

40<sup>o</sup>ciN

2025 – 40º Aniversario  
de la Creación del Consejo  
Interuniversitario Nacional



UNL. FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRARIAS

**Universidad Nacional del Litoral**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Estudio de factibilidad para la producción de bioetanol de maíz en el centro  
este de Santiago del Estero**

Trabajo Final Integrador presentado como requisito parcial para optar por el título de Magister  
en Negocios Agroalimentarios.

**Apellido y nombre del maestrando:** Ing. Agr. Pablo Sebastián Heffner

**Apellido y Nombre del Director del Trabajo Final:** MSc. Noelia Rossler

**Apellido y Nombre del Co-director del Trabajo Final:** Mg. Mayco Mansilla

**Diciembre 2025**

**Esperanza, Santa Fe, Argentina**

## Hoja de aprobación

Este Trabajo Final Integrador fue aprobado por la Universidad Nacional del Litoral como requisito parcial para optar al grado de Magister en Negocios Agroalimentarios.

Jurado 1: Mg. MARTA MARÍA SUERO (FCA-UNL)

Jurado 2: Dra. MARÍA ROSA SANCHEZ ROSSI (FCE-UNL)

Jurado 3: Dr. JUAN CARLOS PORTMAN (FCA-UNR)

Fecha y Lugar: viernes 12 de diciembre de 2025. Esperanza, Santa Fe, Argentina.

## Resumen

El presente trabajo analiza la viabilidad de desarrollar un proyecto de producción de bioetanol a partir de maíz en el centro-este de la provincia de Santiago del Estero. Esta iniciativa surge en un contexto de creciente interés por las energías renovables y por la necesidad de promover el agregado de valor en origen en regiones agrícolas con potencial productivo subutilizado.

Argentina cuenta con condiciones agroecológicas favorables para el cultivo de maíz, y Santiago del Estero se ha consolidado en los últimos años como una de las provincias líderes en producción. Sin embargo, enfrenta desafíos logísticos que limitan la competitividad de sus productores, principalmente por los altos costos de transporte hacia los centros de comercialización y exportación ubicados en el centro del país.

En este escenario, la industrialización local del maíz mediante su transformación en bioetanol y subproductos, como la burlanda para alimentación animal, representa una alternativa estratégica para impulsar el desarrollo regional, generar empleo, diversificar la economía y contribuir a la reducción de emisiones. Además, la existencia de un marco regulatorio favorable y la demanda creciente de biocombustibles refuerzan el atractivo del sector.

El estudio concluye que la producción de bioetanol en esta región no solo es técnicamente factible, sino que también puede generar un impacto económico y social positivo, integrando de manera más eficiente a Santiago del Estero en las cadenas de valor agroindustriales y energéticas del país.

## **Abstract**

This paper analyzes the feasibility of developing a corn-based bioethanol production project in the central-eastern region of the province of Santiago del Estero. This initiative arises in a context of growing interest in renewable energies and the need to promote value addition at the source in agricultural regions with underutilized productive potential.

Argentina has favorable agroecological conditions for corn cultivation, and in recent years, Santiago del Estero has consolidated itself as one of the leading producing provinces. However, it faces logistical challenges that limit the competitiveness of its producers, primarily due to high transportation costs to commercialization and export hubs located in the central part of the country.

In this scenario, the local industrialization of corn through its transformation into bioethanol and by-products, such as distillers grains (DDGS) for animal feed, represents a strategic alternative to boost regional development, generate employment, diversify the economy, and contribute to the reduction of emissions. Furthermore, the existence of a favorable regulatory framework and the growing demand for biofuels reinforce the sector's attractiveness.

The study concludes that bioethanol production in this region is not only technically feasible but can also generate a positive economic and social impact, more efficiently integrating Santiago del Estero into the country's agro-industrial and energy value chains.

## Índice

Hoja de aprobación	I
Resumen	II
Índice	III
Índice de tablas	V
Índice de figuras	VI
<b>1. Introducción.</b>	<b>8</b>
Objetivo General:	11
Objetivos Específicos:	12
<b>2. Marco teórico.</b>	<b>12</b>
<b>3. Metodología.</b>	<b>15</b>
<b>4. Desarrollo.</b>	<b>23</b>
4.1. Definición de la idea del proyecto.	23
4.2. Estudio de mercado.	26
4.2.1. Rivalidad entre los competidores existentes.	27
4.2.2. Amenaza de nuevos entrantes (o ampliación de los existentes).	33
4.2.3. El poder de negociación de los compradores.	36
4.2.4. Amenaza de productos sustitutos.	38
4.2.5. El poder de negociación de los proveedores.	40
4.3. Estudio de viabilidad técnica.	44
4.3.1. Dimensiones de la Planta y capacidad instalada.	45
4.3.2. Descripción del Proceso Productivo.	49
4.3.3. Recursos Necesarios.	53
4.3.4. Proyección Operativa.	55
4.4. Estudio organizacional.	58
4.4.1 Estructura Organizacional.	59
4.4.2. Estructura Operativa.	64
4.4.3. Disponibilidad de mano de obra en Santiago del Estero.	68
4.5. Estudio de viabilidad legal y ambiental.	69
4.6. Estudio de viabilidad financiera.	75
4.6.1. Inversiones.	75
4.6.2. Ingresos.	78
4.6.3. Egresos.	81
4.6.4. Flujo de Caja Proyectado.	90
a. Capital de Trabajo.	93
b. Análisis del Flujo de Caja.	95

c. Análisis de riesgo y sensibilidad.	99
d. Inversión máxima soportada por el proyecto.	101
<b>5. Conclusiones.</b>	<b>102</b>
<b>6. Recomendaciones estratégicas.</b>	<b>104</b>
<b>7. Bibliografía.</b>	<b>107</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Capacidad de producción teórica de las plantas industriales de bioetanol en base a maíz en Argentina, a diciembre de 2022.	28
Tabla 2: Producción y estructura productiva del etanol de maíz en Argentina, Brasil y Estados Unidos.	31
Tabla 3: Volúmenes de bioetanol adquirido por empresas argentinas en el año 2022.	37
Tabla 4: Capacidad de producción proyectada de la planta de bioetanol y generación de subproductos.	45
Tabla 5: Recursos Necesarios para la Producción de Bioetanol y Burlanda.	54
Tabla 6: Volumen de Producción Anual de Bioetanol y Burlanda.	56
Tabla 7: El consumo de maíz y otros insumos se proyecta de la siguiente manera.	57
Tabla 8: Inversión en infraestructura física.	76
Tabla 9: Equipos Principales y Tecnología.	76
Tabla 10: sistemas de eficiencia energética, expansión de almacenamiento y tecnología complementaria.	77
Tabla 11: Equipamiento necesario y mejorar procesos productivos.	77
Tabla 12: Inversión en mantenimiento preventivo y mejoras.	78
Tabla 13: Resumen General de la Inversión.	78
Tabla 14: Proyección de ingresos.	80
Tabla 15: Proyección del consumo de maíz según capacidad operativa (en toneladas y USD).	82
Tabla 16: Distribución del personal y escalas salariales.	85
Tabla 17: Fuentes de egresos logísticos.	86
Tabla 18: Comparación regional del costo de materia prima (USD por tonelada).	87
Tabla 19: Fuentes de gastos administrativos.	88
Tabla 20: Proyección de Egresos Anuales (USD por año).	89
Tabla 21: Flujo de Caja Proyectado (USD por año).	91
Tabla 22: Necesidad de capital de trabajo proyectada.	94
Tabla 23: Análisis de sensibilidad de la variable "precio de maíz".	99
Tabla 24: Precio de maíz en 10 campañas.	100
Tabla 25: Análisis de sensibilidad de la variable "precio de bioetanol".	100
Tabla 26: Precio de bioetanol de maíz en 10 años.	101

## Índice de figuras

Figura 1: Modelo de las cinco fuerzas competitivas de Porter (Porter, 2008).	17
Figura 2: Producción de maíz en Santiago del Estero en las últimas doce campañas.	41
Figura 3: Distribución de áreas en la planta.	48
Figura 4: Etapas del Proceso Productivo del Bioetanol y Burlanda.	50
Figura 5: Organigrama de la Planta de Bioetanol.	63
Figura 6: Flujos de Caja Proyectado.	97

## 1. Introducción.

En las últimas décadas, las energías renovables han cobrado un importante impulso a nivel mundial, generando un significativo impacto sobre el desarrollo sustentable de las naciones (Recalde et al., 2015). La promoción de fuentes renovables se ha convertido en un tema central para los países en desarrollo, donde la principal motivación no solo está relacionada con la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sino también con la necesidad de aumentar la oferta energética y mejorar el acceso a la electricidad en zonas aisladas (Fouquet, 2013).

En este contexto, el desarrollo de proyectos de bioenergía no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también representa una oportunidad estratégica para diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de combustibles fósiles importados, cuyo costo y disponibilidad pueden verse afectados por la volatilidad del mercado internacional.

A pesar de contar con un alto potencial en fuentes renovables, Argentina presenta una participación limitada de estas energías en su matriz energética primaria y en la generación eléctrica. Según datos publicados por BBVA Research (2025), los hidrocarburos continúan dominando la matriz energética argentina, representando el 84% de la oferta primaria, con el gas natural (53%) y el petróleo (31%) como principales fuentes. En este contexto, la explotación de hidrocarburos no convencionales en Vaca Muerta se posiciona como un factor clave, consolidando a Argentina como un actor relevante en el mercado energético regional. Por su parte, las energías renovables han incrementado su participación y actualmente representan el 14% de la matriz energética nacional.

Los biocombustibles son una de las fuentes más significativas de energías renovables para las cuales Argentina tiene ventajas comparativas importantes, tanto en términos de autoabastecimiento como en su exportación a países industriales que deben mejorar su balance energético conforme a los compromisos del Protocolo de Kioto (Patrouilleau, 2006). En este contexto, la Ley N.º 26.093 promovió la producción y uso de biocombustibles, estableciendo que, a partir de 2010, todos los

combustibles expendidos en Argentina debían contener un mínimo del 5% de biocombustibles. Este porcentaje fue incrementado posteriormente mediante resoluciones de la Secretaría de Energía (dependiente del Ministerio de Economía de Argentina), elevándose al 10% en 2014 y al 12% en 2016. Finalmente, esta ley fue reemplazada por la Ley N.º 27.640, sancionada en 2021, que actualmente regula el régimen de biocombustibles en el país. Esta nueva normativa mantiene el corte obligatorio de bioetanol en las naftas en un 12%, compuesto por un 6% de bioetanol a base de caña de azúcar y un 6% a base de maíz.

La producción de bioetanol de maíz tiene un alto potencial, como lo ha demostrado la industria en provincias como Córdoba. Un aumento en el corte de combustibles fósiles implica mayores transformaciones en origen, más inversiones, generación de empleo y menores importaciones de combustibles, lo que genera una mayor sostenibilidad y la posibilidad de exportar mayor valor agregado (Bolsa de Cereales de Córdoba -BCCBA- 2022).

El bioetanol es una alternativa más limpia frente a los combustibles fósiles. Su combustión genera menores emisiones de dióxido de carbono, monóxido y material particulado, lo que contribuye a mitigar el cambio climático y mejora la calidad del aire, especialmente en zonas urbanas (Patrouilleau, 2006; Renewable Fuels Association, 2023).

Además, el uso de bioetanol contribuye a la reducción de partículas contaminantes en el aire, lo que mejora la calidad ambiental y tiene beneficios directos para la salud pública en zonas urbanas con alta concentración de emisiones vehiculares.

Este trabajo se enfoca en la provincia de Santiago del Estero, que a menudo se subestima como productora agrícola. Sin embargo, la actividad agrícola en la región ha crecido significativamente, especialmente en la producción de maíz. Según la BCCBA, la provincia es responsable del 10% de la oferta nacional de maíz. En la campaña 2019/2020, Santiago del Estero sembró 709.500 hectáreas de maíz, con un rendimiento promedio de 75,3 quintales por hectárea. Este crecimiento ha sido

consistente en las campañas siguientes, con un aumento notable en la producción y la productividad de este cultivo.

Sin embargo, uno de los desafíos importantes es el costo logístico. El transporte del maíz desde el norte argentino hasta los puertos del Gran Rosario es considerablemente más caro en comparación con las zonas productivas del centro del país. Según datos de la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR), el costo de flete para el maíz de Santiago del Estero es el doble que el de los productores de la zona núcleo, afectando negativamente la competitividad del producto en mercados más distantes.

La producción de bioetanol de maíz en Santiago del Estero representa una alternativa estratégica tanto desde el punto de vista logístico como de generación de valor agregado. Al aprovechar la materia prima disponible localmente, se reduce la dependencia de combustibles fósiles y, al mismo tiempo, se atenúan los altos valores de egresos en términos de transporte, una de las principales restricciones para la competitividad regional. Además, la instalación de una planta de bioetanol contribuiría a diversificar la matriz productiva y a generar nuevas oportunidades de empleo, particularmente en áreas rurales con menor dinamismo económico.

El desarrollo de esta industria promovería la expansión de la cadena de valor agroindustrial, impulsando la demanda de insumos, servicios logísticos, transporte, mantenimiento e ingeniería, entre otros rubros. Todo ello fortalecería la economía regional. En consecuencia, el proyecto tendría un impacto significativo en la economía y la infraestructura del centro-este de Santiago del Estero, contribuyendo a dinamizar el desarrollo territorial y mejorar la integración del sector agroalimentario local a los mercados nacionales.

Desde un enfoque de oportunidad de negocio, la inversión en una biorrefinería de bioetanol en Santiago del Estero podría representar una estrategia económicamente viable y con alto potencial de rentabilidad. La creciente demanda de combustibles alternativos, sumada a los incentivos

gubernamentales y al marco regulatorio favorable, hacen de este un sector atractivo para el desarrollo de nuevos emprendimientos.

A nivel nacional e internacional, el mercado de biocombustibles sigue en expansión y, Argentina, se encuentra en una posición estratégica para consolidarse como un productor competitivo en la región.

El contexto actual en Argentina, con políticas energéticas enfocadas en la transición hacia energías renovables y subsidios a la producción de biocombustibles, refuerza la viabilidad de proyectos como el de bioetanol de maíz. Este entorno se ve reforzado por el marco normativo vigente y las políticas públicas que promueven el uso de biocombustibles, en línea con los compromisos ambientales internacionales.

En este contexto, surge la necesidad de evaluar si la industrialización local del maíz mediante la instalación de una planta de bioetanol en el centro-este de Santiago del Estero resulta técnica, económica y ambientalmente viable, y si puede constituirse en una estrategia efectiva para mejorar la competitividad del sector agroindustrial regional. Esta evaluación permitirá identificar los montos de inversión, los ingresos potenciales, las condiciones del mercado y los posibles riesgos asociados, asegurando una planificación estratégica que optimice los recursos disponibles y maximice la rentabilidad. Además, proporcionará las bases para la toma de decisiones fundamentadas, tanto para inversores como para actores gubernamentales interesados en la promoción de esta industria.

A partir de este diagnóstico, se plantea la necesidad de evaluar integralmente la viabilidad de la producción de bioetanol a partir de maíz en esta región. Para ello, el presente trabajo establece los siguientes objetivos:

**Objetivo General:**

- Evaluar la factibilidad técnica, económica, ambiental, legal y organizacional de un proyecto de inversión para la producción de bioetanol de maíz en el centro-este de Santiago del Estero.

### Objetivos Específicos:

- Describir la idea del proyecto.
- Analizar el mercado actual y potencial del bioetanol.
- Analizar la viabilidad técnica, organizacional, legal, ambiental y financiera del negocio planteado.
- Realizar un análisis de sensibilidad, evaluando cómo los cambios en variables económicas clave (como por ejemplo el precio del maíz y precio del etanol) impactan en la rentabilidad del proyecto.

### 2. Marco teórico.

En este trabajo se evalúa la factibilidad de instalar una planta para la producción de bioetanol a partir de maíz en el centro este de Santiago del Estero, una región con creciente producción agrícola y condiciones logísticas particulares.

- El etanol y el bioetanol: definición y características

El etanol es un líquido claro; volátil, con un olor característico suave, inflamable, soluble en agua, que hierve a 78 °C (172 °F) y se congela a -112 °C (-170 °F). Es denominado también alcohol etílico o alcohol de cereal. Se trata de un compuesto orgánico cuya molécula se compone de carbono, hidrógeno y un hidroxilo, siendo su fórmula  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ . Su peso molecular es de 46,0684, por lo cual un litro de etanol pesa 0,815 kg. Es un alcohol no corrosivo, relativamente no tóxico. Al quemarse, produce una llama azul pálida sin residuos, generando una cantidad considerable de energía (Vergagni, 2004).

El bioetanol es una forma de alcohol etílico de alta pureza que se obtiene mediante procesos de fermentación y destilación a partir de materias primas ricas en almidón o sacarosa. En el primer caso,

se utilizan cultivos como maíz, trigo, cebada o sorgo; en el segundo caso, caña de azúcar, remolacha azucarera o sorgo dulce (Chidiak & Stanley, 2009).

El bioetanol puede emplearse como combustible directo (en su forma no anhidra) en motores diseñados para ello o en cualquier proporción de corte con naftas de origen fósil (10–85%) en motores con tecnología Flexible Fuel Vehicles (Ballesteros Perdices, 2006).

- El bioetanol como biocombustible

Como ya se mencionó, el bioetanol es considerado un biocombustible renovable con beneficios ambientales significativos. Su uso en mezclas con naftas está regulado en muchos países mediante mandatos de corte obligatorio. La demanda de bioetanol en Argentina está garantizada por la legislación vigente, que establece cortes obligatorios en la mezcla con naftas.

- Producción de bioetanol a partir de maíz

El maíz es una de las materias primas más utilizadas para producir bioetanol a nivel global, gracias a su disponibilidad, estabilidad productiva y la posibilidad de integrar coproductos como la burlanda. En regiones como el centro-norte argentino, su cultivo permite sinergias logísticas e industriales adecuadas para el desarrollo bioenergético (Shapouri et al., 2003; USDA, 2022).

El proceso de obtención de etanol a partir de maíz comprende varias etapas: molienda, licuefacción, sacarificación, fermentación, destilación y deshidratación. Además del etanol, se obtienen coproductos valiosos como la burlanda o *distiller's dried grains with solubles (DDGS)*, ampliamente utilizados como suplementos proteicos en la alimentación animal (Kim & Dale, 2004).

Los rendimientos de producción de bioetanol varían según la tecnología y la calidad del grano, y rondan los 400 litros por tonelada de maíz seco (Bioetanol Rio Cuarto SA -Bio4-; Gobierno de la India Ministerio de Petróleo y Gas Natural Oficina de Información de Prensa, 2021; Ciani, 2023). Esta eficiencia, junto con la generación de coproductos, mejora la rentabilidad del proceso y permite sinergias con otras cadenas agroindustriales, como la ganadería.

- Situación del bioetanol en Argentina

La industria del etanol en Argentina ha demostrado un crecimiento sostenido, favorecida por un marco regulatorio que promueve su desarrollo. Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), en 2022 la producción de bioetanol de maíz en el país creció un 37% respecto al año anterior, consolidando una tendencia alcista que posiciona al sector como un actor clave en la matriz energética nacional (BCR, 2024).

La producción de bioetanol argentino proviene mayoritariamente del maíz (región centro) y la caña de azúcar (noroeste). A partir de 2010, con la implementación efectiva de la Ley 26.093, la industria nacional de bioetanol ha experimentado un crecimiento sostenido, con plantas en provincias como Córdoba, Santa Fe y Tucumán. Sin embargo, aún existen regiones con potencial subutilizado, como Santiago del Estero, donde convergen disponibilidad de materia prima y oportunidades logísticas. El precio del bioetanol está regulado por el Estado (Ministerio de Economía. Secretaría de Energía, 2022), y su rentabilidad está sujeta tanto a los costos de producción como a las políticas energéticas y ambientales.

La concentración de la producción en zonas cercanas a rutas nacionales y ramales ferroviarios representa una oportunidad logística para el desarrollo de proyectos industriales, como plantas de bioetanol, integradas al sector agropecuario regional.

En Argentina, el bioetanol se produce principalmente a partir de caña de azúcar y maíz, cada uno con características particulares que condicionan su viabilidad según la región. La caña de azúcar, concentrada en el noroeste del país, presenta una mayor eficiencia energética por hectárea cultivada y un mejor balance energético, con menores emisiones netas de gases de efecto invernadero (Goldemberg et al., 2008; IEA Bioenergy, 2022). Aunque su eficiencia energética es menor que la de la caña y puede generar tensiones en su uso alimentario, su integración con sistemas ganaderos a través de coproductos como la burlanda, y su disponibilidad en zonas como el centro-este de Santiago

del Estero, lo posicionan como una alternativa viable para el desarrollo regional de bioetanol (USDA, 2023; Shapouri et al., 2003). En este contexto, evaluar su factibilidad productiva e industrial se vuelve especialmente relevante.

- Evaluación de proyectos

Para determinar la factibilidad de esta propuesta, se llevará adelante una evaluación de proyectos de creación de un nuevo negocio (Sapag Chain et al, 2014). Un proyecto, de acuerdo a los autores, surge como respuesta a una “idea” que busca la solución de un problema, necesidad o deseo, o la manera de aprovechar una oportunidad de negocio. Preparar un proyecto implica la construcción de un flujo de fondos en un horizonte de planeación; los egresos son generados por los insumos y recursos asignados a un proceso productivo y los beneficios provienen de los bienes y servicios que satisfacen necesidades (Meixueiro Garmedia y Pérez Cruz, 2008). Es un instrumento de planificación de una idea y su evaluación permite definir si esa idea es factible desde varios puntos de vista.

Sapag Chain et al op cit (2014) mencionan que la preparación y evaluación de proyectos es un instrumento de uso prioritario entre los agentes económicos que participan en cualquiera de las etapas de la asignación de recursos para implementar iniciativas de inversión y permite recopilar, crear y analizar, de manera sistemática, un conjunto de antecedentes económicos y estratégicos que permitan juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar recursos a una determinada iniciativa. En este caso, la iniciativa es evaluar un proyecto de inversión para la producción de bioetanol de maíz en la provincia de Santiago del Estero.

### **3. Metodología.**

Se trata de un estudio evaluativo con un abordaje cuantitativo, de acuerdo a la definición planteada por Batthyány y Cabrera (2011). Para su desarrollo se utilizaron fuentes de información primarias (encuestas a agentes claves) y secundarias (revisión bibliográfica de antecedentes).

Respecto a las fuentes de información primaria, se encuestó a Tomas Beamonte (Gerente de Bio 4). Se les consultó acerca del funcionamiento de la planta , inversión necesaria.

Para realizar el estudio de viabilidad para la producción de bioetanol de maíz se implementó la metodología propuesta por Sapag Chain et al (2014). Se consideró un horizonte de evaluación de 10 años.

Los pasos seguidos fueron:

**A)** Definición de la idea del proyecto: En el marco metodológico propuesto por Sapag Chain et al (2014), el primer paso del proceso de evaluación de proyectos es la definición de la idea. Este paso no implica ejecutar el proyecto, sino formularlo conceptualmente: qué se quiere hacer, con qué propósito, dónde, y bajo qué supuestos iniciales.

**B)** Estudio de mercado: Esta actividad permitió analizar si el mercado es sensible al bien que producirá el proyecto, evaluando su potencial de aceptación y viabilidad comercial. Se abordaron aspectos determinantes como la demanda, la oferta y los precios de los productos involucrados.

Para el análisis del mercado de bioetanol se aplicó el modelo de las cinco fuerzas competitivas de Porter (2008), una herramienta estratégica que permite evaluar la rentabilidad potencial de un sector mediante el estudio de cinco elementos básicos del mercado: la rivalidad entre competidores existentes, el poder de negociación de los clientes, el poder de los proveedores, la amenaza de productos sustitutos y la amenaza de nuevos entrantes (Figura 1).

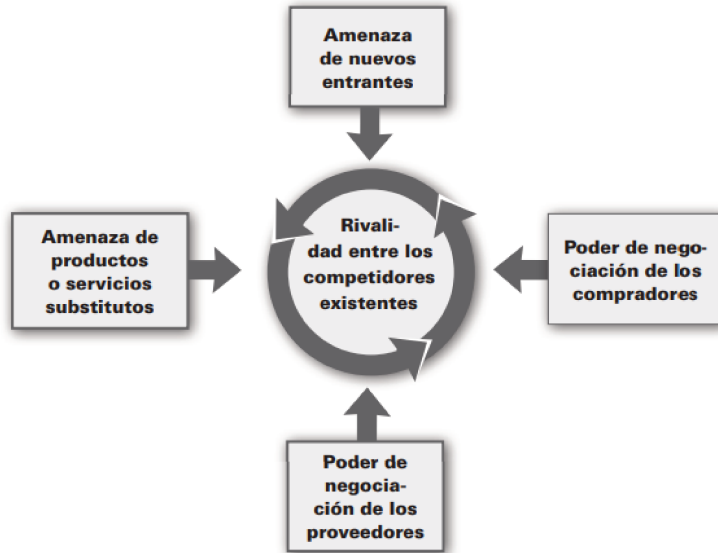


Figura 1: Modelo de las cinco fuerzas competitivas de Porter (Porter, 2008).

Esta metodología permitió analizar de forma estructurada las condiciones de competencia en el mercado argentino de bioetanol, y determinar si dicho entorno ofrece condiciones atractivas para invertir, en función de sus dinámicas de oferta, demanda y barreras de acceso.

Para realizar el estudio de mercado se utilizaron principalmente fuentes de información secundaria. Se utilizó información estadística de organismos oficiales como la Secretaría de Energía de la Nación, la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR), y la Bolsa de Cereales de Córdoba (BCCBA). También se consultaron informes internacionales de USDA y la Renewable Fuels Association (RFA) para comparar con otros mercados, como Brasil y Estados Unidos.

Se estimó la demanda futura del bioetanol considerando la evolución del consumo de nafta en Argentina y la posibilidad de aumentar el corte obligatorio de bioetanol. Para la oferta, se analizaron las capacidades instaladas de las principales plantas de bioetanol del país.

C) Estudio técnico: Se analizaron las posibilidades materiales de producir el bien, en este caso, bioetanol de maíz. Esto es, se evaluó la factibilidad técnica en función de los requerimientos físicos, operativos y de infraestructura.

Para la realización del estudio técnico, se tomó como referencia la normativa técnica y operativa vigente en la industria de biocombustibles en Argentina, consultando estudios previos de la Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO) y de la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH).

También se emplearon informes sectoriales de la Secretaría de Energía de la Nación, los cuales establecen estándares de producción y eficiencia para la producción de bioetanol. Además, se revisaron experiencias de plantas ya operativas en Argentina, como las ubicadas en Córdoba y Tucumán, con el objetivo de extrapolar mejores prácticas y parámetros de referencia.

Se desarrolló el planteo técnico de las instalaciones necesarias para la producción de bioetanol. De esta actividad surgieron las inversiones necesarias para llevar adelante el proyecto, así como algunos rubros generadores de ingresos y egresos.

**D)** Estudio organizacional: permitió identificar las condiciones estructurales y funcionales requeridas para garantizar la implementación del proyecto. Permitted definir la infraestructura y la mano de obra necesarias. Para la elaboración del estudio organizacional, se utilizaron como referencia modelos de gestión aplicados en plantas de bioetanol de escala similar en Argentina. Se tomaron datos de organizaciones productoras y publicaciones especializadas del sector, incluyendo informes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y documentos del Ministerio de Desarrollo Productivo. Además, se consideraron proyecciones de demanda de empleo en el sector industrial y agrícola en Santiago del Estero, utilizando estudios de impacto socioeconómico elaborados por la Bolsa de Cereales de Córdoba y el Consejo Federal de Inversiones (CFI).

**E)** Estudio legal y ambiental: El estudio legal posibilita la identificación de posibles trabas legales para la instalación y operación normal de la industria, considerando que el proyecto solo se debería llevar adelante si se encuentra dentro del marco jurídico vigente. Dada la importancia de las cuestiones ambientales, se indagó acerca de las normas impuestas en materia de regulación ambiental

vinculadas al proyecto propuesto. Además, se determinaron las acciones necesarias para prevenir o mitigar posibles efectos negativos sobre el ambiente y la sociedad. Este estudio se realizó a partir de fuentes de información secundaria (reglamentaciones nacionales y provinciales, trabajos publicados, entre otros)

**F)** Estudio financiero: El objetivo de esta etapa fue determinar si el proyecto de creación del nuevo negocio es rentable y, para ello, como se trata de un nuevo negocio, la evaluación se orientó a determinar los egresos y beneficios asociados directamente con la inversión.

Siguiendo la metodología de Sapag Chain (2014) se elaboró un flujo de caja con la proyección a 10 años de la estimación de la ocurrencia de inversiones, egresos e ingresos vinculados a la implementación del proyecto. Este flujo permite evaluar la rentabilidad y sostenibilidad financiera del emprendimiento.

El cálculo se estructuró considerando los siguientes componentes:

- Ingresos proyectados: ventas anuales de bioetanol y burlanda, en función de los volúmenes producidos y precios estimados.
- Egresos operativos: adquisición de maíz, insumos, energía, logística, mantenimiento, personal y administración.
- EBITDA: resultado operativo antes de intereses, impuestos y depreciaciones.
- Depreciaciones: gastos no desembolsables derivados de la pérdida de valor de activos fijos.
- Resultado antes de impuestos: diferencia entre EBITDA y depreciaciones.
- Impuesto a las ganancias: aplicado sobre el resultado antes de impuestos cuando corresponda.
- Resultado neto operativo: utilidad neta ajustada, base para calcular el flujo neto.
- Egresos no operativos: inversiones iniciales y capital de trabajo.
- Beneficios al cierre: valor residual de activos y recuperación del capital de trabajo.
- Flujo de caja neto: diferencia entre ingresos netos, egresos totales y beneficios finales.

Este flujo fue la base para calcular los indicadores financieros clave del proyecto: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Período de Repago (PR) (Sapag Chain et al, 2014; Brealey et al, 2007).

El VAN, es un valor monetario expresado al momento de inicio del proyecto que muestra el resultado de un flujo de ingresos luego de descontar la inversión y el flujo de egresos a la tasa de descuento utilizada. Indica el valor “al día de hoy” del flujo de efectivo generado por el proyecto en el horizonte de evaluación. La regla de decisión de este indicador consiste en que, si el VAN es positivo, entonces el proyecto es rentable, ya que los ingresos generados por el mismo permiten pagar la inversión realizada, los gastos de todos los períodos y descontando además la tasa de descuento (r) seleccionada para el análisis; por el contrario, un VAN negativo indica que se tendrían pérdidas en el caso de llevarlo a cabo, por lo tanto, no sería conveniente realizarlo.

$$VAN = (-inv) + \frac{ING_1 - EGR_1}{(1+r)^1} + \dots + \frac{ING_n - EGR_n + VR}{(1+r)^n}$$

En donde: “inv” representa la inversión, “ING” el ingreso de la actividad, “EGR” el egreso o los costos de la actividad, “VR” el valor residual pasivo de los activos del proyecto, “r” es la tasa de descuento y “n” es el año en cuestión.

La TIR indica la rentabilidad de realizar el proyecto y a su vez es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. La distancia entre la TIR hallada y la tasa de descuento utilizada en el cálculo del VAN es una medida de estabilidad de la decisión analizada. La regla de decisión para este indicador es aceptar los proyectos cuya TIR sea igual o mayor a la tasa de descuento.

El PR indica el tiempo, en años, que se necesitan para pagar la inversión inicial.

La tasa de descuento utilizada para la evaluación refleja el costo de oportunidad del capital, es decir, el rendimiento mínimo que un inversor exigiría para destinar sus recursos a este proyecto en lugar de a

una alternativa con riesgo similar. Su valor incorpora factores como el riesgo del negocio, el contexto macroeconómico y las expectativas de rentabilidad en el mercado financiero. Esta tasa se estimó mediante el modelo Modelo de Equilibrio de Activos Financieros (CAPM) global, que es adecuado para evaluaciones en dólares constantes. El CAPM expresa el rendimiento requerido por los inversores como:  $k_e = r_f + \beta (ERP)$

donde:

$k_e$  es el costo del capital propio o tasa de descuento del proyecto,

$r_f$  es la tasa libre de riesgo, para este caso se utilizó rendimiento de los bonos del Tesoro de Estados Unidos a 10 años

$\beta$  es el coeficiente que mide la sensibilidad del proyecto frente al riesgo sistemático del mercado. Se tomó el promedio del sector de energías renovables (Damodarán, “Betas by Sector”).

ERP es la prima de riesgo del mercado (Equity Risk Premium). Se utilizó el Implied Equity Risk Premium estimado por Damodarán para el mercado estadounidense

No se incorporó explícitamente la prima de riesgo país, dado que el riesgo macroeconómico local se modela dentro del análisis de escenarios y sensibilidad, evitando una doble contabilización del riesgo.

Con estos parámetros, la tasa de descuento resultante es del 8% anual en dólares constantes.

Para la estimación de la depreciación de los activos fijos del proyecto se utilizó el método lineal, consistente con las recomendaciones de la literatura de evaluación de proyectos y con los criterios utilizados en el sector industrial. Este método distribuye de manera uniforme el costo del activo a lo largo de su vida útil, permitiendo reflejar la pérdida de valor económico asociada al uso y al desgaste de los bienes. La vida útil de cada categoría de activo se determinó en función de estándares técnicos utilizados en plantas de bioetanol y de referencias provenientes de fuentes internacionales especializadas, complementadas con tablas de vida útil aplicadas a nivel nacional. En este sentido, los equipos de proceso (fermentadores, destilación y deshidratación) se asignaron a vidas útiles de entre

10 y 15 años; los edificios e infraestructura a períodos de 20 a 30 años; y los equipos auxiliares, sistemas eléctricos y maquinaria complementaria a vidas útiles de entre 10 y 15 años. Sobre esta base, la amortización anual de cada activo se calculó como la división entre su costo de adquisición y la vida útil correspondiente.

Respecto del valor de recupero, se adoptó el criterio de valor residual económico, estimado como la proporción del valor original del activo que corresponde a la vida útil remanente al finalizar el horizonte de evaluación. Este enfoque se encuentra alineado con la metodología utilizada en proyectos de inversión privada, dado que la recuperación del capital invertido en activos durables constituye un componente relevante del flujo de fondos del último año. Este procedimiento asegura coherencia interna en la construcción del flujo de fondos, permite reflejar adecuadamente la depreciación económica de los activos, y se ajusta a los lineamientos metodológicos propuestos por Sapag Chain et al. (2014) y por la bibliografía técnica internacional vinculada a proyectos de bioenergía.

**G)** Análisis del riesgo y sensibilidad. Este análisis permite medir cuán sensible es la evaluación realizada frente a variaciones en uno o más parámetros decisivos y encontrar la o las variables que tienen mayor efecto en el resultado. Para ello, se determinaron las variables decisivas claves y se modificaron los flujos de caja en función de las variaciones posibles de estas variables, detectando los cambios porcentuales que se generan en los resultados del VAN:

$$\text{Análisis de sensibilidad} = \frac{(VAN_2 - VAN_1)}{VAN_1} \times 100$$

Donde:

$VAN_2$ : hace referencia al valor actual neto modificado.

$VAN_1$ : hace referencia al valor actual neto original del proyecto evaluado.

Todos los valores se expresan en dólares oficiales al mes de junio del 2025. Fuente: Banco Nación.

## **4. Desarrollo.**

### **4.1. Definición de la idea del proyecto.**

La producción de bioetanol de maíz en Argentina ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, impulsada por políticas de diversificación energética y la búsqueda de alternativas renovables a los combustibles fósiles. En este contexto, este proyecto se centra en el análisis de la factibilidad de establecer una planta industrial de producción de bioetanol a partir de maíz en el centro-este de la provincia de Santiago del Estero, específicamente en la ciudad de Quimilí. La propuesta busca transformar el maíz producido en la región en un biocombustible de alto valor agregado, reduciendo la dependencia de su comercialización en estado primario y mejorando la rentabilidad de los productores locales.

Uno de los principales desafíos que enfrenta la producción agrícola en el norte de Argentina es el elevado costo y la complejidad del transporte de granos hacia los centros de comercialización y exportación. En regiones como Santiago del Estero, el costo del flete terrestre puede representar aproximadamente un 22% del valor de exportación del maíz (BCR, 2024), lo que impacta significativamente en la rentabilidad de los productores locales.

Además, la infraestructura vial en muchas zonas presenta limitaciones que generan cuellos de botella, aumentando los tiempos y egresos en términos de logística.

Estos factores impactan negativamente en la competitividad de los productores locales. Mejorar la eficiencia logística y reducir estos gastos es clave para potenciar el desarrollo agrícola regional y aprovechar plenamente el potencial productivo.

En este contexto, la industrialización del maíz en origen mediante la producción de bioetanol, se presenta como una estrategia clave para mejorar la competitividad del sector agrícola regional. Permite agregar valor y reducir la dependencia de la exportación del grano en estado primario.

La planta de bioetanol ofrecerá dos productos principales al mercado:

- Bioetanol: obtenido a través de la fermentación del almidón presente en el grano de maíz, mediante la acción de levaduras. Este biocombustible tiene múltiples aplicaciones, incluyendo su mezcla con naftas para reducir el consumo de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Burlanda de maíz: un subproducto derivado del proceso de producción de bioetanol, que se comercializa en diferentes formas (burlanda húmeda, burlanda seca, WDGS y DDGS) y se utiliza como insumo para la alimentación animal, especialmente en sistemas de feedlot.

Este esquema de producción diversificada genera un modelo de negocio con doble fuente de ingresos, optimizando el aprovechamiento del maíz y mejorando la rentabilidad del proyecto.

En términos de comercialización, las principales compañías petroleras de Argentina (YPF, SHELL, AXION, entre otras) son las mayores compradoras de bioetanol. Estas empresas recogen el combustible directamente en planta, lo que elimina los costos de transporte para el productor, generando una ventaja competitiva adicional (Castro y Emiliozzi, 2020).

Por otro lado, la burlanda de maíz tendrá como destino principal el mercado interno, abasteciendo a los feedlots de la región de Quimilí y sus alrededores. Este subproducto es altamente valorado en la industria de la alimentación animal, porque permite sustituir parcial o totalmente la soja y sus derivados en la formulación de raciones, reduciendo los costos de producción y mejorando la eficiencia en la conversión alimenticia (Giménez, 2016).

La propuesta de ubicación de la planta en Quimilí responde a múltiples factores estratégicos. En primer lugar, la región cuenta con una alta producción de maíz, lo que garantizaría un suministro

estable de materia prima. Además, la ciudad posee una infraestructura vial adecuada para el transporte de insumos y productos terminados, facilitando la logística de la operación. Finalmente, Quimilí ha experimentado un crecimiento sostenido en términos poblacionales y económicos en los últimos años, lo que aseguraría la disponibilidad de mano de obra para el desarrollo del proyecto.

En conclusión, la producción de bioetanol en Santiago del Estero representa una oportunidad de negocio con alto potencial de rentabilidad. Permite transformar el maíz en origen, reducir la dependencia de la exportación en estado primario y minimizar el impacto de los costos logísticos en la cadena de valor. El contexto actual, marcado por políticas de incentivo a la producción de biocombustibles y la creciente demanda de alternativas energéticas sostenibles, refuerza la viabilidad de este tipo de iniciativas. A su vez, la integración de la producción de burlanda como subproducto fortalece la propuesta de valor, generando un impacto positivo tanto en el sector agrícola como en la industria de alimentación animal.

La idea del proyecto consiste en analizar la factibilidad de instalar una planta de producción de bioetanol a partir de maíz en el centro-este de la provincia de Santiago del Estero. Esta iniciativa surge como respuesta a una oportunidad identificada en la región: la creciente disponibilidad de materia prima local (maíz), junto con la necesidad de industrialización en origen que permita reducir costos logísticos, generar valor agregado y fomentar el desarrollo territorial.

El proyecto se inscribe en el marco de las políticas públicas que promueven el uso de energías renovables, especialmente los biocombustibles, y busca evaluar si una inversión en este rubro puede ser rentable, sustentable y viable desde el punto de vista técnico, económico, organizacional, legal y ambiental. Asimismo, se plantea como una alternativa para diversificar la matriz productiva provincial, generar empleo rural calificado y contribuir a la descarbonización del sector energético nacional.

En términos generales, se propone estudiar una unidad productiva de tipo biorrefinería orientada a procesar maíz local, transformarlo en bioetanol para corte con naftas y comercializar el producto en el mercado interno, en función de los mandatos regulatorios vigentes y la evolución de la demanda nacional. A partir de esta idea, se desarrolla el presente estudio de factibilidad, siguiendo la metodología propuesta por Sapag Chain et al. (2014), con el objetivo de evaluar su viabilidad técnica, económica, organizacional, legal y ambiental.

#### **4.2. Estudio de mercado.**

Se analiza el mercado que abastecerá la industria, es decir, la producción y comercialización de bioetanol a partir de grano de maíz. De manera de poder estimar la demanda y conocer cuáles son las limitaciones o características del sector.

En lo que se refiere al etanol en base de maíz, la industria nacional se expandió rápidamente desde 2014, con una tasa anual promedio de crecimiento de 7%, llegando a una industrialización máxima de 585 mil m<sup>3</sup> en 2018, para luego ubicarse en 534 mil m<sup>3</sup> en 2021 tras la caída que sufrió la industria durante la pandemia provocada por el COVID-19. La suma del etanol producido en todo este período equivaldría a transformar y agregar valor a 10,6 millones de toneladas de maíz, del cual 74% sería industrializado en Córdoba. En 2021, tras la reactivación de la actividad luego del COVID-19, el consumo de naftas se ubicó en 8.715 mil metros cúbicos, 30% por encima del año previo. Las ventas de etanol para satisfacer el corte deberían ser de 1.046 mil metros cúbicos, con una demanda insatisfecha de 47 mil m<sup>3</sup> y llevando el corte efectivo al 11,5%. De las ventas de etanol de 2021, un 52% fue elaborado en base a maíz y un 48% con caña de azúcar (BCCBA, 2022).

En 2021, la producción de bioetanol en Argentina se basó principalmente en maíz y caña de azúcar, con aproximadamente un 48% del etanol elaborado a partir de caña de azúcar y el resto principalmente de maíz. Para satisfacer la demanda de etanol con un corte similar al de Brasil (27%), Argentina habría

necesitado industrializar alrededor de 4,6 millones de toneladas de maíz, lo que implica un volumen mucho mayor al procesado en ese año (BCCBA, 2022).

#### **4.2.1. Rivalidad entre los competidores existentes.**

La industria del etanol lleva más de una década agregando valor a la producción maicera argentina. Por una parte, sustituye importaciones de naftas en un contexto de ajustadas cuentas externas para el país. Asimismo, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en Argentina, en línea con los múltiples compromisos firmados por el país camino a la neutralidad de carbono de las matrices energéticas globales (BCR, 2024)

En la actualidad la industria del bioetanol de maíz se asienta en tres provincias argentinas, Córdoba, Santa Fe y San Luis. Sin embargo, de ampliarse su corte obligatorio, podría crecer para aportar dinamismo y más generación de empleo de calidad a nivel federal (BCR, 2023).

Como se observa en la Tabla 1, las empresas con mayor capacidad de producción de bioetanol de maíz en Argentina son ACA Bio y Promaíz. Ambas compañías concentran el 60 % de la capacidad instalada del país, posicionándose como los principales actores del sector. A nivel nacional, la capacidad instalada de producción asciende a 820.000 metros cúbicos por año, lo que implica una capacidad teórica de procesamiento de 2.132.000 toneladas de maíz anuales.

La provincia de Córdoba lidera la producción, con cuatro plantas que en conjunto suman 614.000 m<sup>3</sup> anuales. Le siguen Santa Fe, con una planta que produce 108.000 m<sup>3</sup>, y San Luis, también con una planta, que alcanza los 98.000 m<sup>3</sup> de bioetanol de maíz por año

En la provincia de Córdoba, la infraestructura y las redes logísticas están consolidadas, lo que permite a las empresas operar con mayor eficiencia. Esto les otorga una ventaja competitiva tanto en términos operativos como en sus relaciones comerciales. Además, cuentan con acceso a mercados más amplios de materia prima y pueden comercializar subproductos, como la burlanda, de manera más efectiva.

Surge entonces el interrogante sobre si Santiago del Estero podrá desarrollar una red de distribución similar o si su producción estará limitada a mercados más reducidos debido a diferencias en infraestructura y conectividad.

Tabla 1: Capacidad de producción teórica de las plantas industriales de bioetanol en base a maíz en Argentina, a diciembre de 2022.

Compañía	Capacidad de producción en m <sup>3</sup> de etanol/año	Toneladas teóricas a procesar de maíz en el año
ACA Bio (Villa María, Provincia de Córdoba)	280.000	728.000
Promaíz (Alejandro Roca, Provincia de Córdoba) Emprendimiento de Bunge y AGD	210.000	546.000
Vicentín (Avellaneda, Provincia de Santa Fe)	108.000	280.800
Diaser (Villa Mercedes, Provincia de San Luis)	98.000	254.800
BIO 4 (Río Cuarto, Provincia de Córdoba)	98.000	254.800
Maíz Energía S.A. (Provincia de Córdoba)	26.000	67.600
Capacidad de producción teórica de toda la industria argentina	820.000	2.132.000
Se considera el coeficiente de consumo tomado por SAGyP de 2,6 Tn de maíz utilizadas para obtener un m <sup>3</sup> de etanol		

Fuente: BCR, 2023.

A pesar de un crecimiento próximo al 6% en la comercialización de naftas en Argentina, en términos agregados la producción de bioetanol del 2023 se ubicó prácticamente en línea con la de 2022. Sin embargo, la menor producción de caña de azúcar debido a la sequía aminoró el aporte potencial del bioetanol en base a los productos de esta economía regional. Para compensar esta menor producción, y en un contexto alcista para el consumo de naftas, el año 2023 creció nuevamente la producción de

bioetanol de maíz en Argentina. Con un incremento del 10,5% respecto del 2022, la Argentina volvió a romper su récord de producción de bioetanol de maíz (BCR, 2023).

De esta manera, en el año 2022 se procesaron más de dos millones de toneladas de maíz para producir bioetanol (BCR, 2023). La industria del bioetanol lleva más de una década aportando más valor a la producción maicera argentina.

En la provincia de Santiago del Estero no existen industrias productoras de bioetanol de maíz. La ventaja competitiva principal de establecer una biorrefinería en esta región, está dada por la posibilidad de obtener maíz a un precio más bajo que los demás competidores ubicados en otras provincias, ya que el precio neto que percibe un productor de materia prima se compone de: precio pizarra de maíz menos el precio de transporte (flete camionero) por tonelada desde el campo al puerto de Rosario.

Según datos publicados por la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR) en enero del 2020, el costo de flete camionero para transportar el maíz de productores de la zona de Quimilí (Santiago del Estero) hacia el Gran Rosario, era de 31,5 USD/tn contra 14,6 USD/tn que paga un productor de maíz en zona núcleo para transportarlo hacia el puerto. Esto implica un costo logístico para los productores de maíz de la localidad de Quimilí que equivale al doble en relación a un productor de zona núcleo.

Otra ventaja competitiva relevante es la posibilidad de comercializar el subproducto generado en el proceso: la burlanda. Este residuo húmedo, rico en proteínas y energía, es ampliamente valorado como insumo forrajero en sistemas de alimentación bovina, tanto en feedlots como en tambos, ya que contribuye a mejorar la eficiencia productiva y a reducir los costos de alimentación (Puntal Villa María, 2023; Santamarina, 2019).

En la región de Santiago del Estero, la actividad ganadera incluye tanto la cría como el engorde (a campo y a corral) desarrollándose en el marco de sistemas mixtos agrícola-ganaderos. Estos sistemas se han consolidado principalmente por el avance de la frontera agrícola y la intensificación productiva

en provincias vecinas como Santa Fe y Córdoba, lo que desplazó la ganadería hacia zonas semiáridas del NOA.

Durante las últimas dos décadas, la ganadería bovina en Santiago del Estero ha atravesado un proceso de transformación tecnológica significativo. De un perfil tradicionalmente orientado a la cría, la actividad evolucionó hacia sistemas más intensivos que incorporan etapas de recría, engorde a campo y feedlot, mejorando sensiblemente los parámetros productivos y ampliando el acceso a mercados locales y regionales (CEPAL, 2021).

En este contexto, la articulación entre la producción de bioetanol a partir de maíz y la ganadería tecnificada adquiere especial relevancia. La disponibilidad local de burlanda representa una oportunidad estratégica para abastecer la demanda de insumos forrajeros de calidad, mejorar la eficiencia de los sistemas ganaderos intensivos y reducir costos. Al mismo tiempo, esta demanda potencia y valoriza la producción de bioetanol, generando un círculo virtuoso que fortalece la economía regional y promueve la sostenibilidad de la cadena agroalimentaria (Infocampo, 2023).

***Mercado internacional:*** Existen dos casos interesantes para pensar y profundizar la industrialización del maíz a través del bioetanol: Brasil y Estados Unidos. Entre ambos ostentan cerca del 80% de la producción global de etanol. Medidos con relación a su cosecha 2022/23, Brasil industrializa casi el doble de su producción de maíz respecto a Argentina, mientras que Estados Unidos procesa seis veces más maíz comparado con nuestro país (ver Tabla 2).

Tabla 2: Producción y estructura productiva del etanol de maíz en Argentina, Brasil y Estados Unidos.

	Argentina	Brasil	Estados Unidos
Maíz utilizado en la producción de etanol 2023 (Miles de toneladas)	2.018	11.572	136.421
% de la producción de maíz 2022/2023 utilizada para etanol	5,6 %	10 %	39,3 %
Corte obligatorio con bioetanol	12 %	27 %	10 %
Producción de etanol de maíz 2023 (miles de m3)	776	5.500	58.619
Exportaciones de etanol (2022, USD millones)	0	2.144	4.141
Capacidad de producción de etanol de maíz (Miles de m3)	820	6.000	66.862
Número de plantas de etanol de maíz	6	18	187
Capacidad ociosa (2023)	5 %	8 %	12 %

Fuente: BCR, 2023.

Con una tasa de corte del 27 % vigente desde hace algunos años, el Ministerio de Minas y Energía de Brasil ya ha comenzado a debatir la posibilidad de elevarla al 30 %. En 2023, la producción de etanol de maíz en ese país creció un 33 % en comparación con 2022. Además de contar con un mercado interno más robusto que el argentino, Brasil posee la mayor flota de vehículos flex del mundo, con más de 30 millones de unidades en circulación. Estos vehículos están diseñados para funcionar con hasta un 100 % de etanol hidratado (E100), lo que refuerza la demanda interna y consolida a Brasil como un actor importante en el mercado de biocombustibles.

Por otro lado, en Estados Unidos, si bien la tasa nominal de corte de bioetanol en las naftas está fijada en el 10 %, la tasa efectiva ha superado ese valor desde 2017, alcanzando actualmente el 10,4 %. En el marco de políticas sostenidas de promoción a los biocombustibles, un número creciente de comercializadores ofrece mezclas con un 15 % de etanol (E15), según la Asociación de Combustibles Renovables de Estados Unidos (Renewable Fuels Association, RFA). La principal herramienta regulatoria en este sentido es el Estándar de Combustible Renovable (Renewable Fuel Standard, RFS), que establece los volúmenes mínimos obligatorios de biocombustibles que deben mezclarse en el mercado interno. Esta política fue diseñada con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto

invernadero y, en sus inicios, también buscaba disminuir la dependencia del petróleo importado. Además, el RFS regula la participación de los biocombustibles en los mercados de carbono, fortaleciendo su rol en la transición energética.

En Argentina, se propone autorizar un corte de hasta el 27 % de etanol en las mezclas con nafta (E27) para el parque automotor, en consonancia con la posición adoptada por otros países del Mercosur, como Brasil y Paraguay. Esta medida permitiría avanzar progresivamente hacia la incorporación de vehículos con motores flex, tal como ocurre en Brasil.

Paralelamente, se impulsa la liberalización del mercado de biocombustibles, permitiendo que cualquier agente pueda realizar mezclas superiores al corte obligatorio, pactando libremente las condiciones comerciales entre las partes. Cabe destacar que dicha autorización no requiere modificaciones en los motores del parque automotor actual. Solo con elevar el corte al 15 %, sería posible industrializar aproximadamente 750.000 toneladas adicionales de maíz argentino, lo que superaría la capacidad de producción instalada en la actualidad y abriría oportunidades para nuevas inversiones en el sector.

A nivel global, se espera que el consumo de biocombustibles continúe creciendo, especialmente en los países en desarrollo, impulsado por objetivos de mezcla más ambiciosos. En contraste, en los países desarrollados, el crecimiento será más limitado debido a la disminución de la demanda total de combustibles y a menores incentivos en las políticas públicas. Los precios internacionales de los biocombustibles estarán estrechamente ligados a la evolución de los precios de las materias primas (que en general tienden a la baja en términos reales), al precio del petróleo crudo (estable en términos reales), a los costos de distribución y a las políticas específicas de cada país. Según la OCDE-FAO (2020), se proyecta que los precios nominales de los biocombustibles aumenten durante el período analizado, aunque se mantendrán relativamente estables en términos reales.

#### **4.2.2. Amenaza de nuevos entrantes (o ampliación de los existentes).**

La amenaza de nuevos entrantes en la industria del bioetanol en Argentina se encuentra condicionada por múltiples factores que actúan como barreras de entrada, pero también por oportunidades emergentes que pueden resultar atractivas para nuevos inversionistas y productores.

- Barreras de entrada

Uno de los principales desafíos para los nuevos actores es el marco regulatorio estricto. La Ley N.º 26.093 establece regulaciones precisas para la producción y comercialización de biocombustibles, incluyendo la obligación de incorporar un porcentaje mínimo de bioetanol en los combustibles fósiles, así como un sistema de cupos asignados a los productores ya establecidos (Sociedad Civil para el Desarrollo Sostenible -SCDA-, 2006). Este esquema dificulta el ingreso de nuevos participantes, quienes deben cumplir con requisitos administrativos y legales complejos, lo que eleva los costos y tiempos de implementación de nuevos proyectos.

Además, los cupos de abastecimiento favorecen a las empresas que ya forman parte del sistema, limitando la posibilidad de acceso de nuevos actores. Para participar del mercado, los nuevos productores deben demostrar una capacidad operativa sostenida, lo que representa un obstáculo financiero y logístico considerable (CEPAL, 2011). Asimismo, el sistema de fijación de precios impuesto por la Secretaría de Energía impide que los nuevos competidores puedan establecer estrategias de precios flexibles para ingresar al mercado con condiciones más atractivas. En este sentido, las plantas de bioetanol ya operativas cuentan con contratos de venta asegurados y economías de escala, lo que les permite trabajar con márgenes más eficientes que los nuevos entrantes (BCCBA, 2022).

Otro aspecto decisivo es el alto costo de inversión inicial. La instalación de una planta de bioetanol requiere una infraestructura industrial costosa, acceso a tecnologías avanzadas y capital significativo para cubrir los costos operativos hasta alcanzar un punto de equilibrio financiero. Según Marín et al.

(2013), la inversión necesaria para una planta de tamaño mediano oscila entre 30 y 50 millones de dólares, dependiendo de la capacidad de producción y las tecnologías utilizadas. Además, las nuevas plantas deben considerar la logística de abastecimiento de materia prima y la distribución del producto final, lo que implica costos adicionales en transporte, almacenamiento y desarrollo de redes comerciales.

- Oportunidades para nuevos entrantes

A pesar de estas barreras, el mercado presenta oportunidades atractivas para la incorporación de nuevos actores, principalmente debido a la transición global hacia energías renovables y los incentivos fiscales disponibles.

Uno de los aspectos más relevantes es el régimen de beneficios fiscales para la producción de bioetanol en Argentina. La Ley N.º 26.093 establece exenciones en el impuesto a los combustibles líquidos y en el IVA para los biocombustibles destinados al mercado interno, lo que reduce significativamente los costos impositivos de las empresas del sector (SCDA, 2006). Además, existen mecanismos de devolución anticipada del IVA para inversiones en plantas productoras de bioetanol, permitiendo una mayor liquidez durante la fase inicial del proyecto.

Otro factor clave es la creciente demanda global de productos sostenibles y la transición hacia fuentes de energía más limpias. El avance de regulaciones ambientales a nivel internacional y los compromisos adquiridos por Argentina en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero están impulsando políticas favorables a los biocombustibles. El mercado interno también refleja esta tendencia: en 2023, la producción de bioetanol de maíz creció un 10,5% en comparación con el año anterior, alcanzando un récord histórico de producción (BCR, 2023).

El interés de los inversores en energías renovables ha crecido de manera sostenida en los últimos años. Actualmente, existen instituciones financieras y organismos multilaterales que brindan líneas de financiamiento para proyectos alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la

mitigación del cambio climático (CEPAL, 2011). En este contexto, proyectos de bioetanol con una visión de sostenibilidad y eficiencia energética pueden acceder a fondos de inversión a tasas preferenciales.

Una de las oportunidades más importantes para nuevos productores es la posibilidad de un incremento en la tasa de corte obligatoria de bioetanol en los combustibles fósiles. En la actualidad, el porcentaje de bioetanol en la mezcla con nafta en Argentina es del 12%, pero existen propuestas para llevarlo a 15% o incluso al 27%, como en Brasil (BCCBA, 2022). Un aumento en el corte obligatorio incrementa la demanda del producto y abriría nuevas oportunidades en el mercado, incentivando la instalación de nuevas plantas.

Finalmente, el desarrollo de iniciativas público-privadas ha permitido la creación de programas de subsidios, financiamiento y mejora de infraestructura, que pueden reducir las barreras de entrada para nuevos actores. Los programas de incentivo al bioetanol incluyen créditos fiscales, financiamiento a tasas preferenciales y asistencia técnica para el desarrollo de nuevas plantas productoras (Marín et al., 2013).

Si bien el mercado del bioetanol en Argentina presenta desafíos importantes, como un marco normativo restrictivo, cupos de abastecimiento limitados, fijación de precios regulados y altos costos de inversión inicial, también ofrece oportunidades significativas. La combinación de beneficios fiscales, mayor financiamiento disponible, el crecimiento de la demanda global y la posibilidad de aumentar la tasa de corte obligatorio de bioetanol genera un entorno favorable para nuevos entrantes con proyectos innovadores y sostenibles.

Las empresas que logren superar las barreras iniciales y desarrollar modelos de negocio eficientes pueden beneficiarse de un mercado en expansión, con políticas públicas orientadas a fortalecer la industria de los biocombustibles y consolidar el papel del bioetanol como una alternativa viable y competitiva frente a los combustibles fósiles.

#### 4.2.3. El poder de negociación de los compradores.

El consumo de bioetanol en Argentina se divide en dos grandes segmentos:

- El destinado a la mezcla con nafta (“corte obligatorio”), regulado por la Secretaría de Energía.
- El destinado a usos industriales y otros fines (“no corte”), que incluye su utilización en productos químicos, farmacéuticos, cosméticos y bebidas.

En la actualidad, la proporción de mezcla bioetanol/nafta establecida por el gobierno argentino es del 12%, correspondiendo 6% al bioetanol derivado de maíz y el otro 6% al bioetanol de caña de azúcar (BCR, 2023).

Dado que el mayor consumo de bioetanol a partir de maíz se utiliza para el corte de naftas, su producción depende en gran medida de la evolución del consumo de combustibles fósiles en el país. Cualquier variación en la demanda de nafta impacta directamente en la compra de bioetanol, lo que genera una dependencia estructural del sector hacia el comportamiento del mercado petrolero y las regulaciones gubernamentales.

Los principales compradores de bioetanol en Argentina son YPF S.A. (57% del mercado), SHELL ARGENTINA (23%) y PAN AMERICAN ENERGY LLC (14%), quienes en conjunto manejan el 94% del volumen total adquirido en el país (ver Tabla 3). Este nivel de concentración otorga a estas empresas un altísimo poder de negociación, ya que su demanda influye directamente en la rentabilidad y estabilidad de los productores de bioetanol.

Tabla 3: Volúmenes de bioetanol adquirido por empresas argentinas en el año 2022.

Petrolera	Maíz (m <sup>3</sup> /año)	Caña (m <sup>3</sup> /año)	Total (m <sup>3</sup> /año)
YPF S.A.	358.213	278.170	636.383
SHELL ARGENTINA C.A.P.S.A.	136.307	124.254	260.561
PAN AMERICAN ENERGY LLC, SUCURSAL ARGENTINA (antes AXION ENERGY ARGENTINA S.A.)	99.279	56.078	155.357
TRAFIGURA ARGENTINA S.A.	43.193	11.419	54.612
REFINERÍA DEL NORTE S.A.	3.263	11.185	14.448
REFI PAMPA S.A.	4.281	518	4.799
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>1.126.160</b>

Fuente: Ministerio de Economía. Secretaría de Energía (s.f.).

El nivel de concentración del mercado en pocos compradores genera un riesgo significativo para los nuevos productores, porque cualquier modificación en las políticas de compra o cambios contractuales puede afectar la viabilidad económica de los proyectos de bioetanol. Además, las grandes refinadoras tienen la capacidad de imponer condiciones contractuales más estrictas y negociar precios a su favor, limitando la competitividad de los pequeños productores (Ministerio de Economía. Secretaría de Energía, 2022).

Otra consecuencia de esta concentración es la falta de diversificación en los canales de comercialización. Mientras en mercados como Brasil y Estados Unidos existen múltiples destinos para el bioetanol (flotas de vehículos flex, exportación y biorefinerías de escala), en Argentina el destino principal es el corte con nafta, dejando a los productores con menos alternativas para colocar su producción en caso de cambios en la regulación o la demanda interna (BCCBA, 2022).

Actualmente, la regulación del sector impide que las petroleras impongan condiciones abusivas a los productores, ya que el Estado fija los volúmenes de compra y el precio del bioetanol a través de la Secretaría de Energía de la Nación. Sin embargo, esto también genera un esquema de dependencia gubernamental, donde las decisiones políticas y económicas pueden alterar repentinamente la rentabilidad de los productores.

Si en el futuro el mercado se libera, los compradores podrían tener aún mayor poder de negociación, fijando volúmenes de compra y precios sin restricciones estatales. Esto significa que las empresas refinadoras podrían negociar descuentos por volumen, establecer contratos más exigentes y priorizar la compra a productores con mayores economías de escala, perjudicando a nuevos competidores y pequeños productores que intenten ingresar al mercado.

El alto grado de concentración del mercado de compradores de bioetanol en Argentina representa un desafío importante para nuevos productores, porque reduce su capacidad de negociación y los deja expuestos a las decisiones estratégicas de pocas compañías dominantes. Aunque la regulación actual atenúa este riesgo al fijar precios y volúmenes de compra, la posibilidad de una futura liberalización del mercado podría otorgar a las petroleras un control absoluto sobre la industria, afectando la rentabilidad y sostenibilidad del sector.

Por ello, para reducir esta dependencia y aumentar la competitividad, sería clave explorar nuevos mercados, impulsar el uso de bioetanol en flotas flex como en Brasil y desarrollar estrategias para diversificar los compradores, reduciendo la vulnerabilidad de los productores ante la concentración del sector.

#### **4.2.4. Amenaza de productos sustitutos.**

La amenaza de productos sustitutos es una de las fuerzas competitivas clave en el modelo de Porter, especialmente para el proyecto analizado. En el caso del bioetanol de maíz, uno de sus principales sustitutos es el bioetanol de caña de azúcar, el cual ha sido una fuente tradicional de este biocombustible en países como Brasil. Aunque ambos productos son utilizados para la producción de bioetanol, existen diferencias significativas en cuanto a la producción, los costos asociados y la competencia potencial en el mercado.

En cuanto a la producción, tanto el maíz como la caña de azúcar son fuentes viables para la obtención de bioetanol, pero presentan características distintas que influyen en su eficiencia y costos. La producción de bioetanol a partir de maíz es un proceso que generalmente requiere una fermentación más compleja y un mayor consumo de energía en comparación con la caña de azúcar. Esto se debe a que el almidón del maíz debe ser convertido en azúcar antes de ser fermentado, lo cual agrega pasos adicionales al proceso de producción (Patrouilleau, 2006). Por otro lado, la caña de azúcar contiene azúcar en forma directa, lo que facilita el proceso de fermentación y reduce los costos operativos. En términos de rendimiento, la caña de azúcar tiene una mayor eficiencia en la producción de bioetanol, debido a que es una fuente de sacarosa de alta concentración, lo que permite un mayor volumen de etanol por tonelada de materia prima (CEPAL, 2011).

Respecto a los costos de producción, el bioetanol de caña de azúcar suele ser más competitivo debido a la menor demanda energética y los menores costos operativos involucrados en la conversión de la caña en etanol. Según varios estudios comparativos, la producción de bioetanol a partir de maíz es generalmente más costosa que la de caña de azúcar, debido a los mayores costos de insumos (fertilizantes, agua y energía), así como los gastos adicionales derivados de la transformación del almidón en azúcares fermentables (Fouquet, 2013). Esto puede ser una desventaja para el bioetanol de maíz en mercados donde el bioetanol de caña de azúcar esté disponible a precios más bajos. Sin embargo, en Argentina, la disponibilidad de grandes extensiones de tierra para el cultivo de maíz y la infraestructura agroindustrial para su procesamiento brindan una ventaja en cuanto a costos de producción local.

En cuanto a la posibilidad de que entren productos sustitutos en la región, aunque actualmente no existe una industria consolidada de bioetanol de caña de azúcar en Argentina, es plausible que en el futuro productos sustitutos puedan ingresar al mercado, especialmente si se considera el creciente impulso a nivel mundial de las energías renovables y la sostenibilidad. La inversión en la industria de

la caña de azúcar y la expansión de su producción en áreas con condiciones climáticas y de suelo favorables podrían generar una competencia directa con el bioetanol de maíz en el futuro. Además, el apoyo de políticas públicas y subsidios podría hacer que la caña de azúcar se convierta en un sustituto más competitivo del maíz, especialmente si se considera el aumento de la demanda de biocombustibles en Argentina y la región (Patrouilleau, 2006).

En resumen, aunque en la región de Quimilí no existe producción de bioetanol a partir de caña de azúcar, la amenaza de productos sustitutos como el bioetanol de caña de azúcar sigue presente a nivel global. Sin embargo, debido a la falta de cultivo de caña en la región y a las diferencias en los costos y en los procesos de producción entre ambos tipos de bioetanol, la amenaza de sustitutos en este caso específico parece ser baja en el corto plazo. A pesar de esto, el sector agrícola en Argentina está sujeto a cambios dinámicos, y el futuro desarrollo de cultivos de caña de azúcar en otras regiones o el impulso de políticas públicas para la producción de biocombustibles podrían generar una competencia potencial para el bioetanol de maíz en el largo plazo.

#### **4.2.5. El poder de negociación de los proveedores.**

De acuerdo a las estadísticas de SAGyP, Santiago del Estero produjo 4,55 millones de toneladas de maíz en el ciclo productivo 2022/23, un volumen que quedó por debajo de los 5,39 millones de toneladas logradas en el ciclo previo, al igual que sucediera en otras regiones del país, las malas condiciones climáticas afectaron la producción del cereal en la provincia, cortando un período de muy buenos resultados productivos.

A pesar del retroceso sufrido por la producción en esta última campaña, la participación de la provincia en la producción nacional de maíz llegó al 11 %, la cifra más alta de los últimos años, circunstancia que se explica por una combinación de factores tendenciales y cíclicos. En lo que hace a las cuestiones más estructurales, la producción del cereal viene mostrando una dinámica muy

expansiva en Santiago del Estero desde hace muchos años, de la mano de incrementos de área sembrada, aplicación de tecnología y capacidad de manejo de cultivo por parte de los productores, que hacen que la provincia haya pasado de menos de 2 millones de toneladas de producción anual a más de 5 millones en la última década (Figura 2). En cuanto a lo coyuntural, en la campaña 2022 – 2023, la provincia fue menos afectada por el golpe del clima que otras regiones. En efecto, mientras que la producción de maíz de Santiago del Estero cayó un 15,5% interanual, en Córdoba se perdió el 34% de la producción, en Buenos Aires el 26%, en Santa Fe el 52% y a nivel nacional el 30%.

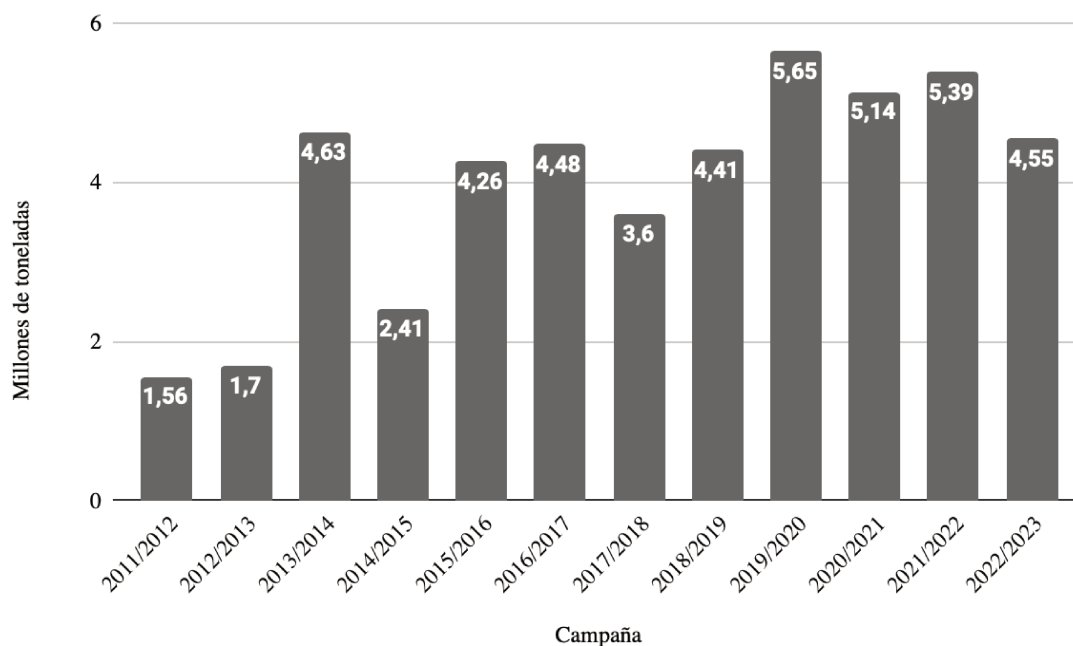


Figura 2: Producción de maíz en Santiago del Estero en las últimas doce campañas.

*Fuente: Elaboración propia en base a SAGyP.*

En términos absolutos Santiago quedó en tercera posición en el ranking de provincias productoras, por detrás de Córdoba y Buenos Aires, aventajando a La Pampa, Santa Fe y Salta, entre otras, en este ciclo 2022/23 la provincia se metió en el podio avanzando 1 escalón, considerando que en las últimas

campañas se había ubicado en una 4ta posición, siendo superada por las dos jurisdicciones líderes antes mencionadas (Buenos Aires y Córdoba) y también por Santa Fe.

La producción de maíz se genera en muchos departamentos del país. Ordenando según flujo de producción, los 25 departamentos líderes aportan el 50% aproximadamente de la producción nacional del cereal. En este ranking departamental, en el ciclo 2022/23 el departamento Moreno de Santiago del Estero se ubicó en la tercera posición, con 1,4 millones de toneladas producidas, aportando el 3,4% de la producción nacional, un porcentaje que es récord histórico, considerando que en los últimos años no venía superando el 3,0% y que el anterior récord había sido alcanzado en el ciclo 2015/16 (3,3%). Las dos primeras posiciones fueron ocupadas por dos departamentos del sur de Córdoba, General Roca y Río Cuarto. Además de Moreno, otros dos departamentos de Santiago del Estero se ubican en el top 20, se trata de los casos de General Taboada (posición N°15), con unas 644 mil toneladas producidas en el ciclo 2022/23, el 1,6% de la producción nacional y Alberdi (posición N° 20), con 443 mil toneladas, el 1,1% de la producción del país.

Para el proyecto planteado, se dimensionará una planta con una capacidad de producción diaria similar a la de BIO 4 y Diaser. Esto demandará 254.800 toneladas de maíz, representando un 5,6 % del volumen total producido de maíz en Santiago del Estero en la campaña 2022/23.

### ***Análisis y proyecciones macroeconómicas***

El análisis y las proyecciones macroeconómicas para el sector del bioetanol en Argentina muestran tanto oportunidades como desafíos importantes.

Argentina ha mostrado un crecimiento sostenido en la producción de bioetanol, principalmente derivado del maíz, impulsado por la demanda interna y las políticas energéticas nacionales. En 2023, el consumo de bioetanol alcanzó un récord histórico de 1,17 mil millones de litros, con el maíz

representando el 62% de esta producción. Sin embargo, las sequías recientes han afectado la producción agrícola, lo que podría limitar la capacidad de producción a corto plazo (USDA, 2023).

El sector del bioetanol en Argentina está en una fase de expansión, con inversiones significativas proyectadas para los próximos años. Se espera que dos grandes plantas de bioetanol de maíz amplíen su capacidad operativa entre 2024 y 2025. Este desarrollo es importante porque permitirá al país mantener su posición como uno de los principales productores en la región, a pesar de las adversidades climáticas y económicas actuales (USDA, 2023).

El entorno macroeconómico de Argentina presenta desafíos significativos que podrían influir en el desarrollo del sector bioenergético. La economía nacional ha experimentado una profunda recesión en la primera mitad de 2024, con una contracción proyectada del 4% del PIB para este año, aunque se espera una recuperación del 6% en 2025, impulsada por la inversión y el consumo privado. Las presiones inflacionarias también han disminuido, pero siguen siendo altas, lo que podría afectar la competitividad de las exportaciones de bioetanol (BBVA, 2024).

A pesar de estos desafíos, la producción de bioetanol de maíz sigue siendo una oportunidad de inversión atractiva en Argentina, especialmente dada la creciente demanda mundial de combustibles renovables. El gobierno argentino ha mostrado compromiso con la expansión del sector bioenergético, lo que podría generar un ambiente favorable para nuevas inversiones. Además, el desarrollo de nuevas tecnologías en la producción de bioetanol podría mejorar la eficiencia y reducir los costos, haciendo el sector aún más competitivo a nivel global (USDA, 2023; BBVA, 2024).

En base al análisis realizado, el proyecto muestra una factibilidad favorable desde la perspectiva de mercado. El crecimiento sostenido en la demanda de bioetanol en Argentina, junto con la ventaja competitiva de la localización en Santiago del Estero (que permite reducir costos logísticos y asegurar el abastecimiento de maíz) posiciona al proyecto de manera estratégica. Además, la posibilidad de

comercializar la burlanda en los feedlots locales contribuye a diversificar los ingresos, incrementando la rentabilidad y reduciendo la dependencia del mercado de bioetanol.

A modo de síntesis, y siguiendo los lineamientos metodológicos de Sapag Chain et al. (2014), se destacan los principales hallazgos del estudio de mercado:

- Demanda: en crecimiento sostenido, con posibilidades de expansión si se incrementa el corte obligatorio, lo que abre espacio para nuevos oferentes.
- Oferta: concentrada en tres provincias, con capacidad instalada casi saturada; no hay producción actual en Santiago del Estero, lo que representa una oportunidad.
- Precio: regulado por el Estado, aunque se proyecta una mayor liberalización, permitiendo pactos comerciales entre privados.
- Comercialización: el mercado está concentrado en pocas petroleras, lo que implica desafíos contractuales; sin embargo, la venta de burlanda en el mercado local diversifica los canales de ingreso.
- Proyección de ventas: una planta de tamaño medio en Quimilí podría colocar su producción sin dificultades, dada la demanda proyectada y la disponibilidad local de materia prima.

En conjunto, estos factores respaldan la viabilidad comercial del proyecto y refuerzan su potencial como motor de desarrollo regional sustentable.

#### **4.3. Estudio de viabilidad técnica.**

La creciente demanda de energías renovables y la necesidad de aprovechar subproductos agrícolas ha impulsado la producción de bioetanol a partir de maíz en Argentina. Este estudio evalúa la viabilidad técnica de instalar una planta de bioetanol en Santiago del Estero con una capacidad de 98.000 metros cúbicos anuales (para lo cual se demandarán 250.000 ton de maíz). Además, se analiza la utilización

de la burlanda, como alimento para ganado, lo que ofrece un valor agregado significativo a los productores locales de carne.

#### 4.3.1. Dimensiones de la Planta y capacidad instalada.

La capacidad proyectada de la planta (98.000 m<sup>3</sup> anuales) implica una demanda significativa de materia prima (250.000 toneladas de maíz por año), lo que representa aproximadamente el 5,6 % de la producción provincial (considerando lo mencionado para la campaña 2022/2023). Este dato no solo confirma la viabilidad técnica del proyecto en términos de abastecimiento, sino que también sugiere una oportunidad de articulación estratégica con productores locales, minimizando costos logísticos y fortaleciendo el anclaje territorial del emprendimiento. Por otra parte, la generación de burlanda en volúmenes importantes introduce una dimensión adicional de integración con el sector ganadero, cuyo aprovechamiento eficiente podría constituir un factor clave para la rentabilidad global del proyecto.

En la Tabla 4 se resume la información técnica.

Tabla 4: Capacidad de producción proyectada de la planta de bioetanol y generación de subproductos.

Parámetro	Valor estimado (anual)
Producción anual de bioetanol	98.000 m <sup>3</sup>
Producción diaria (promedio)	268 m <sup>3</sup>
Consumo anual de maíz	250.000 toneladas
Burlanda húmeda generada*	75.000 toneladas
Días de operación	365 días

*Fuente: Elaboración propia.*

*\* Calculada en un 30% del peso del maíz procesado*

La planta ocupará un terreno de 25 hectáreas, dividido en áreas funcionales que aseguran la eficiencia de los procesos productivos y el manejo adecuado de los subproductos. Cada sección está diseñada

para maximizar la operación y cumplir con normativas de seguridad, calidad y sostenibilidad ambiental (Figura 3)

**Área de Procesamiento** (10 hectáreas): Espacio principal dedicado a los procesos de fermentación, destilación y deshidratación.

Detalles específicos:

- Fermentación: Incluye tanques de acero inoxidable de 1.000 m<sup>3</sup> cada uno, con capacidad para procesar 20.000 litros de glucosa por ciclo.
- Destilación: Columnas fraccionadas con sistemas automatizados de monitoreo de pureza.
- Deshidratación: Unidades de tamices moleculares para alcanzar un 99,5% de pureza en el etanol.

*Gestión de Burlanda:*

- Instalaciones para el secado de burlanda húmeda (secadores rotativos).
- Espacios para el empaque y almacenamiento temporal antes de la distribución.
- Sistema de trazabilidad implementado para garantizar la calidad nutricional del subproducto, facilitando su comercialización a nivel regional y nacional.

**Almacenamiento de Materia Prima** (5 hectáreas): Área destinada a los silos para el maíz, diseñada para garantizar un suministro continuo a la planta.

Detalles específicos:

- Silos metálicos con capacidad de hasta 20.000 toneladas de maíz, distribuidos en 10 silos de 2.000 toneladas cada uno.
- Sistemas de transporte interno
- Cintas transportadoras automáticas que conectan los silos con la zona de molienda.
- Sensores para controlar la temperatura y humedad, evitando pérdidas por deterioro.

- Automatización del flujo de carga y descarga para reducir tiempos de espera y optimizar la rotación del stock.
- Espacio adicional para la recepción de camiones y maniobras.
- Zona específica de inspección y análisis de calidad del grano, asegurando la materia prima adecuada para el proceso productivo.

**Almacenamiento de Producto Final** (3 hectáreas): Destinado al bioetanol y a la burlanda, preparado para su comercialización.

Detalles específicos:

- Tanques para bioetanol:
  - Capacidad combinada de 20.000 m<sup>3</sup> (4 tanques de 5.000 m<sup>3</sup> cada uno).
  - Sistemas de seguridad contra incendios (rociadores automáticos y espuma química).
  - Sistema de monitoreo en tiempo real de temperatura y presión para asegurar estabilidad del producto almacenado.

**Almacenamiento de burlanda:** Espacios cubiertos para el almacenamiento de burlanda seca en sacos de 25 kg.

- Áreas para la carga de camiones y distribución.
- Implementación de una logística eficiente que permita minimizar costos de transporte y optimizar la entrega a clientes finales.

**Infraestructura Auxiliar** (7 hectáreas): Espacio dedicado a oficinas, laboratorios y plantas de tratamiento de efluentes.

Detalles específicos:

- Oficinas administrativas:
  - Edificio de 1.000 m<sup>2</sup> para albergar áreas de planificación, logística, ventas y reuniones.
- Laboratorios:

- Espacios para análisis de calidad del bioetanol y control de los procesos productivos.
- Equipos modernos para pruebas químicas, físicas y microbiológicas.

*Plantas de tratamiento de efluentes:*

Sistema de reciclaje para recuperar hasta el 40% del agua utilizada, con una proyección de incremento de eficiencia en los primeros 5 años de operación.

Tratamiento de sólidos y líquidos para garantizar el cumplimiento de normativas ambientales.

Incorporación de un sistema de biodigestores para el aprovechamiento de residuos orgánicos y su conversión en biogás, mejorando la sostenibilidad de la planta.

*Zonas de soporte:*

Comedores, vestuarios y áreas de descanso para el personal.

Espacios destinados a capacitaciones y formación continua del personal, garantizando actualización en tecnologías y mejores prácticas.

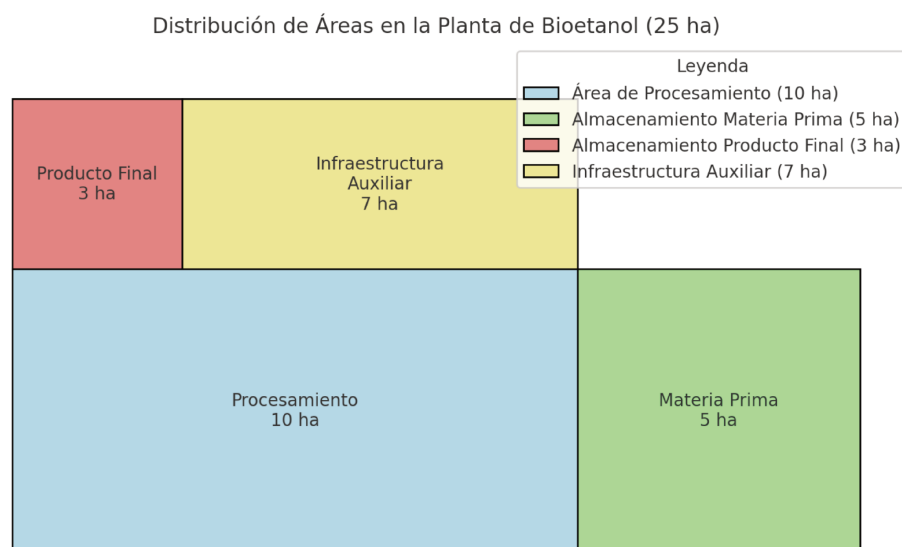


Figura 3: Distribución de áreas en la planta.

*Fuente: elaboración propia.*

### Instalaciones Requeridas

- Recepción y Almacenamiento del Maíz: El maíz se recibirá y almacenará en silos equipados con sistemas de control de temperatura para asegurar la calidad del grano durante el almacenamiento.
- Sistema de Molienda: La molienda del maíz liberará el almidón necesario para la fermentación, utilizando molinos de rodillos de alta eficiencia.
- Planta de Fermentación: Los tanques de fermentación se diseñarán para maximizar la conversión de glucosa en etanol mediante el uso de levaduras específicas.
- Unidad de Destilación y Deshidratación: Columnas de destilación eficientes para alcanzar una pureza de etanol del 99,5%.
- Gestión de Burlanda: La planta estará equipada para el procesamiento de la burlanda, que se secará y almacenará para su posterior venta como alimento para ganado. Esta instalación incluirá secadores y sistemas de empaque para facilitar su distribución.

Implementación de sistemas de eficiencia energética para reducir el consumo de electricidad en la planta.

#### **4.3.2. Descripción del Proceso Productivo.**

El proceso productivo para la obtención de bioetanol y burlanda es un sistema integrado que combina eficiencia tecnológica y sostenibilidad. Se detallan las etapas fundamentales, incluyendo los equipos y parámetros de operación que aseguran la calidad del producto final y el aprovechamiento de los subproductos (Figura 4)

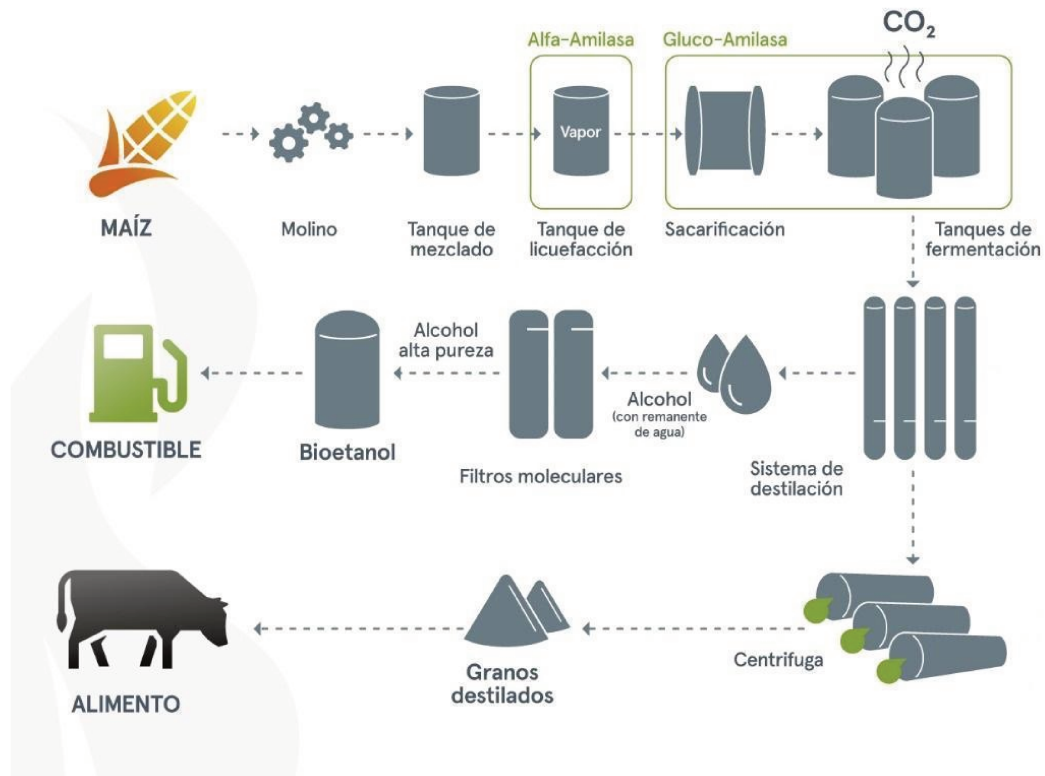


Figura 4: Etapas del Proceso Productivo del Bioetanol y Burlanda.

Fuente: Bio 4 (sf).

### a. Recepción y Almacenamiento del Maíz

#### Recepción automatizada:

El maíz llega a la planta en camiones y se descarga en tolvas de recepción equipadas con básculas electrónicas para registrar el peso exacto.

Se utilizan sistemas de limpieza previos para eliminar impurezas como piedras, polvo y restos de vegetación.

Implementación de un sistema de muestreo y análisis de calidad en la recepción del maíz, verificando humedad, contenido de almidón y presencia de contaminantes.

#### Almacenamiento en silos:

Los silos metálicos tienen una capacidad de almacenamiento de hasta 20.000 toneladas, suficiente para mantener la operación continua durante 30 días.

Los silos están equipados con:

Sistemas de ventilación forzada para evitar condensación.

Control de humedad y temperatura en tiempo real, lo que garantiza la calidad del grano y reduce el riesgo de fermentación no deseada.

Sistema de rotación de inventario para garantizar el uso del maíz en óptimas condiciones.

### **b. Molienda**

*Proceso de molienda:*

El maíz se muele mediante molinos de rodillos de alta eficiencia, diseñados para minimizar pérdidas y maximizar el área de exposición del almidón.

El tamaño final de la molienda es de aproximadamente 0,5 mm, lo que facilita la acción enzimática en las etapas posteriores.

Sistema de reciclaje de partículas finas para reducir desperdicio y mejorar la eficiencia del proceso.

*Sistemas auxiliares:*

Separadores de partículas finas y sistemas de transporte interno (cintas y elevadores) que trasladan el maíz molido a los tanques de licuefacción.

Optimización del consumo energético en los molinos mediante el uso de variadores de velocidad.

### **c. Hidrólisis y Sacarificación**

*Conversión del almidón en glucosa:*

En la etapa de licuefacción, se añaden enzimas como alfa-amilasa bajo condiciones controladas de temperatura (80-90°C) y pH (5,8-6,0) para descomponer el almidón en dextrinas.

Posteriormente, en la sacarificación, la glucosa se libera completamente mediante la acción de enzimas glucoamilasas.

Incorporación de sensores de monitoreo en línea para optimizar el control del proceso y mejorar la eficiencia de conversión.

*Parámetros de eficiencia:*

Tiempo de residencia: 60-90 minutos en tanques de acero inoxidable.

Rendimiento en la conversión: 95-98% del almidón disponible.

#### **d. Fermentación**

*Conversión de glucosa en etanol:*

En tanques de fermentación anaeróbicos, la glucosa se transforma en etanol y CO<sub>2</sub> mediante levaduras específicas (*Saccharomyces cerevisiae*) en condiciones óptimas:

Temperatura: 30-32°C.

Duración: 48-72 horas.

La fermentación genera una mezcla conocida como "mosto fermentado", con una concentración de etanol del 10-12%.

*Gestión del CO<sub>2</sub>:*

El dióxido de carbono producido se captura y puede ser comercializado o utilizado en procesos industriales.

#### **e. Destilación y Deshidratación**

*Separación de etanol:*

El mosto fermentado se somete a destilación fraccionada en columnas de acero inoxidable.

Se obtienen dos fracciones principales:

Etanol con una pureza inicial del 96%.

Residuos sólidos y líquidos que se desvían a la gestión de subproductos.

*Deshidratación:*

El etanol pasa por tamices moleculares para eliminar trazas de agua y alcanzar una pureza del 99,5%, cumpliendo con los estándares de biocombustibles.

Implementación de recuperación de energía térmica en el proceso de destilación para mejorar la eficiencia energética de la planta.

#### **f. Gestión de Burlanda**

##### *Procesamiento del subproducto:*

La burlanda húmeda, rica en proteínas y fibra, se separa mediante centrifugación.

Se seca en secadores rotativos hasta alcanzar un contenido de humedad inferior al 10%.

Optimización del almacenamiento con ventilación controlada para evitar deterioro del producto final.

Automatización en la carga de camiones para reducir tiempos de espera y optimizar la logística de distribución.

#### **g. Almacenamiento y Distribución**

##### *Bioetanol:*

Se almacena en tanques especializados con una capacidad total de 20.000 m<sup>3</sup>, diseñados con sistemas de seguridad contra incendios y monitoreo continuo.

El producto se transporta en cisternas certificadas para distribución nacional.

##### *Burlanda:*

Se almacena en instalaciones cubiertas para protegerla de la humedad ambiental, con capacidad de carga diaria para abastecer a productores locales y regionales.

#### **4.3.3. Recursos Necesarios.**

##### ***Materia Prima:***

##### *Maíz:*

Se necesitarán aproximadamente 250.000 toneladas anuales de maíz. Esto equivale a un consumo promedio de 685 toneladas por día, considerando 365 días de operación al año.

#### Características del Maíz

- **Calidad:** El maíz debe cumplir con estándares específicos para maximizar la eficiencia del proceso:
- **Contenido de humedad:** Entre 12% y 14%, para evitar fermentaciones indeseadas y facilitar el almacenamiento.
- **Rendimiento de almidón:** Al menos un 70% del peso seco del grano debe estar compuesto por almidón, lo que garantiza un alto rendimiento en la conversión a glucosa.

#### *Agua:*

Se requerirán 300.000 metros cúbicos de agua anualmente. Parte de esta agua se utilizará en el proceso de secado de la burlanda.

#### *Energía:*

La planta requerirá aproximadamente 25 MW de energía, con una porción dedicada al secado de la burlanda.

#### *Personal:*

Se prevé la contratación de 150 empleados, con una parte del personal especializada en la gestión y comercialización de la burlanda.

En la Tabla 5 se resumen los recursos necesarios para la producción de bioetanol y burlanda

Tabla 5: Recursos Necesarios para la Producción de Bioetanol y Burlanda.

<b>Recurso</b>	<b>Cantidad Anual</b>	<b>Fuente</b>
Maíz	250.000 toneladas	Productores locales
Agua	300.000 m <sup>3</sup>	Red de agua local
Energía	25 MW	Red eléctrica y cogeneración
Personal	150 empleados	Recursos humanos locales

La planta de bioetanol en Santiago del Estero no solo es viable desde un punto de vista técnico, sino que también ofrece una oportunidad significativa para la producción y comercialización de burlanda como alimento para el ganado. Esto representa un beneficio adicional para la región, apoyando tanto a la industria de bioetanol como a los productores locales de carne, y creando un modelo de negocio diversificado y sostenible.

#### **4.3.4. Proyección Operativa.**

Para evaluar la viabilidad técnica y, posteriormente, económica de la planta de bioetanol en Santiago del Estero, se presenta una proyección operativa con un horizonte de planificación de 10 años (Tabla 6). Esta proyección considera aspectos clave como el volumen de producción, consumo de materia prima e insumos, eficiencia operativa, requerimientos de personal, mantenimiento de equipos y logística.

La capacidad instalada de la planta es de 98.000 m<sup>3</sup> anuales de bioetanol. Se proyecta una puesta en marcha gradual, alcanzando la plena capacidad en el tercer año de operación.

Tabla 6: Volumen de Producción Anual de Bioetanol y Burlanda.

Año	Capacidad Operativa	Producción de Bioetanol (m <sup>3</sup> )	Producción de Burlanda Húmeda (toneladas)
1	85%	83.300	63.750
2	95%	93.100	71.250
3	100%	98.000	75.000
4	100%	98.000	75.000
5	100%	98.000	75.000
6	100%	98.000	75.000
7	100%	98.000	75.000
8	100%	98.000	75.000
9	100%	98.000	75.000
10	100%	98.000	75.000

*Fuente: Elaboración propia.*

La producción de burlanda húmeda se estima en un 30% del peso del maíz procesado. Para llevar adelante el proceso productivo, la principal materia prima es el maíz. Se estima que se requieren 2,5 toneladas de maíz para producir 1 m<sup>3</sup> de bioetanol, lo que implica un rendimiento cercano al 40% en volumen de etanol por tonelada de maíz. En la Tabla 7 se muestra la proyección del consumo de maíz, agua y energía.

Tabla 7: El consumo de maíz y otros insumos se proyecta de la siguiente manera.

Año	Maíz (toneladas)	Agua (m <sup>3</sup> )	Energía (MWh)
1	212.500	300.000	219.000
2	237.500	300.000	219.000
3	250.000	300.000	219.000
4	250.000	300.000	219.000
5	250.000	300.000	219.000
6	250.000	300.000	219.000
7	250.000	300.000	219.000
8	250.000	300.000	219.000
9	250.000	300.000	219.000
10	250.000	300.000	219.000

*Fuente: Elaboración propia.*

Se asume un consumo constante de agua y energía, con posibles optimizaciones compensadas por el aumento en la producción.

La planta requerirá 150 empleados en diversas áreas:

- Operativa: 90 empleados para manejo de equipos y supervisión de procesos.
- Mantenimiento: 30 empleados dedicados al mantenimiento preventivo y correctivo.
- Administrativa y Comercial: 20 empleados para gestión, ventas y logística.
- Calidad y Seguridad: 10 empleados para asegurar el cumplimiento de normas y estándares.

Se implementarán programas de capacitación continua para mejorar la eficiencia y seguridad laboral.

#### *Mantenimiento y Ciclo de Vida de Equipos*

Los equipos principales tienen una vida útil estimada de 20 años, con mantenimientos mayores programados cada 5 años. Se destinará un presupuesto anual del 5% del valor de los equipos para mantenimiento preventivo, incrementándose al 10% en los años de mantenimiento mayor.

### *Logística y Transporte*

La distribución del bioetanol y la burlanda se realizará mediante transporte terrestre. Se estima la necesidad de 10 camiones cisterna para el bioetanol y 15 camiones para la burlanda, considerando una capacidad promedio de 30 toneladas por camión.

Se evaluará la posibilidad de tercerizar el servicio de transporte para optimizar costos y operaciones.

#### **4.4. Estudio organizacional.**

El estudio organizacional permite evaluar si existen las condiciones estructurales, funcionales y de recursos humanos necesarias para operar eficientemente el proyecto propuesto. A partir de la definición del modelo de gestión y de la estructura operativa de la planta, se analizan tanto la disponibilidad de talento local como las estrategias necesarias para asegurar la sostenibilidad organizativa del emprendimiento.

La estructura organizacional diseñada describe el funcionamiento interno de la organización, definiendo responsabilidades, niveles jerárquicos y relaciones funcionales. A través del organigrama propuesto, se representan gráficamente las áreas clave, sus interrelaciones y los roles asignados, con una configuración simple y operativa, adecuada para las etapas iniciales y de consolidación del proyecto.

La importancia de este análisis radica en que, según Sapag Chain et al. (2014), la estructura organizativa debe garantizar la articulación eficiente de los recursos humanos y técnicos, permitiendo alcanzar los objetivos productivos, económicos y sociales del proyecto dentro de un marco de sostenibilidad.

#### **4.4.1 Estructura Organizacional.**

La empresa se organiza en una estructura jerárquica, liderada por un Directorio, seguido de seis gerencias principales, cada una con funciones específicas. Estas gerencias supervisan a sus respectivos equipos operativos y técnicos, garantizando la ejecución fluida de las actividades diarias.

##### ***a. Directorio***

El Directorio es el máximo nivel jerárquico y estratégico de la empresa, encargado de definir la visión y supervisar su implementación. Sus principales funciones incluyen:

- Establecer los objetivos de producción, sostenibilidad y rentabilidad.
- Supervisar el cumplimiento de normativas legales, ambientales y de calidad.
- Coordinar relaciones con actores externos, como inversores, organismos reguladores y comunidades locales.

El Directorio actúa como el punto central de toma de decisiones, delegando la ejecución de las operaciones en las gerencias.

##### ***b. Gerencia de Operaciones***

###### *Responsabilidad Principal:*

Coordinar la producción y mantenimiento de los equipos, asegurando una operación eficiente.

###### *Sectores Bajo su Dirección:*

- Producción: Supervisa el desempeño de los operarios y asegura el cumplimiento de estándares de calidad.
- Mantenimiento: Garantiza la operatividad de la planta mediante estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo.

###### *Requisitos y Habilidades:*

- Ingeniería química, industrial o mecánica.
- Conocimientos en control de procesos y mantenimiento industrial.

- Capacidad de liderazgo y resolución de problemas.

*Capacitación Propuesta:*

- Automatización de procesos industriales.
- Mantenimiento predictivo y gestión de activos.

**c. Gerencia Técnica**

*Responsabilidad Principal:*

Optimizar procesos productivos y supervisar actividades de calidad y control tecnológico.

*Sectores Bajo su Dirección:*

- Ingeniería de Procesos: Evalúa la eficiencia de conversión del maíz en bioetanol y optimiza las operaciones.
- Laboratorio: Control de calidad del bioetanol y subproductos.

*Requisitos y Habilidades:*

- Formación en bioquímica, ingeniería química o agroindustrial.
- Experiencia en análisis y optimización de procesos.
- Conocimientos en normas de calidad y certificaciones ISO.

*Capacitación Propuesta:*

- Certificación en normas ISO 9001 y 14001.
- Análisis de procesos en la industria de biocombustibles.

**d. Gerencia de Seguridad y Medio Ambiente**

*Responsabilidad Principal:*

Velar por la seguridad industrial y la sostenibilidad ambiental.

*Sectores Bajo su Dirección:*

- Seguridad Industrial: Implementación de normas de seguridad y supervisión de protocolos.
- Medio Ambiente: Gestión de efluentes y residuos.

*Requisitos y Habilidades:*

- Formación en seguridad e higiene, medioambiente o ingeniería ambiental.
- Conocimientos en regulaciones ambientales.
- Capacidad para evaluar riesgos industriales.

*Capacitación Propuesta:*

- Prevención de riesgos en la industria bioenergética.
- Gestión de residuos y tratamiento de efluentes.

***e. Gerencia de Recursos Humanos***

*Responsabilidad Principal:*

Gestionar el talento humano, promoviendo un ambiente de trabajo eficiente y motivador.

*Sectores Bajo su Dirección:*

- Capacitación: Diseño de programas de formación técnica y desarrollo de habilidades.
- Administración de Personal: Gestión de contratos, selección y retención de talento.

*Requisitos y Habilidades:*

- Formación en recursos humanos, administración o psicología laboral.
- Habilidades en gestión de equipos y desarrollo organizacional.

*Capacitación Propuesta:*

- Liderazgo y gestión de equipos de alto rendimiento.
- Desarrollo de competencias técnicas en la industria de biocombustibles.

***f. Gerencia Administrativa y Financiera***

*Responsabilidad Principal:*

Supervisar la gestión económica, financiera y comercial del proyecto.

*Sectores Bajo su Dirección:*

- Finanzas: Análisis de costos, presupuestos y proyección financiera.

- Compras: Negociación con proveedores y gestión de contratos.

*Requisitos y Habilidades:*

- Formación en contabilidad, administración o economía.
- Conocimiento en análisis financiero y gestión de costos.
- Habilidades en negociación con proveedores y manejo de presupuestos.

*Capacitación Propuesta:*

- Finanzas corporativas y gestión de riesgos.
- Estrategias de reducción de costos en la industria bioenergética.

**g. Gerencia de Logística**

*Responsabilidad Principal:*

Garantizar el abastecimiento eficiente de materias primas y la distribución del bioetanol y burlanda a los clientes.

*Sectores Bajo su Dirección:*

- Abastecimiento y Recepción: Gestión de entradas de maíz e insumos.
- Despacho y Distribución: Coordinación del transporte de bioetanol y burlanda.

*Requisitos y Habilidades:*

- Formación en logística, ingeniería industrial o administración de operaciones.
- Conocimientos en transporte, almacenamiento y distribución de productos industriales.
- Capacidad para optimizar rutas, costos de transporte y tiempos de entrega.

*Capacitación Propuesta:*

- Gestión logística avanzada.
- Optimización de cadenas de suministro.

En la Figura 5 se muestra el organigrama funcional propuesto para el proyecto. Refleja cómo se distribuirán las funciones internas de la futura unidad productiva.

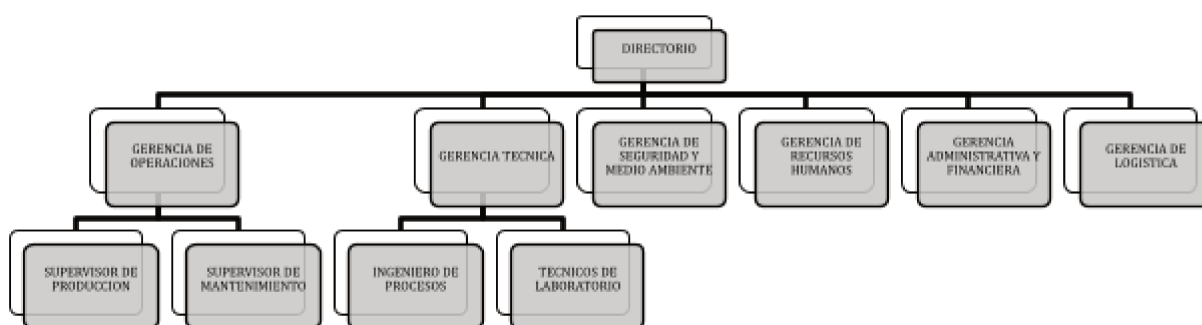


Figura 5: Organigrama de la Planta de Bioetanol.

*Fuente: Elaboración propia.*

La estructura organizativa propuesta está diseñada para garantizar la eficiencia operativa, la calidad del producto y el cumplimiento de los estándares ambientales y de seguridad. Sin embargo, la ubicación en Quimilí plantea desafíos en términos de disponibilidad de mano de obra calificada, especialmente para roles técnicos y de gestión.

Para abordar esta situación, se implementarán programas de capacitación continua y alianzas con instituciones educativas locales, fomentando el desarrollo de habilidades específicas en bioetanol y gestión industrial. Además, la organización promoverá un entorno laboral que incentive la retención del talento local, mediante políticas de desarrollo profesional y beneficios competitivos.

La estructura jerárquica mantendrá la flexibilidad necesaria para adaptarse a las diferentes etapas del proyecto, permitiendo ajustes en la dotación de personal y en la distribución de responsabilidades a medida que la planta alcance su plena capacidad operativa. La incorporación de tecnología y

automatización en procesos clave también optimizará la eficiencia y reducirá la carga operativa, requiriendo un enfoque dinámico en la gestión del talento y la capacitación técnica.

De esta manera, la organización no solo estará preparada para enfrentar los desafíos operativos del proyecto, sino que también contribuirá al desarrollo económico y social de la región, consolidando un modelo de negocio sostenible y adaptable en el tiempo.

#### **4.4.2. Estructura Operativa.**

La estructura operativa de la planta de bioetanol en Quimilí está diseñada para garantizar la eficiencia productiva, el cumplimiento de estándares de calidad y seguridad y la optimización de los procesos logísticos. Se basa en una combinación de automatización y supervisión humana, permitiendo un control preciso de cada etapa del proceso.

Las principales áreas operativas incluyen:

- a. Recepción y almacenamiento de materia prima
- b. Producción de bioetanol y gestión de subproductos
- c. Almacenamiento y distribución de productos terminados
- d. Mantenimiento de equipos y control de calidad
- e. Logística interna y externa

Cada una de estas áreas requiere personal con habilidades específicas, capacitación constante y una planificación operativa acorde a la capacidad de la planta.

##### *a. Recepción y Almacenamiento de Materia Prima.*

Descripción de la Operación:

- La recepción del maíz se realiza mediante camiones con descarga automatizada en tolvas de recepción.

- Se implementa un sistema de control de calidad, asegurando que el maíz cumpla con los estándares de humedad y pureza.
- Se almacena en silos metálicos con capacidad de hasta 20.000 toneladas, equipados con sensores de humedad y temperatura.

Personal Necesario:

- Supervisores de recepción: 2
- Técnicos de calidad: 4
- Operarios de silos y transporte interno: 6

Requisitos y Capacitación:

- Conocimientos en manejo de granos y sistemas de almacenamiento.
- Capacitación en control de calidad de materia prima y detección de impurezas.
- Entrenamiento en operación de cintas transportadoras y equipos de monitoreo.

*b. Producción de Bioetanol y Gestión de Subproductos.*

Descripción de la Operación:

- El maíz almacenado se transporta automáticamente a los molinos donde es triturado para iniciar el proceso de fermentación.
- En la fermentación, se utilizan levaduras industriales específicas y sistemas de control de temperatura y pH.
- El etanol resultante se separa mediante destilación y deshidratación en columnas fraccionadas.
- La burlanda húmeda se extrae como subproducto, pasando a un proceso de secado para su comercialización.

Personal Necesario:

- Operarios de molienda y fermentación: 8

- Técnicos en procesos bioquímicos: 6
- Supervisores de planta: 3

#### Requisitos y Capacitación:

- Formación en procesos químicos e industriales.
- Capacitación en manejo de levaduras y control de fermentación.
- Entrenamiento en destilación y control de pureza del etanol.

#### *c. Almacenamiento y Distribución de Productos Terminados.*

#### Descripción de la Operación:

- El bioetanol producido se almacena en tanques especializados, con sistemas de seguridad contra incendios y monitoreo de presión.
- La burlanda seca se empaqueta en sacos de 25 kg o se almacena a granel para su distribución en feedlots y establecimientos ganaderos.
- Se organizan rutas de distribución para el bioetanol y la burlanda, optimizando costos logísticos.

#### Personal Necesario:

- Supervisores de almacenamiento: 2
- Operarios de carga y distribución: 6
- Técnicos en control de calidad: 4

#### Requisitos y Capacitación:

- Conocimientos en almacenamiento de líquidos inflamables y manejo de subproductos sólidos.
- Capacitación en manejo de equipos de carga y seguridad en transporte de bioetanol.
- Entrenamiento en normas de distribución y logística para biocombustibles.

#### *d. Mantenimiento de Equipos y Control de Calidad*

##### Descripción de la Operación:

- Se realizan inspecciones diarias en los equipos de molienda, fermentación y destilación para detectar fallas.
- El área de mantenimiento ejecuta tareas preventivas y correctivas en motores, válvulas, sensores y tuberías.
- Se implementa un sistema de monitoreo en tiempo real para detectar anomalías en el proceso productivo.

##### Personal Necesario:

- Ingenieros de mantenimiento: 3
- Técnicos mecánicos y eléctricos: 6
- Supervisores de calidad: 2

##### Requisitos y Capacitación:

- Formación en mecánica industrial, electrónica y automatización.
- Capacitación en gestión de mantenimiento predictivo y correctivo.
- Entrenamiento en diagnóstico de fallas y calibración de equipos industriales.

#### *e. Logística Interna y Externa*

##### Descripción de la Operación:

- La logística interna optimiza el transporte de maíz desde los silos a la planta de producción.
- Se coordina la salida del bioetanol en camiones cisterna y la distribución de burlanda a nivel local y regional.
- Se evalúan rutas de transporte eficientes para minimizar costos de distribución.

##### Personal Necesario:

- Coordinadores de logística: 3

- Choferes de transporte interno: 4
- Supervisores de distribución: 2

#### Requisitos y Capacitación:

- Conocimientos en gestión de almacenes y logística de distribución.
- Capacitación en seguridad en transporte de materiales inflamables.
- Entrenamiento en uso de software de planificación de rutas y optimización de costos logísticos.

#### **4.4.3. Disponibilidad de mano de obra en Santiago del Estero.**

El desarrollo de la planta en Quimilí requiere una evaluación sobre la disponibilidad de personal calificado. Actualmente, la provincia cuenta con una base laboral orientada a la agroindustria, pero presenta un déficit en personal altamente capacitado para la operación y gestión de procesos industriales complejos. Se planea implementar programas de formación a través de convenios con universidades, institutos técnicos y centros de capacitación laboral, con el objetivo de reducir la dependencia de mano de obra externa.

En caso de que sea necesario, se contempla la posibilidad de atraer profesionales de otras regiones mediante incentivos salariales y beneficios de relocalización, asegurando que la planta cuente con el talento humano requerido para alcanzar su máxima eficiencia operativa.

El estudio organizacional permite concluir que la estructura organizacional propuesta resulta adecuada para las exigencias operativas y estratégicas de una planta de bioetanol de mediana escala. Su diseño jerárquico-funcional garantiza una distribución clara de responsabilidades y favorece la coordinación entre áreas técnicas, administrativas y logísticas. A pesar de los desafíos asociados a la disponibilidad de mano de obra calificada en la región, se plantean estrategias viables para su abordaje, como

programas de capacitación y convenios institucionales. En conjunto, este esquema organizativo ofrece una base sólida para el funcionamiento eficiente del proyecto y su sostenibilidad en el tiempo.

#### **4.5. Estudio de viabilidad legal y ambiental.**

Este estudio analiza la viabilidad legal y ambiental para la instalación de una biorrefinería destinada a la producción de bioetanol de maíz en la ciudad de Quimilí, ubicada en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. La capacidad de producción proyectada es de 98.000 metros cúbicos anuales. El análisis se centra en el marco normativo y las implicaciones ambientales que el proyecto podría enfrentar, utilizando tecnologías comúnmente empleadas en la industria argentina de biocombustibles.

#### **Contexto Normativo y Legal.**

##### ***Legislación Nacional sobre Biocombustibles.***

En Argentina, la producción y comercialización de biocombustibles se encuentra regulada por un marco legal específico que se inició con la Ley 26.093 (2006) y fue actualizado por la Ley 27.640 (2021). Esta última establece un régimen de promoción adaptado a las transformaciones del sector energético, con énfasis en la sostenibilidad, el agregado de valor en origen y el desarrollo regional.

La Ley 27.640 regula toda la cadena de producción, distribución y comercialización de bioetanol, biodiesel y biogás, y estará vigente hasta el año 2036, con posibilidad de prórroga. Entre sus principales disposiciones se destacan:

- Cuotas de mezcla obligatoria

Bioetanol: Corte obligatorio del 12% en las naftas, dividido en partes iguales entre etanol de maíz y de caña de azúcar.

Biodiesel: Corte obligatorio del 5% en gasoil.

Estos porcentajes pueden ser modificados por el Poder Ejecutivo, en función de la disponibilidad de materia prima y las condiciones del mercado.

- Beneficios fiscales y de promoción

Exención del Impuesto a los Combustibles Líquidos y del Impuesto al Dióxido de Carbono, lo que mejora la competitividad del bioetanol frente a los combustibles fósiles.

Incentivos para PyMEs, incluyendo subsidios y acceso a financiamiento preferencial.

Garantía de abastecimiento para el mercado interno, con posibilidad de intervención estatal en caso de escasez.

- Fiscalización y estándares de calidad

El Estado, a través de organismos competentes, define y controla el cumplimiento de normas técnicas para la producción, mezcla y comercialización de biocombustibles. Se contemplan auditorías y sanciones ante eventuales incumplimientos.

- Rol estratégico de los biocombustibles

La normativa se enmarca en una política energética nacional orientada a la transición hacia fuentes renovables, en línea con los compromisos internacionales de Argentina en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, la ley destaca la función de los biocombustibles para el desarrollo económico en regiones rurales productoras de materias primas como maíz y caña de azúcar.

### ***Legislación Laboral***

Además del cumplimiento de las normativas nacionales sobre biocombustibles y medio ambiente, el proyecto debe ajustarse a la legislación laboral vigente en Argentina.

La Ley de Contrato de Trabajo N° 20.744, regula las relaciones laborales, asegurando condiciones adecuadas de empleo. La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N°19.587, establece los

lineamientos necesarios para garantizar la seguridad industrial en un entorno donde se manipulan sustancias inflamables como el bioetanol.

Por otro lado, existe la obligatoriedad de afiliar a los empleados de la empresa en una Aseguradora de Riesgos del Trabajo (ART) la cual proporciona coberturas y asistencia en caso de accidentes laborales, contribuyendo a la protección social y al bienestar del personal.

### ***Comercialización de Burlanda y Normativa SENASA***

La comercialización de burlanda como subproducto destinado a la alimentación animal requiere el cumplimiento de la normativa establecida por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). La planta productora deberá estar registrada como establecimiento elaborador de alimentos para animales, conforme a lo dispuesto en la Resolución SENASA N° 767/2006, que regula la producción y el control de subproductos agrícolas utilizados en dietas animales.

Además, debe implementar sistemas adecuados de etiquetado y trazabilidad para garantizar la calidad y seguridad del producto final, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes y facilitando el seguimiento desde la producción hasta la entrega.

Finalmente, todo alimento para ganado que se comercializa en Argentina debe ajustarse a la Resolución SENASA N° 594/2015, que establece el Reglamento Técnico para la Inscripción, Elaboración y Comercialización de Alimentos para Animales. Esta normativa abarca alimentos balanceados, suplementos, concentrados, núcleos vitamínico-minerales, premezclas y subproductos de uso zootécnico, incluyendo la burlanda seca (DDGS) derivada de la producción de bioetanol.

### ***Normativas Ambientales***

El marco normativo ambiental en Argentina es amplio y abarca diferentes aspectos relevantes para la biorrefinería:

- Ley General del Ambiente N° 25.675: Esta ley establece los principios de la política ambiental nacional, incluyendo el principio precautorio, de equidad intergeneracional y de prevención. Obliga a la realización de estudios de impacto ambiental (EIA) previos a la ejecución de cualquier proyecto que pueda afectar el ambiente.
- Ley de Residuos Peligrosos N° 24.051: Regula la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. Dado que la producción de bioetanol genera subproductos y residuos, la planta deberá cumplir con las disposiciones de esta ley, incluyendo el registro de generadores de residuos peligrosos y la gestión adecuada de los mismos.
- Ley de Gestión de Aguas N° 25.688: Regula el uso y preservación de los recursos hídricos, un aspecto relevante para una biorrefinería dado su consumo intensivo de agua (tal como se destacó en el estudio técnico). La planta deberá obtener permisos específicos para el uso del agua y garantizar que las descargas cumplan con las normativas establecidas.
- Normativas Provinciales y Municipales: Además de las leyes nacionales, Santiago del Estero cuenta con su propia legislación ambiental que incluye la necesidad de realizar evaluaciones ambientales y obtener permisos específicos para la construcción y operación de la planta. Es esencial consultar con las autoridades locales en Quimilí para garantizar el cumplimiento de las regulaciones municipales que puedan afectar al proyecto.

### ***Procedimientos y Permisos Necesarios***

La instalación de la planta de producción de bioetanol requerirá la obtención de varios permisos y autorizaciones, entre los que se destacan:

- Estudio de Impacto Ambiental (EIA): Como parte del proceso de evaluación ambiental, se debe presentar un EIA que considere los posibles impactos en el aire, agua, suelo, biodiversidad, y la comunidad local. Este estudio debe ser aprobado por las autoridades ambientales provinciales.
- Permiso de Uso de Suelo y Construcción: Emitido por las autoridades locales, este permiso garantiza que el proyecto cumple con las regulaciones de zonificación y uso de suelo en Quimilí.
- Autorizaciones para Emisiones y Descargas: La planta debe cumplir con los estándares de calidad ambiental, lo que incluye la obtención de permisos para emisiones atmosféricas, descarga de efluentes y manejo de residuos.

### *Consideraciones Ambientales Específicas*

- Impacto en los Recursos Hídricos: El proceso de producción de bioetanol es intensivo en el uso de agua. Debe asegurarse que la captación de agua para la planta no afecte negativamente a las fuentes hídricas locales, tanto en cantidad como en calidad. Se debe considerar la implementación de sistemas de reciclaje de agua y tratamiento de efluentes para minimizar la huella hídrica.
- Emisiones Atmosféricas: La combustión y fermentación en el proceso de producción de bioetanol generan emisiones de gases como CO<sub>2</sub> y otros compuestos volátiles. Aunque las emisiones de CO<sub>2</sub> son parcialmente compensadas por la captura de carbono durante el crecimiento del maíz, es necesario implementar tecnologías de control de emisiones para cumplir con las normativas ambientales.
- Gestión de Residuos: El subproducto principal, la burlanda, será vendido como alimento para consumo animal, lo que mitiga parte del impacto ambiental. Sin embargo, es importante que el

manejo y almacenamiento de este subproducto cumplan con las regulaciones para evitar la contaminación del suelo y el agua.

### ***Biodiversidad y Uso del Suelo***

La construcción de la planta podría alterar el hábitat local y el uso del suelo. Es importante realizar un análisis detallado de los impactos sobre la biodiversidad, considerando medidas de mitigación como la reforestación y la creación de áreas de conservación.

La viabilidad legal y ambiental del proyecto de instalación de una planta productora de bioetanol de maíz en Quimilí depende en gran medida del cumplimiento riguroso de la legislación argentina vigente. Es esencial que el proyecto se enfoque en la obtención de los permisos necesarios, la realización de estudios ambientales exhaustivos, y la implementación de tecnologías que minimicen el impacto ambiental.

El estudio legal confirma que el proyecto es jurídicamente viable y cumple con las normativas nacionales y provinciales aplicables, incluyendo las leyes de biocombustibles, medio ambiente, regulaciones laborales y los requisitos del SENASA para la comercialización de burlanda como alimento animal. No se identifican limitaciones legales que obstaculicen su implementación. Sin embargo, se recomienda un seguimiento continuo de la legislación vigente para minimizar riesgos y garantizar el cumplimiento en todas las etapas del proyecto. La adhesión a estas regulaciones no solo asegura la viabilidad legal del emprendimiento, sino que también refuerza un compromiso con las buenas prácticas laborales, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental fundamentales para un negocio competitivo y sostenible en el tiempo.

#### **4.6. Estudio de viabilidad financiera.**

El desarrollo de la planta de bioetanol requiere una planificación financiera estructurada que garantice una implementación eficiente del proyecto.

En este estudio, se optó por utilizar un enfoque prudente y conservador. Esto implica que los costos y egresos proyectados tendieron a ser sobreestimados deliberadamente, mientras que los ingresos estimados se presentaron de manera moderada o incluso subdimensionada. Esta práctica es común en estudios de factibilidad, porque permite contemplar escenarios adversos y otorga un mayor margen de seguridad en la toma de decisiones.

##### **4.6.1. Inversiones.**

La inversión se divide en tres fases principales, distribuidas en un horizonte de tres años, con el objetivo de optimizar el flujo de caja y minimizar el impacto financiero en la etapa inicial. Esta estrategia permite una entrada gradual de capital, alineada con el crecimiento progresivo de la producción.

Los valores monetarios o precios que definen el monto de la inversión se obtuvieron de referencias de mercado, estudios de viabilidad y valores promedio de plantas de similares características que operan actualmente en Argentina. En particular, se adoptó como valor referencial la estimación proporcionada por Manuel Ron , CoFundador de Bio4, y Tomás Beamonte, Gerente General de Bio4, durante unas entrevistas telefónicas. Los entrevistados indicaron que la inversión estándar utilizada en el sector para plantas con una capacidad operativa de 98.000 m<sup>3</sup>/año se sitúa en 1 - 1,2 USD por litro anual, lo cual resulta en una inversión total de 100.000.000 - 120.000.000 USD + IVA.

Esta cifra no se encuentra disponible en bibliografía publicada, pero es utilizada por consultoras y actores del sector como valor de referencia.

##### *a. Fase 1: Inversión Inicial (Año 0)*

Esta etapa comprende la inversión esencial para el inicio de operaciones. Se prioriza la infraestructura básica, los equipos fundamentales para la producción y los sistemas de automatización (Tabla 8).

Tabla 8: Inversión en infraestructura física.

Concepto	Área (m <sup>2</sup> )	Monto (USD/ m <sup>2</sup> )	Monto Total (USD)
Área de Procesamiento	50.000	400	20.000.000
Almacenamiento de Materias Primas	25.000	200	5.000.000
Infraestructura Auxiliar (oficinas, laboratorios, seguridad)	30.000	150	4.500.000
<b>Subtotal Infraestructura Física</b>	-	-	<b>29.500.000</b>

*Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por informantes calificados.*

En la Tabla 9 se detalla la inversión en tecnologías y equipamiento

Tabla 9: Equipos Principales y Tecnología.

Concepto	Monto (USD)
Molinos de alta eficiencia	2.500.000
Fermentadores industriales	6.000.000
Columnas de destilación y tamices moleculares	7.000.000
Secadores de burlanda y sistemas de empaque	5.000.000
Sistemas de tratamiento de efluentes y recuperación de agua	2.500.000
Software SCADA y automatización	2.000.000
<b>Subtotal Equipos y Tecnología</b>	<b>25.000.000</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Se considera importante la capacitación inicial del personal en algunas cuestiones previas a la puesta en marcha de proyecto. La inversión en capacitación en la denominada Fase 1 asciende a 200.000 USD.

**El valor total de la inversión inicial (Año 0) es de 54.700.000 USD**

*b. Fase 2: Expansión y Optimización (Año 1)*

En el año 1, se amplía la capacidad operativa con una inversión adicional de 23.000.000 USD.

En esta etapa se incorporan sistemas de eficiencia energética, expansión de almacenamiento y tecnología complementaria (Tabla 10).

Tabla 10: sistemas de eficiencia energética, expansión de almacenamiento y tecnología complementaria.

Concepto	Monto (USD)
Expansión del Área de Procesamiento (+20.000 m <sup>2</sup> )	10.000.000
Ampliación de capacidad de destilación y almacenamiento	8.000.000
Optimización energética, digitalización y sistemas de control	5.000.000
<b>Total Año 1</b>	<b>23.000.000</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

*c. Fase 3: Consolidación de Producción (Año 2)*

En el tercer año, la planta alcanza el 95% de su capacidad operativa. La inversión de 15.900.000 USD se destina a completar el equipamiento necesario y mejorar procesos productivos (Tabla 11).

Tabla 11: Equipamiento necesario y mejorar procesos productivos.

Concepto	Monto (USD)
Mejora del proceso productivo y eficiencia operativa	8.000.000
Adquisición de equipos tecnológicos complementarios	7.900.000
<b>Total Año 2</b>	<b>15.900.000</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

*d. Fase 4: Expansión Final y Mantenimiento (Año 3)*

En el cuarto año, con la planta operando a plena capacidad, se invierten **9.000.000 USD** en mantenimiento preventivo y mejoras para asegurar la eficiencia en el largo plazo (Tabla 12).

Tabla 12: Inversión en mantenimiento preventivo y mejoras.

Concepto	Monto (USD)
Mantenimiento y actualización de equipos críticos	4.700.000
Implementación de procesos de economía circular	4.300.000
<b>Total Año 3</b>	<b>9.000.000</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla 13 se presenta un resumen general de la inversión requerida por el proyecto planteado.

Tabla 13: Resumen General de la Inversión.

Fase	Inversión (USD)
Fase 1 (Año 0)	54.700.000
Fase 2 (Año 1)	23.000.000
Fase 3 (Año 2)	15.900.000
Fase 4 (Año 3)	9.000.000
<b>Total Inversión</b>	<b>102.600.000</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

La inversión total del proyecto de bioetanol se estructuró de manera estratégica para garantizar una implementación eficiente sin sobrecargar el flujo de caja en los primeros años de operación. A través de una inversión progresiva, se logra reducir la presión financiera inicial, optimizar la asignación de capital y mejorar la rentabilidad del proyecto en el mediano y largo plazo.

Este enfoque permite que la planta alcance su máxima capacidad operativa en el año 3 (como se manifestó en el estudio técnico), asegurando una transición ordenada y sostenible desde el inicio de las operaciones hasta la consolidación del proceso productivo.

#### 4.6.2. Ingresos.

Los ingresos proyectados para la planta de bioetanol provienen de dos fuentes principales: la comercialización del bioetanol como biocombustible y la venta del subproducto burlanda, utilizado

como alimento en la industria ganadera. Para calcular los ingresos, se consideraron las capacidades productivas de la planta (ver estudio técnico), los precios de mercado de ambos productos y una proyección conservadora de la demanda futura.

#### a. Bioetanol

La producción anual de la planta funcionando a pleno se estima en 98.000 metros cúbicos de bioetanol, lo que representa una capacidad de procesamiento significativa en el contexto del mercado argentino. Para establecer el precio promedio del bioetanol, se tomaron en cuenta referencias del mercado local y regional:

- Precio en mercado interno argentino: USD 0,55 por litro (Fuente: Ministerio de Economía. Secretaría de Energía, sf).
- Precio en mercados regionales (Brasil y Paraguay): USD 0,60 y USD 0,65 por litro, respectivamente.

*Promedio calculado:*  $(0,55 + 0,60 + 0,65) / 3 = \text{USD } 0,60$  por litro<sup>1</sup>

Con estos datos, los ingresos anuales proyectados para los años de máxima producción posible se calculan como:  $98.000.000 \text{ litros} \times \text{USD } 0,60 = \text{USD } 58.800.000$

Este valor corresponde al ingreso anual estimado al momento de producción plena. Se debe aclarar que, en los primeros años, la producción será menor debido a las ineficiencias iniciales del proyecto y a la curva de aprendizaje.

#### b. Burlanda

Tal como se detalla en el estudio técnico, a momento de capacidad plena de la planta, la producción de burlanda estimada es de 75.000 toneladas.

Para estimar el precio promedio de la burlanda, se tomaron precios locales y regionales:

---

<sup>1</sup> Para el análisis de sensibilidad, se deben considerar precios de referencia adicionales y posibles fluctuaciones en la demanda.

- Precio en feedlots de Argentina: USD 180 por tonelada
- Precio en mercados ganaderos de Brasil: USD 190 por tonelada
- Precio en mercados ganaderos de Uruguay: USD 190 por tonelada

Promedio calculado:  $(180 + 190 + 190) / 3 = \text{USD } 186$  por tonelada.

Los ingresos anuales por la venta de burlanda se estiman como:  $75.000 \text{ toneladas} \times \text{USD } 186 = \text{USD } 13.950.000$

c. Total de ingresos anuales proyectados

En la Tabla 14 se muestra la proyección de ingresos, considerando la producción de bioetanol y burlanda estimados en el estudio técnico para el horizonte de planificación de 10 años.

Tabla 14: Proyección de ingresos.

Año	Capacidad Operativa (%)	Producción de Bioetanol (m³)	Producción de Burlanda Húmeda (toneladas)	Ingresos Bioetanol (USD)	Ingresos Burlanda Húmeda (USD)	Ingresos totales (USD)
1	85%	83.300	63.750	49.980.000	11.857.500	61.837.500
2	95%	93.200	71.250	55.860.000	13.252.500	69.112.500
3	100%	98.000	75.000	58.800.000	13.950.000	72.750.000
4	100%	98.000	75.000	58.800.000	13.950.000	72.750.000
5	100%	98.000	75.000	58.800.000	13.950.000	72.750.000
6	100%	98.000	75.000	58.800.000	13.950.000	72.750.000
7	100%	98.000	75.000	58.800.000	13.950.000	72.750.000
8	100%	98.000	75.000	58.800.000	13.950.000	72.750.000
9	100%	98.000	75.000	58.800.000	13.950.000	72.750.000
10	100%	98.000	75.000	58.800.000	13.950.000	72.750.000

Fuente: Elaboración propia.

Anualmente, aproximadamente el 81% de los ingresos son explicados por la venta de bioetanol y el 19% proviene de la venta de burlanda.

d. Precio de maíz y concepto de “precio con contraflete”

En diálogo con el gerente de Bio4, se informó que el precio neto que recibiría el productor de maíz en la zona del proyecto debe calcularse considerando el siguiente esquema:

- Precio de referencia del maíz en Rosario: USD 180
- Flete largo (Quimilí - Rosario): USD 50
- Flete corto (zona de influencia del proyecto, 60-80 km): USD 10

Resultado:  $180 - 50 + 10 = \text{USD } 140$  por tonelada

Este valor representa el precio con contraflete, término utilizado en el sector para reflejar el beneficio de vender localmente sin asumir el costo logístico del transporte a puerto. Este diferencial podría representar una ventaja competitiva para el productor local, al recibir un precio similar o superior sin incurrir en gastos adicionales de logística.

#### **4.6.3. Egresos.**

Los egresos asociados al proyecto, fueron estimados con base en estándares industriales y ajustados al contexto regional. Para cada categoría, se realizaron cálculos detallados y se consideraron precios de diferentes fuentes para establecer un promedio representativo.

Las fuentes utilizadas para los precios se indican para garantizar la transparencia y veracidad de los datos.

#### ***Materia prima (maíz):***

Se incorpora el concepto de "precio neto de maíz" (precio con contraflete) como ventaja competitiva, porque permite reducir los costos de transporte al negociar directamente con productores locales dentro de un radio cercano de 20-30 km.

Esto no solo disminuye el gasto en términos de adquisición de la materia prima, sino que también fortalece la posición estratégica del proyecto en una región alejada de los grandes puertos, destacando su enfoque en optimización logística y sostenibilidad económica.

Costo total estimado de la materia prima: 250.000 toneladas × USD 140 = USD 35.000.000

Sin embargo, durante los primeros años del proyecto, la capacidad operativa aumentará progresivamente. En consecuencia, el consumo de maíz variará año a año hasta alcanzar la producción plena en el año 3.

En la Tabla 15, se presenta la proyección del consumo anual de maíz considerando una curva de crecimiento realista:

Tabla 15: Proyección del consumo de maíz según capacidad operativa (en toneladas y USD).

Año	Capacidad operativa (%)	Consumo estimado (toneladas)	Precio unitario (USD/ton)	Costo total (USD)
1	85%	212.000	140	29.750.000
2	95%	237.500	140	33.250.000
3	100%	250.000	140	35.000.000
4 a 10	100%	250.000	140	35.000.000 cada año

Fuente: Elaboración propia.

### ***Insumos químicos:***

Incluyen enzimas, levaduras y aditivos esenciales para el proceso productivo.

Fuentes de precios:

- Enzimas: USD 2.500.000 anuales (fuente: Cotización de Novozymes, informe técnico 2024).
- Levaduras: USD 2.000.000 anuales (fuente: Proveedores locales de insumos biotecnológicos, Argentina, 2024).

- Aditivos: USD 1.500.000 anuales (fuente: Informe de costos de producción de bioetanol, Universidad Nacional del Litoral, 2023).
- Costo total: USD 2.500.000 + USD 2.000.000 + USD 1.500.000 = USD 6.000.000 anuales.

### ***Energía:***

Consumo estimado: 25 MW anuales.

Tarifas promedio:

- Argentina: USD 90 por MWh (fuente: CAMMESA - Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico, informe tarifario 2024).
- Brasil: USD 95 por MWh (fuente: Agencia Nacional de Energía Eléctrica de Brasil, informe 2024).
- Uruguay: USD 100 por MWh (fuente: UTE - Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas, reporte anual 2024).

Promedio calculado:  $(90 + 95 + 100) / 3 = \text{USD } 95$  por MWh.

Monto anual anual:  $25 \text{ MW} \times 1.000 \text{ MWh} \times \text{USD } 95 = \text{USD } 2.500.000$ .

### ***Agua:***

Consumo proyectado: 300.000 m<sup>3</sup> anuales.

Tarifas promedio:

- Argentina: USD 1,50 por m<sup>3</sup> (fuente: Informe de costos hídricos, Aguas y Saneamientos Argentinos, 2024).
- Brasil: USD 1,60 por m<sup>3</sup> (fuente: ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, informe 2024).

- Paraguay: USD 1,40 por m<sup>3</sup> (fuente: Essap - Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay, informe 2024).

Promedio calculado:  $(1,50 + 1,60 + 1,40) / 3 = \text{USD } 1,50$  por m<sup>3</sup>.

Monto anual:  $300.000 \text{ m}^3 \times \text{USD } 1,50 = \text{USD } 500.000$ .

### ***Mantenimiento de equipos:***

Incluye mantenimiento preventivo y correctivo.

Fuentes de precios:

- Contratos de mantenimiento anual: USD 2.000.000 (fuente: Cotizaciones de proveedores locales de servicios industriales, Argentina, 2024).
- Repuestos y reparaciones: USD 1.000.000 (fuente: Informe técnico de costos operativos, Universidad Nacional del Litoral, 2023).

Monto total:  $\text{USD } 2.000.000 + \text{USD } 1.000.000 = \text{USD } 3.000.000$  anuales.

### ***Mano de obra:***

La estructura organizativa de la planta de bioetanol contempla la contratación de 150 empleados, distribuidos en diferentes niveles jerárquicos y operativos, asegurando una gestión eficiente y sostenible del proyecto. Se ha diseñado un esquema de contratación progresiva que acompaña la evolución operativa de la planta, iniciando con una dotación parcial y alcanzando la capacidad total en el tercer año de operación.

En la tabla 16 se detalla la cantidad de empleados, sus funciones y los salarios anuales estimados, de acuerdo con valores de referencia del mercado laboral en Argentina, Brasil y Uruguay:

Tabla 16: Distribución del personal y escalas salariales.

Categoría	Cantidad de empleados	Salario anual estimado por empleado (USD)	Costo total anual (USD)
Directorio (Alta Gerencia)	3	50.000	150.000
Gerencias (6 áreas principales)	6	45.000	270.000
Supervisores (uno por cada gerencia: Operaciones, Técnica, Seguridad, RRHH, Finanzas, Logística)	6	35.000	210.000
Técnicos Especializados (ingenieros de procesos, analistas de calidad, técnicos de laboratorio, técnicos de mantenimiento, logística y seguridad)	40	30.000	1.200.000
Operarios de planta (mantenimiento, producción, almacenamiento, distribución, seguridad)	65	25.000	1.625.000
Personal administrativo (contabilidad, compras, atención al cliente, soporte logístico, gestión de RRHH)	20	28.000	560.000
Personal de apoyo (limpieza, mantenimiento general, auxiliares)	10	22.000	220.000
<b>Total</b>	<b>150</b>	—	<b>4.235.000</b>

Dado que la planta no operará a su máxima capacidad desde el primer año, la incorporación del personal se realizará de manera escalonada:

- Año 1: 85% de la capacidad operativa, con 127 empleados contratados.
- Año 2: 95% de la capacidad operativa, con 142 empleados.
- Año 3 en adelante: 100% de la capacidad operativa, con 150 empleados.

Esta planificación permite optimizar los egresos en términos salariales durante las etapas iniciales del proyecto, asegurando una estructura de egresos alineada con la curva de crecimiento de la producción.

Gastos totales anuales estimados en términos de salarios a capacidad plena de la planta:

150 empleados x salario promedio de USD 29.000 = USD 4.235.000.

### *Logística y transporte*

La logística es un componente clave en la operación de la planta. Permite asegurar la recepción eficiente de la materia prima (maíz) así como la distribución oportuna de los productos finales (bioetanol y burlanda). Se ha estimado el costo anual del transporte en función de dos rubros principales:

- Transporte terrestre interno: Incluye la recepción del maíz desde productores locales dentro de un radio de 20-30 km.
- Distribución regional: Corresponde al envío de bioetanol a refinerías y burlanda a productores ganaderos en las zonas de influencia.

En la Tabla 17, se detallan las fuentes de donde se obtuvieron los datos para estimar los egresos en términos de fletes.

Tabla 17: Fuentes de egresos logísticos.

Concepto	Egreso Anual (USD)	Fuente
Transporte terrestre interno (materia prima)	600.000	Cámara Empresaria de Operadores Logísticos, informe 2024
Distribución regional (productos finales)	400.000	Proveedores de transporte regional, 2024
<b>Egresos totales anuales</b>	<b>1.000.000</b>	

*Fuente: Elaboración propia.*

Debido a que la producción no operará a plena capacidad en los primeros años, se establece una evolución escalonada en los egresos debidos a transporte:

- Año 1: 85% de capacidad operativa → USD 850.000
- Año 2: 95% de capacidad operativa → USD 950.000
- Año 3 en adelante: 100% de capacidad operativa → USD 1.000.000

*Comparación del costo de materia prima por zonas:* Como complemento al análisis logístico, se incorpora una comparación regional del costo total de la materia prima (maíz), incluyendo el impacto del transporte sobre el precio final de adquisición (Tabla 18). Esta comparación permite visualizar de forma clara la ventaja estratégica que representa la ubicación del proyecto respecto a otras zonas productivas del país:

Tabla 18: Comparación regional del costo de materia prima (USD por tonelada).

Región	Precio pizarra Rosario (USD/t)	Flete promedio (USD/t)	Costo total estimado (USD/t)
Zona Núcleo (Santa Fe – Córdoba)	180	25	205
Zona Norte (Santiago del Estero – Chaco)	180	50	230
<b>Zona del Proyecto (Quimilí y alrededores)</b>	180	<b>- 40*</b>	<b>140</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

La comparación regional del valor de adquisición del maíz muestra que el proyecto en Quimilí accede a materia prima con un egreso estimado de USD 140 por tonelada, frente a los USD 205 y USD 230 por tonelada en otras regiones productivas. Esta ventaja relativa se explica por la proximidad al origen productivo, lo que reduce significativamente los gastos logísticos y mejora los resultados financieros del proyecto, evidenciando una estrategia de abastecimiento eficiente.

Al adquirir el maíz dentro del área de influencia, el proyecto logra un ahorro potencial de hasta USD 90 por tonelada. Esto se traduce en una reducción considerable en el egreso anual por materia prima, uno de los principales insumos del proceso productivo, y refuerza la sostenibilidad financiera del proyecto.

***Gastos administrativos:***

Los gastos administrativos incluyen salidas de dinero en términos de gestión, supervisión y operación administrativa, necesarios para el correcto funcionamiento de la planta y la toma de decisiones estratégicas (Tabla 19).

Tabla 19: Fuentes de gastos administrativos.

Concepto	Gasto Anual (USD)	Fuente
Personal administrativo	700.000	Ministerio de Economía de Argentina, informe 2024
Insumos y gastos generales	500.000	Cotizaciones de proveedores locales, 2024
Gasto total anual	1.200.000	

Se estima que estos egresos también tendrán una implementación progresiva, alineada con la operatividad de la planta:

- Año 1: 85% de capacidad operativa → USD 1.020.000
- Año 2: 95% de capacidad operativa → USD 1.140.000
- Año 3 en adelante: 100% de capacidad operativa → USD 1.200.000

El cálculo de los egresos proyectados para la planta de bioetanol en Santiago del Estero considera su evolución a lo largo del horizonte de análisis de diez años. Las salidas de fondos aumentan progresivamente en los primeros años, en función del escalamiento operativo previsto, hasta alcanzar la capacidad plena de producción a partir del tercer año. Esta dinámica refleja tanto el crecimiento de la actividad como la maduración del modelo operativo del proyecto.

A continuación, la Tabla 20 muestra los egresos anuales proyectados.

Tabla 20: Proyección de Egresos Anuales (USD por año).

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>EGRESOS</b>	\$ 46.584.500	\$ 50.969.800	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000
<b>Materia Prima (Maíz)</b>	\$ 29.750.000	\$ 33.250.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000
<b>Insumos Químicos</b>	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
<b>Energía</b>	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
<b>Agua</b>	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000
<b>Mantenimiento de Equipos</b>	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
<b>Mano de Obra</b>	\$ 3.599.750	\$ 4.023.250	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000
<b>Logística y Transporte</b>	\$ 850.000	\$ 950.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
<b>Gastos Administrativos</b>	\$ 1.020.000	\$ 1.140.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.6.4. Flujo de Caja Proyectado.**

El flujo de caja proyectado es un elemento fundamental en la evaluación financiera del proyecto, ya que permite analizar su capacidad de generar ingresos netos a lo largo del tiempo (Sapag Chain et al., 2014).

El análisis del flujo de caja se ha desarrollado para un horizonte de diez años, considerando los ingresos esperados por la venta de bioetanol y burlanda, así como los egresos operativos, las inversiones iniciales, la depreciación y otros costos no desembolsables relevantes para la evaluación financiera del proyecto.

Además, se ha considerado el capital de trabajo necesario para sostener la operación de la planta.

A continuación, se presenta la Tabla 21, que resume el flujo de caja proyectado:

Tabla 21: Flujo de Caja Proyectado (USD por año).

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>INGRESOS</b>		\$ 61.837.500	\$ 69.112.500	\$ 72.750.000	\$ 72.750.000	\$ 72.750.000	\$ 72.750.000	\$ 72.750.000	\$ 72.750.000	\$ 72.750.000	\$ 72.750.000
Bioetanol		\$ 49.980.000	\$ 55.860.000	\$ 58.800.000	\$ 58.800.000	\$ 58.800.000	\$ 58.800.000	\$ 58.800.000	\$ 58.800.000	\$ 58.800.000	\$ 58.800.000
Burlanda		\$ 11.857.500	\$ 13.252.500	\$ 13.950.000	\$ 13.950.000	\$ 13.950.000	\$ 13.950.000	\$ 13.950.000	\$ 13.950.000	\$ 13.950.000	\$ 13.950.000
<b>EGRESOS</b>		\$ 46.584.500	\$ 50.969.800	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000	\$ 53.435.000
Materia Prima (Maíz)		\$ 29.750.000	\$ 33.250.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000
Insumos Químicos		\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
Energía		\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Agua		\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000
Mantenimiento de Equipos		\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Mano de Obra		\$ 3.599.750	\$ 4.023.250	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000	\$ 4.235.000
Logística y Transporte		\$ 850.000	\$ 950.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Gastos Administrativos		\$ 1.020.000	\$ 1.140.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
<b>EBITDA</b>		\$ 14.617.750	\$ 17.749.250	\$ 19.315.000	\$ 19.315.000	\$ 19.315.000	\$ 19.315.000	\$ 19.315.000	\$ 19.315.000	\$ 19.315.000	\$ 19.315.000
<b>Gastos no desembolsables</b>		\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000
Depreciaciones totales		\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000
<b>RESULTADO ANTES DE IMPUESTO</b>		\$ 9.630.250	\$ 12.761.750	\$ 14.327.500	\$ 14.327.500	\$ 14.327.500	\$ 15.990.000	\$ 15.990.000	\$ 15.990.000	\$ 15.990.000	\$ 15.990.000
<b>Impuesto a las ganancias</b>		\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.581.875	\$ 3.581.875	\$ 3.997.500	\$ 3.997.500	\$ 3.997.500	\$ 3.997.500	\$ 3.997.500
<b>RESULTADO DESPUÉS DEL IMPUESTO</b>		\$ 9.630.250	\$ 12.761.750	\$ 14.327.500	\$ 10.745.625	\$ 10.745.625	\$ 11.992.500	\$ 11.992.500	\$ 11.992.500	\$ 11.992.500	\$ 11.992.500

<b>Ajuste Gastos no desembolsables</b>		\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000
<b>Depreciaciones y amortizaciones</b>		\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 4.987.500	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000	\$ 3.325.000
<b>RESULTADO OPERACIONAL NETO</b>		\$ 14.617.750	\$ 17.749.250	\$ 19.315.000	\$ 15.733.125	\$ 15.733.125	\$ 15.317.500	\$ 15.317.500	\$ 15.317.500	\$ 15.317.500	\$ 15.317.500
<b>Egresos no afectos a impuestos</b>	\$ 58.820.000	\$ 25.880.000	\$ 17.900.000	\$ 10.500.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Inversiones CapEx</b>	\$ 54.700.000	\$ 23.000.000	\$ 15.900.000	\$ 9.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Capital de trabajo</b>	\$ 4.120.000	\$ 2.880.000	\$ 2.000.000	\$ 1.500.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Beneficios no afectos a impuestos</b>											\$ 41.280.000
<b>Valor residual pasivo</b>											\$ 30.780.000
<b>Recuperación del capital de trabajo</b>											\$ 10.500.000
<b>Amortización de la deuda</b>											
<b>FLUJO DE CAJA</b>	\$ -58.820.000	\$ -11.262.250	\$ -150.750	\$ 8.815.000	\$ 15.733.125	\$ 15.733.125	\$ 15.317.500	\$ 15.317.500	\$ 15.317.500	\$ 15.317.500	\$ 56.597.500

*Fuente: Elaboración propia.*

### **a. Capital de Trabajo.**

El capital de trabajo constituye un componente crítico para asegurar el funcionamiento óptimo de la planta de bioetanol, dado que permite cubrir los costos operativos iniciales y sostener la producción durante las etapas tempranas del proyecto. Considerando que la planta no operará a plena capacidad desde el inicio, la implementación del capital de trabajo se planificó de manera escalonada, en función del crecimiento progresivo de la producción.

*Determinación del Capital de Trabajo:* Para establecer el capital de trabajo requerido, se consideraron los siguientes elementos fundamentales:

- Adquisición de Materia Prima

El proyecto requiere una provisión creciente de maíz, alcanzando un consumo anual de 250.000 toneladas en el tercer año.

Los costos asociados incluyen la compra de maíz, logística de transporte y almacenamiento en planta.

- Insumos Químicos

Se contemplan las enzimas, levaduras y aditivos necesarios para los procesos de fermentación y destilación.

Estos costos aumentan con el nivel de producción, aunque tienden a estabilizarse una vez alcanzada la capacidad operativa máxima.

- Mano de Obra

La contratación de personal se realizará de forma progresiva, comenzando con una dotación parcial en el primer año y alcanzando los 150 empleados al tercer año.

Se incluyen salarios, cargas sociales y programas de capacitación.

- Gastos de Energía y Agua

Se estima un consumo energético y de agua elevado, propio de los procesos industriales asociados al bioetanol.

Ambos rubros presentan una evolución proporcional a la capacidad operativa anual.

- Costos Logísticos y de Distribución

Involucran el transporte interno del maíz y la distribución externa de bioetanol y burlanda hacia los mercados de destino.

Su evolución se ajusta al crecimiento productivo de la planta.

*Cálculo del Capital de Trabajo por Año:* Dado que la operación inicia con un 85% de capacidad instalada y alcanza el 100% en el tercer año, la necesidad de capital de trabajo fue proyectada considerando esta evolución (Tabla 22):

Tabla 22: Necesidad de capital de trabajo proyectada.

Año	% de Capacidad Operativa	Capital de Trabajo Anual (USD millones)	Acumulado Total (USD millones)
Año 0	0% (Antes de operar)	4,12	4,12
Año 1	85%	2,88	7,00
Año 2	95%	2,00	9,00
Año 3	100%	1,50	10,50

*Fuente: Elaboración propia.*

El capital de trabajo inicial, correspondiente al Año 0, asciende a USD 4,12 millones, destinados a financiar los costos operativos del primer mes, así como los inventarios iniciales de materia prima e insumos. A medida que la producción aumenta, se requiere capital adicional en los años siguientes:

- Año 1: Se incorpora USD 2,88 millones, elevando el acumulado a USD 7,00 millones.
- Año 2: Con una capacidad del 95%, se suman USD 2,00 millones, acumulando USD 9,00 millones.

- Año 3: Con la planta operando al 100%, se agrega USD 1,50 millones, totalizando USD 10,50 millones de capital de trabajo acumulado.

A partir del Año 4, se espera que el flujo de caja generado por el proyecto sea suficiente para financiar de forma autónoma la operación, eliminando la necesidad de nuevas inyecciones de capital externo para este propósito.

El cálculo del capital de trabajo fue estructurado estratégicamente para acompañar el crecimiento operativo de la planta, minimizando el impacto financiero durante los primeros años y optimizando el flujo de caja. Esta planificación escalonada garantiza la sustentabilidad del negocio hasta alcanzar su máximo nivel de eficiencia operativa.

Como explican Sapag Chain et al. (2014) el capital de trabajo se incluye como egreso al inicio y se recupera como ingreso al final, dado que no es un gasto, sino una inmovilización transitoria de recursos. Por lo tanto, en el flujo de caja, queda reflejado un ingreso no operativo en el año 10 bajo el concepto de Recuperación del capital de trabajo (USD 10,5 millones)

#### **b. Análisis del Flujo de Caja.**

En la Tabla 20, se observa que el proyecto presenta un flujo de caja significativamente negativo en el Año 0, resultado de la elevada inversión inicial en infraestructura, adquisición de equipos, capital de trabajo. Este comportamiento es característico en proyectos de gran escala, donde los desembolsos iniciales son considerables y no existen ingresos inmediatos.

Durante los primeros tres años, el flujo de caja continúa siendo negativo, aunque con una tendencia a la reducción progresiva del déficit. Este fenómeno responde a que, aunque la planta ya se encuentra operativa en esos años, los ingresos generados aún no compensan completamente los costos operativos ni las inversiones realizadas en las etapas de expansión y consolidación.

A partir del Año 3, se alcanza el punto de inflexión financiero, en el cual el flujo de caja proyectado se torna positivo. Este cambio refleja que los ingresos derivados de la venta de bioetanol y burlanda comienzan a superar los egresos operativos totales.

En los años subsiguientes, se consolida una tendencia sostenida de incremento del flujo de caja, evidenciando la madurez económica del proyecto. El EBITDA crece progresivamente desde el año 1 hasta estabilizarse en USD 19.315.000 a partir del año 3. Esta evolución refleja el aprovechamiento total de la capacidad instalada y una mayor eficiencia operativa, permitiendo generar excedentes significativos.

En el Año 10, se alcanza el valor más alto de beneficio neto proyectado, producto de la incorporación del valor de desecho de los activos (como maquinaria, instalaciones y capital de trabajo remanente), que representa la recuperación parcial del valor de los activos al final del horizonte del análisis, del recupero del capital de trabajo y de la evolución de ingresos y egresos propios del proyecto. En la Figura 6 se resume la evolución del flujo de caja (beneficios netos) proyectados a lo largo de los diez años.

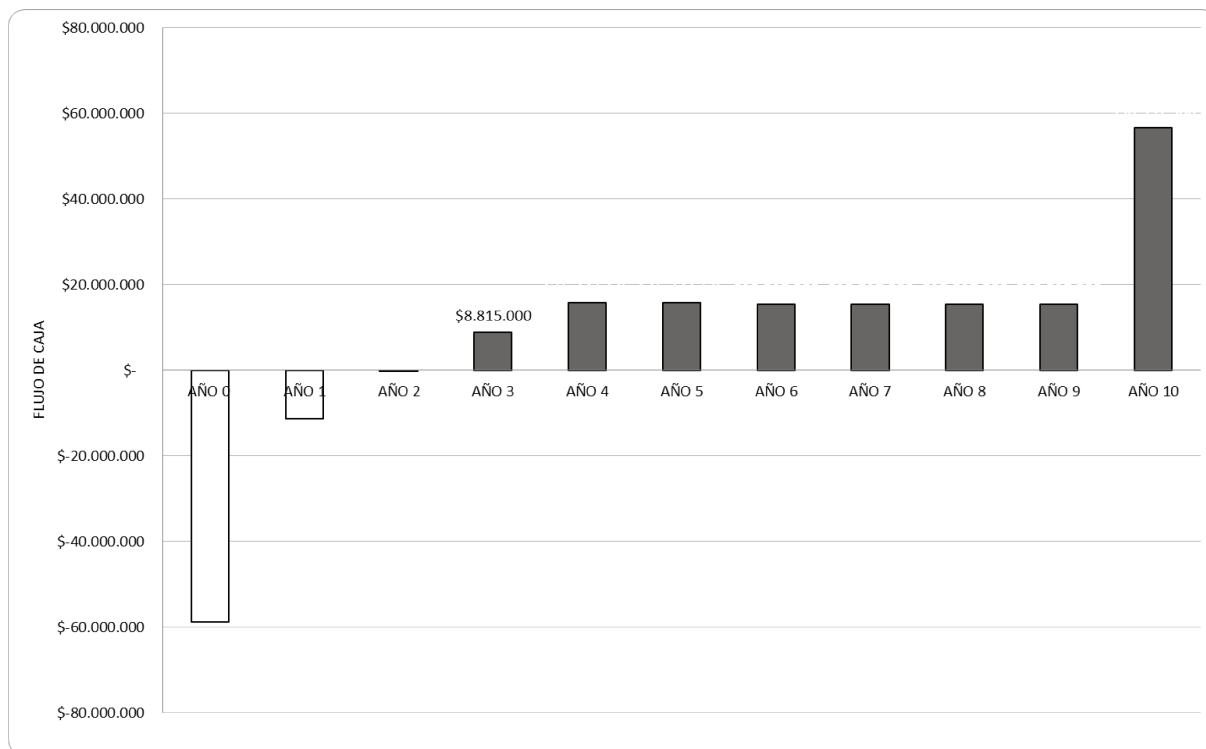


Figura 6: Flujos de Caja Proyectado.

*Fuente: Elaboración propia.*

En función del flujo de caja proyectado, se estiman los principales indicadores de rentabilidad: VAN, TIR y Período de Repago.

El VAN estimado es de **USD 20.636.358**. Dado que el resultado es positivo, y siguiendo con el criterio de decisión, el proyecto se considera financieramente factible.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es de **12,2%**. De acuerdo a la definición del criterio, dado que es mayor a la tasa de descuento utilizada, el proyecto resulta rentable bajo las condiciones previstas, aunque con un margen moderado.

Finalmente, el número de años necesarios para recuperar la inversión inicial a partir de los flujos netos generados (período de repago) es de **6 años**. Este resultado refleja una recuperación razonable considerando la magnitud de la inversión inicial y la estructura de ingresos proyectada.

A nivel internacional, existen antecedentes de proyectos con características de inversión y plazos de recuperación comparables al aquí evaluado. Por ejemplo, en Brasil, la planta de biometano desarrollada en Rio Grande do Sul implicó una inversión total de aproximadamente USD 38 millones, con un periodo de repago estimado superior a los 8 años, acorde a proyectos de biogás e infraestructuras energéticas similares (BNDES, 2024).

Asimismo, la Usina Moema en São Paulo recibió un financiamiento estructurado por USD 120 millones del BID, diseñado con repagos de largo plazo, superando los 8 años (BID, 2023).

En Estados Unidos, el caso de Abengoa Bioenergy en York (Nebraska) representa un ejemplo directo de planta de bioetanol celulósico con una inversión de USD 35 millones y un periodo de repago estimado entre 8 y 10 años (Abengoa, 2024). Finalmente, la planta Blue Flint en Dakota del Norte, con una inversión de USD 100 millones, se encuentra en un rango de repago equivalente (Blue Flint Ethanol, 2023). Estos antecedentes permiten sostener que el periodo de repago estimado para el presente proyecto (6 años) se encuentra en un rango coherente con emprendimientos bioenergéticos similares en escala y contexto

El análisis del flujo de caja proyectado confirma que, aunque el proyecto requiere una inversión inicial considerable y presenta saldos negativos en los primeros años, la recuperación financiera ocurre de forma paulatina, a medida que la operación se estabiliza y los costos se optimizan.

El capital de trabajo fue dimensionado estratégicamente para cubrir los requerimientos operativos iniciales sin comprometer la liquidez de la planta. Además, la recuperación de activos al final del período de análisis, como el valor de desecho del capital de trabajo y de ciertos equipos, incrementa el retorno financiero del proyecto y mejora su perfil de inversión.

En conjunto, este análisis respalda la viabilidad económico-financiera del proyecto y su capacidad de generar ingresos sostenibles a largo plazo, consolidándose como una alternativa rentable y estratégica dentro del sector de los biocombustibles en la región.

### c. Análisis de riesgo y sensibilidad.

Con el objetivo de evaluar la sensibilidad del proyecto ante posibles variaciones en variables clave, se analizaron tres escenarios alternativos para el precio del maíz (Tabla 23) y del bioetanol (Tabla 25).

Tabla 23: Análisis de sensibilidad de la variable “precio de maíz”.

Escenario	Precio Maíz (USD)	VAN (USD)	TIR (%)
Optimista (-10%)	126	39.869.136	16,1
Base	140	20.636.358	12,2
Pesimista (+10%)	154	1.403.580	8,3

*Fuente: Elaboración propia.*

Manteniendo constante el precio del bioetanol en USD 0,60 por litro, se observó que una reducción del 10 % en el precio del maíz mejora significativamente los indicadores económicos del proyecto, elevando el VAN a USD 39.869.136 y la TIR a 16,1 %. En cambio, un aumento del 10 % en el precio del maíz reduce la TIR a 8,3 % y genera un VAN de USD 1.403.580, lo cual sigue arrojando un resultado positivo.

Asimismo, se calculó el precio máximo del maíz (con contraflete) que puede absorber el proyecto sin perder viabilidad económica. El resultado obtenido fue de **USD 155** por tonelada, correspondiente al punto de equilibrio en el cual el VAN es igual a cero.

El comportamiento histórico del precio del maíz (ver Tabla 24) muestra que, en tres de las últimas diez campañas, el precio con contraflete superó dicho umbral, lo cual refuerza la importancia de controlar este costo en la gestión del proyecto.

Tabla 24: Precio de maíz en 10 campañas.

<b>Campaña</b>	<b>Precio promedio MATba Rofex (USD)</b>	<b>Precio con contraflete (USD)</b>	<b>Variación con escenario base (%)</b>
2013/2014	131,3	91,3	-35
2014/2015	106,3	66,3	-53
2015/2016	118,7	78,7	-44
2016/2017	149,7	109,7	-22
2017/2018	147,2	107,2	-23
2018/2019	142,6	102,6	-27
2019/2020	173,6	133,6	-5
2020/2021	219,6	179,6	+28
2021/2022	249,7	209,7	+50
2022/2023	216,7	176,7	+26
<b>Promedio</b>	<b>165,5</b>	<b>125,5</b>	<b>-10</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de MATba Rofex.

Por otro lado, se evaluó la sensibilidad del proyecto ante variaciones en el precio del bioetanol, manteniendo constante el precio del maíz en USD 140 con contraflete (Tabla 25).

Tabla 25: Análisis de sensibilidad de la variable "precio de bioetanol".

<b>Escenario</b>	<b>Precio Bioetanol (USD)</b>	<b>VAN (USD)</b>	<b>TIR (%)</b>
Optimista (+10%)	0,66	52.947.425	18,8
Base	0,60	20.636.358	12,2
Pesimista (-10%)	0,54	- 11.674.709	5,6

Fuente: Elaboración propia.

La variación del precio del bioetanol también evidencia una alta sensibilidad del proyecto. Un aumento del 10 % en su valor eleva considerablemente el VAN y la TIR, mientras que una disminución del 10 % genera un VAN negativo y una TIR muy por debajo del umbral mínimo aceptable para la inversión.

Se estimó además el precio mínimo de bioetanol que permite alcanzar un VAN igual a cero, el cual se ubicó en **USD 0,56** por litro. En la Tabla 26 se observa que, en tres de los últimos diez años, el precio

promedio anual se encontró por debajo de ese valor, lo que representa un riesgo latente que debe ser monitoreado.

Tabla 26: Precio de bioetanol de maíz en 10 años.

Año	Precio Promedio (USD)	Variación con el escenario base (%)
2013	0,97	+62
2014	0,92	+53
2015	0,79	+31
2016	0,70	+16
2017	0,76	+27
2018	0,58	-4
2019	0,52	-13
2020	0,40	-34
2021	0,54	-9
2022	0,67	+12
2023	0,72	+19
<b>Promedio</b>	<b>0,69</b>	<b>+15</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Secretaría de Energía de la Nación.

#### d. Inversión máxima soportada por el proyecto.

La inversión máxima que un proyecto puede soportar para que su Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero representa el umbral de inversión inicial a partir del cual el proyecto deja de ser rentable. En otras palabras, corresponde al punto de indiferencia financiera, en el que los beneficios esperados, descontados a valor presente, igualan exactamente el monto invertido. Si la inversión inicial supera este valor, el VAN se torna negativo, lo que indica que el proyecto no generaría el rendimiento mínimo requerido y, por lo tanto, debería ser rechazado.

En el escenario base del proyecto la inversión máxima que soporta al año cero es de **USD 79.456.358**.

## 5. Conclusiones.

El presente estudio permitió abordar de manera integral la factibilidad técnica, económica, ambiental, legal y organizacional de un proyecto de inversión orientado a la producción de bioetanol de maíz en el centro-este de Santiago del Estero. La metodología empleada, de enfoque cuantitativo, permitió estructurar el análisis de forma coherente y riguroso, integrando tanto información primaria (proporcionada por referentes en la temática) como fuentes secundarias, y apoyándose en marcos conceptuales sólidos para la evaluación de proyectos de inversión.

En relación con el objetivo general, los resultados obtenidos permiten concluir que el proyecto es viable en sus dimensiones técnica, organizacional, legal y ambiental. La disponibilidad sostenida de materia prima, la estructura organizativa propuesta y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes respaldan la factibilidad estructural del emprendimiento. No obstante, desde el enfoque económico-financiero, si bien los indicadores proyectados son positivos, su concreción efectiva depende de ciertas condiciones del contexto sectorial y del marco regulatorio, especialmente en lo referido a la política de corte obligatorio y a los mecanismos de comercialización del bioetanol.

Asimismo, es importante destacar que la sostenibilidad del proyecto podría verse afectada por riesgos no financieros, como modificaciones en la normativa vigente, la volatilidad del tipo de cambio, y la evolución de los precios internacionales del maíz. Estos factores, de carácter político, institucional y macroeconómico, deben ser monitoreados atentamente en la etapa de implementación y operación, dado su potencial impacto sobre los ingresos, costos y rentabilidad del emprendimiento.

En cuanto a los objetivos específicos, se cumplió con la descripción detallada de la idea del proyecto, resaltando su carácter estratégico para agregar valor al maíz producido localmente y su potencial para revertir las desventajas logísticas que afectan a los productores de la región. Esta industrialización en origen no sólo tiene impacto económico, sino también territorial y social, generando empleo y diversificación productiva.

El análisis del mercado puso en evidencia una cuestión clave: actualmente no hay espacio genuino para nuevas inversiones si no se avanza en una ampliación del corte obligatorio de bioetanol en las naftas, ya que la capacidad instalada del sector se encuentra prácticamente saturada por la demanda vigente. La viabilidad del proyecto depende en parte de la sanción de una nueva ley de biocombustibles que incremente ese porcentaje, en línea con lo implementado por otros países de la región. En caso de que esta legislación prospere, se habilitaría un escenario propicio para el surgimiento de nuevos emprendimientos como el propuesto. A su vez, debe señalarse que la concentración del mercado comprador en tres grandes petroleras, quienes en conjunto manejan el 94% del volumen total adquirido en el país, constituye un riesgo relevante, ya que en un eventual contexto de desregulación, estas empresas podrían ejercer una posición dominante, imponiendo condiciones comerciales desfavorables y afectando la rentabilidad de nuevos productores.

En cuanto al análisis de la viabilidad técnica, organizacional, legal, ambiental y financiera, el proyecto demostró contar con los fundamentos adecuados en todas las dimensiones. La referencia a experiencias similares en provincias como Córdoba fortaleció las proyecciones organizacionales. Desde el punto de vista financiero, el flujo de caja elaborado mostró resultados positivos, pero sujetos a variaciones importantes en función de determinadas variables consideradas como determinantes del proyecto.

Aquí resulta fundamental destacar lo que arrojó el análisis de sensibilidad: el maíz, como materia prima, representa alrededor del 65% de los egresos anuales del proyecto, lo que implica una fuerte exposición a la volatilidad de su precio. Las variaciones interanuales que suelen registrar los mercados agrícolas tienen un impacto importante sobre la rentabilidad del negocio. Por lo tanto, cualquier estrategia de implementación deberá contemplar mecanismos de cobertura o gestión de riesgo sobre este insumo crítico.

Desde una perspectiva personal, considero que este tipo de proyectos representan una gran oportunidad para Argentina en términos de agregado de valor, desarrollo territorial y sostenibilidad ambiental. El país tiene el potencial productivo, el conocimiento técnico y la infraestructura básica para convertirse en un referente en biocombustibles en el contexto sudamericano. Sin embargo, es necesario consolidar una política energética a largo plazo, que garantice previsibilidad a los inversores y fomente nuevas inversiones en un sector que puede generar empleo, reducir emisiones contaminantes y sustituir importaciones de combustibles fósiles. El desarrollo de la industria del bioetanol de maíz no es una cuestión meramente productiva: es una decisión estratégica del país.

## **6. Recomendaciones estratégicas.**

A partir del análisis realizado, y considerando tanto las oportunidades como los riesgos detectados, es posible proponer una serie de recomendaciones estratégicas orientadas a fortalecer la viabilidad y sustentabilidad del proyecto, así como a potenciar su impacto económico y territorial:

- Implementar mecanismos efectivos de mitigación de riesgo comercial y productivo.

Dada la elevada participación del maíz en la estructura de egresos del proyecto y su volatilidad histórica en los mercados internacionales, resulta fundamental desarrollar estrategias activas de cobertura del precio. Una de las herramientas recomendadas es el establecimiento de acuerdos a término o contratos forward tanto con proveedores de maíz como con los compradores de bioetanol y burlanda. Esta estrategia reduce la exposición a fluctuaciones bruscas de precios y otorga previsibilidad a los flujos financieros del emprendimiento.

En este sentido, se recomienda analizar y replicar modelos asociativos exitosos, como el desarrollado por BIO4 en Río Cuarto, donde productores locales de maíz se constituyeron como socios del proyecto industrial. Este tipo de esquema permite alinear los intereses de la producción primaria con la

transformación industrial, disminuyendo conflictos comerciales, optimizando precios y fortaleciendo el arraigo territorial del emprendimiento.

- Profundizar y diversificar las líneas comerciales del proyecto.

Actualmente, el proyecto contempla dos fuentes principales de ingresos: bioetanol y burlanda, ambos productos estratégicos y complementarios. Se recomienda profundizar en esta estrategia de integración vertical, explorando nuevas formas de comercialización para ambos productos. En el caso del bioetanol, analizar convenios con industrias fuera del sector energético, como química o farmacéutica. Respecto a la burlanda, es posible avanzar hacia nuevas presentaciones, procesos de secado o peletizado que permitan acceder a mercados más distantes o con mayores exigencias logísticas.

Paralelamente, a mediano plazo, es recomendable explorar alternativas comerciales complementarias, como la posible incorporación de coproductos adicionales o incluso el acceso a mercados de exportación, especialmente considerando el crecimiento sostenido de la demanda de bioetanol en la región. Esta estrategia de diversificación no implica modificar la esencia del modelo productivo, sino ampliar el espectro de alternativas comerciales para fortalecer la estabilidad del proyecto frente a posibles fluctuaciones del mercado interno.

- Promover alianzas estratégicas público-privadas para infraestructura y logística.

Uno de los principales desafíos estructurales detectados en el proyecto es el costo logístico, derivado de la ubicación geográfica y la infraestructura vial deficitaria en la región. Frente a este escenario, resulta indispensable gestionar alianzas público-privadas que permitan mejorar caminos rurales, accesos a rutas principales y conexiones ferroviarias.

Estas alianzas podrían articularse con gobiernos locales y provinciales, instituciones como el INTA o el Consejo Federal de Inversiones (CFI), así como con entidades del sector privado vinculadas al agro, la logística y la bioenergía. El desarrollo de infraestructura logística no sólo beneficia al proyecto en

particular, sino que genera externalidades positivas sobre toda la actividad económica regional, potenciando el arraigo productivo, la competitividad y la generación de empleo.

- Insistir proactivamente en el diseño de políticas públicas sectoriales.

Dado que la viabilidad definitiva del proyecto está fuertemente vinculada a la aprobación de una nueva Ley de Biocombustibles que amplíe el corte obligatorio, se recomienda que los actores involucrados en la iniciativa participen activamente en espacios de articulación público-privada, cámaras sectoriales y entidades representativas, contribuyendo al diseño de un marco regulatorio previsible, estable y orientado al largo plazo.

Argentina tiene la oportunidad de consolidar al bioetanol como un vector estratégico de su transición energética. Proyectos como el aquí propuesto pueden constituirse en casos emblemáticos de desarrollo territorial inteligente, siempre que logren articular adecuadamente lo productivo con lo institucional y lo político.

## 7. Bibliografía.

- Abengoa. (2025). *Abengoa*. En Wikipedia. Recuperado de <https://en.wikipedia.org/wiki/Abengoa>
- Ballesteros Perdices, M. (2006). Carburantes sin petróleo: Bioetanol. *Investigación y Ciencia*, 78–85.
- Batthyány, K., & Cabrera, M. (Coords.). (2011). *Metodología de la investigación en Ciencias Sociales: Apuntes para un curso inicial*. Universidad de la República. [https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/26551/1/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20en%20CCSS\\_Batthyany\\_Cabrera.pdf](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/26551/1/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20en%20CCSS_Batthyany_Cabrera.pdf)
- BBVA. (2024). *Argentina Economic Outlook. June 2024*. Recuperado el 27 de agosto de 2024, de <https://www.bbva.com/en/publicaciones/argentina-economic-outlook-june-2024/>
- BBVA Research. (2025). *Situación Petróleo y Gas. Argentina. Marzo 2025*. <https://www.bbva.com/publicaciones/argentina-situacion-energia-2025-petroleo-y-gas/>
- Bio4 Bioetanol Río Cuarto S.A. (s.f.). *Bioetanol*. Recuperado de <https://www.bio4.com.ar/productos/bioetanol/#:~:text=Rendimiento,de%20conversi%C3%B3n%20sigue%20en%20aumento>
- Bio4 Bioetanol Río Cuarto S.A. (s.f.). *Etapas del proceso productivo del bioetanol y burlanda*. Recuperado de <https://www.bio4.com.ar/productos/proceso-productivo/>
- Bioenergy Insight. (2023, 24 de noviembre). *Brazil receives R\$157 million investment for biomethane plant*. Recuperado de <https://www.bioenergy-news.com/news/brazil-receives-r157-million-investment-for-biomethane-plant/>
- Bolsa de Cereales de Córdoba. (2022). *El potencial del etanol*. <https://www.bccba.org.ar/informes/el-potencial-del-etanol/>
- Bolsa de Cereales de Rosario. (2022). Continúa el fuerte peso del flete camionero granelero en las largas distancias. *Informativo semanal*. <https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/76407>

Bolsa de Cereales de Rosario. (2023). *Bioetanol: con producción estable y capacidad ociosa, la industria apuesta a que se incremente el corte obligatorio en naftas*. Recuperado el 25 de marzo de 2024, de

<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/bioetanol-con>

Bolsa de Cereales de Rosario. (2023). *El 2022 cerró con la mayor producción de etanol de maíz de la historia*. Recuperado el 15 de julio de 2023, de

<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/el-2022-cerro>

Bolsa de Cereales de Rosario. (2024). *El bioetanol de maíz con buenos registros en el 2023*. Recuperado el 26 de octubre de 2024, de

<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/el-bioetanol>

Bolsa de Comercio de Rosario. (2023). *Informe sobre el mercado de bioetanol y derivados*.

<https://www.bcr.com.ar/mercados/bioetanol>

Brealey, R. A., Myers, S. C., & Marcus, A. J. (2007). *Fundamentos de finanzas corporativas*. McGraw-Hill Interamericana de España.

Brealey, Myers & Allen. (2019). *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill.

Castro, M., & Emiliozzi, A. (2020). El bioetanol en base a maíz y su inserción en cadenas de valor en la provincia de Córdoba, Argentina. Recuperado el 7 de marzo de 2024, de <https://www.redalyc.org/journal/5520/552067996019/html/>

Chidiak, M., & Stanley, L. (2009). “Tablero de comando” para la promoción de los biocombustibles en Argentina. *CEPAL*.

Ciani, M. (2023). *Informativo mensual de bioenergía y productos relacionados: Diciembre 2023*. Dirección Nacional de Bioeconomía, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Economía.

[https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioenergia/informes/\\_archivos//000007\\_Informes%20Biocombustibles%202023/231200\\_Informe%20Biocombustibles%20\(Diciembre%202023\).pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioenergia/informes/_archivos//000007_Informes%20Biocombustibles%202023/231200_Informe%20Biocombustibles%20(Diciembre%202023).pdf)

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2011). *Investigación y desarrollo e innovación para el desarrollo de los biocombustibles en América Latina y el Caribe*. CEPAL.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Lineamientos para la transformación productiva en Santiago del Estero: una agenda para la acción en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las Metas del Bicentenario de la Autonomía Provincial*.

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f2da2a7f-ba5b-4391-baa2-efb2f2268fe1/content>

Damodaran, A. (2022). *Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications*. Recuperado el 24 de noviembre de 2025, de <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

Damodaran, A. (2024). *Country Risk Premiums*. Recuperado el 24 de noviembre de 2025, de [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/data.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html)

Fouquet, D. (2013). Policy instruments for renewable energy—from a European perspective. *Renewable Energy*, 49, 15–18.

Giménez, J. (2016). La burlanda revoluciona el mercado de alimentación y producción ganadera lechera y cárnica. Recuperado el 7 de marzo de 2024, de [https://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/137-burlanda\\_revolucionaria.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/137-burlanda_revolucionaria.pdf)

Gobierno de la India. Ministerio de Petróleo y Gas Natural. (2021). *Biocombustibles a partir de excedentes de la Corporación Alimentaria de la India*. <https://www.pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1707222>

Goldemberg, J., Teixeira Coelho, S., & Guardabassi, P. (2008). The sustainability of ethanol production from sugarcane. *Energy Policy*, 36(6), 2086–2097.

<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.02.028>

Green Car Congress. (2007, 17 de octubre). *Abengoa Bioenergy Opens Cellulosic Ethanol Pilot Plant in Nebraska*. <https://www.greencarcongress.com/2007/10/abengoa-bioener.html>

Green Finance LAC. (2023, 23 de noviembre). *BNDES finances biomethane plant in Rio Grande do Sul*. <https://greenfinancelac.org/resources/news/bndes-finances-biomethane-plant-in-rio-grande-do-sul/>

IEA Bioenergy. (2022). *Annual report 2021*.

<https://www.ieabioenergy.com/blog/publications/iea-bioenergy-annual-report-2021/>

Infocampo. (2023). *Producción de bioetanol y valorización de subproductos en Argentina*.

<https://www.infocampo.com.ar/produccion-de-bioetanol-y-valorizacion-de-subproductos>

Kim, S., & Dale, B. E. (2004). Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy*, 26(4), 361–375. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2003.08.002>

Marin, A., Stubrin, L., & Kababe, Y. (2013). *La industria de biodiesel en Argentina: capacidades de innovación y sostenibilidad futura*. CENIT, Documento de Trabajo N.º 55.

MATba Rofex. (2025). *Mercado de futuros agropecuarios*. <https://matbarofex.com.ar/>

Ministerio de Economía. Secretaría de Energía. (2022). *Resolución 776/2022. Pautas para el abastecimiento de biocombustibles*.

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-776-2022-375285/texto>

Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. (2016). *Informes cadena de valor: Azúcar*. Buenos Aires:

Autor.

Ministerio de Justicia de la Nación. (1972). *Ley N.º 19.587: Ley de higiene y seguridad en el trabajo*.

<https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17612/norma.htm>

- Ministerio de Justicia de la Nación. (1976). *Ley N.º 20.744: Ley de contrato de trabajo*.  
<https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/25552/texact.htm>
- OCEBA. (2012). *Organismo de Control de Energía Eléctrica de la Provincia de Buenos Aires*.  
<http://www.oceba.gba.gov.ar/>
- OCDE–FAO. (2020). *Perspectivas Agrícolas 2020–2029*. Recuperado el 12 de abril de 2024, de  
<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/8d79647e-es/index.html>
- Organización de las Naciones Unidas. (1958). *Manual de proyectos de desarrollo económico*  
(Publicación 5.58.11.G.5). México: ONU.
- Patrouilleau, R., Lacoste, C., Yapura, P., & Casanovas, M. (2006). *Perspectivas de los biocombustibles en Argentina, con énfasis en el etanol de base celulósica*. Fundación ArgenINTA.
- Puntal Villa María. (2023, 11 de junio). La producción local de burlanda alimenta a más de 165 mil animales. *Puntal Villa María*.  
<https://www.puntalvillamaria.com.ar/toneladas/la-produccion-local-burlanda-alimenta-mas-165-mil-an-imales-n135714>
- Recalde, M., Bouille, D., & Girardin, L. (2015). Limitaciones para el desarrollo de energías renovables en Argentina. *Problemas del Desarrollo*, 46(183), 89–115.
- Santamarina. (2019, 16 de septiembre). En la jornada “Ganadería Inteligente” de Jesús María se analizó cómo aprovechar la burlanda como insumo forrajero.  
<https://santamarina.com.ar/noticias/597551>
- Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag Puelma, J. M. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- SCDA. (2006). *Ley 26.093: Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles*. Congreso de la Nación Argentina.

Shapouri, H., Duffield, J. A., & Wang, M. (2003). The energy balance of corn ethanol revisited. *American Society of Agricultural Engineers*, 46(4), 959–968. <https://doi.org/10.13031/2013.13951>

USDA. (2023). *Argentina: Biofuels Annual*. Recuperado el 27 de agosto de 2024, de <https://fas.usda.gov/data/argentina-biofuels-annual-8>

Vergagni, G. (2004). *Industria del etanol a partir del maíz: ¿Es factible su desarrollo en Argentina?* MAIZAR (V&A Desarrollos Empresarios).