

Evolución reciente de la productividad ganadera en Uruguay (2010-17). Metodología y primeros resultados¹

Emilio Aguirre²

Este artículo presenta y discute una metodología para estimar la producción y diversas medidas de la productividad de carne de productores bovinos y ovinos, usando pesos de ganado vivo variables por año, según los datos disponibles. En base a un estudio de consistencia de los datos, se concluyó que los datos de producción de carne bovina son de buena calidad. Se midió la productividad de carne bovina y ovina entre 2010 y 2017, de productores ganaderos sin lechería. Se encontró que: (1) la productividad media de carne por superficie de pastoreo osciló entre 70 y 81 kg/ha en el período, con un máximo en 2014; (2) existe una fuerte heterogeneidad productiva a nivel geográfico; y (3) se encuentra un gran brecha productiva dentro del grupo de productores ganaderos puros (la diferencia entre los percentiles 75 y 25 es mayor a 65 kg/ha).

1. Introducción

La cadena cárnica es un sector clave de la economía uruguaya. La ganadería de carne y leche ocupa el 77% del territorio nacional apto para la actividad agropecuaria (12,6 millones de ha) y 70% del territorio nacional. Ha tenido una participación en la última década mayor al 4,5% del PIB nacional, y al 14% de las exportaciones de bienes.

La medición de la productividad es un insumo esencial para el diseño y focalización de instrumentos de política pública. Además es un indicador necesario para el seguimiento y evaluación de programas productivos.

La estimación de la productividad en la ganadería implica, por definición, conocer cuánto se produce por unidad de factor variable. La producción de carne vacuna o carne equivalente por hectárea de pastoreo es la medida estándar de productividad de explotaciones ganaderas.

Los estudios sobre productividad a nivel de establecimientos han estado asociados a estudios de casos o monitoreo de explotaciones, en general basados en registros físicos

¹Se agradecen los comentarios de los colegas del Área de Evaluación de Políticas Agropecuarias y de los participantes del seminario OPYPA, cualquier error u omisión es responsabilidad del autor.

²Ec. Especialista en evaluación de impacto en OPYPA, emaquirre@mgap.gub.uy.

privados [Monitoreo de Establecimientos Ganaderos del Plan Agropecuario; Grupos CREA; [Simeone y col. \(2008\)](#); [Chiara \(2002\)](#)]. Estimaciones de productividad basadas en datos administrativos (fuentes de información secundaria) a nivel de regiones (departamento o seccional policial) se pueden ver en [Charbonier y col. \(1996\)](#), [Bervejillo y col. \(1996\)](#), [Bervejillo \(2013\)](#) y [Andregnette y col. \(2004\)](#). Este trabajo continúa en esa línea, pues se utilizan registros administrativos, pero en lugar de tomar agregados se realiza a nivel de unidad de producción, con el fin de utilizarse para la evaluación de programas con fines productivos.

El resto del documento se estructura en 3 secciones. En la sección [2](#) se introduce la metodología empleada que es detallada en el [anexo](#), en la [3](#) se presentan los resultados y en la [4](#) se cierra con algunas conclusiones y líneas de trabajo a futuro.

2. Metodología para la estimación de la productividad ganadera

Para computar la producción de carne fue necesario integrar información de distintas fuentes por especie y categoría de animal. Del SNIG se integró la información de stock de las declaraciones juradas anuales (DJ) con los movimientos de animales de las guías de propiedad y tránsito, de los datos del INAC se estimaron los pesos de faena, y de los remates por pantalla se computaron los pesos para los movimientos de ganado entre productores.

La estimación de la producción de carne consiste en agregar los kg generados por categoría de animal (por ej: terneros, novillos de 1 año, novillos de 2 años, etc) y “fuente”: diferencia de stock, movimientos de flaco (salidas menos entradas), salidas a faena y consumo. La metodología propuesta imputa distintos pesos al ganado, según año y categoría. Esto logra captar tendencias como la observada en los pesos de faena bovina y, además, permite simular efectos de eventos climáticos como sequías.

Se estimó la productividad para el período 2010-2017, debido a que 2010 es el primer año para el que se dispuso del peso medio de los animales rematados por pantalla. Este es un dato requerido para estimar las variaciones de stock y los movimientos de ganado de reposición entre productores. Los detalles técnicos para la estimación de la productividad se presentan en el [anexo metodológico](#).

3. Resultados

3.1 Universo de estudio

Se estimaron los indicadores de productividad cárnica para un sub universo de DICOSES³ que cumplen con varios requisitos, en cada uno de los años de la serie. Lo anterior, permite considerar una población más homogénea y excluir, mediante reglas lógicas, observaciones con valores no plausibles en algunas de sus variables.

Se construyó un panel de datos que consolida la información por número de DICOSE y año agrícola, y se aplicaron los siguientes **filtros**: (1) cada observación debe haber realizado su DJ de stock en cada ejercicio ganadero y el anterior⁴; (2) se excluyen DICOSES titulares de ganado lechero⁵; (3) se excluyen frigoríficos y feedlots; (4) se excluyen DICOSES que comienzan con letra (propietarios de ganado sin tierra); (5) se excluyen DICOSES con menos de 50 has de pastoreo; (6) se excluyen DICOSES con una variación de Unidades Ganaderas (UG) entre ejercicios mayor al 100%; (7) se excluyen DICOSES con una carga de ganado ($\frac{UG}{SupP}$) superior a 5; (8) se excluyen DICOSES con una rotación de vacunos sobre stock ($\frac{Entradas+Salidas}{Stock}$) mayor a 6; y (9) la variación de la superficie de pastoreo entre ejercicios se encuentra entre -50% y 50%.

Al aplicar estas restricciones para todos los años entre 2010 y 2017, se obtiene un sub universo de DICOSES que representa una proporción mayor a 78% de las UG bovinas y más de 77% de la superficie de pastoreo total del país.

3.2 Análisis de la consistencia de la información.

Para analizar la calidad del dato se computaron las inconsistencias entre las DJ y los movimientos de stock. El error se define como la diferencia entre el stock final declarado en la DJ y el stock calculado a partir del stock inicial y los movimientos; el ratio del error surge de dividir el error sobre el stock final de animales (ver [anexo](#) por mayores detalles). El origen del error puede ser múltiple: problemas en la captura de la información por el scanner, discrepancias entre las DJ y los movimientos de ganado, entre otros.

En el Cuadro 1 se muestra que la proporción del error es relativamente baja para el rodeo bovino (menor al 3% del stock después de 2010). Para el ganado ovino las discrepancias son mayores. Esto puede ser debido a que no están contabilizados los nacimientos en las DJ del SNIG o a que existan errores o dificultades para contar el rodeo ovino, entre otros.

³En Uruguay todos los tenedores de ganado deben estar registrados en DICOSE, realizar declaraciones juradas anuales al sistema y declarar todos los movimientos físicos y de cambio de propiedad.

⁴ Esto es necesario para poder computar la variación de existencias entre categorías.

⁵ Se filtran aquellos productores con al menos una cabeza declarada de ganado lechero.

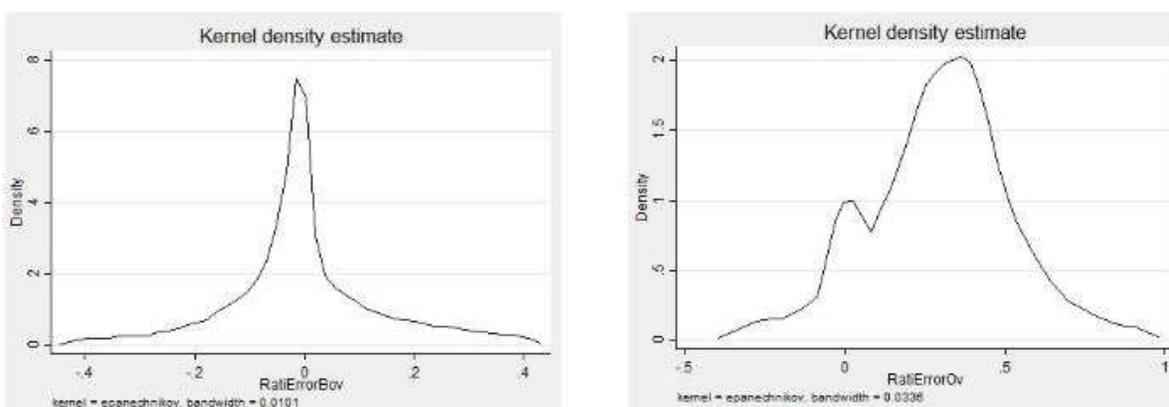
Cuadro 1: Inconsistencias entre DJ y movimientos de ganados por especie.

Año Agrícola	Bovinos Error/ Stock	Ovinos Error/ Stock
2005	4,32%	18,20%
2006	4,17%	21,12%
2007	4,68%	22,46%
2008	3,42%	19,97%
2009	2,69%	22,13%
2010	2,80%	20,56%
2011	0,82%	17,19%
2012	0,96%	21,51%
2013	0,58%	20,18%
2014	0,51%	20,66%
2015	0,03%	17,49%
2016	-1,38%	16,16%
2017	-1,36%	17,85%

Fuente: Elaboración propia en base a microdatos del SNIG. Se aplica filtros 1 al 9.

De la Figura 1 se desprende que el error en bovinos se encuentra centrado en cero, pero no así el de ovinos. Esto reafirma la lectura del Cuadro 1: los datos del SNIG para bovinos son plausibles, en cambio los de ovinos presentan varios desafíos.

Figura 1: Densidad de los ratios de Error/Stock por especie
Bovinos **Ovinos**



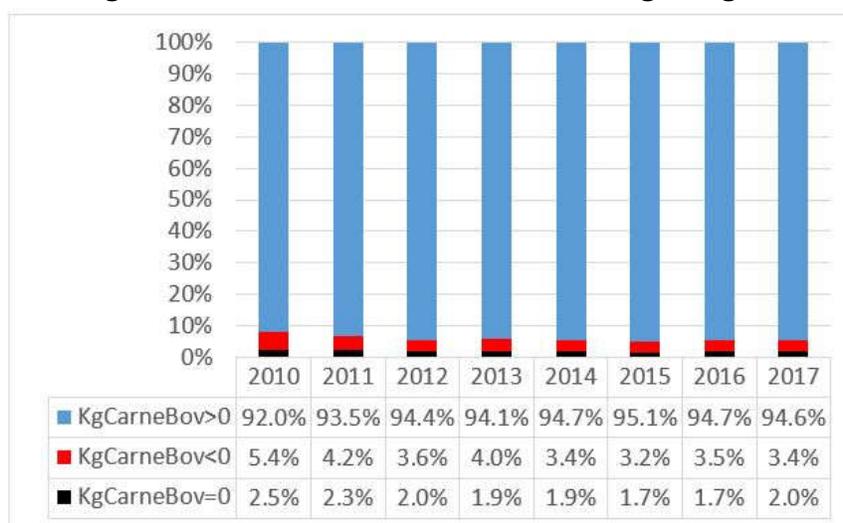
Fuente: Elaboración propia en base a microdatos del SNIG. Se aplica filtros 1 al 9.

A las restricciones ya mencionadas se le agregó el filtro de que el error bovino sea menor o igual a más menos 50% del stock de dicho año. El sub universo de DICOSES que cumplen

con todas las restricciones representa más de las tres cuartas partes de las UG bovinas y más del 70% de la superficie de pastoreo.

Si bien para más de 90% de los DICOSES analizados el cálculo de la producción de carne arroja valores positivos, existe un conjunto de casos en que la estimación resulta en valores negativos o nulos. En la Figura 2 se presentan los datos de producción de carne según signo, por DICOSE-año agrícola. La producción negativa puede ser el resultado de una caída del stock, debida a la muerte de animales, en ciertas circunstancias. Sin embargo, también puede reflejar un problema de la calidad de los datos, ya que no es esperable que existan muchos registros con producción nula o negativa.

Figura 2: Producción de carne bovina según signo.



Fuente: Elaboración propia en base a microdatos del SNIG. Se aplica filtros 1 al 10.

En el Cuadro 2 se presentan, para la población objetivo, algunas variables claves como: superficie de pastoreo, dotación y kg de carne generados. Para la interpretación es importante observar que: $\frac{KgCarne}{SupP} = \frac{UG}{SupP} \frac{KgCarne}{UG}$.

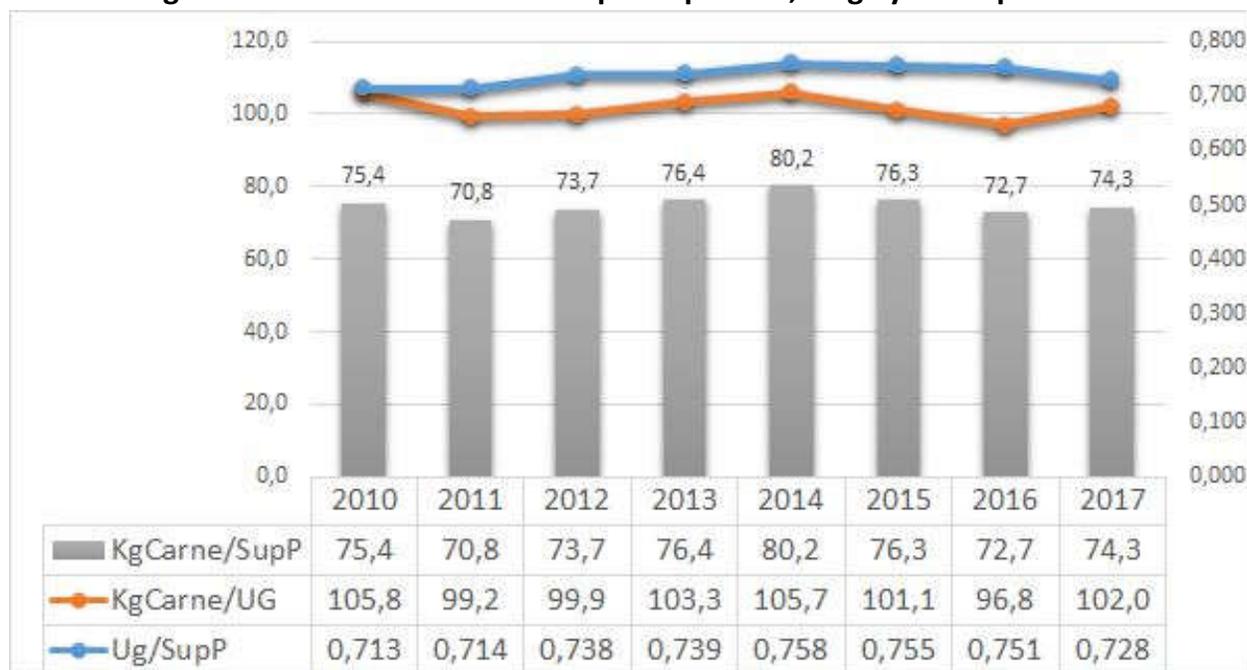
Cuadro 2: Productividad cárnica por año agrícola.

AñoAgrícola	Dicoses	ConeatMedio	SupPastoreo	UgBovyOv	KgCarneT	Ug/SupP	KgCarne/UG	KgCarne/SupP
2010	21.891	89,7	11.587	8.258	873.587	0,713	105,8	75,4
2011	21.429	89,8	11.340	8.096	803.036	0,714	99,2	70,8
2012	21.227	89,7	11.360	8.380	836.829	0,738	99,9	73,7
2013	21.422	89,6	11.350	8.393	866.682	0,739	103,3	76,4
2014	21.664	89,2	11.518	8.736	923.324	0,758	105,7	80,2
2015	20.867	89,0	11.133	8.400	848.939	0,755	101,1	76,3
2016	20.300	NULL	10.793	8.106	785.011	0,751	96,8	72,7
2017	20.386	NULL	10.995	8.009	817.051	0,728	102,0	74,3

Fuente: Elaboración propia. Universo definido por filtros 1 al 10. Los datos de Coneat fueron construidos con la superficie ponderada por padrón. Los Kg de carne, superficie y UG se muestran en miles. Ver anexo por detalles metodológicos.

En la Figura 3 puede observarse que, para el grupo de DICOSES analizado, la productividad de carne por superficie de pastoreo no registró una tendencia clara en los últimos siete años, sino que se ha mantenido oscilando entre un mínimo de 70,8 y un máximo de 80,2 kg/ha.

Figura 3: Productividad de carne por superficie, carga y carne por UG.



Fuente: Elaboración propia en base a microdatos del SNIG. Se aplica filtros 1 al 10. Ver anexo por detalles metodológicos.

En la Figura 4 se descomponen los kg de carne generados por especie (bovinos y ovinos). En el año 2017, de los 74,3 kg de carne generados por superficie de pastoreo, 72 kg corresponden a carne bovina y 2 kg a carne ovina.

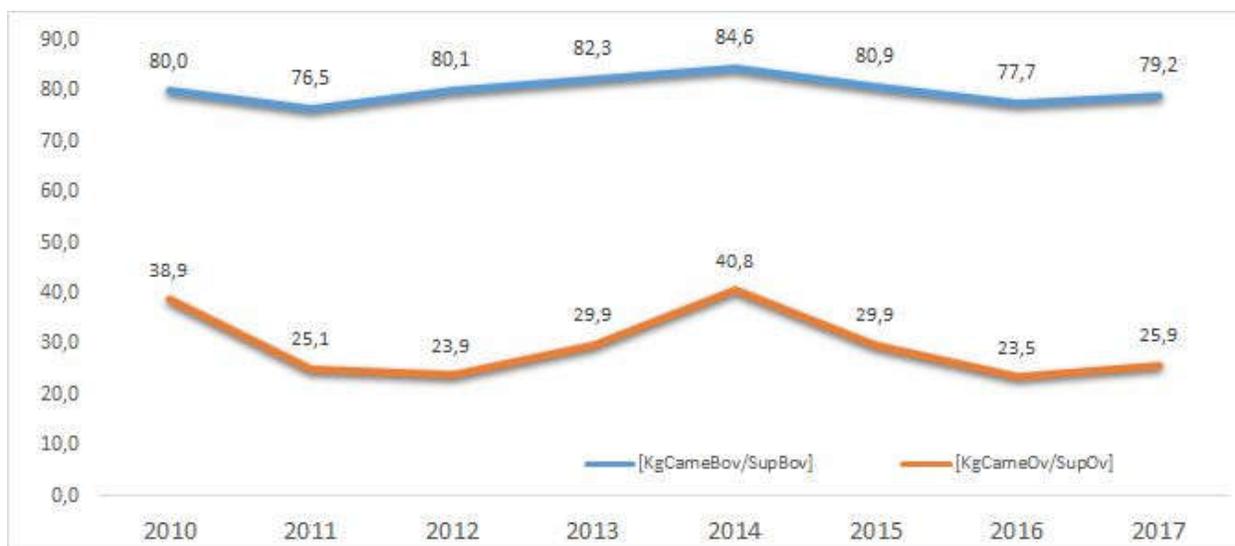
Figura 4: Productividad de carne bovina y ovina por superficie de pastoreo.



Fuente: Elaboración propia en base a microdatos del SNIG. Se aplica filtros 1 al 10.

Si se considera como superficie de pastoreo de cada especie, aquella proporción de la superficie total que resulta de prorratear según la carga de animales de cada especie, se obtiene otra medida de la productividad parcial, por especie. En la Figura 5 se observa que, también con este indicador, la productividad ovina y bovina registraron oscilaciones en el período, con un máximo en 2014. La productividad parcial de carne bovina se ha mantenido virtualmente estancada entre 2010 y 2017.

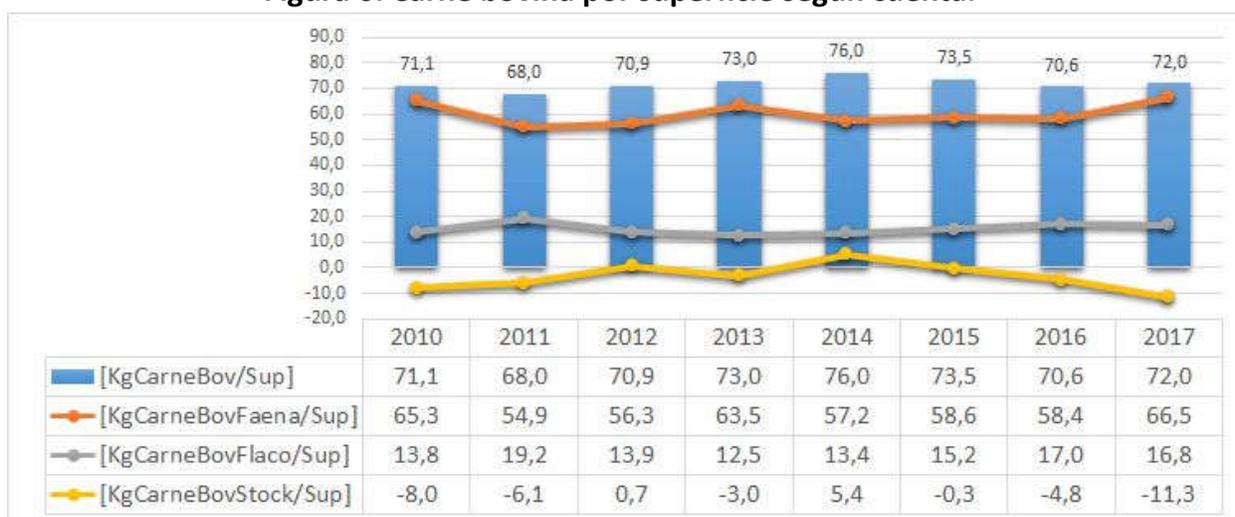
Figura 5: Productividad de carne bovina y ovina, por superficie de pastoreo prorrateada.



Fuente: Elaboración propia en base a microdatos del SNIG. Se aplica filtros 1 al 10.

La Figura 6 descompone la productividad bovina según fuente: faena (salidas gordo), movimientos entre flaco y variaciones de stock⁶.

Figura 6: Carne bovina por superficie según cuenta.



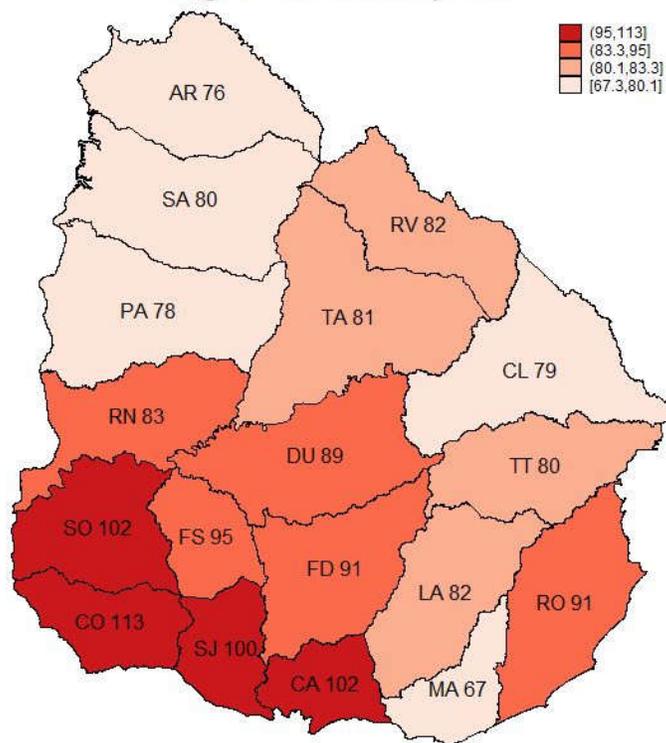
Fuente: Elaboración propia en base a microdatos del SNIG. Se aplica filtros 1 al 10.

Se encontró una importante dispersión geográfica de la productividad entre 2010 y 2017, a nivel de departamento (Figura 7). Los departamentos se clasificaron en 4 grupos de mayor a menor; los que presentan los valores más altos son: Colonia (113), Soriano (102),

⁶ Un cuarto componente es el consumo en el predio, que no se presenta porque es marginal para los bovinos.

Canelones (102) y San José (100); en tanto los que presentan los valores más bajo son: Maldonado (67), Artigas (76), Paysandú (78), Cerro Largo (79) y Salto (80).

Figura 7: Productividad promedio por departamento (2010-2017)
KgCarneBov/SupBov



Fuente: Elaboración propia en base a microdatos del SNIG. Se aplica filtros 1 al 10. Superficie de pastoreo prorrateada según la carga bovina.

Cuando se seleccionan los DICOSES que pasan los filtros 1 a 10 y además tienen valores positivos de producción de carne bovina, se observa que (Figura 8): (1) la productividad es asimétrica, la media es menor a la mediana; (2) se observa una fuerte heterogeneidad, por ejemplo la diferencia entre el percentil 75 y 25 es mayor a 65 kg/ha.

Figura 8: Estadísticos descriptivos de la productividad bovina.



Fuente: Elaboración propia. Se aplica filtros 1 al 10, y además se filtran aquellas observaciones con producción negativa o nula. p25 es el valor de la productividad que acumula el 25% de las observaciones. Superficie de pastoreo prorrateada según la carga bovina.

4. Conclusiones

Estimar la productividad cárnica a nivel micro es una necesidad para evaluar políticas y monitorear el desarrollo de la cadena cárnica. Este artículo propone una metodología para estimar la productividad con microdatos del SNIG, y además se plantea una forma de medir la consistencia de la información.

La metodología propuesta utiliza pesos imputados ya que no es posible, por el momento, observar el peso real de cada transacción. De ahí la complementariedad de los estudios agronómicos para conocer con mayor detalle la realidad a nivel predial y los pesos reales medidos en campo. Si bien se reconoce que esta metodología no es una medida cierta de la productividad de un establecimiento determinado, se espera que sea una aproximación razonable y que no adolezca de sesgos.

Aplicando la metodología propuesta para un subconjunto de productores ganaderos de carne (sin lechería), se encontró que la productividad de carne bovina por superficie bovina de pastoreo osciló entre 70 y 81 kilos por ha, entre 2010 y 2017. Al analizar este indicador por departamento se encontró una fuerte heterogeneidad geográfica. Cuando se comparan los percentiles de la distribución, se constató una fuerte brecha entre quienes alcanzan los mejores y los peores desempeños productivos: la diferencia entre el percentil 75 y 25 fue mayor a 65 kg/ha para todos los años analizados (2010 al 2017). Para

futuras versiones sería importante analizar la distribución de la productividad dentro de subgrupos, ya que es esperable que parte de las diferencias se expliquen por características observables que sería importante controlar.

El indicador de productividad cárnica por hectárea, como todo indicador parcial, es esperable que dependa de otras variables, por ejemplo de la intensidad de usos de insumos, trabajo y capital. Una medida de productividad que no presenta estos problemas se conoce en la literatura como productividad total de los factores (PTF), se obtiene de estimar una función de producción.

En futuras versiones se espera ir perfeccionando el indicador. Por ejemplo, si bien se permite que los pesos de faena varíen por año, una mejora en el indicador (sobre todo en el microdato), sería utilizar los pesos en pie en frigorífico, esto permitiría un indicador mucho más ajustado para productores que envían ganado a faena.

Queda como trabajo a futuro continuar con el estudio descriptivo, abriendo el análisis por subgrupos relevantes (por ejemplo: orientación productiva, zonas geográficas, escala , etc), y explicar los factores que predicen los indicadores de productividad.

Lista de referencias

Andregnette, B., Baethgen, W. G., Virginia Varsi, A. L., et al. (2004). Estimación del potencial de producción de carne vacuna en Uruguay. Technical report.

Bervejillo, J. (2013). Variabilidad regional de la productividad ganadera. Anuario OPYPA 2013.

Bervejillo, J., Charbonier, D., Grease, P., and Taranto, M. (1996). Una estimación de la productividad de los sistemas ganaderos del litoral. Cangúe. 3.

Charbonier, D., P., G., and M., T. (1996). Caracterización de la producción ganadera del litoral oeste.

Chiara, G. (2002). Fuentes de crecimiento en la ganadería de carne. Anuario OPYPA 2002.

INIA (2012). Revisión y análisis de las bases históricas y científicas de las bases históricas y científicas del uso de la equivalencia ovino : bovino. Montevideo : INIA. 27p.

Simeone, A., Buffa, J. I., and Andregnette, B. (2008). Producción de carne eficiente en sistemas arroz-pasturas. INIA. Serie FPTA, (022).

Anexo metodológico

Metodología para la estimación de la producción de carne

A los efectos de agregar la **producción de carne** de las diversas categorías en kg, se suman las categorías de ganado por "cuenta" (stock, flaco, faena o consumo), multiplicadas por sus respectivos pesos α .

$$\begin{aligned}
 \text{Carne}_k^{t-1,t} = & \overbrace{\sum_{i=1}^I \alpha_{i,t}^{\text{Stock}} \Delta \text{Stock}_{i,k}^t}^{\text{KgStock}} + \\
 & \overbrace{\sum_{i=1}^I \alpha_{i,t}^{\text{Flaco}} (\text{SalFlac}_{i,k}^{t-1,t} - \text{Entradas}_{i,k}^{t-1,t})}^{\text{KgFlaco}} + \\
 & \overbrace{\sum_{i=1}^I \alpha_{i,t}^{\text{Faena}} \text{SalGord}_{i,k}^{t-1,t}}^{\text{KgFaena}} + \overbrace{\sum_{r=\{\text{Bov}, \text{Ov}\}} \alpha_{r,t} \text{Cons}_{r,k}^{t-1,t}}^{\text{KgConsumo}}
 \end{aligned}$$

Donde $Carne_k^{t-1,t}$ denota la producción de carne en la unidad k (número de DICOSE, establecimiento o región) en el año agrícola t (entre las fechas 1/7/ $t-1$ y 30/6/ t); $\Delta Stock_{i,k}^{t-1,t}$ es la variación de existencias de la categoría de animal i , de la unidad k en el año agrícola t . Los movimientos de ganado son agrupados según sea una entrada ($Entrada_{i,k}^{t-1,t}$), o una salida del establecimiento a frigorífico ($SalGord_{i,k}^{t-1,t}$) o a otro destino ($SalFlac_{i,k}^{t-1,t}$). Los datos de consumo dentro del establecimiento están agrupados por especie, sin discriminar por categoría ($Cons_r^{t-1,t}$).

Los ponderadores de ganado en stock y movimientos de ganado flaco son los mismos, pero potencialmente pueden ser diferentes.

Para los pesos de ganado bovino en stock y de movimiento flaco entre productores se usaron el mismo conjunto de ponderadores, que se muestran en el Cuadro A1. Los pesos surgen de procesar los microdatos de los remates por pantalla, y computar el peso promedio ofertado por categoría y año.

Cuadro A1: Pesos del ganado bovino en stock y movimientos de ganado flaco (en kg).

	Mini-gráfico	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Terberos		182	163	173	173	172	164	169	177
N 1-2		261	269	277	279	273	267	261	284
N 2-3		371	354	357	356	357	348	347	361
N +3		438	420	419	420	430	437	433	437
Vaq 1-2		245	233	245	243	248	234	238	250
Vaq +2				309	309	309	306	302	309
Vaclnv		345	350	371	374	380	368	378	389
Vcria		357	371	386	378	390	375	385	393

Fuente: Elaboración propia en base a microdatos de lotes ofertados de remates por pantalla (Lote 21 y Plaza Rural). Los pesos son promedios nacionales de ganado ofertados en pie. Para los movimientos de toros entre productores se empleó un peso de 550kg, y para el consumo de bovinos se utilizó un peso de 300kg.

Se definió imputar los pesos de los ovinos en stock y los movimientos de flaco de forma constante en el período por categoría, y no utilizar los pesos promedios de los remates por pantalla (Cuadro A2).

Cuadro A2: Pesos del ganado ovino en stock y movimientos de ganado flaco (en kg).

	Pesos
CorderosMamones	25
Corderos	35
Consumo	40
BorregasDe2a4	45
OvejasDeDescarte	45
Capones	55
OvejasDeCria	55
Carneros	70

Fuente: Elaboración propia.

Para el ganado gordo, se utilizaron por año y a nivel nacional, los pesos medios de animales en pie faenados a partir de datos del INAC. Para los bovinos se presentan los datos en el Cuadro A3 y para los ovinos en el Cuadro A4. Se observa un crecimiento en el peso en pie de faena para el ganado bovino, en casi todas las categorías.

Cuadro A3: Pesos del ganado gordo bovino (faenado, en kg).

	Mini-gráfico	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Terberos		238	260	250	238	247	252	265	261	255	258	256	256
N 1-2		435	442	449	451	448	458	458	464	466	468	487	493
N 2-3		472	476	484	484	486	493	496	497	497	496	506	508
N +3		507	512	513	508	521	522	530	536	543	535	548	554
Toros		557	577	579	574	590	596	602	604	600	596	601	600
VacInv		426	437	436	429	444	450	457	460	459	461	465	468
Vaq +2		409	421	427	416	416	422	432	436	439	438	440	441
Vaq 1-2		362	368	371	375	376	379	385	387	387	388	403	414

Fuente: Elaboración propia en base a datos de faena del INAC por seccional policial. Los pesos son promedios nacionales de ganado faenado en pie. Para el 2017 se utilizaron datos hasta junio.

Cuadro A4: Pesos del ganado gordo ovino (faenado, en kg).

	Mini-gráfico	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Borregos		36.9	36.3	36.6	36.9	36.8	38.9	40.2	38.5	38.2	37.1	37.9	36.8
Capones		42.4	43.5	43.0	43.3	42.8	44.3	44.0	43.8	42.9	41.4	43.4	44.1
Carneros		54.1	54.4	56.8	60.0	57.3	60.2	58.6	57.1	57.8	60.3	59.4	53.3
Corderos		33.8	33.3	33.2	32.9	34.3	36.0	35.5	34.5	34.5	35.5	36.5	37.0
Ovejas		41.2	41.2	41.3	41.2	40.9	43.3	42.9	42.8	42.2	42.3	43.5	43.1

Fuente: Elaboración propia en base a datos de faena del INAC por seccional policial. Los pesos son promedios nacionales de ganado faenado en pie. Para el 2017 se utilizaron datos hasta junio.

Para la estimación de la **carga** al momento de la DJ, multiplicamos la cantidad de animales en cada categoría de ganado, por un ponderador: $UG_k^t = \sum_{i=1}^I \beta_i Stock_k^t$. Para el cómputo de la superficie afectada a la ganadería bovina y ovina, se prorratea la superficie según la participación de la carga bovina y ovina en el total.

Cuadro A5: Ponderadores utilizados para el cómputo de la carga

Tipo de animal	Categoría	UG
Bovinos	Toros	1.25
	Vacas de Cría	1.03
	Vacas de Invernada	1
	Vaquillona más de 2	0.9
	Vaquillona de 1 a 2	0.68
	Novillos más de 3	1
	Novillos de 2 a 3	0.9
	Novillos de 1 a 2	0.68
	Terneros	0.45
Ovinos	Carneros	0.17
	Ovejas de cria	0.15
	Ovejas de descarte	0.12
	Capones	0.14
	Borregas de 2 a 4	0.16
	Corderas	0.1
	Corderos mamonos	0.05

Fuente: para UG ovinos se siguió a [INIA \(2012\)](#).

La **Superficie de pastoreo** ($SupP^t$) al momento de la DJ del SNIG, se computó como la suma de las praderas artificiales, más la suma de los campos mejorado y fertilizado, cultivos forrajeros y campo natural; y por último adicionamos a dicha cifra el 30% del área

de montes artificiales⁷; la superficie coneat 100 se estimó como la multiplicación de la superficie de pastoreo por el índice coneat ponderado por superficie del padrón.

La producción de carne en el ejercicio agrícola t en la unidad k, surge de dividir los kg generados sobre la superficie de pastoreo.

$$\left[\frac{Carne}{SupP} \right]_k^{t-1,t} = \frac{CarneBov_k^{t-1,t} + CarneOv_k^{t-1,t}}{SupP_k^t}$$

Existe una identidad contable entre el stock en el año t con el stock en el año anterior (t-1), y las entradas netas de ganado, el consumo, los nacimientos y la mortandad del ejercicio.

$$\begin{aligned} Stock_{i,k}^t &= Stock_{i,k}^{t-1} + Entr_{i,k}^{t-1,t} - Sal_{i,k}^{t-1,t} + Nacim_{r,k}^{t-1,t} - Muert_{r,k}^{t-1,t} - Cons_{r,k}^{t-1,t} \\ \Rightarrow \Delta Stock_{i,k}^t - Entr_{i,k}^{t-1,t} + Sal_{i,k}^{t-1,t} - Nacim_{r,k}^{t-1,t} \\ &\quad + Muert_{r,k}^{t-1,t} - Cons_{r,k}^{t-1,t} = 0 \end{aligned}$$

En la práctica esta igualdad no se cumple porque hay cambios de categorías, pero si se debe cumplir agregando todas las categorías por tipo de animal (bovino o ovino)

$$\begin{aligned} Error_{r,k}^{t-1,t} &= \sum_{i=1}^I [\Delta Stock_{i,k}^t - Entr_{i,k}^{t-1,t} + Sal_{i,k}^{t-1,t}] - Nacim_{r,k}^{t-1,t} \\ &\quad + Muert_{r,k}^{t-1,t} + Cons_{r,k}^{t-1,t} \end{aligned}$$

Al dividir el error sobre el rodeo, para bovinos y ovinos, obtenemos una forma de cuantificar las discrepancias entre las DJ y los movimientos en el stock por especie animal (ErrorBovino y ErrorOvino).

⁷ Es importante notar que se trata de 30% del área afectada a la forestación, no el área forestada estrictamente.