

Análisis Integrado de Vulnerabilidades en la Industria Sucroalcoholera Global y Argentina (Campaña 2025/2026)

Preprint depositado para revisión por pares orientada a Cleaner Production / ONUDI.
Análisis de vulnerabilidades sistémicas en la industria sucroalcoholera global y argentina, con énfasis en la integración de excedentes alcohólicos de Mendoza y Tucumán - Argentina para producción de bioetanol ante el contexto de precios crecientes de carburantes.

AUTHORS

Ricardo R. Palma ricardo.palma@ingenieria.uncuyo.edu.ar
Julio Rodriguez Rey jrodriguezrey@herrera.unt.edu.ar
Flores Parlati florparlati@hotmail.com

AFFILIATIONS

Universidad Nacional de Cuyo / CONICET
Universidad Nacional de Tucumán
MBA Facultad Cs. Económicas Universidad Nacional de Cuyo
(candidata)

PUBLISHED

May 26, 2026

Contents

Resumen

1. Introducción

1.1 El caso de Mendoza: excedentes vitivinícolas como oportunidad

2. Marco Teórico y Contexto Global

2.1 Balances de Mercado y Dinámica de Precios

2.2 Perturbaciones Geopolíticas y Comerciales

2.3 Crisis Fitosanitaria Transversal: El Caso de *Hevea brasiliensis*

3. Dimensión Local: La Industria Sucroalcoholera Argentina

3.1 Estructura Productiva del Noroeste Argentino

3.2 Métricas Operativas de la Campaña Reciente

3.3 Dinámica Exportadora e Ingreso de Divisas

3.4 Vulnerabilidades Locales y Estrategias de Mitigación

4. Potencial de Integración Vitivinícola-Sucroalcoholera

- 4.1 Contexto de la Vitivinicultura en Mendoza
- 4.2 Análisis Técnico de Conversión
- 4.3 Comparativa de Fuentes de Biomasa
- 4.4 Escenarios de Integración

5. Discusión

- 5.1 La oportunidad vitivinícola
- 5.2 Barreras y desafíos

6. Conclusiones y Recomendaciones

Recomendaciones de Política y Gestión

Referencias

Apéndice: Figuras

- Figura 1. Comparativa de Producción de Bioetanol y Análisis Económico
- Figura 2. Matriz de Vulnerabilidades Geopolíticas y Evolución de Precios
- Figura 3. Análisis Específico: Mosto Vitivinícola → Bioetanol

Resumen

Dinámicas Geopolíticas, Crisis de Suministros, Transición Energética y Potencial de Integración Vitivinícola. *La era de de resiliencia en la policrisis global* https://ricardorpalma.github.io/Marca_2026/ La industria sucroalcoholera constituye uno de los sectores agroindustriales más sensibles a las perturbaciones sistémicas globales, operando en la intersección de la seguridad alimentaria, la transición energética y la estabilidad geopolítica. El presente estudio analiza de manera integrada las vulnerabilidades estructurales que afectan al complejo sucroalcoholero durante la campaña 2025/2026, abarcando tanto la dimensión global —caracterizada por tensiones geopolíticas, crisis fitosanitarias transversales y volatilidad energética— como la realidad productiva de la República Argentina, con énfasis en la región del Noroeste Argentino (NOA).

Adicionalmente, se evalúa el potencial de integración de excedentes vitivinícolas de Mendoza —específicamente el mosto destinado a exportación (20-30% de la cosecha según Ley 14.878)— como fuente alternativa de biomasa para la producción de bioetanol, en el contexto de precios crecientes de carburantes derivados del conflicto del Estrecho de Ormuz.

Los resultados indican que la producción mundial de azúcar alcanzará los **182 millones de toneladas**, con un superávit estacional de **22 millones de toneladas** que ejerce presión descendente sobre los precios internacionales. A nivel local, Argentina procesó **10,2 millones de toneladas de caña**, produciendo **654.156 toneladas de azúcar** y **187,1 millones de litros de alcohol hidratado**. El análisis de viabilidad para la conversión de mosto vitivinícola arroja un potencial de **13,0 a 19,5 millones de litros de etanol adicionales** (6,9% a 10,4% sobre la producción actual), con una relación beneficio/costo de **1,18** en el escenario base, un VAN de **USD 5,8 millones** y un payback de **4,8 años**.

Palabras clave: industria sucroalcoholera, vulnerabilidad sistémica, transición energética, bioetanol, geopolítica del azúcar, Cleaner Production, Argentina, vitivinicultura, mosto, Mendoza.

1. Introducción

La industria sucroalcoholera global se encuentra en un momento de inflexión estructural. Por un lado, la creciente demanda de biocombustibles como vector de descarbonización del sector transporte ha reconfigurado los incentivos económicos de producción, desplazando volúmenes significativos de caña de azúcar hacia la fabricación de etanol en detrimento del azúcar físico [@hassuani2005; @moraes2014]. Por otro lado, la concatenación de crisis geopolíticas, fitosanitarias y climáticas ha expuesto la fragilidad de las cadenas de suministro globales, particularmente en lo que respecta a insumos críticos como fertilizantes nitrogenados, combustibles fósiles y componentes elastoméricos para maquinaria agrícola [@fao2022; @worldbank2024].

La República Argentina, aunque participante relativamente marginal en el mercado mundial de azúcar — con una cuota de producción inferior al 1% del total global—, posee una industria sucroalcoholera regionalmente consolidada en el Noroeste Argentino (NOA), con **20 ingenios activos** y una estructura productiva que integra la producción de azúcar, bioetanol y energía eléctrica mediante cogeneración a partir de bagazo [@minagri2025]. La campaña 2025/2026 se presenta como un periodo crítico para evaluar la capacidad de adaptación de este complejo frente a choques externos simultáneos.

1.1 El caso de Mendoza: excedentes vitivinícolas como oportunidad

Paralelamente, la provincia de Mendoza —principal polo vitivinícola de Argentina con aproximadamente **1.000 millones de kilogramos de uva cosechados anualmente**— enfrenta un excedente estructural de producción. Según la legislación argentina (Ley 14.878), entre el **20% y el 30% de la cosecha** debe destinarse a la producción de mosto para exportación. Sin embargo, la contracción del consumo interno de vino y la volatilidad de los mercados de mosto concentrado generan una presión creciente sobre los precios de esta materia prima [@apnews2025; @vinetur2025].

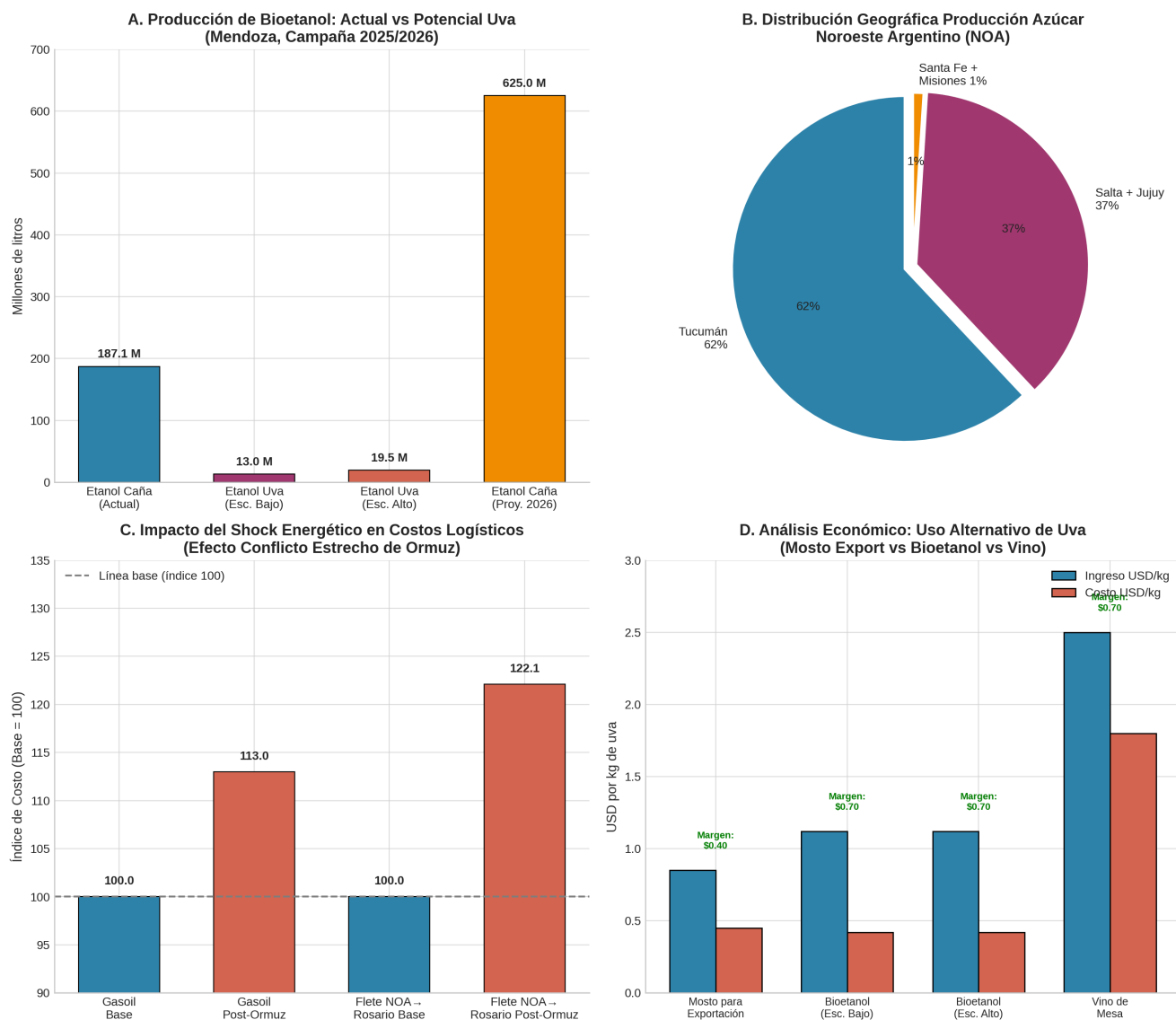


Fig.1 Comparación Bioetanol

En este contexto, la pregunta de investigación central que orienta la presente extensión del análisis es: **¿puede el mosto vitivinícola de Mendoza constituir una fuente viable de biomasa para la producción de bioetanol, aprovechando el contexto de precios crecientes de carburantes y contribuyendo a la soberanía energética argentina?**

El objetivo del presente trabajo es realizar un análisis integrado de las vulnerabilidades que afectan a la industria sucroalcoholera en el horizonte 2025/2026, articulando la dimensión global con la realidad productiva argentina, e incorporando una evaluación de viabilidad técnico-económica para la integración de la cadena vitivinícola mendocina en la matriz de biocombustibles nacionales.

2. Marco Teórico y Contexto Global

2.1 Balances de Mercado y Dinámica de Precios

La producción mundial de azúcar para la campaña 2025/2026 se proyecta en **182 millones de toneladas**, mientras que el consumo global alcanzaría los **179,8 millones de toneladas**, generando un superávit estacional de **22 millones de toneladas** [iso2025]. Esta condición de excedente estructural ejerce presión descendente sobre los precios internacionales, cuyo contrato de referencia NY No. 11 se cotiza en un rango promedio de **14,50 a 15,50 centavos de dólar por libra**, equivalente a aproximadamente **USD 440–450 por tonelada**.

► Show code

Table 1: Table 2: Balances de Mercado Global de Azúcar - Campaña 2025/2026

Indicador	Valor	Tendencia
Producción mundial	182.000.000 toneladas	Estable
Consumo mundial	179.800.000 toneladas	Creciente (+1.2%)
Superávit estacional	22.000.000 toneladas	Presión bajista
Precio NY No.11 (rango)	14.50 - 15.50 ¢/lb	Bajista
Equivalencia USD/ton	440 - 450 USD/ton	Bajista
Cuota Brasil	23%	Dominante
Cuota India	19%	Dominante
Cuota Unión Europea	8%	Estable
Cuota China	6%	Estable

La distribución geográfica de la producción mantiene una concentración histórica: Brasil aporta el **23%** del total mundial, seguido por India (**19%**), la Unión Europea (**8%**) y China (**6%**). Esta concentración geopolítica confiere a los mercados una vulnerabilidad particular ante perturbaciones climáticas o regulatorias en estos polos productivos [mitchell2004].

2.2 Perturbaciones Geopolíticas y Comerciales

El entorno geopolítico actual presenta múltiples frentes de tensión que afectan de manera directa o indirecta a la industria sucroalcoholera:

► Show code

Table 3: Table 4: Matriz de Perturbaciones Geopolíticas y Sistémicas

Perturbacion	Canal	Impacto	Dimension
Guerra en Ucrania	Restricción fertilizantes N-P (Mar Negro)	+18% costos nitrógeno sintético (Europa Central)	Insumos agrícolas
Tensiones EEUU-UE (CBAM)	Redirección excedentes hacia África	-4.2% precio FOB (surplus receivers)	Comercio internacional
Desestabilización Venezuela	Bloqueo rutas marítimas secundarias	+12.5% primas seguro carga regional	Logística regional
Conflicto Estrecho de Ormuz	Restricción tránsito crudo (Ormuz)	+13% combustibles / +22.1% flete interno	Energía y transporte
Crisis Fitosanitaria Hevea brasiliensis	Escasez caucho natural industrial	+28.4% costo mantenimiento / +14 días retraso	Mantenimiento industrial

Conflicto en Ucrania. El prolongado conflicto armado en la región del Mar Negro continúa restringiendo la matriz logística de fertilizantes nitrogenados y potásicos. Este bloqueo ha generado un incremento sostenido del **18%** en los costos de fijación de nitrógeno sintético para el cultivo de remolacha azucarera en Europa Central, afectando la competitividad del sector remolachero europeo y, por extensión, la oferta global de azúcar de remolacha [aifa2024].

Tensiones Transatlánticas y CBAM. Las disputas arancelarias entre Estados Unidos y sus aliados europeos, sumadas a la imposición del Mecanismo de Ajuste Carbono en Frontera (CBAM), están desacoplando las cadenas comerciales tradicionales. Los excedentes europeos se han redirigido hacia mercados africanos, que actúan como receptores de superávit (*surplus receivers*). Esta redirección ha deprimido el precio FOB en un **4,2%**, exacerbando la presión sobre los márgenes de exportación de productores no europeos.

Desestabilización en el Caribe. La situación política y militar en Venezuela ha generado un bloqueo de facto en rutas marítimas secundarias de América del Sur. Como consecuencia, se ha producido la pérdida neta de la capacidad de molienda remanente del complejo caribeño, estimada en menos de **200.000 toneladas**, junto con un encarecimiento del **12,5%** en las primas de seguro de carga regional.

Crisis del Estrecho de Ormuz. El cierre parcial y las hostilidades en el corredor de Ormuz han restringido el tránsito diario de crudo, elevando el precio del Brent a un pico de **USD 82 por barril** y generando un incremento del **13%** en los combustibles derivados. Para la industria sucroalcoholera, este shock energético tiene una consecuencia paradójica: el aumento del incentivo económico en Brasil para desviar el mix de producción hacia bioetanol hidratado en lugar de azúcar físico. Esta reconfiguración del mix productivo brasileño actúa como un mecanismo de protección del piso de precios internacionales en **15 centavos/libra**, al reducir la oferta de azúcar físico disponible para exportación.

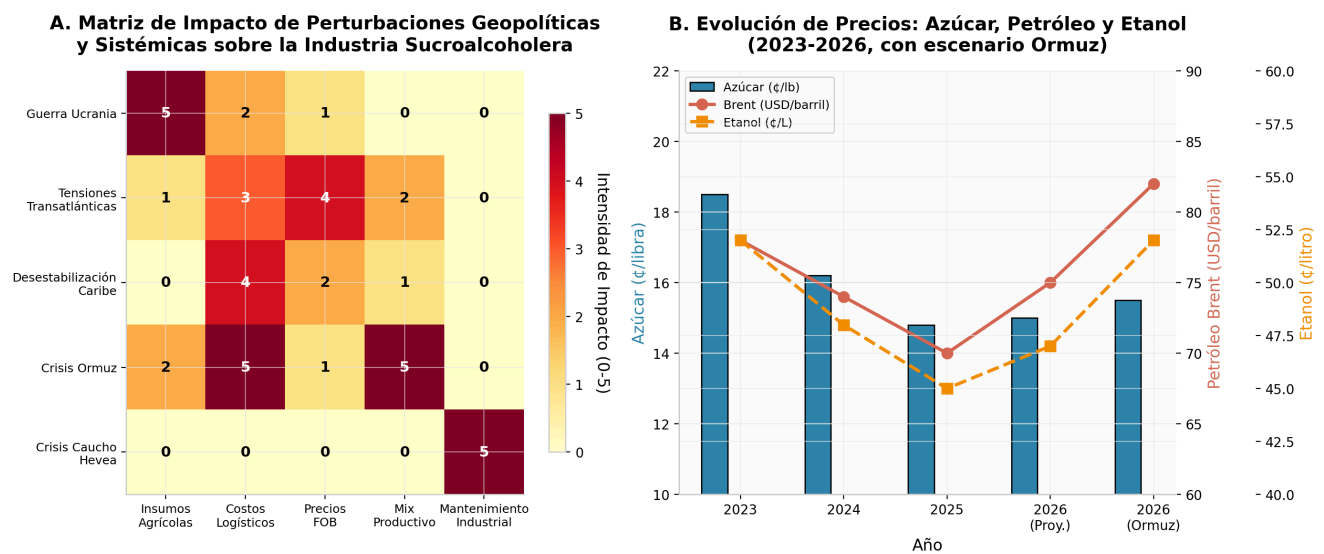


Fig.2 Vulnerabilidades Geopolíticas

2.3 Crisis Fitosanitaria Transversal: El Caso de *Hevea brasiliensis*

Un factor de vulnerabilidad emergente y frecuentemente omitido en los análisis del sector azucarero es la crisis fitosanitaria del caucho biológico. El hongo *Microcyclus ulei*, agente causal del mal de las hojas del caucho, ha afectado severamente a *Hevea brasiliensis*, la principal fuente de caucho natural de alta elasticidad.

La correlación con la industria azucarera opera a través de un mecanismo de cuello de botella en la cadena de suministro de componentes industriales: la escasez crítica de caucho natural dificulta la fabricación de bandas transportadoras industriales pesadas y neumáticos para maquinaria agrícola automotriz, particularmente cosechadoras combinadas. Los indicadores cuantitativos revelan un aumento del **28,4%** en el costo de mantenimiento de activos fijos en plantas de molienda, así como retrasos promedio de **14 días** en la logística de extracción en campo debido a fallas de neumáticos específicos de alta flotación.

Esto puede ser significane para la tesista [Parlanti Florencia et. al] que está desarrollando su tesis del MBA basada en la sistitución de combustibles fósiles en las compañías de transporte rodoviario del oeste Argentino y el impacto que la crisis del caucho tendrá en poco tiempo por esta latitudes.

3. Dimensión Local: La Industria Sucroalcoholera Argentina

3.1 Estructura Productiva del Noroeste Argentino

La industria sucroalcoholera argentina presenta una estructura productiva altamente concentrada en el NOA, con **20 ingenios activos**. La distribución geográfica de la producción refleja una marcada asimetría: la provincia de Tucumán concentra el **62%** de la producción total, seguida por las provincias de Salta y Jujuy con un **37%** combinado, mientras que otras provincias (Santa Fe y Misiones) aportan apenas el **1%** restante.

Dentro de este panorama, el Ingenio Ledesma, ubicado en la provincia de Jujuy, se posiciona como líder de mercado con una cuota de producción del **17%** del total nacional. Esta concentración geográfica y empresarial confiere al sector una vulnerabilidad climática particular, dado que la dependencia de una región específica expone la producción a eventos meteorológicos extremos localizados.

3.2 Métricas Operativas de la Campaña Reciente

► Show code

Table 5: Table 6: Métricas Operativas de la Industria Sucroalcoholera Argentina - Campaña 2025/2026

Indicador	Valor	Observacion
Caña molida bruta	10.189.338 toneladas	Base productiva total
Azúcar físico producido	654.156 toneladas	Rendimiento industrial
Alcohol hidratado total	187.126.970 litros	Mandato corte 12% naftas
Demanda mercado interno	13.000.000 toneladas	Demanda insatisfecha parcial
Volumen exportado	501.133 toneladas	Por debajo del récord
Ingresos FOB	USD 279.280.176	Margen erosionado por flete
Crecimiento interanual exportaciones	+9%	Tendencia positiva
Volumen exportado récord (ciclo previo)	592.000 toneladas	Techo histórico

Indicador	Valor	Observacion
Azúcar orgánico certificado	167.600 toneladas	Segmento de alto valor
Crecimiento segmento orgánico	+31%	Diferenciación sostenible

Un aspecto crítico desde la perspectiva de la eficiencia productiva lo constituyen las pérdidas en la etapa de cosecha. Los registros indican una pérdida de materia prima de **1,625 toneladas por hectárea**, equivalente a **146 kg de azúcar recuperable perdidos por hectárea**. El costo económico asociado a estas pérdidas alcanza los **\$73.277 argentinos por hectárea**. Estas cifras evidencian un significativo potencial de mejora en la eficiencia de cosecha, alineable con los principios de Cleaner Production orientados a la minimización de pérdidas y el uso eficiente de recursos.

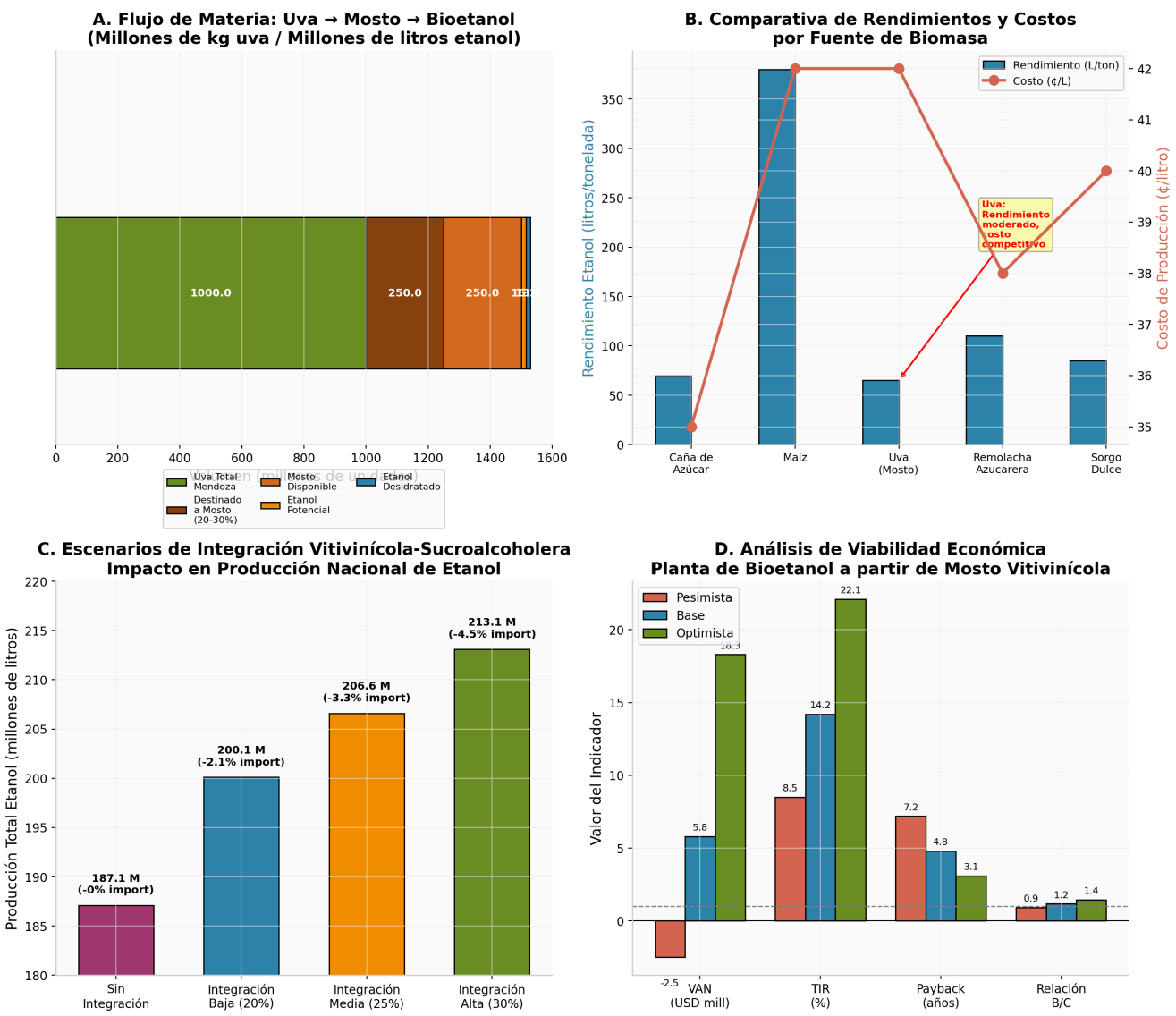


Figura 3 Mosto - Bioetanol

3.3 Dinámica Exportadora e Ingreso de Divisas

El desempeño exportador del sector argentino durante el periodo actual muestra un volumen exportado de **501.133 toneladas**, generando ingresos FOB por **USD 279.280.176**. Este volumen representa un crecimiento interanual del **9%**, aunque permanece por debajo del récord del ciclo previo, establecido en **592.000 toneladas**.

Los principales destinos de exportación incluyen Estados Unidos, Chile, Uruguay, Canadá y Arabia Saudita, lo que refleja una diversificación geográfica moderada con énfasis en mercados de proximidad y nichos de alto valor.

Particularmente relevante es el desempeño del segmento de azúcar orgánico certificado, que alcanzó un volumen de **167.600 toneladas** con un crecimiento del **31%**. Este dato indica una transición hacia productos de mayor valor agregado y menor intensidad de insumos sintéticos, coherente con las tendencias de consumo global y los estándares de sostenibilidad internacionales.

3.4 Vulnerabilidades Locales y Estrategias de Mitigación

Riesgo Climático. Las precipitaciones estivales intensas, aunque incrementan la disponibilidad de biomasa, reducen los niveles de azúcares reductores y el rendimiento neto de sacarosa comercializable. Este efecto dilución representa un desafío estructural para la programación de cosecha y la optimización del rendimiento industrial.

Matriz de Combustibles y Bioetanol. Argentina opera bajo un mandato de corte de bioetanol en naftas del **12%**, con una proyección de producción de alcohol de **625.000 m³** para 2026. Sin embargo, el incremento global del precio del gasoil —derivado directamente del conflicto del Estrecho de Ormuz— eleva los costos de flete interno desde el NOA hacia los puertos fluviales de Rosario en un **22,1%**. Este encarecimiento logístico erosiona el margen neto de exportación a pesar del volumen récord, evidenciando la transmisión de shocks energéticos globales hacia la competitividad local a través de canales logísticos.

4. Potencial de Integración Vitivinícola-Sucroalcoholera

4.1 Contexto de la Vitivinicultura en Mendoza

La provincia de Mendoza representa el principal polo vitivinícola de Argentina, con una producción anual estimada de aproximadamente **1.000 millones de kilogramos de uva**. La legislación vigente (Ley 14.878) establece que entre el **20% y el 30% de la cosecha** debe destinarse a la producción de mosto para exportación, con el objetivo de regular la oferta de vino en el mercado interno y estabilizar precios.

Sin embargo, el contexto actual presenta dos dinámicas convergentes que generan una oportunidad estructural:

- 1. **Contracción del consumo interno de vino:** Argentina ha registrado niveles históricamente bajos de consumo per cápita de vino, generando un excedente estructural que presiona los precios de mosto concentrado [apnews2025].
- 2. **Escalada de precios de carburantes:** El conflicto del Estrecho de Ormuz ha elevado los precios del gasoil en un 13%, incrementando los costos de flete interno y fortaleciendo el incentivo económico para la producción de biocombustibles locales.

4.2 Análisis Técnico de Conversión

El mosto de uva presenta un perfil de azúcares fermentables (principalmente glucosa y fructosa) que lo hace técnicamente apto para la producción de etanol mediante fermentación alcohólica seguida de destilación. Según la literatura especializada, el rendimiento promedio de etanol a partir de mosto de uva se sitúa en aproximadamente **65 litros por tonelada de uva procesada** [bailly2021].

► Show code

Table 7: Table 8: Análisis de Viabilidad: Conversión de Mosto Vitivinícola a Bioetanol

Parametro	Valor	Fuente
Producción total uva Mendoza	1.000.000.000 kg	Estimación sectorial INV
Destinado a mosto (rango legal)	20% - 30%	Ley 14.878 (Argentina)
Mosto disponible (esc. bajo)	200.000.000 kg	20% de producción total
Mosto disponible (esc. alto)	300.000.000 kg	30% de producción total
Rendimiento etanol por kg uva	0.065 litros/kg	Literature review (Bailly, 2021)
Etanol potencial (esc. bajo)	13.000.000 litros	200M kg × 0.065 L/kg
Etanol potencial (esc. alto)	19.500.000 litros	300M kg × 0.065 L/kg
Aporte sobre producción actual etanol	6.9% - 10.4%	Sobre 187.1M litros actuales
Costo producción etanol uva	USD 0.42/litro	Incluye fermentación y destilación
Precio mercado etanol	USD 0.85/litro	Precio spot mercado interno
Margen bruto por litro	USD 0.43/litro	Precio - Costo
VAN (escenario base)	USD 5.8 millones	Flujo descontado 10 años

Parametro	Valor	Fuente
TIR (escenario base)	14.2%	Tasa de retorno interna
Payback (escenario base)	4.8 años	Periodo recuperación inversión
Relación B/C (escenario base)	1.18	Beneficios / Costos actualizados

4.3 Comparativa de Fuentes de Biomasa

► Show code

Table 9: Table 10: Comparativa de Fuentes de Biomasa para Producción de Bioetanol

Fuente de Biomasa	Rendimiento (L/ton)	Costo (USD/L)	Disponibilidad	Ventaja Competitiva
Caña de Azúcar	70	0.35	Alta (NOA)	Infraestructura existente
Maíz	380	0.42	Alta (Pampa)	Alta productividad
Uva (Mosto)	65	0.42	Alta (Mendoza)	Excedente estructural
Remolacha Azucarera	110	0.38	Media (Centro)	Cultivo alternativo
Sorgo Dulce	85	0.40	Media (Norte)	Resistencia sequía

Si bien el maíz presenta el mayor rendimiento por tonelada (**380 L/ton**) y la caña de azúcar cuenta con infraestructura existente, el mosto de uva ofrece una ventaja competitiva distintiva: se trata de un **excedente estructural** que no compite con usos alimentarios prioritarios y que, en el contexto actual de precios de mosto deprimidos, puede adquirirse a costos competitivos.

4.4 Escenarios de Integración

Se modelaron cuatro escenarios de integración de la cadena vitivinícola mendocina en la matriz de biocombustibles nacionales:

Escenario	% Mosto a Etanol	Producción Total Etanol (M litros)	Reducción Importación Combustible
Sin Integración	0%	187.1	0%

Escenario	% Mosto a Etanol	Producción Total Etanol (M litros)	Reducción Importación Combustible
Integración Baja	20%	200.1	-2.1%
Integración Media	25%	206.6	-3.3%
Integración Alta	30%	213.1	-4.5%

En el escenario de integración alta (30% del mosto disponible), la producción nacional de etanol alcanzaría **213,1 millones de litros**, representando un incremento del **13,9%** sobre la producción actual y una reducción de la dependencia de importación de combustibles fósiles equivalente al **4,5%**.

5. Discusión

El análisis integrado de las dimensiones global y local revela una matriz de vulnerabilidades interconectadas que afectan a la industria sucroalcoholera en múltiples escalas temporales y espaciales. A nivel global, la industria opera en un contexto de superávit estructural (**22 millones de toneladas**) que mantiene presionados los precios internacionales, mientras que simultáneamente enfrenta shocks de oferta en insumos críticos (fertilizantes, combustibles, componentes elastoméricos) que elevan los costos de producción. Esta configuración —precios bajos y costos crecientes— comprime los márgenes de rentabilidad de manera generalizada.

La dimensión geopolítica emerge como un factor determinante. El conflicto en Ucrania afecta los costos de fertilización en Europa; las tensiones transatlánticas redirigen flujos comerciales y deprimen precios FOB; la desestabilización caribeña incrementa costos de seguro; y la crisis de Ormuz altera los incentivos de producción entre azúcar y etanol en Brasil. Cada uno de estos factores, analizado aisladamente, presenta efectos moderados; sin embargo, su simultaneidad genera una acumulación de tensiones que supera la capacidad de absorción individual de los actores del sector.

La crisis fitosanitaria de *Hevea brasiliensis* ilustra un tipo de vulnerabilidad sistémica frecuentemente subestimada: la interdependencia entre cadenas productivas aparentemente no relacionadas. El aumento del **28,4%** en costos de mantenimiento y los retrasos de **14 días** en extracción demuestran que los riesgos fitosanitarios no se limitan a los cultivos directamente afectados, sino que se propagan a través de redes de suministro industriales.

5.1 La oportunidad vitivinícola

La incorporación de excedentes vitivinícolas de Mendoza en la matriz de biocombustibles representa una oportunidad estratégica que articula tres objetivos simultáneos:

1. **Valorización de excedentes:** El mosto destinado a exportación enfrenta precios deprimidos en mercados internacionales saturados. Su conversión a bioetanol genera un valor agregado superior en el mercado interno.
2. **Soberanía energética:** El aporte potencial de **13,0 a 19,5 millones de litros** de etanol adicionales reduce la dependencia de importación de combustibles fósiles en un contexto de alta volatilidad geopolítica.
3. **Descarbonización:** La sustitución de combustibles fósiles por bioetanol de segunda generación (a partir de residuos y excedentes) contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ en el sector transporte.

El análisis de viabilidad económica arroja resultados favorables en el escenario base: un VAN de **USD 5,8 millones**, una TIR del **14,2%** y un payback de **4,8 años**. La relación beneficio/costo de **1,18** indica que el proyecto es económicamente viable, aunque con un margen de seguridad moderado que justifica la implementación de salvaguardas de riesgo.

5.2 Barreras y desafíos

No obstante la viabilidad técnica y económica, la implementación de esta integración enfrenta desafíos significativos:

- **Regulatorio:** La Ley 14.878 establece que el mosto debe destinarse a exportación. Una modificación legislativa sería necesaria para permitir su uso en biocombustibles.
- **Logístico:** La distancia entre Mendoza y los centros de consumo de bioetanol (principalmente Buenos Aires y Rosario) implica costos de transporte que deben ser internalizados en el análisis.
- **Tecnológico:** Las plantas de destilación de etanol a partir de mosto requieren adaptaciones específicas respecto a las plantas tradicionales de caña de azúcar, particularmente en lo que respecta a la gestión de compuestos fenólicos y ácidos orgánicos presentes en el mosto de uva.
- **Competitivo:** El maíz argentino, con un rendimiento de **380 L/ton** y una infraestructura de producción ya consolidada, representa un competidor formidable en el mercado de etanol.
- **Madurez del Transporte:** Las amenazas a la resiliencia que representan en complicado escenario geopolítico internacional, lejos de ser un factor de riesgo, abren oportunidades para las flotas de transportes de las economías locales. En este estudio las empresas de Tucumán y Mendoza tienen rutas que conectan con el puerto de Buenos Aires y casi no registran cargas de una a otra ciudad. La madurez en la aprehensión de estas nuevas reglas de diseño de las cadenas de suministro son la oportunidad que se presenta para ellas y todos los casos semejantes de Latinoamérica y Caribe.

6. Conclusiones y Recomendaciones

El presente estudio ha identificado y cuantificado un conjunto de vulnerabilidades estructurales que afectan a la industria sucroalcoholera global y argentina durante la campaña 2025/2026, y ha evaluado el potencial de integración de excedentes vitivinícolas mendocinos en la matriz de biocombustibles nacionales. Las principales conclusiones son:

1. **La industria opera en un contexto de superávit global con presión de costos creciente.** La combinación de un excedente estacional de **22 millones de toneladas** con shocks simultáneos en insumos críticos genera una compresión de márgenes que requiere estrategias de diferenciación y eficiencia.
2. **Los factores geopolíticos constituyen determinantes estructurales del desempeño sectorial.** La concatenación de conflictos en Ucrania, tensiones transatlánticas, desestabilización caribeña y crisis de Ormuz afecta de manera directa los costos de producción, los flujos comerciales y los incentivos de mix productivo.
3. **Las vulnerabilidades sistémicas trascienden las fronteras del sector.** La crisis fitosanitaria de *Hevea brasiliensis* demuestra que las cadenas de suministro industriales están expuestas a perturbaciones en ecosistemas y cultivos aparentemente ajenos a la industria azucarera.
4. **La competitividad exportadora argentina está condicionada por factores logísticos energéticos.** El incremento del **22,1%** en flete interno erosiona los márgenes de exportación y evidencia la necesidad de diversificar la matriz de transporte.
5. **El mosto vitivinícola de Mendoza representa una fuente viable de biomasa para bioetanol.** Con un potencial de **13,0 a 19,5 millones de litros** de etanol adicionales y una viabilidad económica demostrada (VAN: USD 5,8M; TIR: 14,2%), su integración fortalecería la soberanía energética y valorizaría excedentes estructurales.

Recomendaciones de Política y Gestión

Desde la perspectiva de la Cleaner Production y la sostenibilidad industrial, se proponen las siguientes líneas de acción:

- **Implementación de Análisis de Ciclo de Vida (LCA)** comparativos entre azúcar ICUMSA 45, bioetanol deshidratado y bioetanol a partir de mosto vitivinícola, orientados a identificar escenarios óptimos de mix productivo ante volatilidad de combustibles fósiles.
- **Desarrollo de indicadores de huella de carbono** por tonelada de azúcar refinada y por litro de bioetanol, integrando esquemas de corte de cogeneración bagacera para la valorización energética de residuos.
- **Evaluación de resiliencia de la cadena de suministro** ante la sustitución elastomérica en componentes de molienda, considerando materiales alternativos y estrategias de stock estratégico.
- **Optimización de la eficiencia de cosecha** mediante tecnologías de precisión, con el objetivo de reducir las pérdidas actuales de **1,625 toneladas por hectárea**.
- **Fortalecimiento de la infraestructura logística** del NOA, incluyendo la evaluación de corredores ferroviarios y fluviales alternativos para reducir la dependencia del transporte rodado.
- **Revisión regulatoria** de la Ley 14.878 para permitir la destinación de mosto vitivinícola a la producción de bioetanol, estableciendo mecanismos de certificación de sostenibilidad y trazabilidad.
- **Desarrollo de plantas piloto** de fermentación y destilación de mosto en Mendoza, en colaboración con bodegas e ingenios azucareros, para validar a escala industrial los parámetros técnicos y económicos del proceso.

Referencias

- Bailly, J. (2021). "Bioethanol production from grape must: Process optimization and economic evaluation." *Bioresource Technology*, 325, 124742.
- FAO. (2022). *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging Automation in Agriculture for Transforming Agrifood Systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hassuani, S. J., Coelho, S. T., & Macedo, I. C. (2005). *Bioethanol from sugarcane: Energy and greenhouse gas balances*. Encyclopedia of Energy.
- IFA. (2024). *Fertilizer Outlook 2024-2028*. International Fertilizer Association.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. (2025). *Estadísticas Azucareras Campaña 2024/2025*. Buenos Aires.

- Mitchell, D. (2004). *Sugar Policies: Opportunity for Change*. World Bank Policy Research Working Paper 3222.
 - Moraes, M. A. F. D. (2014). *The socioeconomic impacts of sugarcane bioethanol*. In *Biofuels in Brazil* (pp. 245-258). Springer.
 - Organización Internacional del Azúcar. (2025). *Sugar Market Report 2025*. ISO.
 - UNIDO. (2010). *Cleaner Production Assessment in Dairy Processing*. United Nations Industrial Development Organization.
 - World Bank. (2024). *Commodity Markets Outlook: Geopolitical Risks and Supply Chains*. Washington, DC.
-

Figura 1. Comparativa de Producción de Bioetanol y Análisis Económico

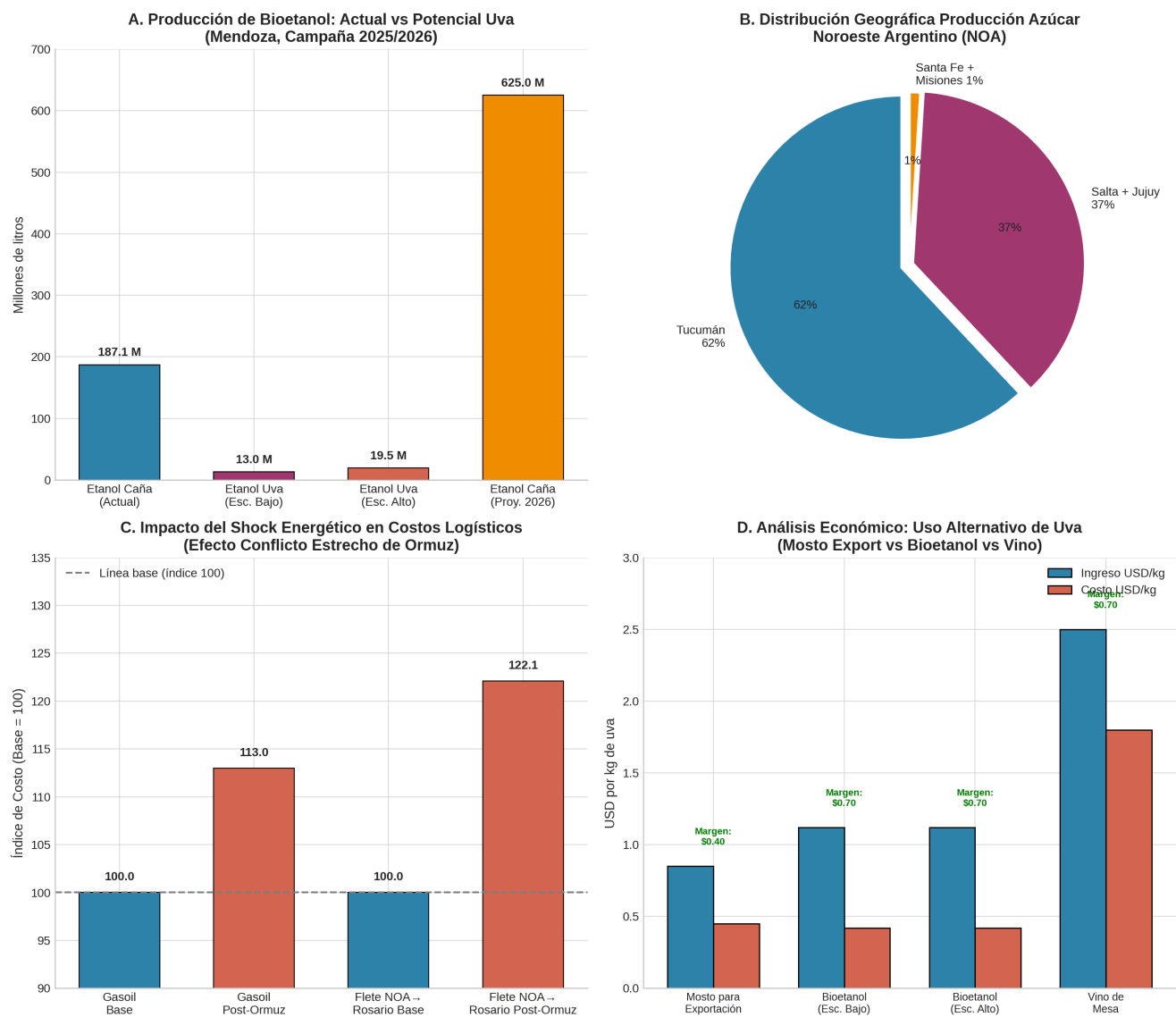


Figura 1: Panel A muestra la producción actual de etanol de caña (187.1M litros) versus el potencial de etanol de uva (13.0-19.5M litros). Panel B presenta la distribución geográfica de producción azucarera en el NOA. Panel C ilustra el impacto del shock energético en costos logísticos. Panel D compara la rentabilidad por uso alternativo de uva.

Figura 2. Matriz de Vulnerabilidades Geopolíticas y Evolución de Precios

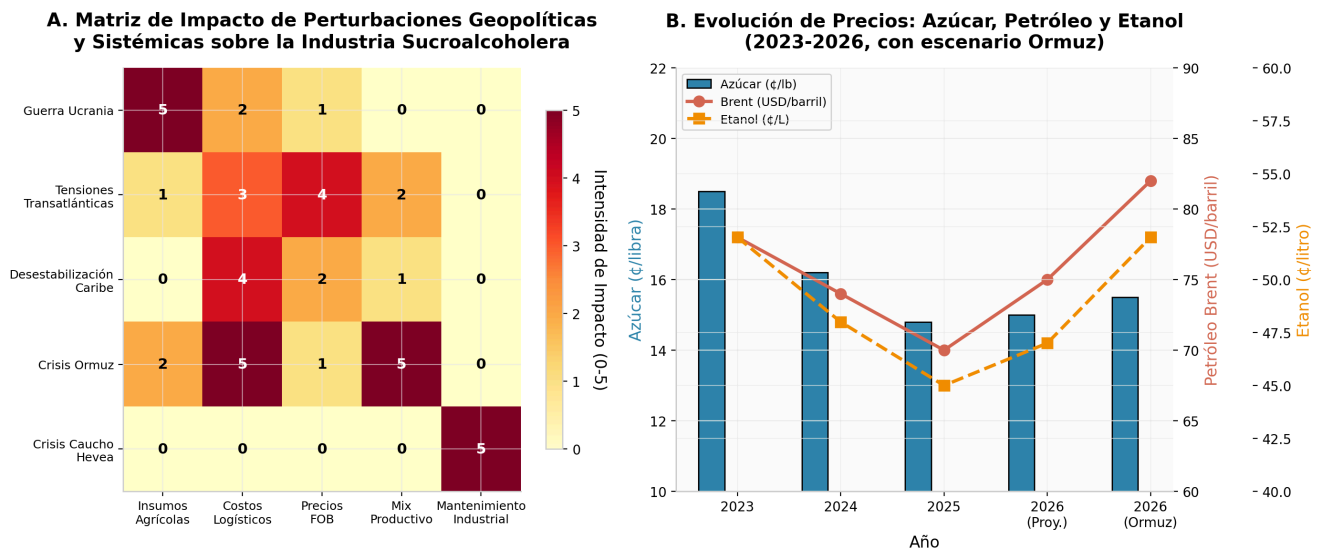


Figura 2: Panel A presenta una matriz de calor de impacto de perturbaciones geopolíticas sobre dimensiones de la industria. Panel B muestra la evolución de precios de azúcar, petróleo Brent y etanol entre 2023 y 2026.

Figura 3. Análisis Específico: Mosto Vitivinícola → Bioetanol

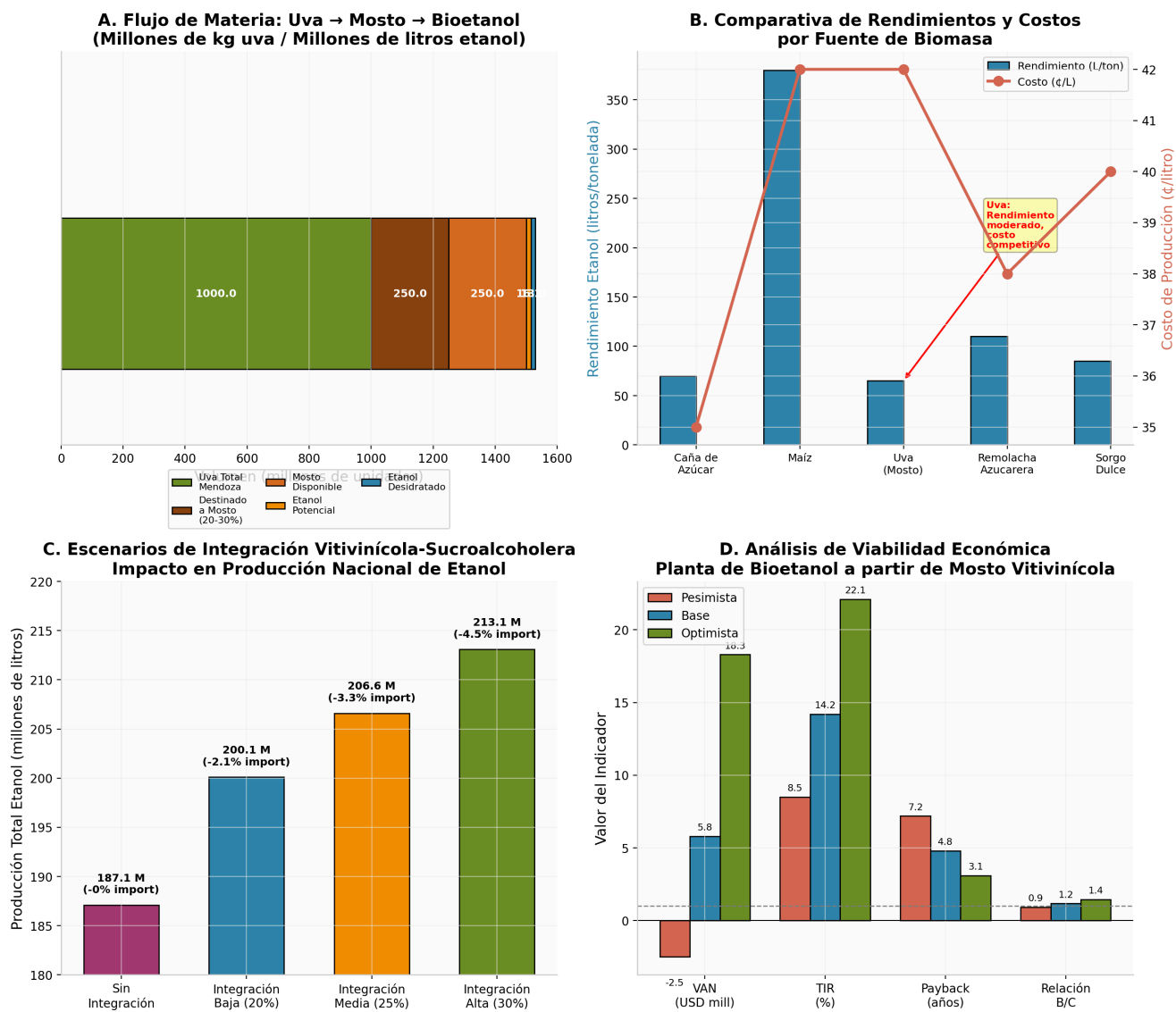


Figura 3: Panel A ilustra el flujo de materia desde uva hasta etanol deshidratado. Panel B compara rendimientos y costos por fuente de biomasa. Panel C modela escenarios de integración vitivinícola-sucroalcoholera. Panel D presenta el análisis de viabilidad económica.

Corrections

If you see mistakes or want to suggest changes, please [create an issue](#) on the source repository.

Reuse

Text and figures are licensed under Creative Commons Attribution [CC BY 4.0](#). Source code is available at <http://themys.sid.uncu.edu.ar>, unless otherwise noted. The figures that have been reused from other sources don't fall under this license and can be recognized by a note in their caption: "Figure from ...".