

Artículo de divulgación

## Cambios en la sustentabilidad ambiental de tambos del sur de Santa Fe, Argentina

Alvarez, H.J.<sup>1</sup>; Pece, M.A.<sup>2</sup>; Larripa, M.J.<sup>1</sup>; Nalino, M.J.<sup>1</sup> y Planisich, A.M.<sup>1</sup>

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Rafaela

<sup>1</sup>Ingenieros Agrónomos. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR.

halvarez@unr.edu.ar

<sup>2</sup>Ingeniera Agrónoma. INTA EEA Rafaela.

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 uno 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, 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; Centeno, 2013; Gastaldi et al, 2015).

El sur de la provincia de Santa Fe, Argentina, 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 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 localizada en determinadas áreas 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.

### Estudio realizado

Se evaluaron 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. 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 (33°01'00"S 60°53'00"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 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 AgroEcolIndex® (Viglizzo et al, 2009) y para su evaluación se empleó una escala simplificada de cinco puntos: muy favorable, favorable, medio, desfavorable, muy desfavorable.

**Cuadro 1:** Principales índices productivos (media  $\pm$  EE) de los tambos para los períodos inicial (PI) y final (PF).

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

Letras distintas en cada fila indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ )

<sup>1</sup> Por uso de suplementos

<sup>2</sup> En kg de equivalente grano de maíz. Incluye henos, silajes, concentrados y subproductos

<sup>3</sup> En kg de equivalente grano de maíz. Incluye concentrados y subproductos

**Cuadro 2:** Valores promedio y evaluación de los indicadores ambientales para los períodos inicial (PI) y final (PF).

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

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

### Resultados obtenidos

Los valores de los indicadores y su valoración se presentan en el Cuadro 2.

A diferencia de lo que sucedía tres décadas atrás, donde los sistemas eran de base pastoril, los actuales sistemas de base pastoril intensificados usan más energía, de un modo más ineficiente, tienen BN y BP muy favorables, 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.

Conocer y cuantificar las expresiones nocivas de la intensificación sobre el medio ambiente resulta fundamental a la hora de avanzar sobre su mitigación. 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 Sarandon (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 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 cantidad de suplementos para consumo animal que ingresan a los predios, lo cual no agotaría los recursos pero sería negativo por el potencial riesgo de contaminación de suelos y aguas.

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. 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 productivo-

res 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 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.

### BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, H.J., Pece, M.A., Albanesi, R., Dichio, L., Larripa, M.J., Mancini, C., Vigna, C. y Trobiani, 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.

Capper, J., Cady, R. y Bauman, D. (2009). "The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007". J. Anim. Sci. 87:2160-2167.

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.imhicihuconicet.gob.ar/ARGENTINAenMAPAS/caste/intr.htm>

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](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 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>.

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.

Viglizzo, E.F., Frank, F., Bernardos, J., Buschiazzo, D.E. y 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).

CONICET



I I C A R



La misión del IICAR es generar y difundir conocimientos en el área de las ciencias agrarias, gestionar la innovación tecnológica y proponer estrategias tendientes a resolver problemas de índole productiva, económica y social que se plantean en los sistemas agroalimentarios de la región y su cadena de valor.

### CONTACTO

Tel.: 54 (0341) 4970080  
E-mail: [contacto@iicar-conicet.gob.ar](mailto:contacto@iicar-conicet.gob.ar)  
Parque J.F. Villarino. CC 14 – S2125ZAA  
Zavalla – Santa Fe – Argentina