

Escenario 2033: Impacto del incremento en la producción y utilización local del maíz en el Departamento Paraná (Entre Ríos).

Martínez Matías, Valentinuz Oscar, Cuatrín Alejandra, Engler Patricia

Grupo Socioeconomía y Evaluación de Impacto (INTA)

Grupo Regional de Estudios de Futuros (INTA)

Resumen

El aumento del rendimiento en maíz resulta esencial para abastecer una creciente demanda de proteína animal. Una reducción de la brecha de rendimiento en el maíz entrerriano (estimada en 3.500 kg/ha) estaría en la base del futuro crecimiento del sector de transformación (grano-proteína). Este trabajo i) analizó la distribución geográfica y capacidad productiva de aquellas “superficies de transformación” que demandan maíz en el Departamento Paraná (Entre Ríos) y ii) examinó la transición hacia un escenario aspiracional 2033 basado en un cierre de la brecha de rendimiento de maíz. A partir de información relevada de forma satelital, se calculó la capacidad productiva actual y, asumiendo un incremento del 4% anual en el rendimiento por hectárea del cultivo, se estimó el impacto de una mayor oferta local sobre la producción, el transporte y el ambiente. El impacto sobre los 1.784 establecimientos fue estimado usando los coeficientes de consumo para los distintos productos (kg producto/kg maíz), el rendimiento promedio de maíz por hectárea cultivada y la producción durante la campaña 2019/2020 del Departamento Paraná, la disminución en el número de viajes de camiones proveniente de otras regiones para el abastecimiento, y la emisión de carbono. Bajo el supuesto considerado (4% anual), el incremento en la producción local (793.146 tn) resultaría en un escenario 2033 caracterizado por un pleno abastecimiento de la demanda a partir de la producción local y una transición marcada por la reducción en el número de viajes de camiones (26.438) y su consecuente ahorro de 1.702.620 tn de CO₂ cuantificado en U\$S 16.804.862 en términos de bonos de carbono. Los resultados de este trabajo representan un aporte al diagnóstico prospectivo como base de la formulación de políticas públicas orientadas hacia el desarrollo productivo, social y ambientalmente sustentable.

Introducción

En Entre Ríos, la cadena de maíz aparece como esencial en la aspiración de un desarrollo sostenible. En términos ambientales, la proporción de superficie con la presencia del cultivo garantiza la conservación del suelo productivo en sus aspectos físicos, químicos y biológicos. Asimismo, el sistema de transformación que sufre el grano de maíz como insumo principal usado para la producción de carne (vacuna-feedlot, porcina y aviar), leche y huevo tiene impacto en indicadores relacionados con el agregado de valor y el empleo local. Las oportunidades para la cadena incluyen una serie de innovaciones sociotécnicas que con posibilidades de adopción en los distintos eslabones de la cadena (Valentinuz et al., 2022). Sin embargo, y a pesar del incremento en la producción del maíz entrerriano en las últimas décadas (SIBER, 2024), la oferta aparece como insuficiente con respecto a la demanda del sistema de transformación.

Los actores de la cadena de maíz entrerriana reclaman un aumento de la producción de maíz para abastecer la transformación local. Un camino para este incremento es el cierre de brechas de rendimiento (la diferencia entre el rendimiento promedio y el potencial que el ambiente permite, BR). Un informe reciente sobre el cultivo de maíz en Entre Ríos reveló que una BR de 3500 kg ha⁻¹ (Valentinuz et al., 2024). El conocimiento de la magnitud de la BR actual no solo permite identificar el potencial para la intensificación agrícola (Tseng et al., 2021, Valentinuz et al., 2018), sino que aporta información útil para construir la construcción de escenarios futuros posibles y deseables.

En una cadena de valor con fuerte impacto territorial, el conocimiento de la demanda es relevante para cualquier estudio que involucre el futuro. Estudios a partir del consumo pueden ser complicados porque requieren información sobre el destino final de la industria de transformación. Una forma más simple, es estimar la conversión de maíz en carne en función de producto final considerando la transformación de grano a carne animal a partir de valores estandarizados de coeficientes de consumo (MAGYP, 2014) y relacionarla con el total de las superficies cubiertas destinadas a producciones intensivas con sus respectivas densidades de animales durante el ciclo de transformación.

La producción de maíz en la Provincia de Entre Ríos se registra en forma anual total y discriminada por departamento mediante un sistema que incluye imágenes satelitales e informantes diseminados en diferentes localidades (SIBER, 2024). A partir de esa información es posible identificar los departamentos con mayor producción. Sin embargo, dado que parte de la producción primaria se exporta sin transformar, los departamentos con mayor producción no siempre son los que muestran mayores niveles de transformación. El Departamento Paraná aparece como un caso interesante para una cadena productiva con base territorial (Valentinuz et al., 2022; Locher y Guibert, 2015) donde la combinación entre alta producción primaria y alta transformación de grano de maíz en productos de origen animal muestra una cercanía entre oferta del grano y demanda desde las plantas de transformación.

Paraná es el Departamento que mayor heterogeneidad posee en actividades demandantes de maíz como insumo; tiene granjas con galpones de carne de ave, también lo es en ponedoras, posee una cuenca lechera significativa en la región, una actividad porcina en

constante crecimiento y actividad de ganadería vacuna distribuida por todo el departamento. Lo que tienen en común todas estas actividades es que el maíz es un insumo presente en sus dieta. Keynes acuñó el término de “demanda efectiva” a partir de una capacidad productiva instalada dada (Ferreira, 1997); es decir, la demanda de maíz del Departamento Paraná dependerá de la capacidad instalada de producción de los establecimientos presentes en el territorio.

La capacidad productiva depende del capital instalado y la mano de obra empleada. La primera variable es constante en el corto plazo y solo se puede modificar en el largo plazo con mayor inversión. Parece difícil conocer cuánto produce un establecimiento debido al número de variables presentes en base a condiciones climáticas, enfermedades de los productos (animales o cultivos), estacionalidad de la producción, entre otras. Sin embargo, la capacidad productiva es constante en el corto plazo y, por ende, constituye un estimador factible de la demanda de maíz en los establecimientos. Martínez et al. (2020) realizó una medición satelital de los predios productivos y halló una relación directa entre la estructura instalada de los establecimientos con la capacidad productiva (de aquí en adelante superficies de transformación, ST): a mayor cantidad de ST, mayor es la capacidad productiva, manteniendo constante el nivel tecnológico.

Un incremento en la producción de maíz, motorizada por un progreso en el cierre de la brecha de rendimiento, tendría un impacto potencial en el corto plazo sobre las relaciones oferta-demanda y la utilización local del maíz. Este trabajo i) analizó la distribución geográfica y capacidad productiva de aquellas “superficies de transformación” que demandan maíz en el Departamento Paraná (Entre Ríos) y ii) estudia una transición hacia un escenario aspiracional 2033 basado en un cierre de la brecha de rendimiento de maíz.

Materiales y métodos

El área geográfica de este estudio de caso fue el Departamento Paraná de la Provincia de Entre Ríos (31°43'59" S; 60°31'48" O). Se trata de un departamento de aproximadamente 500 mil ha. y con 400 mil habitantes, el más poblado de la provincia. La actividad agropecuaria incluye cultivos anuales (trigo, soja y maíz) y producciones animales de carne, leche y huevo. La producción primaria se estimó a partir de la cosecha de maíz del año 2019/2020, unas 319.000 tn con un rendimiento promedio de 6.872 kg/ha (SIBER 2023). Para estimar la demanda de grano de maíz se utilizó la base actualizada de SENASA sobre establecimientos consumidores de maíz y se realizaron mediciones espaciales a partir de imágenes satelitales relevando la superficie del predio, tinglados y potreros. La capacidad productiva estimada de cada punto de transformación se obtuvo siguiendo lo propuesto por (Martinez et al, 2023). La producción animal fue calculada a partir de los coeficientes de consumo según el MAGyP (2014) mostrados en la Tabla 1. El escenario aspiracional 2033 fue proyectado a partir de supuestos basados en tendencias incrementales anuales según lo establecido por Angrist et al. (2009). Brevemente, se asumió una mejora en el rendimiento del maíz de un 4% anual durante 10 años y esta producción fue comparada con la demanda actual por parte del total de ST. Adicionalmente se realizó una estimación del impacto económico y ambiental, utilizando la metodología de costos evitados (Ripka et al, 2020). Para el cálculo de la disminución en el número de viajes de camiones desde la provincia de Córdoba hasta las ST del departamento se tomó como referencia un flete de 400 km/viaje

(Sur de Córdoba), la generación de 2,3kg CO₂/l de consumo de combustible (Bórquez Dönicke, 2017) y un precio de U\$S 9,87 por tonelada de CO₂ (Climate trade, 2023) trasladable a bonos de carbono y costos de emisión (COE) .

Tabla 1. Coeficientes de consumo (CC) mínimos y máximos para actividades que transforman maíz en el Departamento Paraná, Entre Ríos (MAGyP, 2014).

Actividad	Mínimo CC	Máximo CC
Avícola (tn res c/hueso)	1,62	1,81
Huevos (g/unidades)	79	93
Bovino (tn res c/hueso)	1,01	1,81
Porcino (tn res c/hueso)	2,1	2,4
Lácteos (g/litro de leche)	201	242

Fuente: MAGyP (2014)

RESULTADOS

El análisis satelital relevó la presencia de 1.784 establecimientos productivos consumidores de maíz en el departamento (Fig. 1, Tabla 2)¹. Si bien la mayor cantidad de ellos fueron identificados como establecimientos ganaderos, en término de consumo de maíz, la avicultura representa la actividad con mayor demanda (aprox. 1.1 millones de toneladas anuales). Para cada una de las actividades, la distribución del consumo de maíz se muestra en la Fig. 2. Cuando el consumo de todas las actividades fueron medidas en unidades de camiones, el cálculo se aproxima a 50 mil camiones movilizados en términos de logística (Tabla 2)².

¹ Se toman establecimientos "agrícolas" como aquellos que tienen indicadores visuales de actividad agrícola "rollos, galpones, silos bolsas", pero no tienen indicadores visuales de algunas de las otras actividades que sí son demandantes de maíz (Martínez et al, 2023). La presencia en la Fig. 1 es para visualizar la ponderación con las demás actividades en la distribución en el territorio.

² se toma como supuesto que el maíz utilizado en los establecimientos es adquirido fuera del mismo

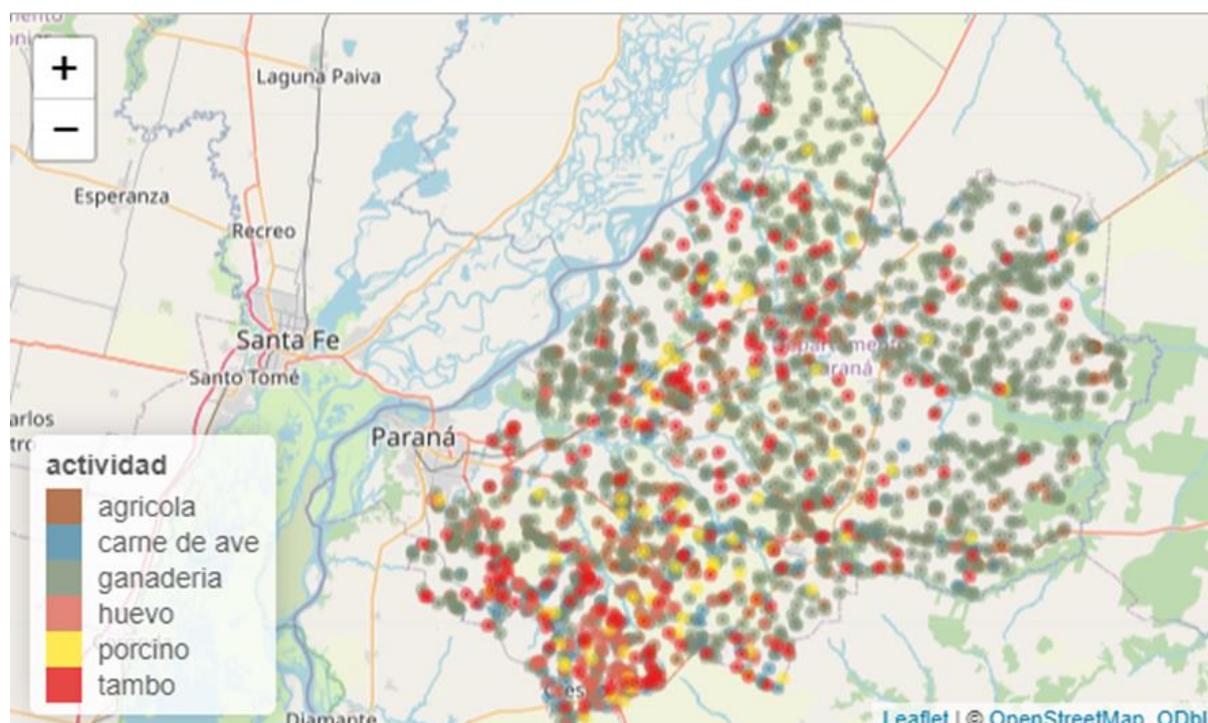


FIGURA 1. Distribución de los establecimientos productivos y transformadores de maíz en el Departamento Paraná.

Tabla 2. Cantidad de establecimientos productivos por actividad, nivel de consumo de maíz y estimación de los camiones utilizados para su comercialización.

Actividad	Cantidad establecimientos	Consumo maíz* (t)	Camiones
Carne de ave	200	1.104.894	36.830
Ganadería	1.174	112.99	3.766
Huevo	152	94.079	3.136
Porcinos	69	90.275	3.009
Tambo	189	24.058	802
Total	1.784	1.426.296	47.543

* se toma como supuesto que el maíz utilizado en los establecimientos es adquirido fuera del mismo

El análisis de la distribución geográfica de los establecimientos reveló una mayor concentración en la cercanía de la localidad de Crespo. Asimismo, esta zona mostró el mayor nivel de diversificación (Fig. 1)

La demanda de maíz estimada para cada uno de los distritos del departamento se muestra en la Fig. 2. El Distrito Sauce es el de menor superficie y consumo de maíz. No obstante, una gran parte de su superficie se halla destinada a áreas urbanas tales como ciudad de Paraná y localidades vecinas (Oro Verde, San Benito y Colonia Avellaneda), lo cual contrae la presencia de actividad agropecuaria y concentra el número de establecimientos.

La mayor demanda se encontró en el Distrito Espinillo donde existe una significativa densidad de establecimientos (Fig. 1 y Fig. 2) con alto consumo de maíz. Esto contrasta con otros distritos tales como Antonio Tomas o María Grande Segunda. Los distritos Espinillo y Quebracho concentran más del 50% de la demanda de maíz (Fig. 2).

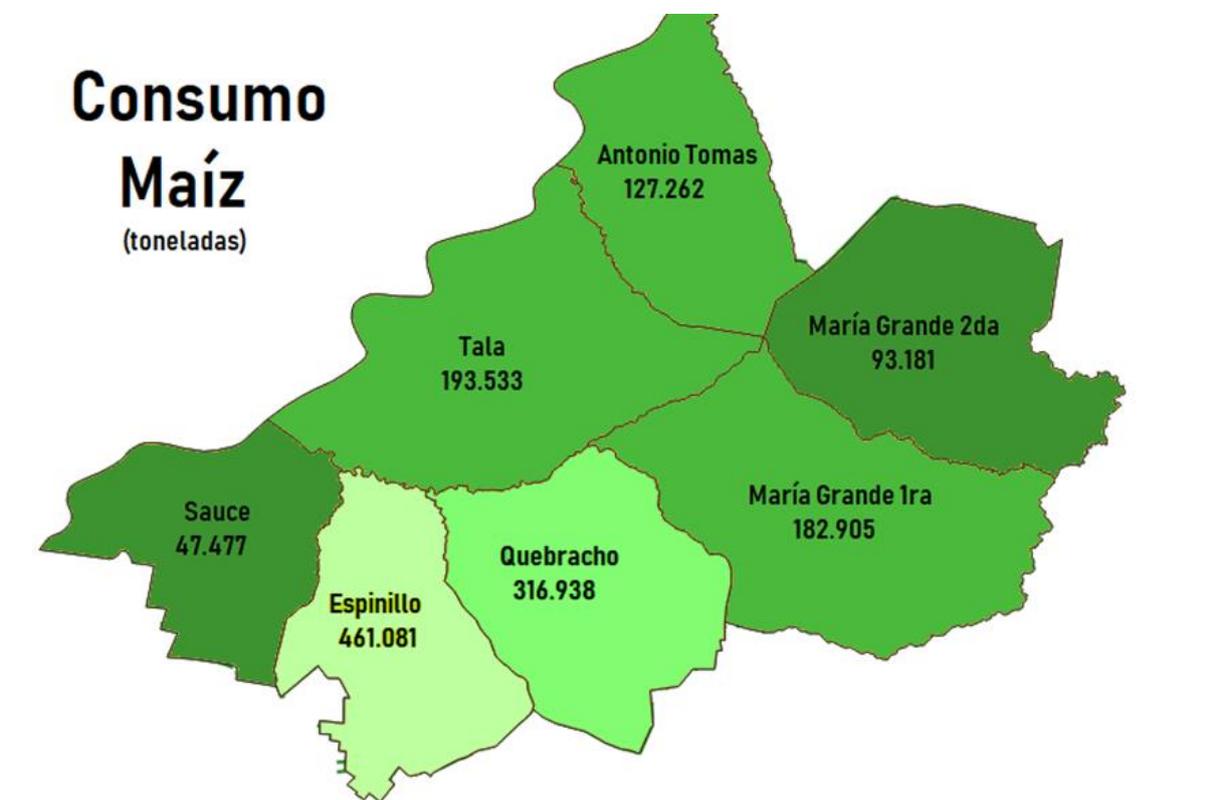


Figura 2. Consumo de toneladas de maíz por distrito en el departamento Paraná.

Cuando se analizó la distribución de los establecimiento por actividad y distritos, sobresale la producción de carne aviar en comparación con el resto de las actividades (Tabla 3 y Fig. 3).

Tabla 3. Número de establecimientos por distrito, para cada una de las actividades consumidoras de maíz

Districto	Agrícola	Carne de ave	Vacuno	Huevo	Porcino	Tambo
Antonio Tomás	16	14	148	0	4	13
Espinillo	53	75	141	117	19	44
María Grande 1°	46	19	201	2	4	17
María Grande 2°	21	6	212	0	2	10
Quebracho	56	52	164	15	22	35
Sauce	19	7	66	12	2	21

Tala	80	23	222	6	13	-
total	291	196	1.154	152	66	140

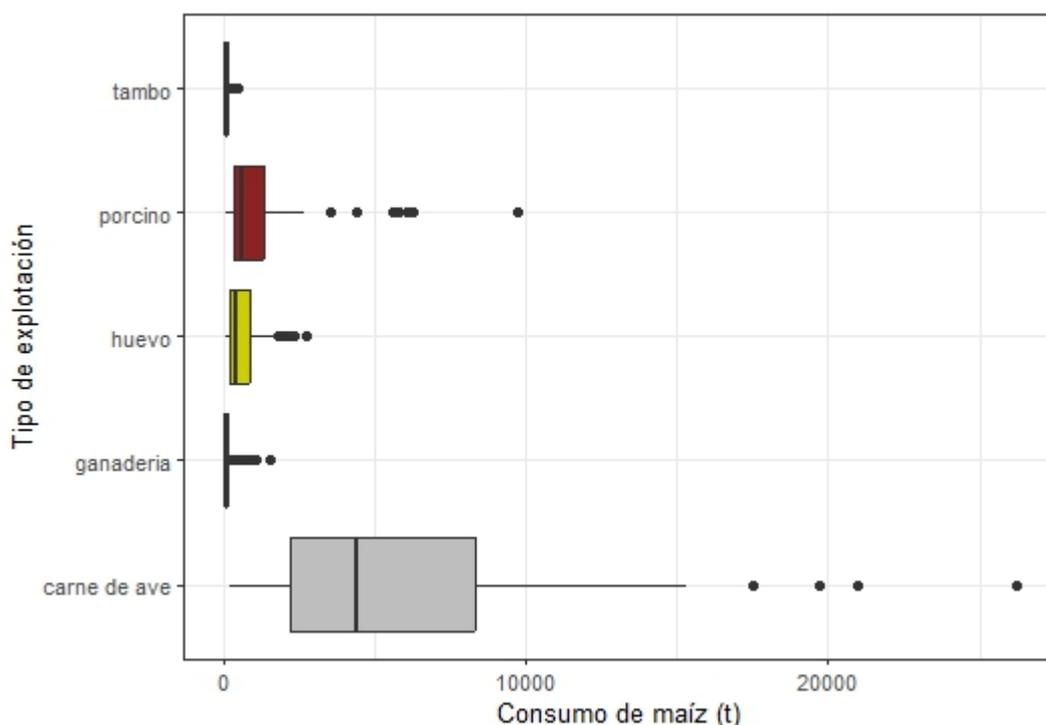


Figura 3. Distribución del consumo de maíz por actividad en el departamento Paraná

La actividad ganadera vacuna se encuentra dispersa en forma relativamente homogénea a través de todo el departamento (Fig. 4) y, como lo indica la Fig. 3., los establecimientos muestran niveles de consumos comparables. La avicultura destinada a la producción de huevos se concentra principalmente en el Distrito Espinillo, teniendo su principal nodo transformación industrial en el Parque Industrial de la Ciudad de Crespo. Los porcinos poseen una distribución similar a las de ponedoras, con la diferencia que su distribución se divide, principalmente, entre los Distritos Quebracho y Espinillo. Los tambos se concentran principalmente en el centro sur del departamento, especialmente en el Distrito Quebracho. Por último la actividad avícola, pero de carne de ave, es la de mayor demanda de maíz (Fig. 3) y su distribución geográfica es similar a la de porcinos y huevos ya que se concentran en la cercanía del nodo agroindustrial de la ciudad de Crespo (Fig. 4).

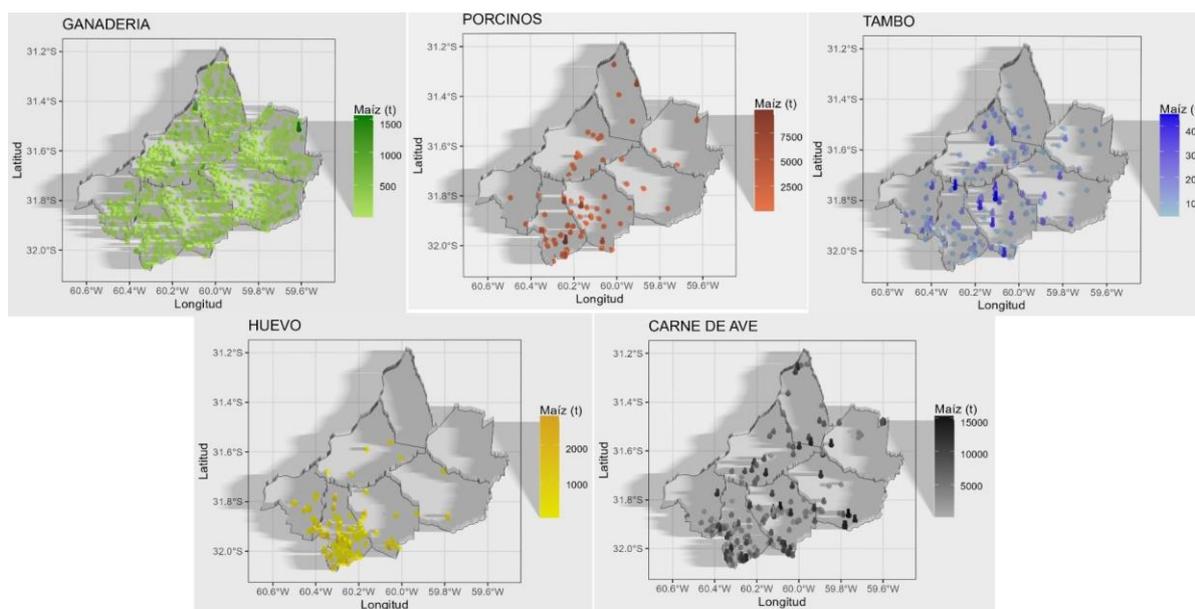


Figura 4. Ubicación de los establecimientos según el consumo de maíz en el departamento Paraná.

Una tasa de reducción en la brecha de rendimiento de maíz de 4% anual daría como resultado una producción adicional estimada en casi 800 mil toneladas para el 2033, un año en el cual el rendimiento promedio provincial estaría cercano a los 11 mil kg/ha (Tabla 4).

Tabla 4. Incrementos proyectados en la producción del maíz partir de una disminución de la brecha de rendimiento (4%/año³)

Año	Incremento en la oferta (t)	Mejora en la brecha (kg/ha)
2024	12.760	7.147
2025	26.030	7.504
2026	39.832	7.879
2027	54.185	8.273
2028	69.112	8.687
2029	84.637	9.121
2030	100.782	9.580
2031	117.574	10.056
2032	135.036	10.559
2033	153.198	11.087
Total	793.146	

³ Se toma como base la producción del año 2019

Adicionalmente, cuando estas estimaciones productivas se trasladaron a proyecciones ambientales y logísticas (Tabla 5), se encontró que el aumento en la producción local resultaría en una reducción en el número de camiones provenientes de otros departamentos y/o provincias con el consecuente impacto ambiental y económico (aprox. 1.7 millones de camiones y 17 millones de dólares. respectivamente).

Tabla 5. Impacto en la disminución de camiones de maíz importados de otras provincias y monetización del ahorro de emisión de CO₂ en dólares.

Año	# Viajes de Camiones	CO ₂ (t)	Ahorro en U\$S (tCO ₂)
2024	425	27.391	\$270.354
2025	868	55.879	\$551.522
2026	1.328	85.505	\$843.936
2027	1.806	116.317	\$ 1.148.048
2028	2.304	148.361	\$ 1.464.323
2029	2.821	181.687	\$ 1.793.250
2030	3.359	216.346	\$ 2.135.334
2031	3.919	252.391	\$ 2.491.101
2032	4.501	289.878	\$ 2.861.099
2033	5.107	328.865	\$ 3.245.896
Total	26.438	1.702.620	\$ 16.804.862

Discusión

Este trabajo avanzó en la cuantificación de los establecimientos donde el grano de maíz ingresa en una primera transformación en el Departamento Paraná. La heterogeneidad en cuanto a la actividad pecuaria contrasta con otros departamentos del sur de Entre Ríos que presentan un destino de la producción de maíz más relacionado con la exportación debido a la cercanía a los puertos. La localización de la producción en función de la cercanía de lugares de transformación y el aglomerado conformado por proveedores de insumos (aves, porcinos, huevos, leche) se traslada en una mayor competitividad asociada a los costos de transporte. Un productor de maíz tiene, básicamente, dos opciones de utilización del producto: transformarlo en proteína, o comercializarlo con el acopio. Martínez (2020) midió la distancia de cada uno de los Departamentos del sur entrerriano y estimó cuál es el principal nodo de comercialización externa del maíz. Su estudio mostró que los departamentos del sur este (Gualeduaychú y Uruguay) tienen una lógica comercial diferente a Paraná y Diamante, por otro lado, Victoria y Gualeduay poseen una vinculación comercial directa con el Puerto de Victoria. Esto resalta la importancia del estudio que aquí se presenta, donde el análisis por departamento rescata la lógica productiva-comercial predominante y permite proyectar el crecimiento de acuerdo a ella.

En este trabajo se llevó a cabo un ejercicio de proyección de la producción de maíz para cubrir las aspiraciones de crecimiento de los puntos de transformación. En efecto, un cierre

del 30% en la brecha actual del rendimiento de maíz resultaría en una mayor oferta de grano para ser transformado en producto animal. Durante el período proyectado de diez años, el incremento acumulado estaría cerca de las 800 mil t, aproximadamente la mitad de la actual demanda anual del departamento. Así, para el año 2033 y considerando una superficie estabilizada en 50 mil hectáreas y con el 30% de la brecha de rendimiento cerrada, la producción local cubriría un tercio de la demanda actual de maíz. Es por ello que resulta esencial considerar la evolución en la relación oferta/demanda en los departamentos limítrofes. Esto resalta la importancia de considerar la logística del transporte en términos de su impacto económico y ambiental.

La circulación de camiones es un indicador que, si bien no afecta a la estructura de costos del productor, tiene un impacto en el bienestar social. En efecto, un menor tránsito de camiones impacta de manera positiva en los índices de accidentes viales en las rutas entrerrianas. Esto también demuestra la importancia de reproducir este tipo de análisis al resto de los departamentos a fin de tener estimaciones más rigurosas del ahorro del Estado provincial en el mantenimiento de rutas, la reducción de la probabilidad de ocurrencia de accidentes viales y del aporte a la disminución de GEI (Gases Efectos Invernadero) en relación a los compromisos asumidos por el Estado a nivel nacional e internacional en el marco de la ODS (FAO, 2018).

Por último, este trabajo representa un avance para futuras articulaciones entre la producción y la transformación que contribuyan con la planificación y políticas públicas. A partir del esfuerzo para incrementar el rendimiento del cultivo de maíz mediante tecnologías de cierres de brechas, se proyecta como un escenario posible el aumento de la relación oferta/demanda en un departamento con cerca de 2.000 establecimientos donde el grano de maíz es el principal insumo para la conversión a producto animal. En ese escenario, un aporte adicional estaría dado por beneficios para el ambiente, la sociedad y el Estado tales como el impacto sobre la emisión de GEI, la accidentología vial y el costo de mantenimiento de rutas, respectivamente.

Conclusiones

Este trabajo analizó tanto la distribución y producción de los puntos de transformación que usan el grano de maíz en uno de los departamentos más diversificados de la Provincia de Entre Ríos. Las distintas actividades mostraron diferencias sustantivas tanto en el patrón de distribución dentro del departamento como en los consumos totales. La producción de carne aviar superó en un grado de magnitud al resto de las producciones. La actividad ganadera mostró el patrón de distribución más uniforme mientras que la producción de huevos el más concentrado. El estudio de futuro basado en un cierre de la brecha de rendimiento de maíz del 30% proyectada para el año 2033, anticipa un incremento en la relación oferta/demanda que va desde 1/4 (2023) hasta 1/3 aproximadamente. Para este escenario, también se identificaron beneficios ambientales asociados a una mayor eficiencia en el transporte automotor y se listaron posibles beneficios sociales.

Los resultados presentados pueden ser de utilidad para el diseño de políticas públicas asociadas a un modelo de desarrollo que priorice tanto la eficiencia en los recursos como la armonía entre la producción primaria, el valor agregado, el ambiente y el bienestar general.

No obstante, el trabajo fue realizado para un solo departamento de la provincia. Es por ello que el mismo podría ser aplicado a otros departamentos a fin de contar con valores e indicadores a nivel provincial y avanzar en las interacciones entre los departamentos. Así, se podrían diseñar políticas de mediano y largo plazo basadas en información rigurosa, tendencias y escenarios futuros.

Bibliografía

Angrist, J. and J. Pischke (2009) "Mostly harmless econometrics: An empiricist companion," Princeton University Press.

https://jonnyphillips.github.io/FLS6415/Class_3/Angrist%20&%20Pischke.pdf

Bórquez Dönicke, D. (2017) "Cálculo del consumo de combustible y emisiones de CO₂ de camiones mineros, mediante simulación Discreta".

<https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3316>

Food and Agriculture Organization (FAO) (2018). Transforming food and agriculture to achieve the SDGs 20 interconnected actions to guide decision-makers.

<https://www.fao.org/3/I9900EN/i9900en.pdf>

Ferreira, J. P (1997). "La teoría de la demanda efectiva en Keynes y Kalecki, y la nueva macroeconomía clásica: algunas consideraciones generales". Revista UIS-Humanidades Vol. 26, No 2, pp. 1-161 julio-diciembre de 1997

Locher M.V, Guibert M. (2015). Organizaciones interprofesionales e innovación agrícola: entre lógicas globales y territoriales. El rol de Acsoja, Asagir y Proarroz en Argentina. Geographia 35:172-196.

MAGyP (2014). "Cálculo del consumo interno de maíz en Argentina". Dirección Nacional de Información y Mercados. <https://www.magyp.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/destacados/consumo-maiz-octubre.pdf>

Martínez, M. (2020) "El sistema logístico de transporte de carga de bienes agro - industriales exportables en el territorio entrerriano : análisis 2000 - 2016" <http://170.210.60.93/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=77222>

Martínez, M. Curto, A. Gange, J. (2021). "El costo de oportunidad de los productores de comercializar el maíz entrerriano en el sector avícola y los mercados de exportación". Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/375889131_El_costo_de_oportunidad_de_los_productores_de_comercializar_el_maiz_entrerriano_en_el_sector_avicola_y_los_mercados_de_exportacion/citation/download

<https://www.sciencedirect.com/search?q=remote%20sensing%20and%20roofs>

Ripka, A. Silva, C. Santoyo, A. (2018). "Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales". Universidad y Sociedad. 10.

https://www.researchgate.net/publication/324212884_Metodos_de_valoracion_economica_ambiental_instrumentos_para_el_desarrollo_de_politicas_ambientales/citation/download

SIBER (2023) <https://www.bolsacer.org.ar/Fuentes/index.php>

Tseng M.C., Roel A., Macedo I., Marella M., Terra J., Zorrilla G., Pittelkow C. (2021). Field-level factors for closing yield gaps in high-yielding rice systems of Uruguay. *Field Crops Research* (264) 108097.

Valentinuz O.R. (2018). Intensificación sustentable y diversificación productiva. Contribuciones para escenarios deseables. *Serie Extensión INTA Paraná*, 82, 33-34.

Valentinuz O., Coronel C., Locher V., Saavedra O., Zárate J. (2022). Oportunidades para la cadena de maíz en Entre Ríos. *Revista Gestando* 27: 31-36.

Valentinuz O., Iglesia R.P., Melchiori R., Vaccaro M., Valentinuz E., Gregorutti V.C., Sahda M., Gorelik Zonis Y., Siede M. (2024) Perspectivas de la producción y demanda de maíz en el sur entrerriano. *Serie Extensión INTA Paraná* N.º, pág.25-33

Climate trade. (2023) <https://climatetrade.com/es/inicio/>

[1] Se incluye establecimiento de cría de padres pesados y aves de recría.

[2] Se toma como referencia un flete de 400km de distancia hasta el sur de Córdoba, la generación de 2.3kg/l CO₂, y un precio de U\$S9.87 por tonelada.