

TITULO:

**Evaluación económica de un sistema intensivo de producción bovina
de carne en el sur de Córdoba: brecha productiva y
aprovechamiento de residuos**

Fecha: 8 de septiembre de 2015

Categoría: Trabajo de investigación

Anomale, M. Victoria¹
v.anomale@gmail.com

de Prada, Jorge D.²
jdeprada@ayv.unrc.edu.ar

Evaluación económica de un sistema intensivo de producción bovina de carne en el sur de Córdoba: brecha productiva y aprovechamiento de residuos

Resumen

El objetivo es evaluar el impacto económico de la brecha productiva y el aprovechamiento de los residuos mediante el estudio de un caso real correspondiente a un sistema semi-intensivo de producción bovina de carne, en el sur de la provincia de Córdoba. Se diseñaron 4 alternativas considerando la brecha productiva y el manejo de residuos: **SGSIr, SGSIp, SGSIra, y SGSIpa** se refiere a Sistema Ganadero Semi-Intensivo Real, Potencial, Real con manejo de residuos, y Potencial con manejo de residuos respectivamente. La potencial respuesta animal a la alimentación y margen de mejora tanto en pastoreo como en corral se estimó ex-post a partir de software LRNS (2013). Se cuantificó la cantidad potencialmente aprovechable de nitrógeno y fósforo equivalente valor fertilizante a partir de balance de nutrientes predial y del corral. Se analizó ex-ante el EAVAN para cada alternativa. Los datos muestran diferencias significativas entre la EC real y la potencial con un margen de mejora del 10% y 34% para corral y pastoreo respectivamente. Los datos muestran una tolerancia del negocio de hasta \$2MM para poder alcanzar el potencial. Los beneficios de aprovechamiento de los residuos alcanzar para pagar la inversión para tal fin. Incorporar el concepto de brecha por un lado y estructura para la gestión de los residuos por otro junto a las inversiones en esta escala de producción mejora el potencial desempeño ambiental, productivo y económico del mismo aunque requiere de un mayor esfuerzo de inversión.

Palabras claves: manejo de residuos, ganadería intensiva, potencial productivo, sistema ganadero semi-intensivo, feedlot.

Abstract

The aim of this study is to evaluate the economic impact of the productive gap and the utilization of waste by studying corresponding to a semi-intensive system of bovine meat production real case in the south of Córdoba. Four alternatives were designed taking in account the productive gap and waste management: **SGSIr, SGSIp, SGSIra and SGSIpa** regards Semi-Intensive Livestock System, Real, Potential, Real with waste management, and Potential with waste management, respectively. The potential animal response to feed and production meat improvement in both grazing and feedlot was estimated ex-post from LRNS (2013) software. Potentially usable amount of nitrogen and phosphorus fertilizer equivalent value is quantified from farm and feedlot nutrient balance. The ex-ante EAVAN was analyzed for each alternative. The data show significant differences between the actual and potential CE with a margin improvement of 10% and 34% for feedlot and grazing respectively. The data show a tolerance of up to \$ 2MM to realize the potential. The benefits of using waste, reach the investment to pay for such purpose. Incorporate the concept of gap and structure for the waste management, improve de environmental, productive and economic performance.

Keywords: waste management, intensive cattle, production potential, semi-intensive farming system, feedlot.

Clasificación temática orientativa del trabajo: identificación y evaluación de nuevas alternativas tecnológicas, proyecto de inversión.

INTRODUCCIÓN

En la última década, se ha ampliado la diversidad de sistemas de producción bovina de carne. En una misma región coexisten sistemas pastoriles puros, otros con suplementación energética sistemática, sistemas de pastoreo y de engorde a corral de terminación combinados, feedlot temporario de categorías en crecimiento y feedlot de terneros en campos de cría.

La mayor diversidad de los sistemas de producción está asociada al fenómeno de intensificación de la producción ganadera. Este fenómeno ha sido más notable en las etapas de recría y terminación de los animales pasando de sistemas pastoriles extensivos a sistemas ganaderos semi-intensivos donde parte de la producción de carne se produce en pastoreo y parte a corral (en adelante SGSI), e intensivos o de confinamiento total, basados en el modelo de producción de EEUU y conocidos en la bibliografía como la ganadería industrial (en adelante SGI). Los mismos, han posibilitado una eficiente producción con disminución de la superficie destinada a la actividad ganadera dentro de los establecimientos y permitiendo flexibilidad comercial, al poder planificar los momentos de entrada y salida de animales. Esta diversidad de sistemas confiere a los sistemas argentinos una posibilidad competitiva (Pordomingo, 2002).

Los distintos grados de intensificación, le otorgan a los sistemas ventajas y complicaciones que los diferencian. Los SGI, se presentan como más eficientes en cuanto a conversión de alimento debido a la mayor concentración energética de la ración y al menor gasto de energía para movimiento (*LRNS*, 2013), pero al mismo tiempo que utilizan más energías fósil y tienen más riesgo de contaminación por concentración de heces y orina en pequeñas superficies (Viglizzo y Roberto, 1997). Por otro lado, si bien los SGSI, ofrecen una velocidad de engorde menor (Colombatto y Albornoz, 2010) y una mayor emisión de gases de efecto invernadero (GEI) por producto vendido (IPCC, 2006), el costo del kilogramo producido en recría es menor (GanaZoCe, 2014), además de ofrecer a los sistemas mayor flexibilidad (Iorio *et al.*, 2005) y menor riesgo económico (Fariña, 2010). Estas consideraciones caracterizan a grandes rasgos los distintos niveles de intensificación, pero los resultados reales difieren en cada sistema de producción debido al manejo, estructura y recursos disponibles que modifican el grado de eficiencia de uso de los recursos.

La mejora en la eficiencia en el uso de los recursos en los sistemas ganaderos, requiere de parámetros que los caractericen y permitan su comparación. A pesar de las oportunidades que presenta la actividad, el sector ganadero no ha sido capaz de implementar nuevas tecnologías con tanta velocidad como los sistemas agrícolas. Las causas se remiten a los ciclos más largos de producción, lo que retrasa la observación de los resultados, y principalmente la falta de parámetros que caractericen a cada sistema y ambiente. Este último aspecto permitiría establecer el estado de situación de cada sistema y su potencial productivo, estableciendo puntos de referencia y comparación que permitan hacer más eficiente el manejo de los recursos (Di Niro, comunicación personal)¹.

¹ Mauricio Di Niro, Médico Veterinario. Asesor de grupo CREA Ctlamochita, y responsable técnico de la

La ganadería actual enfrenta el desafío de gestión ambiental. El proceso de intensificación de la producción ganadera incrementa los riesgos de contaminación (Viglizzo y Roberto, 1997) atentando contra la salud y el bienestar social. En tal sentido, la acumulación de deyecciones y efluentes que generan estos sistemas pueden generar un alto grado de contaminación puntual (química y biológica) de suelos, de agua superficiales y/o subterránea, del aire (polvo, amoníaco, olores) y del paisaje (Andriulo *et al.*, 2003; Herrero y Gil, 2008). Actualmente en las provincia de Córdoba existe un marco regulatorio ("Ley N° 9306/2006") que obliga a incorporar a la gestión productiva, la dimensión ambiental para mitigar o evitar la contaminación que pudiera generarse por la actividad. Uno de los desafíos más importantes que deberá enfrentar la producción animal será la de responder a mayores demandas con mayores costos operativos por legislaciones más estrictas en la gestión ambiental.

Existen numerosos autores que destacan los beneficios del aprovechamiento de residuos ganaderos sobre la fertilidad y estructura del suelo y el crecimiento vegetal. Fontenot *et al.* (1983) menciona la posibilidad de su aprovechamiento como fuente de energía a partir de biogás o como fertilizante y destaca sus beneficios en cuanto a aportes de nutrientes para las plantas y de materia orgánica al suelo con la consecuente mejora en su estructuración. Bolton *et al.* (2004) menciona la mejora en los indicadores de calidad de suelo y en la disponibilidad de nutrientes para los cultivos como resultado de la aplicación de residuos de animales en general y de bovinos de carne en particular. Incluso se han generado manuales (Pordomingo, 2003; USDA, 1999) y software de apoyo (AWM, 2013) para el diseño de las estructuras de tratamiento ya sea mediante lagunaje, compostaje o lombricompostaje o su aprovechamiento para la generación de biogás y su posterior utilización.

Prácticamente, no hemos encontrado bibliografía que analice en forma conjunta los beneficios de mejorar la eficiencia de producción y costos de incorporar la gestión de los residuos en los sistemas ganaderos intensificados. En tal sentido, la cuantificación de las respuestas productivas frente a modificaciones de manejo es una necesidad tecnológica, relacionada con innovaciones que pueden asistir a los tomadores de decisiones (Allende and Aguilar, 2007).

Bajo este contexto, surge el interrogante de las empresas ganaderas de CREA - Región Centro de conocer cuál es la combinación de factores que mejor se adapta a las necesidades de cada uno de ellos y que permite maximizar la rentabilidad, generando el menor impacto ambiental. Son escasos los antecedentes sobre estudios que busquen explicar el potencial de producción de los SGSI en nuestra región y en el país en general menos aún aquellos factores que restringen el potencial y determinan la producción real de estos sistemas considerando aspectos económicos y ambientales.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el impacto económico de la brecha productiva y el aprovechamiento de los residuos mediante el estudio de un caso real correspondiente a un sistema semi-intensivo de producción bovina de carne, en el sur de la provincia de Córdoba, Argentina. El estudio de caso se realiza mediante convenio CREA – FAV UNRC y los datos corresponden a los registros de producción y venta de un productor entre el periodo 1988 y 2015.

La principal contribución del trabajo consiste en integrar y sistematizar datos de más de diez años tomados en sistemas reales de producción ganaderos para valorar el impacto económico de cambios en la eficiencia de utilización de los alimentos y en el aprovechamiento de los residuos ganaderos bovinos. Esta información es de interés y muy valiosa para modelación y estudios de inversión que consideren ex-ante de la intensificación de la ganadería bovina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para poder evaluar el impacto de la brecha productiva y el manejo de residuos sobre el resultado económico, primero se caracterizó el sistema y se determinó el potencial productivo a corral y a pasto para luego estimar el potencial del sistema global. Posteriormente se diseñaron 4 alternativas a evaluar contemplando distintos arreglos de producción de carne y manejo de residuos (ver Tabla 1).

Tabla 1. Alternativas a evaluar.

Características	PC real	PC potencial
Manejo actual de residuos	SGSIr	SGSIp
Con manejo de residuos	SGSIra	SGSIpa

Nota: PC: producción de carne. Se considera que sistema con manejo de residuos cuenta con una buena sistematización de lagunas.

Fuente: elaboración propia.

SGSIr, **SGSIp**, **SGSIra**, y **SGSIpa** se refiere a Sistema Ganadero Semi-Intensivo Real, Potencial, Real con manejo de residuos, y Potencial con manejo de residuos respectivamente.

Vale aclarar que **SGSIr** contempla parámetros reales del establecimiento estudiado. **SGSIra**, **SGSIp**, **SGSIpa**, son alternativas diseñadas con parámetros estimados. El objetivo de analizar estas alternativas es poder evaluar el efecto de la mejora productiva y ambiental por separado y en conjunto.

Potencial productivo

Para la estimación del potencial productivo, se consideró el crecimiento animal individual óptimo teniendo en cuenta sexo, edad y peso de terminación del animal. Para cuantificar la respuesta animal a la alimentación, se utilizó el software *LRNS* (2013). El indicador utilizado para esta evaluación es la Eficiencia de Conversión (Ecuación 1), en adelante *EC*, debido a que el mismo se considera un indicador que resume o sintetiza la ganancia diaria en relación al consumo y por ende la eficiencia con que se utilizan estos recursos.

Ecuación 1. Eficiencia de conversión

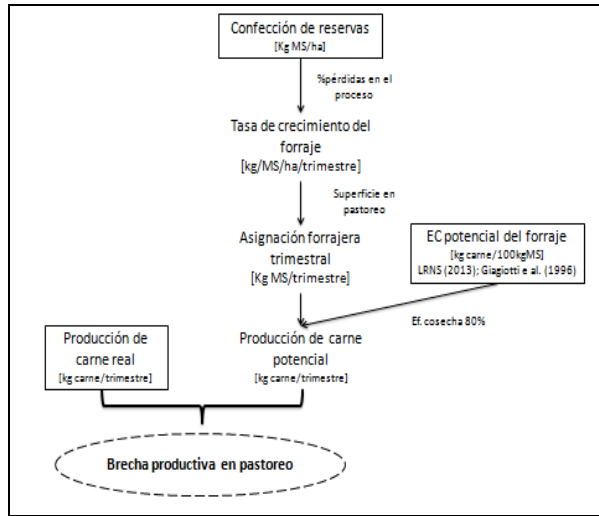
$$EC = \frac{\text{Producción de carne}}{\text{Alimento ofrecido}} = \left[\frac{\text{kg producido}}{100\text{kg de materia seca}} \right]$$

Se cuantificó la brecha productiva entre lo real y el potencial en cuanto a:

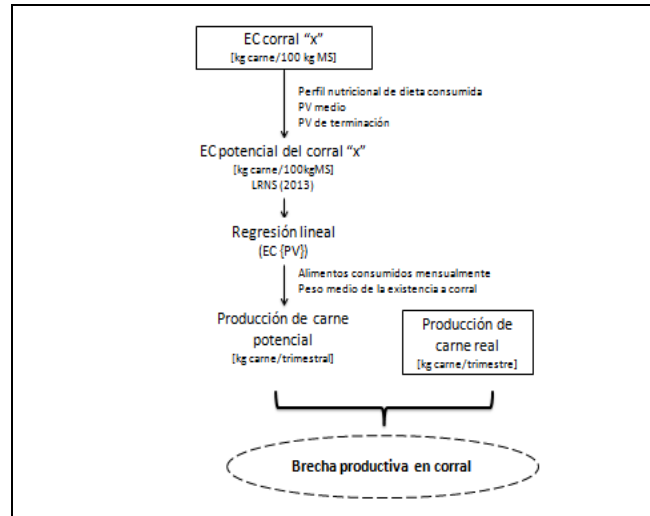
- *Producción de carne a corral.* Para ello se seleccionó el grupo de datos productivos de corrales más homogéneo y representativo de cada categoría a los fines de eliminar datos dudosos. Utilizando cada corral seleccionado como unidad de análisis, se simuló la respuesta óptima con el software *LRNS* (2013) con el mismo perfil nutricional que la dieta registrada y se comparó la EC potencial de cada corral con EC real.
- *Producción de carne a pasto y uso eficiente de pasturas.* Para ello se tuvo en cuenta el número y peso medio de los animales y superficie en pastoreo para cada época del año. La tasa de crecimiento de forraje del establecimiento se obtendrá indirectamente a partir de los registros de confección de reservas base alfalfa para lotes destinados exclusivamente a ello, discriminando en recursos según años desde su implantación (1°, 2° y 3° año). Se consideró una relación 0,4 y 0,37 de pérdidas en el proceso de ensilado y henificado, respectivamente (Telmo Pereyra, com. pers.²). Una vez obtenido la tasa de crecimiento para cada trimestre y recurso, se ponderó por la superficie destinada a pastoreo de cada recurso. Por último se comparó la asignación forrajera real con la producción de carne a pasto y se comparó con la EC que sugiere el software *LRNS* (2013). Para cada trimestre se consideró un rango de calidad (perfil nutricional) de referencia según Gagiotti et al. (1996).
- *Potencial productivo del sistema.* Una vez estimada la brecha de producción en corral y pastoreo, se extrapola esta relación al total de animales en corral y pastoreo para la campaña 13-14. De esta forma se estará en condiciones de calcular la brecha productiva total del sistema.

A los fines de facilitar la comprensión, se recurre al siguiente esquema que explica la metodología de estimación de la brecha productiva.

² Lic. Qca. Telmo Pereyra, cátedra Manejo de Forrajes, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto



a) Potencial y brecha corral



b) Potencial y brecha en pastoreo

Ilustración 1. Esquema metodológico de estimación de potencial y brecha productivo

Fuente: elaboración propia

Aprovechamiento de los residuos

El sistema de manejo de residuos para las alternativas SGSIra y SGSIpa fue diseñada según lo sugerido por Pordomingo (2003), considerando el gasto de inversión y los beneficios de su utilización como fertilizante, valorando el mismo como su equivalente fertilizante (Anomale, 2013; Carbó, 2011; Papes, 2011).

Las instalaciones para el manejo de efluentes se componen de un sistema de recolección de los líquidos en escurrimiento superficial a través de una estructura de canales a cielo abierto y su captura en sistemas de tratamiento (decantación de sólidos, reducción de materia orgánica y evaporación de agua) y almacenamiento para su posterior uso como fertilizante. Se diseña una laguna de sedimentación a la entrada del sistema y a continuación dos lagunas anaeróbicas. Con respecto a los residuos sólidos, son recolectados del corral y esparcidos sobre barbechos de cultivos agrícolas o pasturas.

A los fines de facilitar la interpretación, los parámetros y fuentes de información utilizados para el dimensionamiento del sistema de lagunaje y producción de estiércol se resumen en el

Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros utilizados en las ecuaciones para dimensionamiento del sistema de lagunaje

Concepto	Unidades	Parámetro	Fuente
Precipitación para una tormenta de la máxima intensidad esperable cada 25 años	m	0,262	(INTA General Villegas,
Intensidad de P ₂₅	mm/h	30	

Precipitación anual del percentil 90% más húmedo	mm	1043	2015)
Precipitación media anual	mm	801	Datos del establecimiento
relación entre la longitud y el ancho en la dirección del flujo en la laguna a construir;	-	3	
Factor escalar para acumulación de sedimentos y la frecuencia de remoción	-	6	(Pordomingo, 2003)
Velocidad del flujo	m/s	0,005	
Coefficiente de escorrentía.	-	0,8	
Eficiencia de recolección.	%	80	
Superficie de captura del feedlot	m ²	81.000	Dato de diseño

Fuente: elaboración propia.

Balance de nutrientes

Para estimar cantidad de nutrientes aprovechable del corral, se realizó el balance de nutrientes para la campaña 13-14 (N y P) según lo sugerido por (Herrero et al., 2014) considerando que el 80% (valor sugerido por Pordomingo, 2003) de la cantidad de nutrientes que queda en los corrales (resultado del balance) puede ser utilizado como abono orgánico. Para el caso del nitrógeno, se consideró un 10% de pérdidas por volatilización (Iglesias Martínez, 1995). En la Tabla 3 se detalla los ingresos y egresos de nutrientes al sistema, el sistema “corral” no incluye ingresos por fertilizantes ni lluvias. La superficie considerada en el análisis equivale a la superficie ganadera de pastoreo más la superficie equivalente para producir los alimentos consumidos en el corral (según rendimiento para la campaña analizada).

Tabla 3. Ingresos y egresos de nutrientes al sistema

Ingresos de nutrientes al sistema	Egresos de nutrientes al sistema
Alimentos no producidos en el establecimiento	Venta de animales
Compra de animales	Diferencia de inventario
Fertilizantes	Cesiones de animales
Precipitaciones	
Fijación biológica de N*	

Fuente: (Herrero et al., 2014)

*Nota. En función de la tasa de crecimiento de las alfalfas.

Evaluación y valoración económica

La evaluación económica se realizó según metodología propuesta por Ortegón *et al.* (2005).

Al no disponerse de precios en el mercado para la valoración económica de los productos generados en SGSIra y SGSIpa, se recurrió a los precios de los productos sustitutos, fertilizantes. Para la valoración del abono orgánico se calculó el contenido de los nutrientes más importantes (N y P) y se valoró con el precio del fosfato diamónico (FDA) en función de sus proporciones de

P y N y de la urea en función de su contenido de N. (Ecuación 2). La eficiencia de utilización del N en el abono orgánico es del orden del 50% (Bolton *et al.*, 2004), similar al de la urea, por lo que podrían ser comparables bajo este aspecto. El abono orgánico posiblemente tiene beneficios adicionales en la fertilidad física, y físico-química del suelo que no son considerados.

Ecuación 2. Precio del abono orgánico.

$$P_{AO} = \frac{P_N q_N + P_P q_P}{q_{AO}}$$

Fuente: Papes, 2011.

donde P_{AO} : precio de abono orgánico; P_N : precio de nitrógeno; q_N : cantidad de nitrógeno; P_P : precio de fósforo; q_P : cantidad de fósforo; y q_{AO} : cantidad de abono orgánico.

Para la valoración de inversiones, ingresos y egresos se utilizan precios constantes a junio 2014 (AACREA, 2014).

RESULTADOS

Caracterización del sistema

El SGSI se encuentra ubicado cercano a la localidad de Laboulaye, Córdoba. Es un establecimiento agrícola ganadero donde la actividad ganadera es de invernada (compra de terneros y engorde para faena), con casi la totalidad de los animales provenientes de un mismo origen (poca variabilidad genética). El proceso productivo incluye recría a corral, recría a pasto y terminación a corral. Más el 95% de los animales vendidos salen desde el corral. La recría a pasto se hace principalmente sobre pasturas de alfalfa pura. La variable de ajuste de carga en el sistema es el corral, aumentando el número de cabezas encerradas cuando disminuye la producción de pasto (por falta de agua o temperatura) y disminuye en épocas de alta producción.

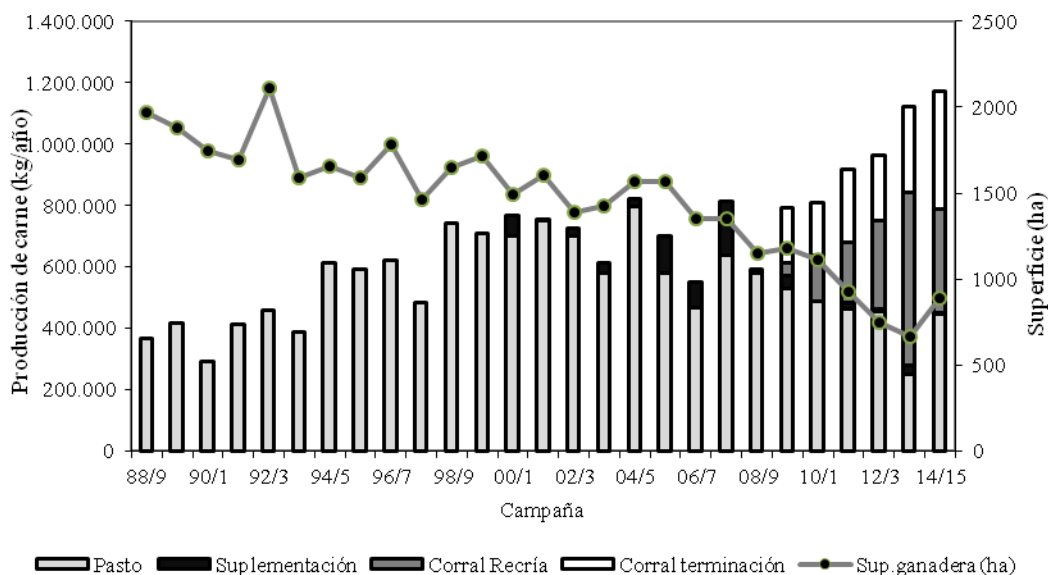


Gráfico 1. Evolución de la producción de carne a pasto y a corral - SGSI.

Fuente: Elaboración propia con datos de productor convenio CREA-UNRC

El modelo de producción y la productividad del sistema han ido cambiando a lo largo de los años. En el Gráfico 1 puede observarse la evolución de la producción de carne del establecimiento discriminada (barras de abajo hacia arriba) en producción de carne producida a pasto, suplementación, en corral de recría y corral de terminación. Puede verse claramente que el aumento de la producción de carne total ha ido aumentando considerablemente, de la mano de la inclusión del corral y la disminución de la superficie en pastoreo.

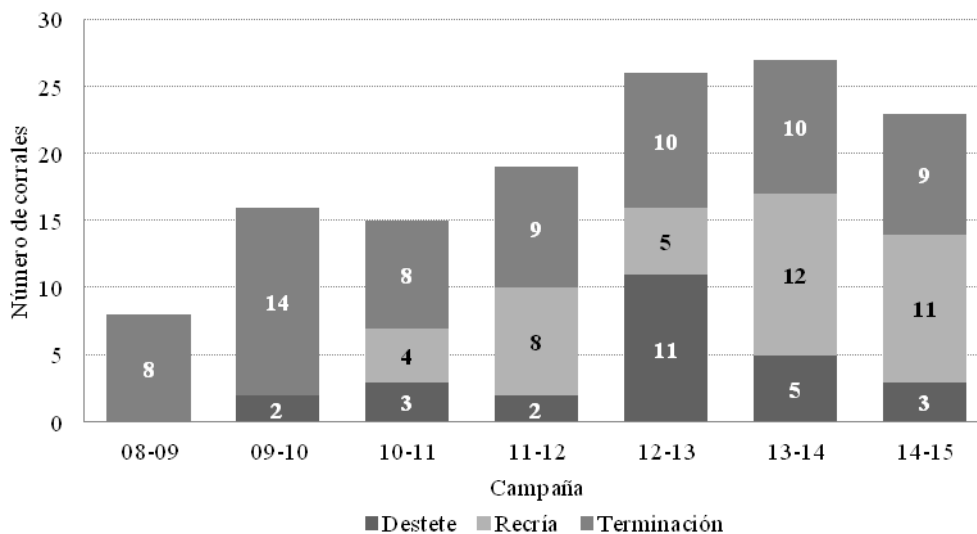
Se puede distinguir tres etapas en la evolución del modelo ganadero del establecimiento. Una primera etapa de producción de carne exclusivamente a pasto, que va desde la campaña 1988-1989 a 1999-2000, donde puede observarse una mejora progresiva de la producción de carne en relación a la superficie, lo cual se explica por la mejora agronómica de las alfalfas y manejo del pastoreo. Luego se incorpora la suplementación en pastoreo siendo variable según los años, con incrementos menores de producción por hectárea (pasto + suplementación). En la campaña 2009-2010, se incorpora el corral al sistema, con un aumento importante de la producción de carne mediante este sistema hasta la actualidad, alcanzando en la campaña 13-14 el 75% de la producción total de carne a corral (51% recría y 24% terminación) y 25% producción de carne a pasto. Puede observarse que la producción de carne a pasto copia la curva de superficie, no habiendo variado considerablemente la producción por hectárea en los últimos 10 años.

Potencial y brecha corral

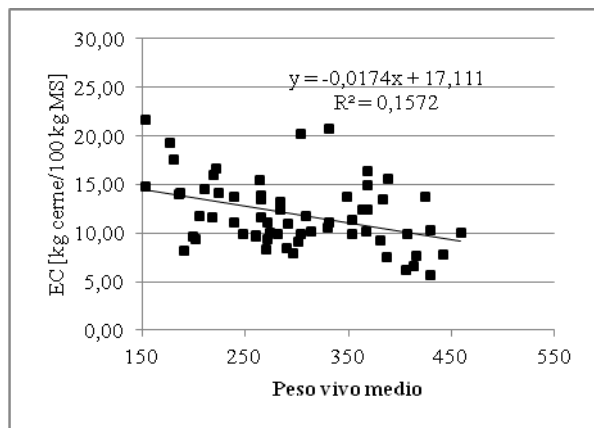
En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la evolución en número de corrales desde la campaña 08-09 a 14-15. Para evaluar la producción de carne a corral, se seleccionaron los corrales correspondientes a la campaña 10-11 hasta la campaña 14-15, considerando que los dos primeros años de implementación de corral serían de aprendizaje, no representando la realidad actual. No se consideró dentro del análisis los corrales de destete y se

eliminaron todos aquellos que no contaran con toda la información. Se observa que el número de corrales de las categorías recría y destete varían según sea la disponibilidad de forraje.

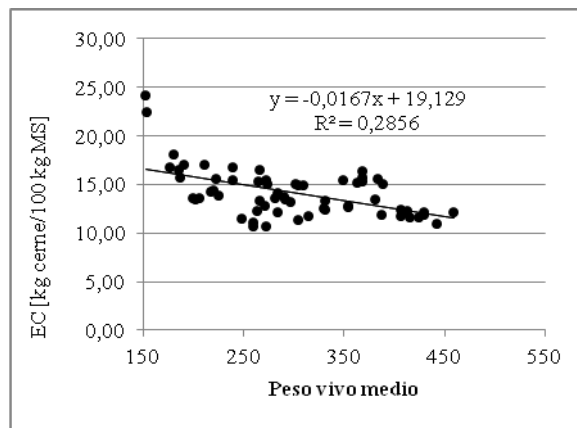
Tabla 4. Evolución en número de corrales por categoría



Fuente: Elaboración propia con datos de productor convenio CREA-UNRC



a) datos reales de los corrales



b) predicción de LRNS (potencial)

Gráfico 2. Eficiencia de conversión real y potencial en corrales

Fuente: Elaboración propia con datos de productor convenio CREA-UNRC

En el Gráfico 2, se muestra la EC real y potencial de corrales de recría y terminación, en relación a su peso vivo. La tendencia muestra una disminución de EC de 1,74 y 1,67 por cada 100 kg de peso vivo, siendo mayor la dispersión de los datos reales que los estimados.

Se utiliza la regresión lineal de b) para estimar la producción potencial de carne de la campaña 13-14 según el peso medio del stock mensual y los alimentos consumidos en ese mes. Ver Ecuación 3.

Ecuación 3. Producción potencial de carne a corral.

$$PCC = \sum EC_m \times Al_m$$

Fuente: elaboración propia.

donde PCC : producción potencial de carne a corral anual; EC_m : eficiencia de conversión para un peso vivo dado en el mes m . Al_m : alimento consumido en el mes m .

Ecuación 4. Eficiencia de conversión potencial a corral.

$$EC_m = -0,00167 \times PV_m + 19,129$$

Fuente: elaboración propia.

donde PV_m : Peso medio de stock en corral de recría y terminación para el mes m .

Los resultados muestran una brecha o margen de mejora del 10% entre la producción de carne a corral real y la potencial en las etapas de recría y terminación. En otras palabras, se podría estar produciendo, como potencial, 10% más utilizando la misma cantidad de alimentos.

Potencial y brecha pasto

En el Gráfico 3 se muestra la EC de forraje en carne por trimestre de la campaña 13-14 según el forraje asignado³. Con líneas horizontales, se muestran rangos de EC potencial para cada trimestre según varía la calidad de la alfalfa por grado de floración (rangos). Para los cuatros trimestre, la EC potencial es mayor que la EC real, siendo esta brecha mayor en los trimestres OND y EFM al igual que los rangos de variación.

³ Forraje asignado: cantidad de forraje total que se ofrece en el lote, sin considerar eficiencia de cosecha.

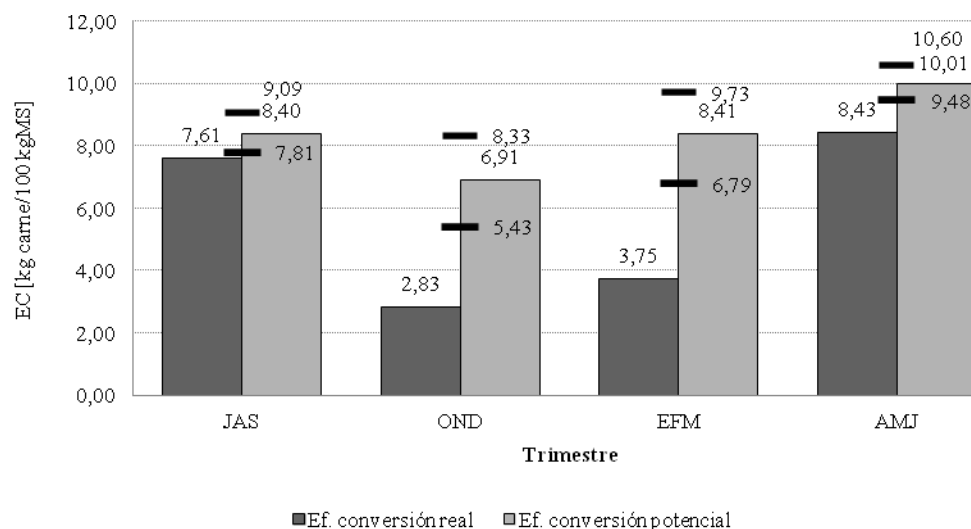


Gráfico 3. Potencial y brecha de aprovechamiento del forraje para producción de carne

Fuente: Elaboración propia con datos de productor convenio CREA-UNRC

Considerando la EC potencial promedio para cada trimestre, se estimó la eficiencia de cosecha (% de forraje consumido / asignación forrajera). En la Tabla 5 se muestran la eficiencia de cosecha y la brecha de aprovechamiento, considerando que con un uso intensivo del forraje se podría aspirar a lograr un 80% de eficiencia de cosecha (comunicación personal profesor Leopoldo Godio⁴ considera que 80 a 90% son aspiraciones alcanzables).

Tabla 5. Eficiencia de cosecha real por trimestre

	JAS	OND	EFM	AMJ
Ef. cosecha real	64%	20%	32%	84%
Ef cosecha aspiración	80%	80%	80%	84%
Brecha de aprovechamiento	16%	60%	48%	-

Fuente: Elaboración propia con datos de productor convenio CREA-UNRC

Es notoria, la brecha de aprovechamiento en los meses de mayor producción, alcanzando valores de entre 48-60% del forraje disponible en el lote que no es consumido. Estos valores representan para la campaña 13-14 un margen de mejora de 34%.

Balance de nutrientes

En la Tabla 6, se muestra los resultados del balance de nutrientes para la campaña 13-14. Los valores en todos los indicadores son menores para una producción de carne potencial, ya que los recursos son usados más eficientemente y es mayor la producción y venta de animales por unidad de alimento ya sea este forraje o insumo.

⁴ Leopoldo Godio: docente de la cátedra de Nutrición Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC.

Tabla 6. Balance de nutrientes predial real y potencial.

Indicadores de manejo de nutrientes	Real		Potencial	
	N	P	N	P
Balance predial (kg/ha/año)	126	0,99	122	-0,03
Balance corral (Kg /ha/año)	13.041	1.890	11.938	1.604
Balance predial sin corral (kg/año)	125.178	-13.030	126.711	-12.632
Balance corral (kg/año)	102.198	14.812	93.558	12.572
Balance total de ganadería (kg/año)	227.377	1.783	220.269	-60
Eficiencia de uso de nutrientes - predial	17%	87%	20%	100%
Eficiencia de uso de nutrientes - corral	48%	62%	52%	68%

Fuente: elaboración propia.

Los datos a nivel predial se muestran consistentes con la bibliografía consultada, encontrándose dentro de los rangos informados para otros establecimientos (126 y 122 kg/ha/año para nitrógeno y 0,99 y -0,03 para fósforo) (Herrero et al., 2014) . Para el caso del balance de corral, estos son significativamente más elevados, pudiendo relacionarse esto con la alta utilización de corrales para la campaña 13-14 (75% de la producción total de carne). El nutriente P, se muestra con un balance deficiente en la alternativa potencial, debido a la mayor eficiencia y venta de animales (exportación de P). Si se separa el balance de nutrientes del corral del resto del establecimiento (balance predial sin corral), se puede observar que la cantidad de P que yace en los corrales alcanza para fertilizar la superficie destinada a la producción de alimentos para la ganadería, siendo necesario en el caso de potencial, aumentar la fertilización con insumos externos.

Para N, en todos los casos el balance es positivo. Sería necesario realizar un análisis más exhaustivo para conocer el origen de estos excesos y el riesgo de contaminación. Posiblemente este balance positivo esté dado por la cantidad de superficie con leguminosas (fijación biológica de nitrógeno) y la dificultad para estimar pérdidas por volatilización o lixiviación.

La eficiencia de uso de los nutrientes (% de los nutrientes que ingresan que se convierten en producto) a nivel predial es inferior en relación al uso de los nutrientes en el corral, excepto para el fósforo, lo cual puede estar explicado por la no fertilización de pasturas con este nutriente.

En la Tabla 7, se muestra el balance de nutrientes real para el corral detallando corral de recría y corral de terminación. Para la campaña 13-14 yacen en el corral 102.198 kg de N y 14.812 kg de P, parte de estos nutrientes se pierde por volatilización, lixiviación o escurrimiento. Puede observarse que para ambos nutrientes (N y P), la recría tiene una alta participación debido al porcentaje total de producción de carne que esta categoría representa.

Tabla 7. Balance de nutrientes real y potencial en corral

Real	Nitrógeno				Fósforo			
	Recría		Terminación		Recría		Terminación	
Balance de nutrientes [kg/año]	65.503	64%	36.695	36%	9.257	62%	5.556	38%
	102.198				14.812			

Eficiencia de uso de nutrientes*	43%	54%	58%	67%
Ingreso / Egresos	2,33	1,84	1,72	1,49
Potencial				
Balance de nutrientes [kg/año]	60.575	65%	32.769	35%
	93.344		12.517	
Eficiencia de uso de nutrientes*	47%	59%	64%	73%
Ingreso / Egresos	2,12	1,69	1,57	1,37

Fuente: elaboración propia

*Cuánto del nutriente que ingresa es aprovechado y sale del establecimiento como producto.

El balance de nutrientes potencial, como era de esperar es más eficiente en el uso de los nutrientes, por la mayor producción de carne con los mismos recursos. La categoría terminación es más eficiente para ambos nutrientes.

Los cálculos de excreción de N y P según valores de referencia *AWM* (2013), varían entre 78.087 – 131.367 kg de N y entre 27.777 y 24.327 kg de P por año. Los valores de fósforo estimados en el presente trabajo se muestran 50% menores. Siendo importante considerar la variabilidad de cantidad de nutrientes disponible para su aprovechamiento.

Evaluación económica

Los datos potenciales de producción animal y mejoras en la utilización de los residuos se utilizan para dimensionar el impacto económico en un análisis de inversión que implemente un SGSI incorporando la cuestión ambiental.

En la Tabla 8, se detallan las inversiones fijas, en capital de trabajo y nominales para cada una de las alternativas. Las inversiones en capital de trabajo son significativamente mayores a los restantes conceptos, representando el capital hacienda un valor de \$14,6MM. Inversiones fijas incluye estructura, corrales, maquinaria y pasturas con datos en base a la valoración del inventario del establecimiento real actualizado a junio 2014 y sistema de lagunaje y maquinaria para aprovechamiento de residuos con datos estimados para las alternativas *SGSIra* y *SGSIpa*. Las reinversiones son principalmente, renovación de maquinaria y pasturas. Las alternativas *SGSIra* y *SGSIpa* consideran inversiones nominales para diseño de lagunas e inscripción en el registro de SICPA (“Ley N° 9306” 2006).

Tabla 8. Inversiones para las distintas alternativas

	SGSIr	SGSIp	SGSIra	SGSIpa
Capital de trabajo	17.356.356	17.195.973	17.237.801	16.970.015
Inversiones fijas	3.185.194	3.185.194	4.072.693	4.072.693
Reinversiones	3.822.242	3.822.242	3.822.242	3.822.242
Nominales			60.066	60.066
TOTAL	24.363.793	24.203.410	25.192.802	24.925.016

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 9 Tabla 10, se muestran los ingresos y egresos por concepto para cada alternativa. Las alternativas SGSIp y SGSIpa incorporan un 15% más de venta de animales (por mayor producción). Los ingresos por aprovechamiento de residuos representan entre un 2-3% del ingreso total de las alternativas SGSIra y SGSIpa.

Tabla 9. Ingresos por alternativa

	SGSIr	SGSIp	SGSIra	SGSIpa
Ventas	23.615.839	27.158.215	23.615.839	27.158.215
Dif. de inventario	2.560.542	2.944.623	2.560.542	2.944.623
Aprovechamiento de residuos			749.123	673.538
TOTAL	26.176.381	30.102.838	26.925.504	30.776.376

Fuente. Elaboración propia.

Los gastos de administración y estructura se consideraron igual para todas las alternativas. Los gastos de comercialización y flete varían según la producción de carne (13% mayor en las alternativas con potencial producción de carne). Para las alternativas con manejo de residuos (SGSIra y SGSIpa) se considera un gasto extra para manejo de residuos equivalente a 10% de los gastos operativos sin considerar el alimento porque se mejoró el aprovechamiento. Se observa que para todas las alternativas la compra de invernada prácticamente es igual a los gastos operativos.

Tabla 10. Egresos por alternativa

	SGSIr	SGSIp	SGSIra	SGSIpa
Compra invernada	8.387.762	9.645.926	8.387.762	9.645.926
Gastos operativos	8.729.783	9.034.754	8.990.369	9.295.340
Comercialización y flete	1.662.574	1.931.680	1.662.574	1.931.680
Administración y estructura	439.218	439.218	439.218	439.218
TOTAL	19.219.337	21.051.579	19.479.923	21.312.165

Fuente. Elaboración propia.

Para valorar la tierra asignada a la ganadería se consideró un valor de alquiler pagado por el productor por hectárea, equivalente a 3,5 quintales de soja a un valor de 300\$/qq.

Tabla 11. Evaluación económica de alternativas

	SGSIr	SGSIp	SGSIra	SGSIpa
VAN	11.878.823	24.265.147	13.891.899	25.930.457
TIR	25%	36%	26%	36%
Periodo de recupero	6	3	6	3
EAVAN	2.031.481	4.149.754	2.375.752	4.434.550
EAVAN/kg producido	1,86	3,30	2,17	3,52

Fuente: elaboración propia

La Tabla 11 muestra los resultados económicos de las alternativas. La brecha económica debido a ineficiencia productiva es altamente significativa. De hecho, el EAVAN del SIGIp duplica al SGSIr (dos millones versus algo más de cuatro millones de pesos) y el periodo de análisis esta diferencia es mayor a \$ 13 MM (ver diferencia entre el VAN). El resultado es esperable considerando que con la misma cantidad de alimento el potencial de producción de carne es 15% mayor, aumentando las compras y ventas un 15% con gastos operativos. Estas diferencias son las que justifican adoptar una tecnología de proceso que mejore el aprovechamiento de los alimentos y particularmente la mejora más importante que es el aprovechamiento del pasto. En otras palabras, se podría gastar hasta \$2 MM por año para alcanzar el potencial productivo.

El aprovechamiento de los residuos ganaderos tiene un impacto económico significativo, más aun considerando los parámetros reales del sistema de producción. Se observa una mejora del EAVAN de SGSIra y SGSIpa en comparación con SGSIr y SIGIp de aproximadamente \$284.800 y \$344.270 respectivamente, esto representa entre 12 y 8% del resultado económico por año, siendo más importante en SGSIra. En otras palabras, los beneficios económicos alcanzados por el aprovechamiento de residuos supera los gastos de inversiones y de operación del manejo de los mismos.

A los fines de evaluar la variabilidad en el contenido de nutrientes aprovechable, se realizó un análisis de sensibilidad del EAVAN de las alternativas SGSIra y SGSIpa al porcentaje de aprovechamiento del residuo y la cantidad de nutrientes posible de aprovechar. Los resultados se muestran en las Tabla 12 Tabla 13.

Tabla 12. Sensibilidad del EAVAN al porcentaje de recolección de residuo en corrales.

% Recolección de residuos	EAVAN SGSIra \$/año	EAVAN SGSIpa \$/año
45%	2.040.230	4.125.144
60%	2.424.695	6.097.610
70%	2.518.336	6.186.011
80%	2.611.976	6.274.413

Fuente: elaboración propia.

Las alternativas SGSIra y SGSIpa se muestran poco sensibles variaciones en el porcentaje de recolección, siendo tolerable hasta una recolección de 45% del total. Es decir, a partir de una recolección menor a este valor, el beneficio por aprovechamiento de residuos no paga la inversión.

Tabla 13. Sensibilidad de EAVAN del SGSIra a la cantidad de nutrientes aprovechables

		Cantidad de P [Tn/año]		
		15	28	24
Cantidad de N [Tn/año]	92	EAVAN \$/año	EAVAN \$/año	EAVAN \$/año
		78	2.375.745	2.514.263
		2.285.095	2.423.613	2.386.753

	131	2.632.789	2.771.307	2.734.447
--	------------	-----------	-----------	-----------

Fuente: elaboración propia.

De igual modo las alternativas con manejo de residuos se muestran poco sensibles a variación en la cantidad de nutrientes aprovechables. Los rangos utilizados en el análisis de sensibilidad corresponden a valores sugeridos por *AWM* (2013).

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se evalúa el impacto económico de la brecha productiva y el aprovechamiento de los residuos mediante el estudio de un caso real correspondiente a un sistema semi-intensivo de producción bovina de carne en la Región Centro de CREA en el Sur de Córdoba. En primer lugar, se cuantificó la evolución de la producción de alimentos forrajeros, la producción ganadera y la eficiencia de aprovechamiento del alimento con datos reales de los registros del productor desde el año 1988 al año 2015. Posteriormente, se cuantificó la cantidad potencial de nutrientes aprovechables a través de un balance de nitrógeno y fósforo. En segundo lugar, con los datos anteriormente analizados mediante la utilización de un software (*LRNS* 2013) se cuantificó las brechas productivas y ambientales en corral y a pastoreo. En tercer lugar, se valoró el impacto económico que tendría una inversión en un *SGSI* considerando cuatro variantes que combinan el aprovechamiento o no de los residuos y producción real y potencial basado en los 53 corrales estudiados y la oferta forrajera del establecimiento.

La posibilidad de utilizar un software (*LRNS*, 2013) para estimar el potencial de producción ganadera permite inferir los datos de *EC* en corrales y a pastoreo a partir de datos reales del productor y poder identificar en forma más efectiva las brechas. Los resultados muestran una brecha en términos productivos de alrededor del 15% en la producción de carne total para la campaña 13-14 y diferencias significativas entre la *EC* real y la potencial.

Con el análisis la información primaria fue posible extrapolar la eficiencia potencial al sistema real y estimar el margen de mejor en eficiencia de uso del alimento en corral. La tendencia indica una disminución de *EC* de 1,74 y 1,67 por cada 100 kg de peso vivo para los datos reales y proyectados por el software respectivamente. Mostrando una brecha de 10% en la mejora de *EC* en etapas de recría y terminación a corral.

En relación a la producción de carne a pasto, fue posible estimar la productividad de forraje indirectamente a partir de la producción de reservas forrajeras del establecimiento estudiado. La eficiencia en el uso del forraje mostró un margen de mejora, especialmente en los meses de octubre a marzo. En este periodo, las pérdidas por mal aprovechamiento de forraje fueron estimadas entre 48-60% del forraje disponible en el campo. Suponiendo una mejora del 80% de la cosecha del forraje representa un margen de mejora de 34% en la producción de carnes a pasto durante a la campaña 2013-14.

El cálculo de balance de nutrientes se mostró como una buena herramienta para estimar la cantidad potencial de nutriente aprovechable en los corrales. Los datos muestran déficit de *P* en la superficie destinada a cultivos para la ganadería, no así el caso del *N*. La cantidad de nutriente retenido en los corrales sería suficiente para compensar el balance negativo del resto de la

superficie ganadera. Para la situación de producción potencial de carne (SGSIpa), sería necesario además, incrementar la aplicación de fertilizantes para poder compensar el balance negativo.

Cuando se integran los resultados productivos y ambientales en el análisis beneficios costos se aprecia un brecha económica muy significativa y promisoria para la implementación de SGSIpa. El principal resultado económico consiste en mejorar el aprovechamiento de los alimentos entre el sistema potencial y real. De hecho, se duplican el VAN considerando un periodo de análisis de 15 años y una tasa de descuento del 15%. En este sentido, esto marca la importancia de las innovaciones tecnológicas que permitan en primer lugar un mejor aprovechamiento del forraje generado en el sistema de pastoreo y en segundo lugar del alimento suministrado en el corral. Estos hallazgos son muy relevantes para la política ganadera dado que además los SGSI tiene como ventaja la posibilidad de ampliar los niveles de intensificación a diferencia de los sistemas ganaderos intensivos.

Los resultados económicos considerando la cuestión ambiental se muestran significativos y principalmente estables a cambios en los supuestos realizados en el aprovechamiento de residuos. Este es un hallazgo muy importante considerando que la legislación ambiental generalmente orienta a la mitigación del riesgo por contaminación de los residuos en los sistemas ganaderos sin considerar los posibles beneficios de su aprovechamiento. Por lo tanto, este resultado aporta un argumento económico, adicional al legal, para la gestión ambiental de los SGSI.

Aunque los resultados son promisorios y consistentes con la bibliografía revisada es importante notar algunas limitaciones. En primer lugar, la limitante más importante es que hemos realizado el estudio de un caso particularmente porque que cuenta con información primaria y la hace disponible para el análisis. Por lo tanto, el sistema de producción es poco representativo de los productores ganaderos. De hecho, se considera que este productor esta niveles de producción muy superior al promedio. Por lo tanto, la extrapolación debe ser realizada con sumo cuidado. Otra limitación es que se ha usado una sola proporción de crecimiento animal a pasto y en el corral, apropiadamente 25 - 75 %, que significa un modo de sistema de producción semi - intensivo. Probablemente, el aumento en la proporción de crecimiento animal a pasto incrementa el impacto económico potencial debido a las mayores ineficiencias detectada en esta etapa. Los valores de EC potencial en corral corresponden a simulaciones de respuesta animal en las que no hay influencia del ambiente ni factores individuales del animal. Este último aspecto representa una variabilidad en los resultados que no ha sido contemplado en esta primera aproximación. Finalmente, la cuestión ambiental solo focalizo en el beneficio económico de aprovechamiento de los residuos valorado por el equivalente de nutrientes. Posiblemente, esto es una subvaloración si consideran la potenciales externalidades que causan los residuos en el corral. Estas limitaciones están siendo considera en la futura agenda de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

AACREA, 2014. Serie de precios agropecuarios. AACREA.

- Allende, R., Aguilar, C., 2007. Gestión en Sistemas de producción bovina y ovina de carne: Herramientas computacionales para diseñar y evaluar escenarios productivos. 15 (1): 120-126. Arch Latinoam Prod Anim 15, 120–126.
- Andriulo, A., Sasal, C., Améndola, C., Rimatori, F., 2003. Impacto ambiental de un sistema bovino de producción de carne vacuna sobre algunas propiedades del suelo y del agua. RIA 32, 27–56.
- Animal Waste Management, 2013. . United States Department of Agriculture.
- Anomale, M.V., 2013. Evaluación económica y ambiental de alternativas de producción bovina intensiva de carne y el potencial de aprovechamiento de sus residuos en el sur de la provincia de Córdoba, Argentina (Tesis de Grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria). Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Bolton, A., Studdert, G.A., Echeverria, H.E., 2004. Utilización de estiércol de animales en confinamiento como fuente de recurso para la agricultura. Rev. Argent. Prod. Anim. 24, 53–73.
- Carbó, L.I., 2011. Balances de nutrientes como herramienta para estimar el potencial para el reciclado de los efluentes de tambo en recursos forrajeros.
- Colombatto, D., Albornoz, R., 2010. Engorde a corral, in: Suplementación Y Engorde a Corral de Vacunos. AACREA, Buenos Aires, Argentina, p. 120.
- Fariña, S.R., 2010. Intensification of Australian pasture-based dairy farm systems: biophysical, economic and environmental analysis. Faculty of Veterinary Science. University of Sydney.
- Fontenot, J.P., Smith, L.W., Sutton, A.L., 1983. Alternative Utilization of Animal Wastes. J. Anim. Sci. 57, 221–233.
- Gagiotti, M., Romero, L., Bruno, O., Comeron, E., Quaino, O., 1996. Tabla de composición de alimentos para rumiantes, Centro Regional Santa Fe. EEA Rafaela. ed.
- GanaZoCe, 2014. Base de datos ganadera de CREA Región Centro.
- Herrero, A., S. Gil, 2008. Consideraciones ambientales de la intensificación en producción ambiental. Ecol. Austral 18, 273–289.
- Herrero, M.A., Gil, S.B., Rebuelto, M., Sardi, G.M., 2014. La producción animal y el ambiente. Conceptos, interacción y gestión., 1° ed. BM Press, Buenos Aires, Argentina.
- Iglesias Martínez, L., 1995. El Estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaria General de Estructuras Agrarias, Madrid.
- INTA General Villegas, 2015. Serie datos meteorológicos 1973-2015.
- Iorio, C., Mosciario, M., Acuña, A.M., Coria, D., 2005. Los sistemas de engorde a corral: coordinación con la demanda y riesgos de mercado. Rev. Argent. Econ. Agrar. VIII, 117–131.
- IPCC, 2006. Emissions from livestock and manure management, in: Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

- Large Ruminant Nutrition System, 2013. . Cornell University.
- Ley N° IX-559 de control sanitario animal, 2007.
- Ley N° 9306 - Regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal, 2006.
- Ortegón, E., J. F. Pacheco, H. Roura, 2005. Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Santiago de Chile, Chile.
- Papes, H., 2011. Diseño y evaluación económica y ambiental de alternativas tecnológicas para el manejo de efluentes de tambo. .Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Pordomingo, A., 2003. Gestión ambiental en el feedlot. Ed. INTA, INTA Anguil, La Pampa, Argentina.
- Pordomingo, A., 2002. Efectos ambientales de la intensificación ganadera. IDIA XXI II, 208–2011.
- Seiler, R., Vinocur, M., 2006. Variabilidad climática y cambio climático: un análisis regional de las precipitaciones máximas. Presented at the XI Reunión Argentina de Agrometeorología., La Plata, Argentina.
- USDA, 1999. Agricultural Waste Management Field Handbook. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC.
- Viglizzo, E. F., Z. E. Roberto, 1997. El componente ambiental en la intensificación ganadera. Rev Arg Prod Anim 17, 271–295.