



IERAL

Fundación  
Mediterránea

## Documento de Trabajo

Año 22 - Edición Nº 160 – 28 de Diciembre de 2016

# Producción de etanol de maíz. Aspectos comparados de la producción a pequeña y gran escala

**Juan Manuel Garzón, Nicolás Torre y Valentina Rossetti**

**Edición y compaginación**  
Karina Lignola y Fernando Bartolacci



**IERAL Córdoba**  
(0351) 473-6326  
ieralcordoba@ieral.org

**IERAL Buenos Aires**  
(011) 4393-0375  
info@ieral.org

**Fundación Mediterránea**  
(0351) 463-0000  
info@fundmediterranea.org.ar

## Introducción

En las últimas tres campañas la producción de maíz grano promedió 33 millones de toneladas (MINAGRO), generándose un excedente de 18 millones respecto de la demanda local, volumen que se terminó canalizando hacia el mercado internacional.

Si en los próximos años el ritmo de crecimiento de la demanda no logra alcanzar al de la oferta, se incrementará el volumen de maíz excedente.

La oferta muy probablemente acelere su tasa de expansión en un contexto de menos intervenciones de mercado (eliminación de derechos y cupos de exportación), precios relativos más favorables (en particular respecto de la soja, al menos hasta tanto no se elimine completamente la carga impositiva que soporta la oleaginosa) y la necesidad de un mejor balance entre cultivos en los sistemas de producción (mayor participación de gramíneas). De hecho el área sembrada aumentó en forma considerable en el ciclo agrícola en curso (2016/2017), y se espera un salto productivo que podría superar el 20%. Se trata de varios millones de toneladas adicionales de maíz, que de no encontrar mercado interno se incorporarán al excedente anual que se destina a la exportación.

Frente a este contexto de una oferta neta que casi seguro crecerá a futuro, se reafirma la importancia de desarrollar y poner en máximo valor todos los destinos locales que actualmente dispone el maíz y también la búsqueda de nuevos negocios para el cereal. Entre los destinos locales ya instalados se encuentra la elaboración de bioetanol a base de maíz, una actividad que podría incrementar su presencia en los próximos años, considerando la preocupación creciente que existe a nivel local e internacional por los efectos de los combustibles fósiles sobre el medio ambiente.

Este documento analiza cuestiones vinculadas al etanol, en particular, a las dos tecnologías que se encuentran actualmente en el mercado para producir el alcohol a base del cereal, una de ellas ya madura y que opera a gran escala, la otra, que está dando sus primeros pasos y que trabaja a una escala considerablemente menor.

Teniendo en cuenta que el mercado interno casi seguramente demande más etanol en los próximos años (por crecimiento del consumo de naftas y/o por posible cambio en el porcentaje de corte obligatorio), parece oportuno comparar ambos modelos de negocios en uno de los aspectos relevantes: logística y transporte de materia prima y productos elaborados.

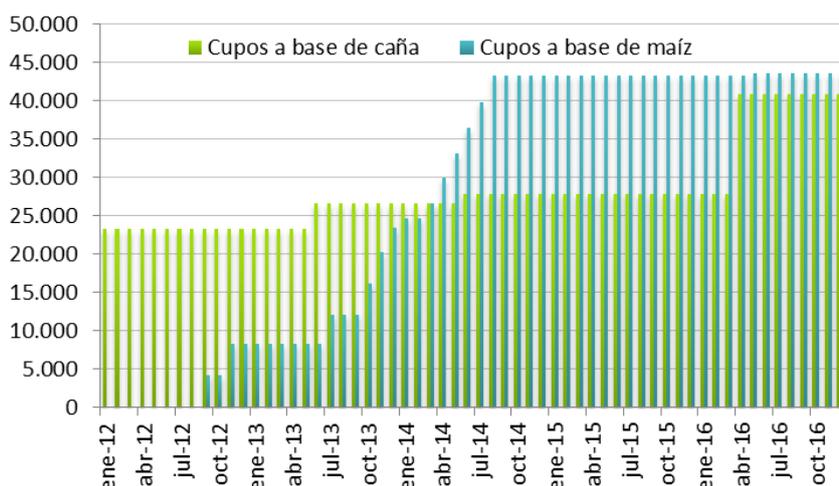
Antes de realizar el tratamiento específico de este último tema, se presenta la evolución que ha tenido el mercado del etanol en Argentina y cuál podría ser su evolución futura en los próximos años bajo distintos marcos regulatorios.

## Mercado del etanol: marco regulatorio y tamaño

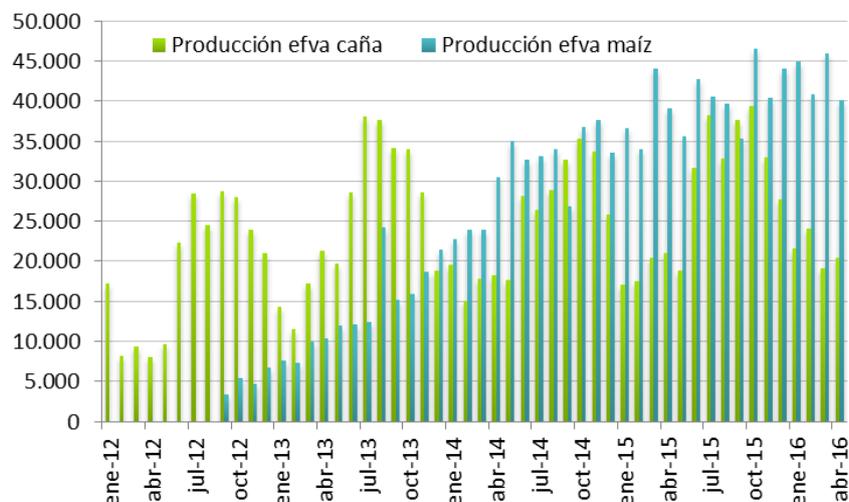
Al igual que sucediera en muchos países del mundo, en Argentina el mercado interno del etanol (y de las energías renovables en general) fue creado por Ley. En efecto, en el año 2006 la Ley Nº 26.093 establece un mandato de corte legal de combustibles fósiles con combustibles renovables, definiendo que las naftas comercializadas en el país deben estar mezcladas con bioetanol en un 5%, medido sobre el producto final; esta exigencia entraría en vigencia 4 años después, a partir de abril de 2010.

Por ese entonces la totalidad de la producción de bioetanol en el país utilizaba caña de azúcar como materia prima. Recién en septiembre de 2012 comienza a producir la primera planta en base a maíz. A partir de allí se incorporaron cuatro establecimientos más de este tipo, observándose un fuerte aumento en la producción, mientras que la actividad de los ingenios azucareros se mantuvo bastante estabilizada.

**Gráfico 1: Bioetanol según materia prima**  
Cupos otorgados (m3)



Producción efectiva (m3)



Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea en base a datos de Resoluciones del Ministerio de Energía y Minería de la Nación y fuentes primarias.

Hacia el año 2014 la producción de bioetanol se había incrementado lo suficiente como para subir el corte legal. Se estableció en 8,5% para septiembre de ese año, 9% para octubre, 9,5% para noviembre y 10% para diciembre. En este valor se mantuvo hasta abril de 2016, cuando se decidió un nuevo incremento, llevándolo al 12%, otorgando la totalidad del incremento a la producción de bioetanol a base de caña de azúcar. El objetivo de esta medida fue lograr una provisión más equilibrada en términos del uso de materias primas.

**Gráfico 2: Cupos otorgados de bioetanol y cantidad de empresas, según materia prima**



Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea en base a datos de Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación y de Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

### Corte efectivo en el mercado interno

En función del consumo de naftas observado y de los porcentajes de corte obligatorio, se puede determinar el requerimiento de bioetanol realizado en el pasado, para ser comparado con las ventas del mismo destinadas a corte de naftas, y de esa manera saber si se cumplió efectivamente el mandato exigido por ley.

Según se muestra en el Cuadro 1, no fue sino hasta el año 2013 que la producción de bioetanol alcanzó para cumplir con la meta del 5% obligatorio. Entre 2010 y 2012 el corte efectivo osciló entre 1,9% y 3,2%. A partir de allí, el aumento en el nivel de actividad del sector, liderado por el ingreso de nuevas plantas a base de maíz, permitió superar el volumen requerido por el corte legal, determinando un corte efectivo del 5,8% y del 8,1% en 2013 y 2014, respectivamente. Esto llevó a las autoridades competentes a incrementar el mandato a finales de 2014, llevándolo al 10%. En 2015 se cubrió el 95% de la demanda de bioetanol (logrando un corte efectivo del 9,5%), y en lo que va de 2016 el porcentaje de bioetanol en naftas es del 10,2% (enero-septiembre).

En marzo de este año, mediante el Decreto N° 543, se subió el corte del 10% al 12%, determinándose que la totalidad del incremento en la demanda sea cubierta con

bioetanol de caña de azúcar. A su vez, mediante la Resolución N° 37 del mes de abril, se otorgaron cupos a tres nuevos ingenios, aún en construcción, e incrementos a los ya existentes. El aumento del corte significó, para un consumo de naftas similar al de 2015, un aumento en el requerimiento de bioetanol de 170 mil metros cúbicos en un año. Por otro lado, las ampliaciones de cupo más los cupos nuevos determinaron una oferta superior en 156,3 mil metros cúbicos por año. Según los cupos legales, resta cubrir alrededor de 13,5 mil metros cúbicos por año, los que se suplen con entregas adicionales de parte de las empresas ya en funcionamiento.

**Cuadro 1: Evolución del corte legal y corte efectivo de bioetanol en naftas**

Año	Consumo naftas (m3)	Corte	Requerimiento bioetanol (m3)	Ventas a corte (m3)	Corte efectivo
2010	6.234.000	5%	311.700	117.806	1,9%
2011	6.967.000	5%	348.350	165.392	2,4%
2012	7.503.000	5%	375.150	237.843	3,2%
2013	8.164.000	5%	408.200	474.752	5,8%
2014	8.084.000	5%	404.200	663.102	8,1%
2015	8.545.000	10%	854.500	803.640	9,5%
2016*	6.372.000	12%	764.640	647.109	10,2%

\* A septiembre.

Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea en base a datos de Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación y de Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

### Escenarios de consumo interno según marco regulatorio

Para aumentar la utilización de maíz en base a etanol a una tasa superior a la que de por sí implica el crecimiento normal de la economía y el consumo de naftas, se requeriría aumentar el cupo de corte obligatorio.

A continuación se simula el requerimiento de bioetanol para un hipotético año 2017, ante diferentes escenarios de consumo de naftas y corte legal. En los tres escenarios se plantea un incremento en el consumo de naftas del 5% interanual respecto al consumo anualizado de 2016, siendo el corte en el Escenario 1 igual al actual (12%), en el Escenario 2 del 15% y en el Escenario 3 del 20%.

Como se observa en el Cuadro 2, en el Escenario 1 la demanda de bioetanol subiría un 5% respecto a la que se observaría en 2016, en el Escenario 2 se incrementaría un 31% y en el Escenario 3 un 75%, poniendo en evidencia que el factor que mueve el amperímetro en la variación del requerimiento de bioetanol es el corte legal, y menos la demanda de naftas.

En el Escenario 3 se requerirían 765 mil metros cúbicos adicionales a los actuales. Teniendo en cuenta que la legislación establece que deben equilibrarse ambas materias primas (suponiendo eso constante), unos 382,5 mil metros cúbicos deberían cubrirse con bioetanol de maíz, que significa un requerimiento adicional de casi 1 millón de toneladas

del cereal (977 mil). En el Escenario 1, que sólo contempla crecimiento del consumo de naftas por el crecimiento natural de la demanda, se necesitarían unos 26,4 mil metros cúbicos adicionales de bioetanol de maíz, con un incremento de 65,1 mil toneladas del cereal.

**Cuadro 2: Simulación de requerimiento de bioetanol y maíz ante cambios en corte y consumo de naftas en 2017 – Valores anuales –**

Año	Consumo naftas (m3)	Corte legal (%)	Requerimiento bioetanol (m3)	Requerim. bioetanol maíz (m3)	Requerimiento maíz (tn)	Var. dda bioetanol resp. a 2016
<b>2016 anualizado</b>	8.496.000	12%	1.019.520	509.760	1.302.977	-
<b>Escenario 1</b>	8.920.800	12%	1.070.496	535.248	1.368.123	+5%
<b>Escenario 2</b>	8.920.800	15%	1.338.120	669.060	1.710.157	+31%
<b>Escenario 3</b>	8.920.800	20%	1.784.160	892.080	2.280.102	+75%

*Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea en base a datos de Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación y de Ministerio de Energía y Minería de la Nación.*

En los escenarios de suba de corte, que son los de mayor requerimiento de producción de etanol a base de maíz, surgiría la disyuntiva de la asignación del cupo excedente entre las plantas existentes (según nivel de utilización y posibilidad de ampliación de capacidad instalada) y posibles nuevas plantas. Y en esta última situación, el dilema entre plantas de gran escala, como las que operan actualmente, y plantas de menor escala, donde ya se cuenta con algunas experiencias de tipo piloto.

## Producción de etanol a gran y pequeña escala

Se puede producir bioetanol a base de maíz en plantas de gran escala y también en plantas más pequeñas. Existen desarrollos tecnológicos y plantas en funcionamiento en ambos modelos.

Una planta de gran escala de referencia para el país podría ser una planta que produce 81,8 mil metros cúbicos anuales de alcohol, cuya demanda de maíz ronda las 221 mil toneladas al año.<sup>1</sup> Esta tecnología opera en Argentina desde hace varios años.

Por su parte, una planta pequeña, como algunas de las que están operando o a punto de entrar en funcionamiento, puede producir unos 5,1 mil metros cúbicos de alcohol y demandar 13,8 mil toneladas de maíz por año.

Nótese que las relaciones anteriores suponen una misma eficiencia de conversión, independientemente del tamaño de la planta. Este es un supuesto clave para cualquier

<sup>1</sup> Hay plantas en Estados Unidos, e incluso en Argentina, más grandes que la señalada como referencia.

evaluación y análisis comparado, que sería válido de acuerdo al relevamiento de mercado realizado: una planta pequeña puede ser a priori tan eficiente como una planta grande.<sup>2</sup>

En ambos modelos tecnológicos se producen alcohol y subproductos, aunque los productos pueden no ser estrictamente los mismos, considerando la posibilidad de generar alcohol anhidro o hidratado<sup>3</sup> y burlanda húmeda o seca (con o sin solubles).<sup>4</sup> En el caso de las plantas grandes que operan en Córdoba, el alcohol es anhidro; en las chicas que están a punto de operar es hidratado (no cuentan con módulo de deshidratación).<sup>5</sup> Algo parecido sucede con la burlanda, las plantas más grandes y recientemente instaladas cuentan con secadora, no así las más pequeñas, que sacarán el subproducto con un contenido importante de agua. El secado implica una inversión adicional y tiene un costo importante (proceso intensivo en energía), su ventaja es que alarga la vida útil del producto y permite enviarlo a mercados más distantes (exportación).

En función de las escalas de referencia antes mencionados, puede deducirse que una planta grande sería equivalente a 16 plantas pequeñas en lo que hace a volumen de producción.

¿Qué ventajas competitivas pueden tener las plantas pequeñas en relación a las grandes?

A continuación se realiza un análisis comparativo entre ambos tamaños de plantas en tres aspectos que, evaluados en conjunto, serían favorables a las destilerías pequeñas:

- a) La facilidad / dificultad de originar la materia prima (maíz), y los costos de transporte asociados;
- b) La facilidad / dificultad de colocación del subproducto (burlanda), y los costos de transporte asociados;
- c) La facilidad / dificultad de colocación del producto principal (bioetanol), y los costos de transporte asociados.

El objetivo es determinar si la logística de abastecimiento y/o colocación de productos elaborados puede ser más o menos dificultosa según escalas de plantas y si, dado lo

---

<sup>2</sup> La eficiencia de las plantas pequeñas, a diferencia de las grandes, deberá validarse con el tiempo, considerando que no tienen todavía un historial similar al de las plantas de mayor tamaño, al menos en Argentina.

<sup>3</sup> El alcohol que va a la mezcla con las naftas es el alcohol anhidro. Esto implica que las plantas pequeñas, de no tener equipo de deshidratación, deberán enviar su producto a una empresa industrial que sí lo tenga, si desean sumarse como proveedoras de alcohol para combustible.

<sup>4</sup> El proceso genera dos subproductos: “granos destilados” y “sólidos solubles (vinaza)”. En las plantas grandes y en el proceso convencional, generalmente, ambos subproductos son conjugados en uno para facilitar su comercialización, conocido como DGS (*Distiller Grains with Solubles*), o “burlanda”, que según se lo comercialice en estado húmedo o seco, se le conoce como WDGS (burlanda húmeda) o DDGS (burlanda seca). La vinaza es un compuesto que tiene un 95% de agua y un 5% de sólidos. Las plantas grandes someten la vinaza a un proceso en el cual se evapora gran parte del agua, obteniendo una especie de jarabe que luego es mezclado con los sólidos insolubles, conformando así la burlanda húmeda o seca con solubles (WDGS o DDGS). En el caso de las plantas pequeñas, la tecnología convencional no realiza ni evaporación de la vinaza liviana ni mezclado, lo que deriva en un ahorro de energía (gas). En estas plantas pequeñas la intención es utilizar la vinaza como bebida bovina, pero esto está en proceso de evaluación, por lo que en caso de verificarse imposibilidad, las plantas pequeñas deben definir qué hacer con la vinaza.

<sup>5</sup> Se podría agregar el módulo. Se desconoce si la eficiencia sería exactamente la misma que la de una planta grande.

anterior, puede haber ahorros/desahorros en materia de transportes según el modelo de negocios adoptado.

Una consideración que tiene mucha relevancia en el análisis que sigue es que las destilerías pequeñas (al menos así sucede con las que están en vías de operación en Córdoba) se encuentren radicadas en establecimientos que producen animales bajo sistemas intensivos de engordede escala importante (+4.000 animales diarios engordados), que son grandes consumidores de energía y fibra vegetal para la alimentación animal. Se trabaja con este último supuesto; disponer de un feedlot de al menos la escala antes referida sería una condición "necesaria" para que una inversión en una pequeña destilería de alcohol pueda ser conveniente.

Otros aspectos que debieran compararse entre escalas de plantas, que no han sido incluidos en este documento, serían: a) el costo de la inversión; b) los requerimientos y costos de mano de obra; c) los requerimientos y costos de la energía; d) los requerimientos y costos de servicios especializados de procesos y asistencia técnica; entre otros. En todos los casos, medidos por unidad de producto elaborado.

En los apartados que siguen se analiza el tema de la logística y transporte en un ejercicio que compara, dada la necesidad de igualar el nivel de producción en ambos esquemas, entre 1 planta grande versus 16 pequeñas plantas.

### Originación y transporte de la materia prima

Tanto las unidades pequeñas como las grandes se abastecen de maíz, el que deberá ser movilizado hasta la planta por un medio de transporte. Para la pequeña destilería se supone que dispone de la mitad de maíz *in situ*, debiendo recurrir al mercado para hacerse de la restante mitad. Resulta interesante comparar la facilidad de originar el maíz y los costos que deberán asumir unas y otras.<sup>6</sup>

La estimación del costo de transportar la materia prima que requiere una planta de escala grande y la cantidad de plantas pequeñas equivalente exige, en primer lugar, el cálculo del área de originación del maíz. Para ello se tienen en cuenta diversos indicadores:<sup>7</sup>

- Demanda de maíz anual: 221 mil toneladas en la planta grande versus 13,8 mil toneladas en cada una de las 16 plantas pequeñas; en estas últimas se supone que deberán salir a "buscar" la mitad del maíz (6,9 mil toneladas), y que dispondrán la otra mitad *in situ*,<sup>8</sup>
- Rinde del maíz: 7,5 tn/ha

---

<sup>6</sup> En algunos casos estos costos de transporte podrían ser cero, sería el caso donde la planta pequeña se localiza dentro de un establecimiento que produce el maíz suficiente y en un lugar específico dentro del campo donde habitualmente el productor almacena los granos (silos de almacenamiento, silos de feedlot, etc.) antes de su uso y/o comercialización.

<sup>7</sup> Corresponden a valores promedio para la provincia de Córdoba.

<sup>8</sup> Debe recordarse nuevamente que, desde la perspectiva de un inversor agropecuario, la conveniencia y la factibilidad económica de las pequeñas destilerías está muy condicionada al emplazamiento de la planta en un establecimiento que cuente con engorde intensivo a corral y producción agrícola propia de cierta escala.

- Densidad de maíz (superficie con maíz / superficie agrícola): 24,3%
- Densidad agrícola, promedio de zonas productivas de Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires (superficie agrícola / superficie total): 36%
- Porcentaje excedente (porcentaje de la producción de maíz destinada a exportación): 71,1%.
- Densidad vial<sup>9</sup> (kilómetros lineales de red vial primaria y secundaria por cada 100 kilómetros cuadrados de superficie en Provincia de Córdoba, año 2011): 18 km

En cada caso se requiere obtener la extensión de superficie agrícola que será necesaria para satisfacer la demanda anual de maíz. Para ello se tiene en cuenta el rinde del maíz, así como también el hecho de que no toda el área alrededor de la planta industrial dispondrá de maíz (ratio hectáreas implantadas con maíz / hectáreas implantadas totales), como tampoco toda el área alrededor de la planta será (necesariamente) zona agrícola (ratio has agrícolas / has totales). Se considera también el porcentaje de la producción de maíz excedente, es decir, el que no es demandado por otras actividades como la bovina, la porcina, la aviar, las molindas, etc. Se agrega una corrección adicional, la de la densidad vial, que aumenta la distancia a recorrer para adquirir el maíz.

Una vez obtenida el área requerida para abastecer de maíz a cada planta, se obtiene el radio de dicha circunferencia, lo que indica la distancia máxima que se deberá recorrer para obtener la materia prima. Cuando estos cálculos se realizan para una planta de la escala de referencia, arrojan como resultado un radio de 91 kilómetros, mientras que para las pequeñas, de 23 kilómetros para cada una. Como ya se ha mencionado, se supone que estas últimas solo requieren el servicio de flete para la mitad de la demanda de maíz, ya que la otra mitad la disponen en el propio establecimiento donde se localiza la destilería.<sup>10</sup>

Por otro lado, la cantidad de camiones de maíz al año que demanda una planta de 81,8 mil metros cúbicos de producción de alcohol son 7.892, mientras que una pequeña destilería requeriría 247 camiones (si se consideran las 16 destilerías pequeñas, éstas demandan la mitad de camiones que la planta grande de referencia).

---

<sup>9</sup> Se calcula para la provincia de Córdoba en base a datos del Consejo Vial Federal, año 2011.

<sup>10</sup> Se considera que todo establecimiento agropecuario usualmente dispone de un lugar donde concentra la producción de maíz, antes de su uso en el propio campo o de su comercialización. El costo de traslado hacia este centro de “distribución” no se imputa a la pequeña destilería, dado que se entiende debe realizarse independientemente de la existencia o no de esta última.

**Cuadro 3: Cálculo de costos de transporte de la materia prima\* – Pequeña destilería y Planta grande de referencia –\*\***

PARÁMETROS		
Demanda de maíz anual : 220.968 tn (planta de referencia) vs 110.484 tn (pequeña destilería)		
Rinde de maíz: producción / hectárea = 7,51 tn/ha		
Densidad de maíz: área con maíz / área agrícola = 24,3%		
Densidad agrícola: área agrícola / área total = 36%		
Excedente: producción exportable / producción total = 71,1%		
Densidad vial: Kilómetros de ruta (lineal) por cada 100 Kilómetro cuadrado de superficie = 18		
CÁLCULOS (miles ha)	Planta de referencia	Pequeña destilería
Demanda / Rinde = A	29,44 ha	1,84 ha
A / Densidad maíz = B	120,89 ha	7,56 ha
B / Densidad agrícola = C	335,81 ha	20,99 ha
C / Excedente = D	472,73 ha	29,52 ha
D / Densidad vial = E	2.624,3 ha	164,0 ha
Radio = $(\text{Área E} / \text{Pi})^{(0,5)}$	91 km	23 km
Cantidad de camiones al año	7.892	247
Flete FECOTAC \$/Tn	\$235,3	\$120,2
<b>COSTO FLETE ANUAL</b>	<b>\$ 51.984.932</b>	<b>\$ 830.011</b>
<b>COSTO FLETE ANUAL 16 mini destilerías</b>		<b>\$ 13.280.117</b>
<b>AHORRO ANUAL</b>	<b>\$38.704.755</b>	

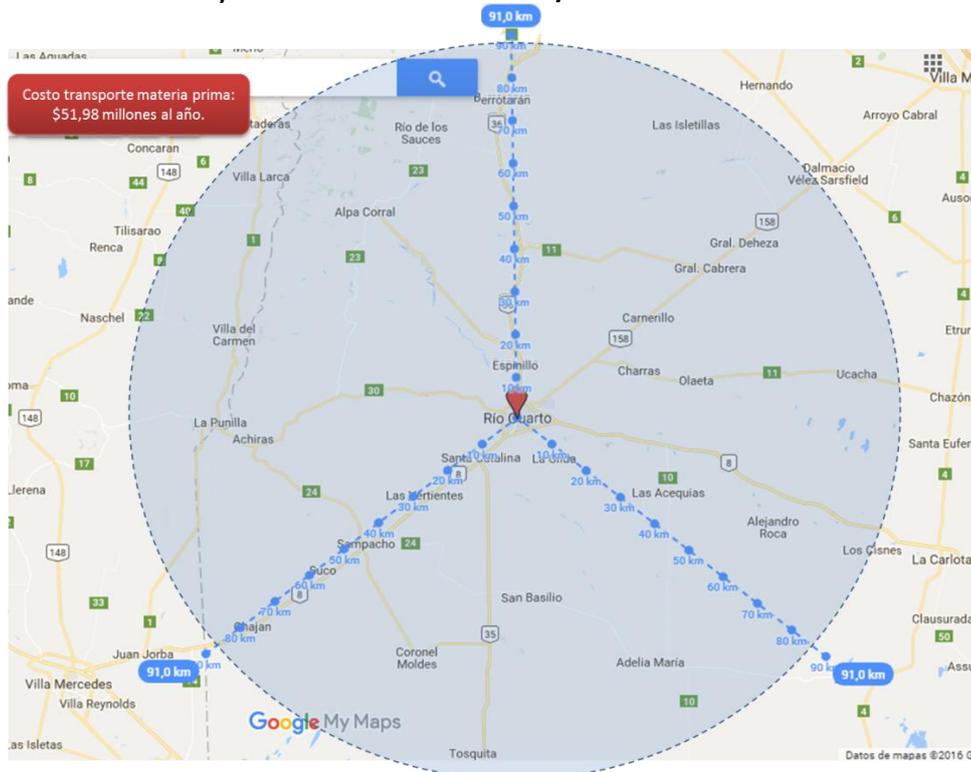
\* Para los cálculos se toman fletes sugeridos por FECOTAC a julio de 2016.

\*\* En el ejercicio se supone que las pequeñas destilerías sólo deben "originar con costo de transporte" el 50% del maíz que necesitan, dado que el resto lo disponen de propia producción (no se imputa costo de traslado interno en el campo, se considera que este traslado existiría independientemente de la destilería).

Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea.

En base a la cantidad de camiones requerida y a los kilómetros que deben recorrer (como máximo), y tomando tarifas sugeridas por FECOTAC a julio de 2016, se puede estimar el costo de transporte teórico de la materia prima para la planta de referencia y para las 16 plantas pequeñas equivalentes. El valor obtenido en el primer caso asciende a 52 millones de pesos, mientras que para cada mini planta es de 830 mil pesos, lo que en términos agregados asciende a 13,3 millones de pesos. Esto determina un ahorro en concepto de costos de transporte de la materia prima de 38,7 millones de pesos por año, un 74% menos que en la de la planta de mayor escala, para igual producción de bioetanol.

**Mapa 1: Estimación del costo de transporte de la materia prima en planta de referencia**  
**Área = 2,6 millones de hectáreas / Radio = 91 kilómetros**



Nota: la ubicación de las plantas en este mapa no responde a ningún criterio de conveniencia, solo a los fines de representar el área de origen de maíz de cada una.

Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea.

**Mapa 2: Estimación del costo de transporte de la materia prima en 16 Miniplanta**  
**Área: 104,0 mil hectáreas / Radio = 23 kilómetros**



Nota: la ubicación de las plantas en este mapa no responde a ningún criterio de conveniencia, solo a los fines de representar el área de origen de maíz de cada una.

Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea.

### Logística de transporte del bioetanol

Las plantas grandes actualmente en operación no asumen el costo de envío del bioetanol. El precio que reciben por su producto, determinado por el Ministerio de Energía y Minería de la Nación, representa un valor en planta, siendo las empresas petroleras (denominadas Mezcladoras) las que lo retiran con sus propios camiones.

Las miniplantas, en cambio, sí afrontarían un costo de transporte del producto principal en función del supuesto tecnológico antes realizado: el bioetanol que elaboran es hidratado (con una concentración de alcohol del 95,5%), siendo éste apto para utilizar en autos flex-fuel pero no para ser mezclado con naftas. Para esto último es requerido un proceso productivo adicional, la anhidración, que lleva al bioetanol a una concentración de 99,7% (alcohol anhidro).

Para comparar se supone que se dispone de plantas de anhidración, con capacidad para recibir el alcohol elaborado por 8 miniplantas, con lo cual se requeriría de dos establecimientos de anhidración para el ejercicio bajo análisis. El bioetanol hidratado sería transportado desde las plantas pequeñas hasta estos establecimientos para obtener bioetanol anhidro, el que será luego retirado de allí por las petroleras.

El envío de la producción de cada planta pequeña requiere 138 camiones por año (37 mil litros por camión). Puede suponerse que la planta anhidradora se radicará a una distancia promedio de 100 kilómetros respecto de las 8 miniplantas de las cuales recibirá bioetanol. Esto determina un costo de transporte anual de \$1,4 millones por cada planta, lo que para el conjunto de 16 establecimientos asciende a \$22,5 millones. La totalidad de este importe representa un desahorro en términos de costos de transporte para este esquema productivo, ya que para las plantas actuales este costo es nulo.

Escenarios alternativos podrían sucederse si parte de la producción se destinara a corte y parte a consumo directo en autos flex-fuel, lo que reduciría este costo de flete en la proporción en la que se destine a este último fin (que no requiere anhidración, por lo tanto transporte a la planta anhidradora). Sin embargo hasta el momento, si bien se producen, no se ha difundido su uso de este tipo de vehículos en el país.

**Cuadro 4: Cálculo de costos de transporte del producto principal – Miniplanta y planta de referencia**

PARÁMETROS	Planta de referencia	Pequeña destilería
Cantidad de camiones al año	2.212	138
Km a anhidradora (promedio)	0	100 km
<b>COSTO FLETE ANUAL</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 1.405.239</b>
<b>COSTO FLETE ANUAL 16 mini destilerías</b>		<b>\$ 22.483.827</b>
<b>AHORRO ANUAL</b>	<b>-\$22.483.827</b>	

Nota: valores de fletes tomados de los sugeridos por FECOTAC a julio de 2016.

Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea.

### Logística de colocación y transporte de la burlanda

La producción de bioetanol genera, como subproducto, una significativa cantidad de burlanda. Por cada tonelada de maíz que se procesa se obtienen 1,04 toneladas de burlanda en base húmeda. Tomando esta relación, se obtiene que la planta grande produce casi 230 mil toneladas de este subproducto por año, mientras que cada miniplanta obtiene 14,4 mil toneladas (dado el supuesto de igual eficiencia productiva, las 16 pequeñas destilerías generan en conjunto la misma cantidad de subproducto que la planta grande).

Este producto es utilizado en alimentación animal, fundamentalmente alimentación de bovinos. Las plantas actualmente en operación comercializan la burlanda (normalmente húmeda) en establecimientos agropecuarios de la zona (engorde bovino a corral y tambos) y en otros casos secan el producto y lo envían a exportación.

En la configuración de las miniplantas, este producto no entraría al canal comercial ya que, como se mencionara, una condición *sine qua non*, es la instalación de la planta industrial en un establecimiento que disponga de un sistema de engorde bovino intensivo.

Esta diferencia determina un ahorro importante en términos de costos de transporte por parte de las plantas pequeñas, en relación a la planta de referencia. Tomando el costo de flete sugerido por FECOTAC en julio para un viaje de 100 kilómetros (suponiendo que esta es la distancia promedio de comercialización actual de la burlanda),<sup>11</sup> considerando un camión de 28 toneladas de burlanda húmeda, la planta de referencia afronta un costo anual de \$57,8 millones por este concepto. A este monto asciende entonces el ahorro del que gozarían las miniplantas en comparación con la configuración de la producción actual de bioetanol.

**Cuadro 5: Cálculo de costos de transporte del subproducto – Miniplanta y planta de referencia**

PARÁMETROS	Planta de referencia	Pequeña destilería
Cantidad de camiones al año	8.207	0
Km a cliente de burlanda	100 km	0
<b>COSTO FLETE ANUAL</b>	<b>\$ 57.826.265</b>	<b>\$ 0</b>
<b>COSTO FLETE ANUAL 16 mini destilerías</b>		<b>\$ 0</b>
<b>AHORRO ANUAL</b>	<b>\$57.826.265</b>	

Nota: valores de fletes tomados de los sugeridos por FECOTAC a julio de 2016.

Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea.

<sup>11</sup>El volumen de burlanda que genera la planta grande de referencia es suficiente para suplementar a 147.522 bovinos bajo un ciclo de engorde de 166 días (y un consumo de burlanda por cabeza engordada de 1.559 kilos). De suponer que se realicen 2 ciclos anuales, representaría una carga instantánea de 73.761 cabezas. Según datos de establecimientos de engorde fiscalizados por SENASA en 2014, ese número se equipara casi con la suma de los departamentos Colón, Totoral y Río Primero (78.149 cabezas), o representa el 70% del departamento Río Cuarto (106.202 cabezas).

**En síntesis**

En este punto se consideran en forma conjunta los ahorros y desahorros en costos de transporte que permite la producción de bioetanol del conjunto de 16 miniplantas en relación a una planta grande. Esta última goza de la ventaja de no tener que movilizar la producción de bioetanol, pero tiene la desventaja de tener transportar la burlanda, y en lo que respecta a la materia prima, deberá originar maíz desde una mayor distancia. En el neto, la diferencia se expresa a favor de las plantas pequeñas, las que permiten ahorrar el 67% de los costos de transporte, equivalente a alrededor de \$74,0 millones por año.

**Esquema 1: Comparación costos de transporte –Planta grande vs pequeñas destilerías**

Producto	Planta de referencia	16 peq. destilerías
 <p>Etanol</p>	<p>Etanol</p> <p>\$ 0</p>	<p>Etanol</p> <p>\$ 22.483.827</p>
 <p>Maíz</p>	<p>Maíz</p> <p>\$ 51.984.932</p>	<p>Maíz</p> <p>\$ 13.280.177</p>
 <p>Burlanda</p>	<p>Burlanda</p> <p>\$ 57.826.265</p>	<p>Burlanda</p> <p>\$ 0</p>
<p><b>Ahorro neto Conjunto de 16 Pequeñas Destilerías = \$ 74.047.193 (-67%)</b></p>		

Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea.

**Intensidad de uso de servicios de transporte**

En la comparación anterior no se incluyó el costo de transportar el producto final por ser asumido por las empresas petroleras (el costo de este ítem adjudicado a las miniplantas correspondía al transporte del bioetanol desde las mismas hasta las plantas anhidradoras).

En este punto se valora la cantidad total de camiones requeridos en ambos esquemas productivos, así como los litros de gasoil necesarios en cada uno, independientemente del agente económico que asuma el costo de transporte. El objetivo aquí es determinar si el conjunto de 16 plantas pequeñas permite un menor deterioro de caminos y rutas y un ahorro en los requerimientos de combustibles.

Para esto, a la cantidad de fletes necesarios para transportar maíz, bioetanol y burlanda, se le deben adicionar aquellos requeridos para proveer de gas licuado de petróleo (GLP)

a las miniplantas. Al estar atada la localización de las mismas a la de los feedlots, los que se encuentran en zonas rurales, los pequeños establecimientos deberán utilizar GLP, consumo que requerirá de camiones adicionales a los que demanda la planta de referencia. Esto es porque los establecimientos actualmente en operación disponen de gas de red por radicarse sobre troncos de distribución de gas, por lo que este ítem no rige para ellos.<sup>12</sup>

### La cantidad de camiones necesarios

En un escenario de máxima, cada miniplanta consume casi 1.800 kilos de GLP por día. Las 16 demandan, por año, 9.488 toneladas de GLP. Considerando que cada camión transporta 15 toneladas, el conjunto de 16 establecimientos precisa 633 camiones por año.

Respecto al maíz, la cantidad de camiones requeridos por el conjunto de 16 miniplantas asciende a 3.946, la mitad que para la planta de referencia, dado el supuesto realizado sobre la disponibilidad de parte del requerimiento de maíz in situ.

El transporte del producto final demanda, para el establecimiento de referencia, 2.212 camiones por año. Para el conjunto de 16 pequeños establecimientos, este número se duplica, ya que es necesario un traslado previo al de la venta del bioetanol, de las miniplantas a las plantas anhidradoras. Por lo que la cantidad de camiones demandados por año asciende a 4.424.

Finalmente, el transporte de la burlanda se ahorra en forma total en la configuración del esquema de pequeña escala. Esto es porque el subproducto es consumido en forma total por el feedlot asociado a cada planta. Por el contrario, el subproducto de la planta grande de referencia entra al canal comercial, demandando 8.207 camiones por año.

En resumen, las 16 miniplantas requieren de 9.003 camiones al año, mientras que la planta grande de referencia unos 18.311. Así, las plantas pequeñas reducen en más de un 50% el requerimiento anual de camiones (9.308 unidades).

**Cuadro 6: Cantidad de camiones requeridos por año**

Producto	Planta grande	16 destilerías pequeñas
Maíz	7.892	3.946
Bioetanol	2.212	4.424
Burlanda	8.207	0
GLP	0	633
<b>Total</b>	<b>18.311</b>	<b>9.003</b>
<b>Ahorro en esquema destilerías pequeñas</b>		<b>9.308</b>

Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea.

<sup>12</sup> Esta es una ventaja de las plantas grandes.

## El consumo de gasoil

La demanda de una menor cantidad de viajes de camiones por parte del conjunto de miniplantas implica un menor consumo de gasoil respecto de la planta grande. Considerando la cantidad de camiones necesarios en cada uno de los esquemas productivos y teniendo en cuenta un consumo promedio de 40 litros de gasoil por camión cada 100 kilómetros, el ahorro de combustible dependerá de la cantidad de kilómetros recorridos.

Se supone que para transportar el maíz que se utilizará como insumo la planta grande debe recorrer, según el ejercicio teórico realizado previamente, hasta 91 kilómetros, mientras que cada miniplanta debe recorrer hasta 23 kilómetros (por la mitad del requerimiento).

Por otro lado, el producto final es retirado de las plantas por las petroleras para ser mezclado con nafta; se supone que se recorre, en promedio, 550 kilómetros tanto en el caso de las miniplantas como de la planta de referencia. Pero debe tenerse en cuenta que el bioetanol obtenido en las primeras debe ser llevado a una planta anhidradora donde se realiza el último paso del proceso productivo con el fin de hacer al bioetanol apto para corte. Este transporte se supone que es, en promedio, de 100 kilómetros.

La burlanda obtenida en la planta grande debe ser transportada hasta diversos establecimientos con animales que la consuman como alimento (o enviada a los puertos de exportación). Se considera para esto una distancia promedio de 100 kilómetros. Los establecimientos pequeños no requieren este transporte ya que el subproducto es utilizado por el feedlot al cual se encuentran asociadas.

Por último, los camiones demandados para abastecer de GLP a las miniplantas parten, cuando el destino es algún punto de la provincia de Córdoba, de la localidad de Monte Cristo. Se toma una distancia promedio de 150 kilómetros para la distribución de GLP.

**Cuadro 7: Litros de gasoil requeridos por año**

Supuesto: demanda de gasoil por cada 100 kilómetros recorridos = 40 litros								
Producto	Planta grande				Pequeñas destilerías (16)			
	Cantidad de camiones	Km a recorrer c/camión	Total km recorridos	Litros de gasoil	Cantidad de camiones	Km a recorrer c/camión	Total km recorridos	Litros de gasoil
Maíz	7.892	91	721.278	288.511	3.946	23	90.160	36.064
Bioetanol	2.212	550	1.216.541	486.616	4.424	100/550*	1.437.730	575.092
Burlanda	8.207	100	820.738	328.295	0	0	0	0
GLP	0	0	0	0	633	150	94.950	37.980
<b>Total</b>	<b>18.311</b>		<b>2.758.557</b>	<b>1.103.423</b>	<b>9.003</b>		<b>1.622.839</b>	<b>649.136</b>

Nota: La mitad de los camiones requeridos realizan viajes, en promedio, de 100 kilómetros (de cada Miniplanta a planta anhidradora), y la otra mitad recorre, en promedio, 550 kilómetros (de planta anhidradora a refinería).

Fuente: IERAL de Fundación Mediterránea.

En base a estos supuestos, los cálculos determinan que el esquema productivo de pequeña escala conlleva un consumo de gasoil anual en transporte de dos materias primas (maíz y GLP), del producto final y del subproducto, de 649,1 mil litros, mientras que la planta de referencia requiere 1.103,4 mil litros por año por los mismos conceptos. Así, el ahorro en litros de gasoil que permiten las miniplantas en su conjunto asciende al 41%, 454,3 mil litros por año.

## Consideraciones finales

En los próximos años la disponibilidad de maíz en el mercado interno crecerá de la mano de un aumento importante de la producción, impulsado por la mejora en las condiciones que el mercado ofrece a los productores del cereal.

Será mayor entonces el desafío de incrementar los usos del cereal en el mercado interno, en cualquiera de sus destinos relevantes, ya sea transformación en proteínas animales, generación de alimentos humanos a base de maíz y/o producción de biocombustibles.

El mercado interno del etanol ha crecido significativamente desde la entrada en vigencia del marco regulatorio que obliga a mezclar naftas con combustibles basados en fuentes renovables. Actualmente más de 1 millón de toneladas de maíz se transforman en alcohol con destino su uso como combustible para vehículos.

El mercado interno de los biocombustibles crecerá en los próximos años por el propio aumento del consumo de naftas. Pero también puede hacerlo si el marco regulatorio define un porcentaje de mezcla más ambicioso que el actual 12%.

La mayor producción que se necesitará para cumplir con un corte más alto podrá provenir de las empresas que actualmente operan en el mercado (y tienen margen para expandirse) y/o de nuevos emprendimientos. En este último caso, el organismo regulador se verá en la disyuntiva de asignar los cupos adicionales de producción a modelos de negocios a gran escala (plantas como las vigentes) y/o a modelos de destilerías más pequeñas que operan en establecimientos agropecuarios que cuentan con sistemas intensivos de engorde de bovinos.

Estas pequeñas destilerías tienen ventajas asociadas a la facilidad de originación de la materia prima, de colocación del principal sub-producto (burlanda), a la menor necesidad de servicios de transporte (descongestión de rutas) y por ende de consumo de combustibles. Y si además logran una productividad comparable a la de las grandes plantas y disponen de un sistema de gestión que minimiza posibles des-economías de escala, pueden ser candidatas muy competitivas para participar en el sistema de producción de etanol para combustibles.