RAPA Revista Argentina de Producción Animal

CAMBIOS EN LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE TAMBOS DEL SUR DE LA PROVINCIA DE SANTA FE, ARGENTINA

Changes in the environmental sustainability of dairy farms in the southern Santa Fe province, Argentina

Alvarez, H.J.[1], Pece, M.A.[2], Larripa, M.J.[1], Nalino, M.J.[1] y Planisich, A.M.[1]
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Rafaela

RESUMEN

El proceso de intensificación de los tambos en Argentina ha transformado los sistemas de base pastoril en sistemas de base pastoril intensificados. El objetivo del trabajo fue evaluar, utilizando indicadores de sustentabilidad ambiental, los principales efectos de la intensificación sobre un grupo de 38 establecimientos ubicados en el sur de la provincia de Santa Fe, Argentina. Los períodos evaluados fueron inicial (1983 a 1990) y final (2013 a 2014). Para el cálculo de los indicadores se utilizó el modelo AgroEcoIndex®. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para reducir la dimensionalidad de los datos y facilitar su interpretación y además se realizó un análisis de la varianza (ANOVA). El ACP permitió determinar las variables que tuvieron mayor incidencia en diferenciar los distintos períodos. Se obtuvieron dos nuevas variables denominadas componentes principales (CP1 y CP2) que explicaron el 42 y el 22 % de la variabilidad de los datos, respectivamente. La CP1 explicó una importante proporción de la variabilidad de los datos, por lo que podría utilizarse como una herramienta para resumir información e interpretar múltiples variables a los fines de evaluar la gestión ambiental. El ANOVA detectó diferencias significativas entre períodos para muchos de los indicadores, algunos de los cuales deben valorarse como beneficiosos para el medio ambiente (balance de nitrógeno y fósforo, cambios en la materia orgánica del suelo, riesgo de contaminación con plaguicidas, impacto sobre el hábitat, eficiencia en el uso del agua) mientras que otros merecen una valoración adversa (consumo de energía fósil, eficiencia en el uso de la energía, producción de gases con efecto invernadero). Se concluye que el proceso de intensificación fue ambientalmente sustentable en algunos aspectos, pero aparecen ciertos riesgos que ameritan prestar atención en el manejo de los sistemas.

Palabras clave. sustentabilidad ambiental, indicadores, sistemas pastoriles intensificados, lechería

SUMMARY

The process of intensification of dairy farms in Argentina has transformed grazing systems into intensified grazing systems. The objective of the work was to evaluate trough a set of indicators of environmental sustainability the major effects of intensification on a group of 38 dairy farms located in the southern province of Santa Fe, Argentina. The evaluated periods were initial (1983-1990) and final (2013-2014). The AgroEcoIndex® model was used to calculate the indicators. Principal component analysis (PCA) was performed to reduce the dimensionality of data and to facilitate their interpretation, and also an analysis of variance (ANOVA) was performed. The PCA allowed determining the variables that had the greatest impact on differentiating the distinct periods. Two new variables called principal components (PC1 and PC2) that accounted for 42 and 22% of the variability of the data, respectively, were obtained. The PC1 explains a significant proportion of the variability of the data, so it could be used as a tool to summarize information and interpret multiple variables in order to assess the environmental management. ANOVA detected significant differences between periods in many indicators, some of which should be valued as beneficial for the environment (nitrogen and phosphorus balance, changes in soil organic matter, risk of pesticide contamination, habitat impact, efficiency in water use) while others deserve an adverse assessment (consumption fossil energy, efficient use of energy, production of greenhouse gases). It is concluded that the process of intensification was environmentally sustainable in some aspects, but certain risks that merit attention in handling systems appear.

Key words. environmental sustainability, indicators, intensified grazing systems, dairy.

Recibido: junio de 2016
Aceptado: diciembre de 2017

[1] Ingenieros Agrónomos. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR. E-mail halvarez@unr.edu.ar
[2] Ingeniera Agrónoma. INTA EEA Rafaela. E-mail pece.mariela@inta.gob.ar

Introducción

A partir de la década del ´70 comenzó a producirse en amplias regiones del país un cambio del modelo agropecuario mixto (agricultura y ganadería) hacia un modelo de agricultura permanente, que incluyó el doble cultivo trigo-soja y el monocultivo de soja. Este proceso se debió principalmente a los buenos precios agrícolas y a la simplicidad productiva del cultivo de soja, en contraposición con los bajos precios y la complejidad de la producción ganadera (Alvarez et al, 2008). Puede afirmarse que, más allá de algunas transformaciones en los contextos políticos y económicos, esta marcha hacia la agriculturización continúa en la actualidad. Para ejemplificar lo dicho, las cifras resultan contundentes: de los 30.141 tambos existentes en Argentina en la década del ´80, en el año 2000 sólo quedaban 15.000 y en la actualidad apenas superan los 11.000 (Fundación PEL, 2014). En la provincia de Santa Fe los datos son de similar magnitud, considerando que para el mismo período se pasó de más de 15.000 tambos a menos de 3.000 en la actualidad (IPEC, 2014).

En el marco de este proceso la agricultura comenzó a competir con el tambo por el uso del suelo, actividad que se vio en la necesidad de incorporar nuevas tecnologías de insumos (capital económico) y procesos de capacitación (capital cultural y social) para lograr permanecer en el sector (Alvarez et al, 2008), exigencias productivas no siempre accesibles para los pequeños y medianos productores (Piñeiro y Villarreal, 2005). De este modo, los tambos aumentaron la producción individual, la carga animal, la productividad, los niveles de suplementación por vaca y los litros de leche producida por tambo, lo que junto con una menor participación de las pasturas y un incremento en el uso de silajes y concentrados en las dietas transformaron los sistemas de base pastoril en sistemas de base pastoril intensificados (Alvarez et al, 2010; Taverna, 2010; Centeno, 2013; Gastaldi et al, 2015).

El sur de la provincia de Santa Fe, región de influencia directa de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, es tal vez el área donde el modelo de "sojización" ha repercutido con mayor intensidad y efectivamente puede verificarse la permanencia de un conjunto de tambos, en general de tipo familiar, que han vivido dicho proceso de intensificación como forma de subsistir a la realidad adversa descripta.

Los procesos de transformación tecnológica y productiva mencionados han generado una creciente preocupación por el cuidado del medio ambiente (Engler y Vicente, 2011) y han motivado la realización de trabajos dedicados a estudiar los efectos de la intensificación sobre el ambiente, muchos de los cuales no siempre coinciden en sus resultados. Si bien Herrero y Gil (2008) destacan que son numerosos los problemas ambientales derivados de la intensificación de los sistemas dedicados a la producción animal (por ejemplo al aumentar el riesgo de contaminación puntual y de interferencia en el reciclaje natural de nutrientes, al permanecer un gran número de animales en sectores reducidos durante períodos prolongados generando altos volúmenes de efluentes), Capper et al (2009), comparando la producción de leche en sistemas estabulados modernos (2007) con respecto a sistemas históricos pastoriles (1944), muestran un menor impacto ambiental por litro de leche en los primeros, fundamentalmente por los menores recursos que necesitan para producirlo. Por su parte, Bretschneider y Salado (2012) sostienen que, con recursos limitados, los sistemas de producción animal enfrentan el desafío de abastecer de productos a una población en continuo crecimiento, esfuerzo productivo que deberá enmarcarse dentro de un contexto de sustentabilidad, no sólo ambiental, sino también económica y social.

Para evaluar la sustentabilidad es necesario contar con un sistema integrado de indicadores que, organizados y compatibilizados, permitan detectar y medir los cambios en el ambiente en períodos de tiempo determinados. Los indicadores deben ser fáciles de medir, susceptibles de monitorear, aplicables en un amplio rango de situaciones, sencillos de entender y centrarse en aspectos prácticos y claros (Masera et al, 2000).

El objetivo del trabajo fue evaluar, utilizando un conjunto de indicadores de sustentabilidad ambiental, los principales efectos que el proceso de intensificación produjo en un grupo de tambos ubicados en el sur de la provincia de Santa Fe, Argentina.

Materiales y Métodos

La información primaria utilizada fue el producto de un relevamiento de sistemas de producción lechera ubicados en un radio de 100 km de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (33º01´00´´S 60º53´00´´O). Los períodos evaluados fueron inicial (PI, 1983 a 1990) y final (PF, 2013 a 2014). En 38 establecimientos, en cada período, se recopiló información sobre aspectos vinculados a su ubicación geográfica, características agroecológicas, superficie, uso de la tierra, composición del rodeo, suplementación, productividad, consumo de energía y planteos técnicos que incluyó: sistemas de labranza, uso de plaguicidas y aplicación de fertilizantes. Las principales características de los sistemas de producción analizados en ambos períodos se presentan en el Cuadro 1. Los indicadores de sustentabilidad ambiental calculados (Viglizzo et al, 2006; Frank, 2007) con dicha información fueron: Proporción de Cultivos Anuales (PCA), Consumo de Energía Fósil (CEF), Producción de Energía (PE), Eficiencia de Utilización de la Energía Fósil (EUEF), Balance de Nitrógeno (BN), Balance de Fósforo (BP), Cambios en el Stock de Carbono en el Suelo (CSC), Riesgo de Contaminación con Plaguicidas (RCP), Riesgo de Erosión Hídrica y Eólica (REHE), Balance de Gases con Efecto Invernadero (BGEI), Eficiencia de Utilización del Agua (EUA), Impacto sobre el Hábitat (IH) y Agrodiversidad (AD). Para el cálculo de los indicadores se utilizó el modelo AgroEcoIndex® (Viglizzo et al, 2009) y para su evaluación se utilizó una escala simplificada de cinco puntos: muy favorable, favorable, medio, desfavorable, muy

Cuadro 1. Principales índices productivos (media ± EE) de los tambos para los períodos inicial (PI) y final (PF).
Table 1. *Main productive indices (average ± EE) of dairy farms for the initial (PI) and final period (PF).*

Índices	PI	PF
litros/ha vaca total ajustada[1]/año	**3129** ± 329 a	**6019** ± 321 b
litros/vaca ordeño/día	**13,6** ± 0,48 a	**19** ± 0,47 b
Carga (animales/ha vaca total ajustada[1])	**0,82** ± 0,05 a	**1,16** ± 0,05 b
Suplementación/vaca[2]	**5,2** ± 0,47 a	**8** ± 0,46 b
Suplementación/vaca[3]	**3,2** ± 0,39 a	**5** ± 0,38 b
Composición de la dieta	%	%
Pastura	**57** ± 2 a	**44** ± 2 b
Verdeo de invierno	**14** ± 2 a	**9** ± 2 b
Verdeo de verano	**6** ± 1 a	**2** ± 1 b
Heno	**6** ± 1,2 a	**7** ± 1,2 a
Silaje	**3** ± 1,3 a	**12** ± 1,3 b
Concentrados	**10** ± 1,6 a	**22** ± 1,6 b
Subproductos	**3** ± 0,9 a	**4** ± 0,9 a

Letras distintas en cada fila indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).
[1] Por uso de suplementos.
[2] En kg de equivalente grano de maíz. Incluye henos, silajes, concentrados y subproductos.
[3] En kg de equivalente grano de maíz. Incluye concentrados y subproductos.

desfavorable. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para reducir la dimensionalidad de los datos y facilitar su interpretación, empleando para ello el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al, 2011). Además, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y la separación de medias fue obtenida por Tukey (p<0,05).

Resultados y Discusión

El análisis estadístico descriptivo realizado a través del ACP permitió determinar las variables que tuvieron mayor incidencia en diferenciar los dos períodos. Se obtuvieron dos nuevas variables denominadas componentes principales (CP1 y CP2), producto de la combinación lineal de las variables observadas, construidas con los coeficientes (autovectores) que les corresponden a cada una de ellas.

Las dos primeras CP explicaron el 64 % de la variancia total de los datos (CP1 el 42 % y CP2 el 22 %). Las ecuaciones que definen cada una de las CP fueron:

CP1 = - 0,07 PCA + 0,40 CEF + 0,08 PE + 0,36 EUEF + 0,38 BN + 0,34 BP + 0,18 CSC – 0,26 RCP – 0,13 REHE + 0,35 BGEI + 0,34 EUA – 0,24 IH – 0,18 AD

CP2 = 0,48 PCA + 0,17 CEF + 0,43 PE - 0,11 EUEF + 0,18 BN + 0,18 BP – 0,30 CSC + 0,28 RCP + 0,20 REHE + 0,16 BGEI + 0,20 EUA + 0,28 IH + 0,36 AD

El valor de los autovectores expresados en las distintas ecuaciones explica la contribución relativa de cada variable y fueron tenidos en cuenta para seleccionar las variables que se relacionaron de modo relevante en la definición de la respectiva CP. Así las variables CEF, EUEF, BN, BP, BGEI y EUA presentaron altos valores de los autovectores, por lo cual son de mayor peso y se relacionaron positivamente en la CP1; mientras que RCP e IH presentaron valores altos de los autovectores y se relacionaron en forma negativa. Para CP2, las variables PCA, PE y AD se relacionaron en forma positiva y CSC en forma negativa.

En la Figura 1 se muestra el comportamiento, en ambos períodos, de las dos nuevas variables que explican la mayor variabilidad de los datos, definidas como CP1 y CP2. En el caso de CP1, el PF presentó valores elevados de seis de las variables que tuvieron mayor relevancia (CEF, EUEF, BN, BP, BGEI y EUA, a la derecha del cero de CP1), donde se ubicaron la amplia mayoría de los tambos evaluados en dicho período. Por su parte, los tambos de PI se ubicaron mayormente a la izquierda del cero, indicando que en general presentaron valores bajos de las 6 variables más relevantes. Por el contrario, las otras dos variables relevantes (RCP e IH) presentaron valores bajos para PF y altos para PI. Para la CP2, las variables que resultaron con valores positivos y elevados fueron PCA, PE y AD, y una resultó con valor alto negativo, CSC. En este caso, la definición es menos clara, observándose una mayor dispersión de los tambos en los distintos períodos. No obstante, en la Figura 1 puede observarse que los tambos de PI tienen en general valores altos de CSC (importante pérdida del stock de carbono en el suelo).

La CP1 explica una importante proporción de la variabilidad de los datos, por lo que podría utilizarse como una herramienta para resumir información e interpretar múltiples variables a los fines de evaluar la gestión ambiental. Puede observarse que esta nueva variable permite, a través de las 8 variables más importantes que la componen, una adecuada diferenciación ambiental de los dos períodos evaluados y se corresponde con la caracterización productiva descripta para los respectivos

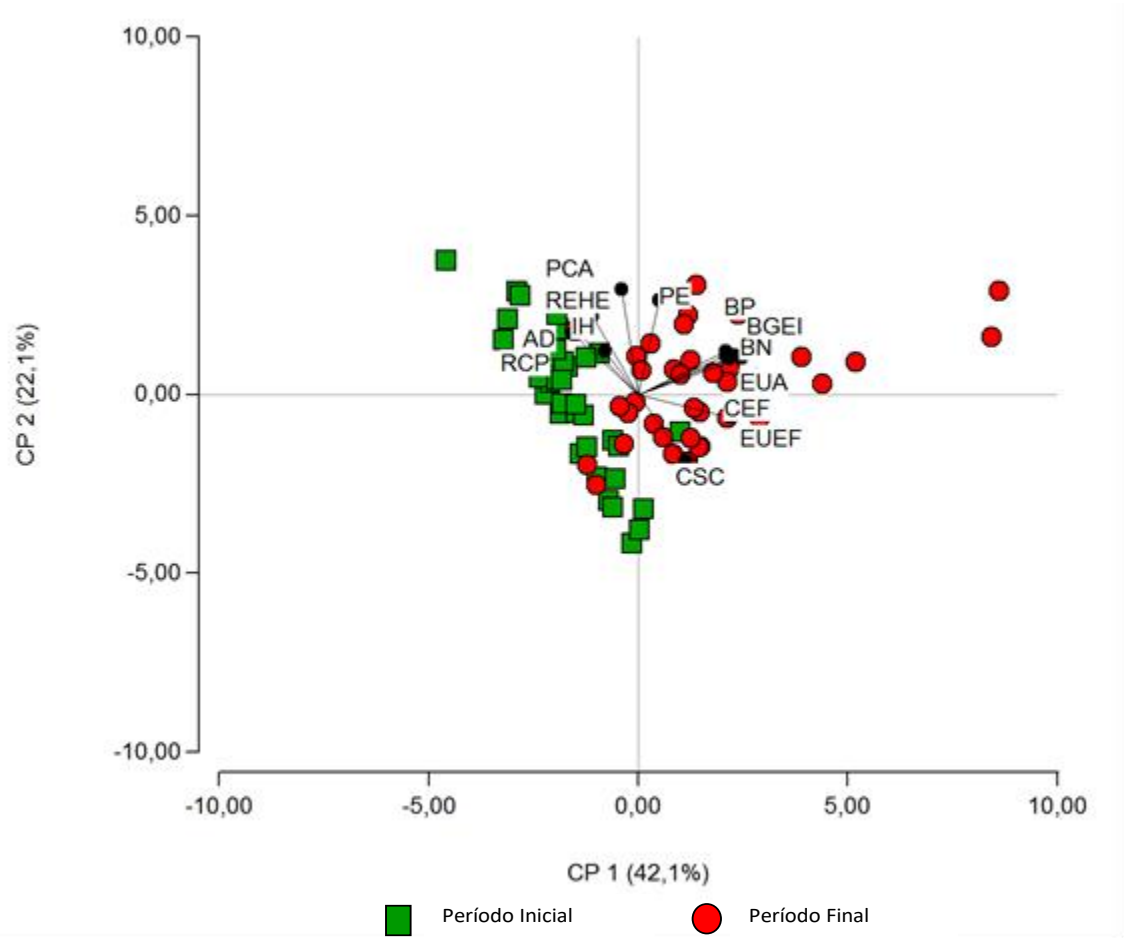

Figura 1. Análisis de Componentes Principales sobre los distintos indicadores ambientales para los períodos inicial (PI) y final (PF).
Figure 1. *Principal component analysis on the different environmental indicators for the initial (PI) and final period (PF).*

sistemas (Cuadro 1). A diferencia de lo que sucedía tres décadas atrás, donde los sistemas eran de base pastoril, los actuales sistemas de base pastoril intensificados (Alvarez et al, 2010; Taverna, 2010; Centeno, 2013) usan más energía, de un modo más ineficiente, tienen BN y BP muy favorable, aportan mayor cantidad de GEI a la atmósfera, son muy eficientes para aprovechar el agua de lluvia, siendo bajos los riesgos de contaminación con plaguicidas y de impacto sobre el hábitat. En efecto, luego del análisis exploratorio realizado a través de ACP se realizó un ANOVA para detectar posibles diferencias significativas en los valores de los indicadores para los distintos períodos (Cuadro 2). Se advierten cambios estadísticamente significativos en muchos de ellos, algunos de los cuales deben valorarse como beneficiosos para el medio ambiente (BN, BP, CSCS, RCP, IH, EUA), mientras que otros merecen una valoración adversa o bien un llamado de atención (CEF, EUEF, BGEI). Finalmente, un grupo de indicadores no mostró variaciones significativas a lo largo del tiempo como respuesta a los cambios en el modelo productivo. Debe destacarse que las variables componentes de la CP1 que tuvieron mayor relevancia presentaron diferencias significativas entre períodos.

Conocer y cuantificar las expresiones nocivas de la intensificación sobre el medio ambiente resulta fundamental a la hora de avanzar sobre su mitigación (Thomassen and Boer, 2005). En este sentido, en relación a los indicadores de energía, los tambos del PF muestran un CEF mayor a cinco veces respecto al PI, lo que conlleva un alto potencial de riesgo ecológico y determina que, no obstante ser la PE casi un 60 % más alta, el indicador EUEF tenga una evaluación desfavorable. En términos numéricos, en PF se necesitó 2,5 veces más de energía por cada MJ producido con respecto a PI. Esto coincide con lo planteado por Iermanó y Sarandón (2015), quienes afirman que el mayor aporte de energía externa mejora la productividad, pero no en forma proporcional a la energía invertida, por lo cual la eficiencia energética de los sistemas puede disminuir. Otro aspecto negativo de gran importancia por su efecto sobre el calentamiento global del planeta (Azqueta et al, 2007) lo constituye el aumento en los valores del indicador BGEI, probablemente como consecuencia de la mayor carga animal (Cuadro 1) y por la mayor aplicación de fertilizantes, factores relacionados en forma directa con este indicador (Viglizzo et al, 2006). Por su parte, la evaluación del BN y BP resultó muy favorable por las fertilizaciones y la mayor

Cuadro 2. Valores promedio, evaluación y error estándar (EE) y de los indicadores ambientales para los períodos inicial (PI) y final (PF).
Table 2. *Average values, evaluation and standard error (SE) of environmental indicators for the initial (PI) and final period (PF).*

Indicadores	Unidad	PI	PF	EE
Proporción cultivos anuales	%	43,7 a	47,6 a	2,95
Consumo energía fósil	Mj/ha/año	13757 a (M)	74056 b (MD)	6013
Producción de energía	Mj/ha/año	32286 a (M)	50921 b (MF)	3383
Eficiencia utilización energía fósil	CEF/PE	0,68 a (F)	1,71 b (D)	0,17
Balance de nitrógeno	kg/ha/año	0,88 a (F)	63,90 b (MF)	9,18
Balance de fósforo	kg/ha/año	0,76 a (F)	8,43 b (MF)	1,58
Cambios stock Carbono en suelo	ton/ha/año	-0,26 a (D)	-0,05 b (F)	0,03
Riesgo contaminación plaguicidas	IR(*)	242,3 b (MD)	11,3 a (MF)	25,9
Riesgo de erosión hídrica y eólica	ton/ha/año	4,55 a (MF)	3,02 a (MF)	0,68
Balance gases efecto invernadero	ton/ha/año	5,22 a (F)	12,87 b (M)	0,83
Eficiencia utilización del agua	%	57,30 a (M)	123,95 b (MF)	6,39
Impacto sobre el habitat	IR(*)	27,55 b (MD)	1,94 a (F)	3,90
Agrodiversidad	IR(*)	2,36 a (M)	2,13 a (M)	0,10

Letras distintas en cada fila indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05)
(*) IR = Índice Relativo
(Evaluación)= (MF) muy favorable; (F) favorable; (M) medio; (D) desfavorable; (MD) muy desfavorable

cantidad de suplementos para consumo animal que ingresan a los predios, lo cual no agotaría el recurso pero sería negativo por el potencial riesgo de contaminación de suelos y aguas (Herrero y Gil, 2008).

Como aspectos positivos de la intensificación deberían individualizarse los cambios ocurridos en los sistemas de producción que mejoraron los valores de los indicadores CSC, RCP, IH y EUA. Con respecto a CSCS, PF presenta un balance de carbono mucho más beneficioso para la fertilidad física y química de los suelos que PI, lo cual se explica fundamentalmente por el sistema de labranza (siembra directa) y el manejo de los rastrojos en superficie, prácticas que se incluyen como herramientas habituales en el manejo actual de cultivos anuales y perennes (Ferreras et al, 2007, Wingeyer et al, 2015). Además, la menor pérdida de carbono a la atmósfera ayudaría a mitigar la producción de GEI. Respecto a RCP, los resultados se podrían atribuir a que las principales propiedades de los plaguicidas que determinan su peligro de toxicidad (Viglizzo et al, 2006) resultan menos riesgosas en la actualidad respecto de lo que significaban tres décadas atrás. Esto no exime de la necesidad de prever un uso criterioso de los productos, prestando estricta atención a las condiciones climáticas, dosis y demás cuidados que productores y operadores deben necesariamente considerar al momento de las aplicaciones, especialmente en áreas periurbanas (MAGyP, 2013). La combinación de estos dos resultados (menor pérdida de materia orgánica de los suelos y menor toxicidad de plaguicidas) determinan, a su vez, un menor IH, lo que implica menor riesgo de deterioro de los ecosistemas como consecuencia de su uso para fines productivos. La EUA está determinada por las precipitaciones, el uso del suelo y el rendimiento de los cultivos (Caviglia y Andrade, 2010; CROPWAT, 2015) y por el consumo de agua de los animales, principalmente agua ingerida mediante el consumo de alimentos. Siendo que los resultados no muestran diferencias significativas en el uso de la tierra entre ambos períodos (proporción de cultivos anuales) la mayor EUA observada en PF podría explicarse por un incremento en el rendimiento de los cultivos (CONICET, 2016) y por el mayor consumo de alimentos y agua de bebida como consecuencia de la mayor carga animal y mayor producción de leche a consecuencia de la intensificación (Alvarez et al, 2010).

Conclusión

El proceso de intensificación observado en los sistemas lecheros del sur de Santa Fe fue sustentable en importantes aspectos ambientales, como los balances de P y N, la mejora en el stock de C en el suelo, el bajo riesgo de contaminación por plaguicidas, el aumento en la eficiencia del uso del agua y el menor impacto sobre el hábitat. Sin embargo, aparecen factores riesgosos como el alto consumo de energía, la eficiencia de utilización de energía fósil y el desfavorable balance de gases de efecto invernadero, que ameritan mayor atención en el manejo de los sistemas. El ACP puede resultar una herramienta útil para interpretar múltiples variables a los fines de evaluar la gestión ambiental.

Bibliografía

ALVAREZ, H.J., PECE, M.A., ALBANESI, R., DICHIO, L., LARRIPA, M.J., MANCINI, C., VIGNA, C. y TROBBIANI, Y.

2008. Caracterización de un grupo de pequeños tambos familiares del sur de la Provincia de Santa Fe, Argentina: diagnóstico y propuestas tecnológicas. IV Congreso Internacional de la Red SIAL (Sistemas Agroalimentarios Localizados): ALFATER 2008 (Alimentación, Agricultura Familiar y Territorio). 23 p.

ALVAREZ, H.J., PECE, M.A., LARRIPA, M.J., DICHIO, L., MARTÍNEZ, M.J. y GALLI, J.R. 2010. Cambios en la estructura productiva de un grupo de tambos de la zona de influencia de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR) a lo largo de las tres últimas décadas. II Congreso Internacional de Desarrollo Local y I Jornadas Nacionales de Ciencias Sociales y Desarrollo Rural. 17 p.

AZQUETA, D., ALVIAR, M., DOMÍNGUEZ, L. y RYAN, R. 2007. Los problemas ambientales; introducción a la economía ambiental. 2a. ed. McGrau Hill, Madrid, pp. 1 – 38.

BRETSCHENEIDER, G. y SALADO, E. 2012. Sistemas de Producción ¿Cuánto impactan? Rev. Infortambo, Buenos Aires, pp. 78-82.

CAPPER, J., CADY, R. and BAUMAN, D. 2009. The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. J. Anim. Sci. 87: 2160–2167.

CAVIGLIA, O. y ANDRADE, F. 2010. Sustainable Intensification of Agriculture in the Argentinean Pampas: Capture and Use Efficiency of Environmental Resources. Am. J. Plant Sci. Biotech. 3: 1-8.

CENTENO, A. 2013. Intensificación en el tambo. ¿Qué cambió? Argentina. INTA, UEEA San Francisco, Hoja de información técnica N°33, 3 p.

CONICET, 2016. La Argentina en mapas. Evolución de la agricultura. http://www.imhicihu-conicet.gob.ar/ARGENTINAenMAPAS/caste/intr.htm

CROPWAT 8.0. 2015. Food and Agriculture Organization (FAO). Water Development and Management Unit. https://es.freedownloadmanager.org/Windows-PC/CROPWAT-GRATIS.html

Di RIENZO, J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., GONZALEZ, L., TABLADA, M. y ROBLEDO, C.W. 2011. Infostat. Grupo Infostat. FCA, UNC, Córdoba, Argentina.

ENGLER, P. y VICENTE, G. 2011. Modelación multicriterio aplicada para evaluar el comportamiento ambiental y económico de un sistema productivo en Entre Ríos. III Congreso Regional de Economía Agraria. Valdivia Chile.

FERRERAS, L.A., MAGRA, G., BESSON, P., KOVALEVSKI, E. y GARCÍA, F. 2007. Indicadores de calidad física en suelos de la Región Pampeana Norte de argentina bajo siembra directa. Cien. Suelo 25: 159-172.

FRANK, F.C. 2007. Impacto agroecológico del uso de la tierra a diferentes escalas en la región pampeana de Argentina. Tesis M.SC. Balcarce, Argentina, Escuela para graduados en Ciencias Agropecuarias. 164 p.

FUNDACIÓN PEL. 2014. Lechería Argentina Anuario 2004. Fundación para la Promoción y el Desarrollo de la Cadena Láctea Argentina. 43 p.

GASTALDI, L., LITWIN, G., MAEKAWA, M., CENTENO, A., ENGLER, P., CUATRIN, A., CHIMICZ, J., FERRER, J. y SUERO, M. 2015. El tambo argentino: Una mirada integral a los sistemas de producción de leche de la región pampeana. INTA.http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_el_tambo_argentino.

HERRERO, M.A. y GIL, S.B. 2008. Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. Ecología Austral 18: 273-289.

IERMANÓ, M.J. y SARANDÓN, S.J. 2015. Sistemas mixtos familiares de agricultura y ganadería pastoril de la región pampeana: eficiencia en el uso de la energía y rol funcional de la agrobiodiversidad. Tesis Doctoral. Facultad de Cs Agrarias y Forestales (UNLP). 307 p.

IPEC. 2014. Instituto Provincial de Estadística y Censos. Encuesta Ganadera por Departamento. Santa Fe, Argentina.https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/111316/(subtema)/93664

MASERA, O., ASTIER, M. y LÓPEZ-RIDAURA, S. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de la evaluación MESMIS. Mundi-Prensa México S.A. 109 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. 2013. Pautas sobre aplicaciones de productos fitosanitarios en áreas periurbanas. 34 p.

PIÑEIRO, M. y VILLARREAL, F. 2005. Modernización agrícola y nuevos actores sociales. Ciencia Hoy 15 (87): 32-36.

TAVERNA, M.A. 2010. Documento Programa Nacional de Lechería. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

THOMASSEN, M.A. and de BOER, I.J.M. 2005. Evaluation of indicators to assess the environmental impact of dairy production systems. Agriculture, Ecosystems and Environment 111: 185–199.

VIGLIZZO, E.F., FRANK, F., BERNARDOS, J., BUSCHIAZZO, D.E. and CABO, S. 2006. A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the pampas of Argentina. Environmental Monitoring and Assessment 117: 109–134.

VIGLIZZO, E.F., FRANK, F. y CABO, S. 2009. AgroEcoIndex®. Programa Nacional de Gestión Ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

WINGEYER, A.B., AMADO, T.J.C., PÉREZ-BIDEGAIN, M., STUDDERT, G.A., PERDOMO VARELA, C.H., GARCIA, F.O. and KARLEN, D.L. 2015. Soil Quality Impacts of Current South American Agricultural Practices. Sustainability, 7: 2213-2242.