Winter, 1982).

Ahora bien, al hablar de la asociatividad entre innovaciones agrícolas y fabricación de alimentos se está haciendo referencia a un conjunto de nuevos conocimientos y tecnologías en las fases de producción, procesamiento y comercio relacionado con semillas de variedades nuevas o mejoradas, equipos, técnicas de cultivo y de crianza, aplicación de protocolos de calidad y acceso a nuevos productos (Amaro-Rosales, 2015).

Según Servín (2014), los desafíos que el sector trigo ha atravesado y ha logrado un cambio fundamental en el Paraguay, ha dejado de ser un importador neto de trigo para pasar a ser un país productor, tanto para el consumo interno como para los mercados externos, ya sea en granos como en productos agroindustriales que derivan del trigo, como resultado de los esfuerzos realizados en el área de investigación y desarrollo y la participación conjunta de los diferentes actores relacionados.

Estas mejoras en la producción no se pudieron haber hecho sin el aporte de la biotecnología, la misma puede definirse como: “una amplia área del conocimiento moderno que combina de manera innovadora la biología y la ingeniería en procesos que, aplicados sobre organismos vivos, sus tejidos, células o partes generan bienes, servicios o conocimientos que promoverán el bienestar de la humanidad” (Hernández Fonseca, 2010, p. 226).

La biotecnología aplicada al campo de la agricultura ofrece herramientas para implementar mejoras en la producción sostenible de alimentos. Tal es así, que permite “reducir el coste de producción al disminuir la necesidad de pesticidas

y fertilizantes, desarrollando nuevas variedades de alto rendimiento y tolerantes al estrés abiótico” (Khan et al., 2017, p. 142).

De acuerdo con Melgarejo et al. (2014) los retos de la agricultura moderna se harán frente a través de la conjunción de técnicas convencionales y nuevas herramientas biotecnológicas para lograr la sostenibilidad en la producción.

Según el Instituto de Biotecnología Agrícola [INBIO] (2020) son 26 los países que siembran cultivos genéticamente modificados y Paraguay es el sexto país en el mundo entre los productores de alimentos genéticamente modificados. En el caso de Paraguay, se aplicó la biotecnología tradicional, en el cual se utilizó la hibridación como método de mejoramiento genético de las semillas del trigo que lleva alrededor de 6 a 8 años el proceso y luego es aplicado a la plantación.

Las nuevas variedades que fueron resultado del mejoramiento genético aplicado a las semillas de trigo fueron inscriptas en la Dirección de Semilla (DISE) que depende del Ministerio de agricultura y Ganadería, en el Registro Nacional de Cultivares Protegidos (RNCP) y también dentro del Registro Nacional de Cultivares Comerciales (RNCC) (Kohli et al., 2010).

Por lo tanto, el trigo se adentra al sistema de producción de siembra directa en el país, constituyéndose como el principal cultivo de invierno, aportando también a la calidad del suelo ya que deja rastrojos que ayudan a nutrirlo (Servín, 2014).

La producción de dicho rubro en los últimos años ha cubierto la demanda del mercado nacional y aportado divisas como producto de exportación. Esto en parte se debe al aumento del área de siembra, el cual pasó de 159.342 hectáreas en el año 2000 a 493.924 hectáreas en el año 2016 (CAPECO, 2022).

Entre las principales conclusiones del Sexto Seminario Nacional de Trigo en el 2018, se indica que el aporte de la ciencia y la tecnología buscan alternativas que puedan hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, resistir tanto a los fenómenos meteorológicos como a las plagas y enfermedades, además de buscar la sostenibilidad de los cultivos para garantizar la seguridad alimentaria y proteger a los recursos naturales (Kohli et al., 2018).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación es de tipo cuali-cuantitativa. El enfoque se basa en la modalidad bibliográfica – documental, para lo cual se recabó información proveniente de artículos científicos, revistas del área, otros documentos e informes de organismos nacionales e internacionales, tales como: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO), Instituto Paraguayo

## de Tecnología Agraria (IPTA).

Así también, se obtuvo información relevante, a través de la aplicación de entrevistas semiestructuradas a especialistas en biotecnología. En las mismas participaron: un representante del sector privado perteneciente al Instituto de Biotecnología Agrícola (INBIO) y dos especialistas del sector de la academia, adscriptos al Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de Asunción (CEMIT-UNA). Dichas entrevistas fueron llevadas a cabo a través de plataformas digitales y de manera presencial con aproximadamente una hora de duración.

La selección de los referidos actores corresponde a que los mismos, cuentan con publicaciones en el tema, participación en proyectos de alcance nacional y trayectoria en investigación. No obstante se han solicitado entrevistas a otros actores, los mencionados fueron los que aceptaron su participación y accedieron a completar el cuestionario socializado.

Con respecto a las preguntas formuladas, las mismas se basaron en la influencia sobre mejoras de las capacidades tecnológicas y de innovación, el contexto histórico-económico que fomentó su desarrollo y las políticas aplicadas para el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay.

En este sentido, las variables estudiadas son las capacidades tecnológicas y de innovación implementadas para el mejoramiento de la producción del trigo en el

## Paraguay.

A partir de los datos obtenidos en la entrevista el análisis consistió en la elaboración de una tabla de datos que sirvió para generar un gráfico que muestra la inversión efectuada por parte de las instituciones involucradas en el proyecto de fortalecimiento de la investigación y difusión del cultivo de trigo en el Paraguay.

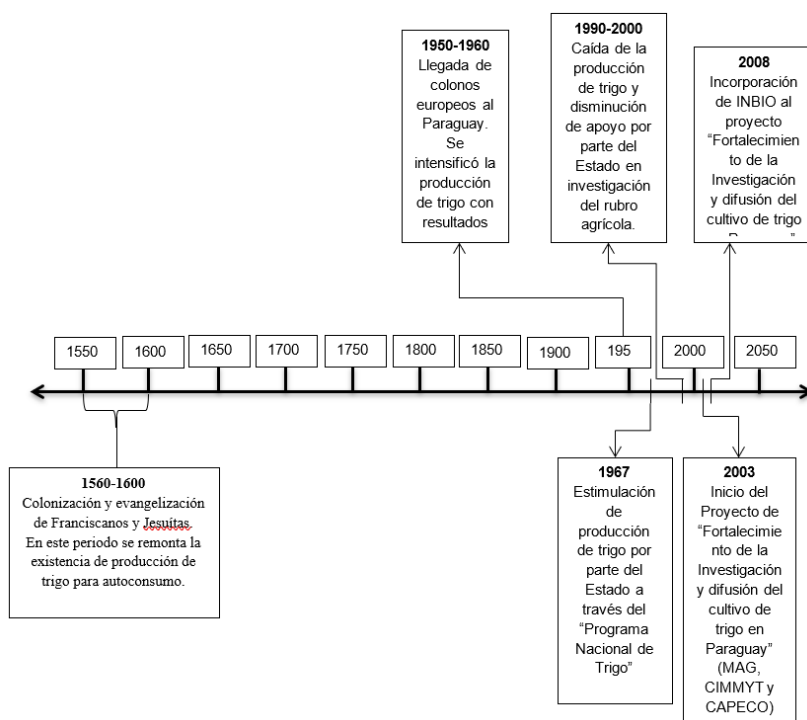
El estudio es de carácter descriptivo ya que la información recabada cuantificable viabilizó inferencias estadísticas para la comparación de la producción del trigo a lo largo de los últimos años.

En la entrevista realizada se resguardó la dignidad y vulnerabilidad de los sujetos de investigación cumpliendo con los principios de la bioética, mediante el respeto a la autonomía de las personas, la no maleficencia que es principio básico de todo sistema moral, la beneficencia porque se brinda a cada parte lo más conveniente y la conciencia de que todos los seres humanos son iguales en dignidad y derechos, al ser justos.

## RESULTADOS

Descripción del contexto histórico-económico que fomentó el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay

La historia del trigo en el Paraguay se remonta al periodo de la conquista y colonización de América (Figura 1). Fueron los primeros Jesuitas y Franciscanos quienes introdujeron las primeras semillas de trigo en el Paraguay.



Fuente: History of Wheat Breeding in Paraguay, año 2011. Programas de Fortalecimiento de la Investigación y difusión del cultivo de trigo en Paraguay, año 2003.

**Figura 1.** Cronología de aplicación de programas y breve historia de la producción de trigo en el Paraguay.

No está clara la cantidad y la forma sembrada, lo que constan los registros es que alcanzaba para el consumo propio dentro de las reducciones y un poco más. Años más tarde, en la segunda mitad del siglo XX, con la llegada de los colonos ucranianos y alemanes en el sur del país y los menonitas en el Chaco y San Pedro nuevamente se intensificó la producción de trigo en el país con resultados no muy favorables (Kohli, Pedretti y de Viedma, 2010).

Por lo tanto, se tomó una decisión política a principios de la década de 1960 para estimular la producción nacional a través de un Programa Nacional del Trigo en 1967 (MAG, 1967), el cual consistió en establecer una política agresiva de incentivos regulando el mercado, con precios oficiales fijos, acceso a créditos a largo plazo con bajos intereses de Bancos Oficiales (BNF) para la compra de tierras y maquinarias, además de servicios técnicos de investigación y extensión. (Kohli, Pedretti y de Viedma, 2010).

En la década de los 90, según Kohli (2007), el sector de trigo se encontró ante dos situaciones: una primera en donde se produjo una caída en la producción del trigo, en coincidencia con un menor apoyo por parte del Estado en la investigación de este rubro agrícola; y una segunda situación en la cual se produjo un crecimiento de la producción de soja, extendiéndose su cultivo a nuevas zonas agrícolas. Esta última situación se constituyó en una oportunidad para el sector del trigo, por tratarse de un rubro alternativo al cultivo de la soja durante la época de invierno.

Según de Viedma et al., (2004) los trabajos de investigación en el cultivo del trigo han sido llevados a cabo desde sus comienzos por dos centros experimentales más del país, primero el Instituto Agronómico Nacional (IAN) y segundo el Centro Regional de Investigación Agrícola (CRIA) dependientes de la Dirección de Investigación Agrícola (DIA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Según Dietze (2007), justamente para lograr las mejoras en la producción del trigo se llevó a cabo el proyecto de Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en el Paraguay en el 2003. Dicho proyecto tuvo por objetivo identificar materiales genéticos y prácticas agronómicas adecuadas a las nuevas zonas agrícolas, llevado adelante a través de un Convenio tripartito entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO), y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (Kohli, 2007, p. 3).

El mejoramiento genético de las semillas de trigo se intensificó con el proyecto, dirigido a generar o adaptar la tecnología de producción para incrementar eficiencia de su cosecha a nivel nacional. Por lo tanto, la ventaja de usar este método se debe a que se puede disponer de conocimientos más exactos sobre el comportamiento y las características que presenta el material genético, ya que todo el proceso de evaluación y análisis se realiza en el país (Servín, 2014).

En el 2008 el Instituto de Biotecnología Agrícola se sumó al proyecto “Fortalecimiento de la Investigación y difusión del cultivo de trigo en el Paraguay” con el propósito de realizar la promoción adecuada del acceso al país de productos derivados de la biotecnología agropecuaria además de la incorporación de los mismos a la producción nacional, así como para la promoción y desarrollo de la investigación de biotecnología nacional.

Principales actores para el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay

Entre los principales actores del sector privado se encuentran: la Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO) y el Instituto Nacional de Biotecnología Agrícola (INBIO). En el caso del sector público se encuentran: el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) inició el desarrollo de las mejoras de las capacidades tecnológicas en la producción de trigo por medio del Programa Nacional del Trigo en el año 1966, a través de la utilización de variedades de mejores rendimientos y adopción de tecnologías como el uso de fertilizantes y control químico con fungicidas (Ruíz Díaz, 2007).

El Instituto de Biotecnología Agrícola (INBIO) comenzó con su participación en el proyecto desde el año 2008. También al proyecto de “Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en el Paraguay” se unió el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). Con el tiempo, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) fue disminuyendo su participación.

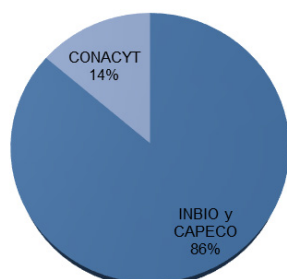
Los objetivos trazados por el Convenio fueron claros y simples para desarrollar tecnologías locales en apoyo a la producción nacional de trigo. Primeramente, trabajar para el fortalecimiento de la investigación del trigo en sí como planta, luego el suelo y el clima para su posterior cultivo.]

El Instituto de Biotecnología Agrícola (INBIO) comenzó con su participación en el proyecto desde el año 2008. También al proyecto de “Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en el Paraguay” se unió el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). Con el tiempo, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) fue disminuyendo su participación.

En términos financieros, de la entrevista realizada a la Prof. Ing. Agr. MSc. Cinthia Casal, se obtuvo datos de la inversión realizada por el Instituto Nacional de Biotecnología Agrícola (INBIO) de aproximadamente 550 millones de guaraníes y también de la inversión realizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de 88 millones de guaraníes para investigaciones del cultivo del trigo como también la Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO)

(C. Cazal, comunicación personal, 08/07/2022).

La figura 2 indica que la inversión realizada en investigación y desarrollo (I+D) por INBIO y CAPECO representan el 86% y el CONACYT el 14 % para el proyecto de fortalecimiento de la investigación y difusión del cultivo de trigo en el Paraguay.



Fuente: Comunicación personal, Cinthia Cazal, 2022.

**Figura 2.** Inversión financiera en el proyecto de Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en el Paraguay. Periodo 2012-2015.

Identificación del rendimiento de la producción de trigo que destacan el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en la producción de trigo en el Paraguay

En la figura 3 se observa que las hectáreas del área sembrada crecen de manera constante desde el año 2000 hasta el 2005. No obstante, en el 2006 hubo una pequeña disminución en el área sembrada, pero en el 2007 se observó nuevamente un crecimiento del área sembrada, la cual, va en aumento hasta el 2014 y a partir del año 2015 empieza a disminuir.

El nivel de producción del trigo para el 1997 fue de 400.189tn, fue disminuyendo la producción hasta el año

1999 y desde el año 2000 fue aumentando la producción hasta el 2004, en el 2005 se observa que la producción fue igual al año anterior y para el 2006, hubo una disminución en la producción.

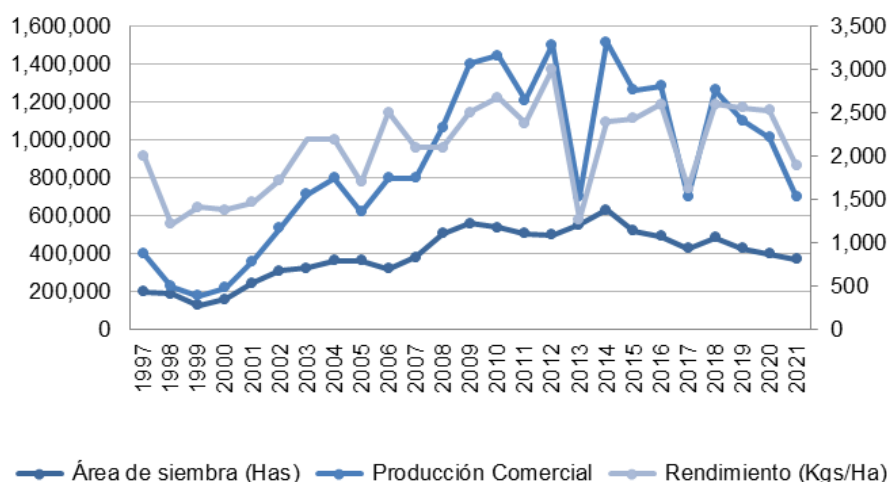
A partir del año 2007 hubo un considerable crecimiento de la producción hasta el 2009, luego en el 2010 decrece la producción del trigo y en el año 2012 se visualiza una pronunciada disminución de la producción debido a acontecimientos climatológicos. El nivel de producción para el año 2013 va en aumento nuevamente, también para los siguientes años. En el año 2017 es donde se observa una disminución de la producción.

El rendimiento de la producción del trigo en kg/ha se observa un crecimiento a partir del año 2000, hasta el año 2003 y el 2004 donde el rendimiento se mantiene para ambos años, luego en el 2005 se visualiza una caída en el rendimiento de la producción de ese año.

En los siguientes años se observaron crecimientos y caídas en el rendimiento, y en el 2013 se ve un notable rendimiento bajo de la producción en dicho año debido a los fenómenos atmosféricos que no fueron propicios para la producción.

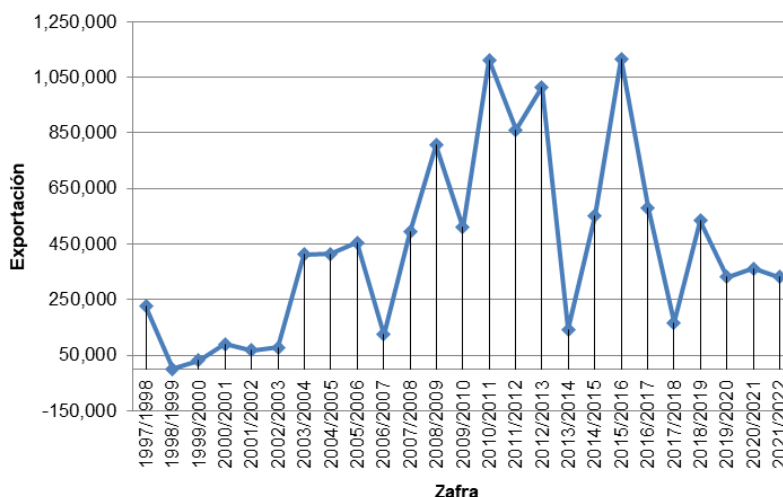
Para los siguientes tres años el rendimiento tuvo un crecimiento favorecedor. En el 2014 el crecimiento fue aproximadamente del 88% respecto al año anterior, en el 2015 el rendimiento aumentó el 2% respecto al año anterior y en el 2016 el aumento fue de un 7%.

En el 2017 la producción del sector trigo vuelve a tener un bajo rendimiento por las mismas condiciones que en el 2013, bajando el rendimiento un 63% aproximadamente relacionando con el rendimiento del año anterior. En los años siguientes la producción de trigo obtuvo un crecimiento de 59% para el 2018, una disminución del 2% para el 2019 y 2020.



Fuente: Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO). Año 2022

**Figura 3.** Siembra, producción y rendimiento del trigo. Periodo 1997-2021.



Fuente: Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO). Año 2022.

**Figura 4.** Exportación de trigo. Periodo 1997 a 2022.

El trigo a través de los años se ha convertido en un producto de exportación a consecuencia de las investigaciones realizadas y las adaptaciones hechas a lo largo de los últimos 40 y 50 años.

Es así que en la figura 4 se visualiza el nivel de exportación que ha tenido el trigo desde comienzos de la primera década del 2000. Se registran exportaciones del cereal desde 1997 que alcanzó 225.865 toneladas de trigo para ese año. Entre 1998/1999 no se encuentran registros de exportación de este cereal, 1999/2000 29.886 toneladas, 2000/2001 89.620 toneladas, 2001/2002 67.576 toneladas, 2002/2003 77.171 toneladas.

En el 2003/2004 la exportación de trigo asciende a 412.464 toneladas como consecuencia positiva del proyecto de “Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en el Paraguay”. En el 2004/2005 fueron 415.194 toneladas, 2005/2006 415.194 toneladas de trigo exportados.

El trigo logró un punto máximo de exportación entre el 2010/2011 de 1.112.377 toneladas, que entre el 2015/2016 fue superado por 1.115.732 toneladas. Luego, los siguientes años en que se alcanzaron un mayor nivel de exportación son entre los años 2012/2013 que alcanzaron a 1.014.952 toneladas y en 2011/2012 859.828 toneladas.

En los siguientes años la exportación del cereal logró exportar en el 2016/2017 534.526 toneladas. En el periodo 2017/2018 se visualiza una importante caída alcanzando un mínimo de 167.624 toneladas, a consecuencia de fenómenos climatológicos acontecidos.

Los efectos de la pandemia se visualizan en la cantidad exportada en esos años, en 2019/2020 330.489 toneladas, en 2020/2021 368.123 toneladas, y en el último periodo 2021/2022 330.235 toneladas.

## DISCUSIÓN

Uno de los problemas que limitaba el incremento del área de producción era la retribución económica que el trigo podría generar teniendo. Tal como lo mencionó Dietze (2007) “considerando que la rentabilidad es una función del rendimiento y del precio, así como de los gastos, existen tareas dentro de la mejora de la rentabilidad que competen al productor y otras que son ajenas a su competencia” (p.140). Por lo tanto, las variables que se encuentran al alcance del productor son el manejo de los fertilizantes, la elección de las variedades de trigo y el control de enfermedades.

Con la intervención de los actores en el mejoramiento de la producción del trigo, tanto del sector privado como del sector público y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) que tuvo participación en el proyecto, por medio de los objetivos simples y claros que fueron trazados para desarrollar tecnologías locales en apoyo a la producción nacional de trigo. Se logró el fortalecimiento de la investigación del trigo en sí como planta, luego el suelo y el clima para su cultivo.

La producción de trigo en el Paraguay tuvo un crecimiento importante en los últimos años. Entre los años 2002/2003 el nivel de producción de trigo alcanzó 4.518.015 toneladas, 2012/2013 8.202.190 toneladas, y entre el 2016/2017 ascendió a 10.336.144 toneladas, el punto máximo de producción. Hoy día, según los datos expuestos anteriormente, la producción del cereal cubre la demanda del mercado nacional y exportación, resultado del aumento del área de siembra y a consecuencia aporta divisas como producto de exportación. Desde el año 2003 se observa que el rendimiento de la producción alcanza niveles crecientes con alteraciones debidas a fenómenos atmosféricos acontecidos en el año.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trigo llegó al Paraguay junto con la venida de los colonizadores, desde aquel entonces, se buscó cultivar el trigo mediante adaptaciones a las condiciones del suelo y climáticas del país ya que el trigo es una planta de climas templados.

El gobierno nacional fue el primero en demostrar interés y promocionar el cultivo del trigo a través del Programa Nacional del Trigo en 1960. Años más tarde, en 2003 la Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) se unen en un acuerdo de tres partes con el objetivo identificar materiales genéticos y prácticas agronómicas adecuadas a las nuevas zonas agrícolas del Paraguay, para dar inicio al proyecto de “Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en el Paraguay”.

Se observan resultados en el rendimiento del nivel de producción del trigo, se obtienen diferencias notables en el nivel de producción desde la implementación del proyecto de “Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en el Paraguay”. Como estrategias específicas que contribuyeron al crecimiento de la producción de trigo a partir de la investigación e implementación de este proyecto, la creación de nuevas variedades nacionales de trigo por región y la determinación de la fecha de siembra según variedad.

También se recomienda seguir invirtiendo en investigación sobre el cultivo del trigo en el Paraguay, como ejemplo en la resistencia a las enfermedades y seguir con el mejoramiento del cultivo, para poder optimizar y maximizar su producción y posterior comercialización para ubicar a este cereal en una mejor posición como un producto de exportación que a consecuencia generaría oportunidades de trabajo y aportaría al crecimiento del PIB ya que a mayor producción, cubierta la demanda local o nacional, habría más producto (trigo) para ubicarlo en el mercado de exportación.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen la asesoría y ayuda técnica para la realización del presente trabajo al Ing. Agr. MSc. Man Mohan Kohli, a la Prof. Ing. Agr. MSc. Cinthia Casal y la Prof. Ing. Agr. MSc. PhD Andrea Alejandra Arrúa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaro-Rosales, Marcela, & Villavicencio-Carbajal, Daniel Hugo. (2015). Incentivos a la innovación de la biotecnología agrícola-alimentaria en México. *Estudios sociales* (Hermosillo, Son.), 23(45), 33-45. Recuperado en 27 de julio de 2023, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572015000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572015000100002&lng=es&tlng=es)

CAPECO. (2022). Área de Siembra, Producción y Rendimiento. <https://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>

CAPECO. (2017). Evolución de las exportaciones. <https://capeco.org.py/soja-es-evol/>

Banco Mundial. (2014). Análisis de riesgo del sector agropecuario en Paraguay: Identificación y priorización de los riesgos agropecuarios. Identificación, priorización, estrategia y plan de acción. Grupo Banco Mundial. <https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/105821468332711721/an%C3%A1lisis-de-riesgo-del-sector-agropecuario-en-paraguay-identificaci%C3%B3n-y-priorizaci%C3%B3n-de-los-riesgos-agropecuarios>

Ellonen, H. K., Jantunen, A., & Kuivalainen, O. (2011). The Role of dynamic capabilities in developing innovation-related capabilities. *International Journal of Innovation Management*, 15(03), 459-478. <https://doi.org/10.1142/s1363919611003246>

CEPAL. (2018, 9 octubre). Acerca de innovación, ciencia y tecnología. <https://www.cepal.org/es/temas/innovacion-ciencia-y-tecnologia/acerca-innovacion-ciencia-tecnologia>

de Viedma, L., Paniagua, C., Bogado, E., de Cristaldo, R. M. L. O., Cabrera, G., & Kohli, M. M. (2004). Creación de tres nuevas variedades de trigo en el Paraguay. *Investigación agraria*, 6(2), 39-42. <https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/148/0>

García Velázquez A., A., Pineda Domínguez D., D. P., & Andrade Vallejo M. A., M. A. (2016). Las capacidades tecnológicas para la innovación en empresas de manufactura. *Universidad & Empresa*, 17(29), 257-278. <https://doi.org/10.12804/rev.univ.empresa.29.2015.11>

Hafeez, K., Zhang, Y., & Malak, N. (2002). Determining key capabilities of a firm using a n a l y t i c hierarchy process. *Journal of Production Economics*, 76(1), 39-51. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(01\)00141-4](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(01)00141-4)

Hernández Fonseca, Hugo. (2010). Biotecnología. *Revista Científica*, 20(3), 225-226. Recuperado en 27 de julio de 2023, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592010000300001&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000300001&lng=es&tlng=es)

Herrera Tapia, F. (2006). Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana: Una aproximación teórica. *Gaceta Laboral*, 12(1), 93-119. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-85972006000100005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-85972006000100005)

Instituto Nacional de Estadística [INE]. (1de octubre de 2022). Población de Paraguay. <https://www.ine.gov.py/news/news-contenido.php?cod-news=989>

INBIO. (2020, 1 septiembre). <https://www.inbio.org.py/biotecnologia/en-que-consiste/>

Khan, F., Saeed, A., Haider, S., Ahmed, K., & Ahmed, A. (2017). Application of medical Images for diagnosis of diseases-Review article. *World Journal of Biology and Biotechnology*, 2(1), 135-138. DOI: <https://doi.org/10.33865/wjb.002.01.0013>

Kohli, M.M. y Cubilla, L.E., Eds. (2007). Primer Seminario Nacional de Trigo: Del Grano al Pan. CAPECO,





- Asunción, Paraguay. <https://capeco.org.py/wp-content/uploads/2015/06/1er-seminario-nacional-del-trigo.pdf>
- Kohli, M.M., Cubilla, L.E. y L. de Viedma Eds. (2018). Sexto Seminario Nacional de Trigo: Del Grano al Pan. CAPECO/INBIO, Asunción, Paraguay. <https://capeco.org.py/wp-content/uploads/2019/02/sextoSeminarioTrigo.pdf>
- Kohli, M. M., Peiretti, R., & de Viedma, L. Q. (2011). History of Wheat Breeding in Paraguay. En *The World Wheat Book. A History of Wheat Breeding* (1st ed., Vol. 2, pp. 467-496). TEC&DOC Editions. [https://books.google.com.py/books?id=JE3N-0gP0OMC&pg=PA1&hl=es&source=gbs\\_toc\\_r&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.py/books?id=JE3N-0gP0OMC&pg=PA1&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q&f=false)
- Mochi, S. (2020). Capacidades tecnológicas y vínculos territoriales en empresas argentinas de maquinaria agrícola. *Revista Brasileira de Inovação*, 19, e020001. <https://doi.org/10.20396/rbi.v19i0.8654201>
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press.
- [https://www.google.com.py/books/edition/An\\_Evolutionary\\_Theory\\_of\\_Economic\\_Change/n1xvngEACAAJ?hl=es](https://www.google.com.py/books/edition/An_Evolutionary_Theory_of_Economic_Change/n1xvngEACAAJ?hl=es)
- Quintero, S., Ruíz-Castañeda, W., Cubillos Jiménez, S., Marín Sánchez, B. M., Giraldo, D. P., & Vélez Acosta, L. M. (2021). Medición de las capacidades tecnológicas para la innovación en los sistemas de conocimiento e innovación agrícola. *Corpoica ciencia y tecnología agropecuaria*, 22(1). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol22\\_num1\\_art:1896](https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1896)
- Sánchez, M. A. M. (2018). Determinantes de las capacidades de innovación en el sector biotecnológico en México1. <https://www.redalyc.org/journal/601/60160348004/html/>
- Servín, M.B. y Rojas, A. Eds. (2014). El sector de trigo en el Paraguay: Potencialidades de innovación y aprendizajes. CADEP, Asunción, Paraguay. [https://www.redsudamericana.org/sites/default/files/doc/Reporte%20Anual%20DT%20Paraguay\\_0.pdf](https://www.redsudamericana.org/sites/default/files/doc/Reporte%20Anual%20DT%20Paraguay_0.pdf)