

Efecto de la carga animal sobre la sustentabilidad ecológica medida, a través de indicadores normalizados, en un sistema de producción porcina al aire libre

D. A. Campagna¹, L. Dichio, A. Ausilio, P. Bessón, P. S. Silva, L. Spinollo

Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario, Argentina
Recibido Abril 17, 2011. Aceptado Enero 19, 2012

Effect of stocking rate on ecological sustainability measured through standardized indicators in a system of outdoor pig production

ABSTRACT. Outdoor pig production offers advantages with respect to investment costs, animal welfare, and reduced environmental impact. However, these systems, if not operated judiciously, can damage the environment. Environmental Impact Indicators are useful to identify, interpret and prevent such damage. Nitrate leaching and loss of vegetative cover are among the factors associated with mismanagement of the stocking rate that can affect the ecological sustainability of these systems. In Argentina little pertinent information is available. Thus, the aim of this study was to analyze the evolution of ecological sustainability, from the dynamics of vegetation and soil chemical characteristics, using standardized indicators. In the Swine Production Module of the Faculty of Agricultural Sciences (UNR), on a pasture implanted to fescue grass, the animals were divided among the treatments T1: low stocking rate during the growth phase; T2: high stocking rate during the growth phase; T3 low stocking rate during finishing; and T4: high stocking rate during finishing. The variables evaluated were vegetative characteristics (abundance, cover, biomass) and soil characteristics (nitrate and available phosphorus contents and pH). Normalization of the indicators was performed using ELANEM methodology. The indicators are represented in radial figures. Already by 5 Mo into the experiment T4 was observed to have caused displacement most distant from the ideal condition. Further studies are needed to determine the recommendable stocking rate and evaluate the indicators that best explain the environmental degradation. The radial figures proved useful to show how each indicator interacts and influences others.

Key words: Ecological sustainability, Outdoor pig production, Standardized indicators, Stocking rate

RESUMEN. La producción porcina al aire libre se caracteriza por sus ventajas sobre los costos de inversión, el bienestar animal y el bajo impacto ambiental. Sin embargo, si estos sistemas no son manejados criteriosamente, pueden perjudicar el ambiente. Los Indicadores de Impacto Ambiental son de utilidad para identificar, interpretar y prevenir dicho perjuicio. La lixiviación de nitratos y la remoción de la vegetación son algunos de los factores que están asociados al mal manejo de la carga animal, lo cual afectaría la sustentabilidad ecológica de estos sistemas. En Argentina es escasa la información sobre este tema. El objetivo de este trabajo fue analizar la evolución de la sustentabilidad ecológica, a partir de la dinámica de la vegetación y de las características químicas del suelo, utilizando indicadores normalizados. En el Módulo de Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR, sobre una pastura implantada de festuca, los animales se distribuyeron en los siguientes tratamientos según el diseño de DBCA: T1: Crecimiento baja carga; T2: Crecimiento alta carga, T3: Terminación baja carga y T4: Terminación alta carga. Se evaluó la característica de la vegetación (abundancia, cobertura, biomasa aérea), y las del suelo (contenidos de nitratos y fósforo asimilable y pH). Para la normalización de los indicadores se tomó el enfoque metodológico de ELANEM, representándose los indicadores en figuras radiales. Se observó a los cinco meses de iniciado el

¹Autor para la correspondencia, e-mail: dacampag@hotmail.com

experimento que, T4 fue el que más se alejó de la condición ideal. Se debería seguir trabajando para determinar los niveles de carga a recomendar y evaluar los indicadores que expliquen este deterioro ambiental. Por otro lado, las figuras radiales permiten ver cómo cada indicador, se interrelaciona e influye sobre los otros.

Palabras clave: Carga animal, Indicadores normalizados, Porcinos al aire libre, Sustentabilidad ecológica

Introducción

La producción porcina al aire libre, se presenta como una alternativa a los sistemas intensivos confinados puesto que, además de presentar un bajo costo de inversión (Brewer *et al.*, 1998; Beghin y Metcalfer, 1998; Gentry *et al.*, 2001), contribuyen a mejorar el bienestar de los animales (Gentry *et al.*, 2001), producen bajo impacto ambiental (Peet, 1992 y Perdomo, 2000), brindan la posibilidad de utilizar alimentos voluminosos (Varel, 1987; Pond, 1987; Silva *et al.*, 1998, Maiztegui *et al.*, 1999; Silva *et al.*, 2000; Fanen, 2002) y mejoran física y químicamente los suelos (Caminotti *et al.*, 1991). Sin embargo, se debe tener en cuenta que estos sistemas son viables si se manejan criteriosamente, en caso contrario, los cerdos criados al aire libre pueden disminuir su productividad y causar daños al ambiente. La lixiviación de nitratos y la remoción de la vegetación son algunos de los factores que pueden afectar la sustentabilidad ecológica de estos sistemas y están asociados al mal manejo de la carga animal (kg de PV/superficie) a través del tiempo (Edwards, 1999). En este análisis se

debe tener en cuenta que los sectores de vegetación próximos a los reparos, comederos y bebederos son los más afectados (Quintern y Sendrum, 2006). En Argentina es escasa la información sobre este tema. Por lo tanto, se presume que las cargas animales utilizadas en los sistemas de producción porcina tradicionales en nuestro país (sistemas al aire libre) pueden afectar, en el tiempo, la sustentabilidad ecológica de los sistemas. Es importante entonces identificar, interpretar y prevenir, los efectos y consecuencias que el manejo de estos sistemas pueden causar sobre el medio ambiente, los recursos naturales, la salud y el bienestar de los animales. Esto es posible en virtud de la existencia de Indicadores de Impacto Ambiental.

El objetivo de este trabajo fue establecer, a partir de indicadores normalizados, la evolución de la sustentabilidad ecológica evaluada a partir de la dinámica de la vegetación y de las características químicas del suelo simultáneamente, en un sistema de producción porcina a campo.

Materiales y Métodos

Este estudio se llevó a cabo en el Módulo de Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), Campo Experimental J. V. Villarino de la localidad de Zavalla (33°01'LS y 60°53'LO. Altura SNM 50m) provincia de Santa Fe - Argentina. El sistema, es a campo y ocupa una superficie de 4.3 ha. El criadero es de ciclo completo compuesto por 25 cerdas madres.

Se trabajó sobre una pastura implantada de Festuca alta-Festuca arundinacea Scrieb-con una densidad de siembra de 30 kg ha⁻¹ en un lote de 3 ha destinado para la etapa de crecimiento-terminación.

Se definieron cuatro tratamientos a partir de dos cargas de animales (4000 y 8000 kg ha⁻¹), para dos categorías de peso: 25 a 40 kg (crecimiento) y 80 a 105 kg (terminación). Esto se repitió en dos bloques. Se usó un diseño de bloques completos aleatorizados (DBCA) y los tratamientos quedaron distribuidos de la siguiente manera: T1: Crecimiento baja carga; T2: Crecimiento alta carga; T3: Terminación baja carga y T4: Terminación alta

carga (para Bloque 1 y 2 respectivamente) (Figura 1).

Cada tratamiento poseía un reparo cuya superficie respondía a la demanda de cada categoría (0.60 m² para los animales en crecimiento y 1.00 m² para animales en terminación).

Las cargas de animales se fijaron manteniendo la misma cantidad de animales (n = 20) por tratamiento y en lotes (tratamientos) con distintas superficies desde el inicio del estudio.

Para el análisis de la Sustentabilidad Ecológica sometida a diferentes cargas animales se evaluaron, al inicio del experimento (17/10/2006) y a los cinco meses (13/03/2007), las siguientes variables como indicadores:

Indicadores de la dinámica de la vegetación

Las mediciones sobre la pastura se realizaron utilizando marcos de 20 cm x 50 cm (0.1m²) que se ubicaron en sitios fijos de muestreo que se marcaron con estacas para cada variable analizada. El número de muestras para todas las mediciones (n), se

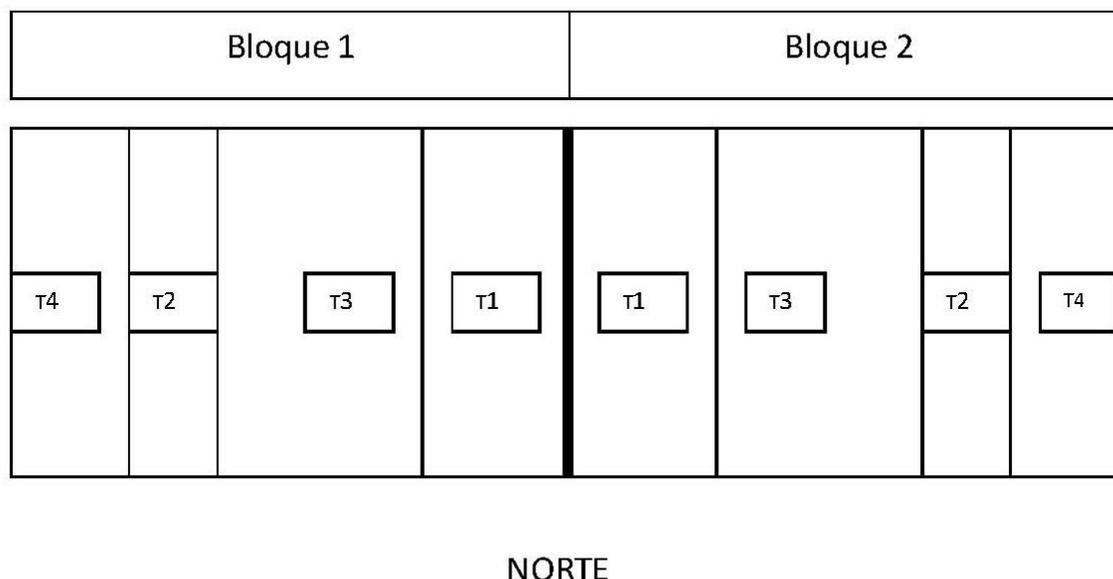


Figura 1. Diagrama de distribución de los tratamientos y los bloques

determinó según la ecuación propuesta por Cangiano (1997), en ningún caso inferior a 20.

Cobertura

Se estimó en forma visual el porcentaje de superficie cubierta dentro del rectángulo (% cubierto por festuca y % por malezas).

Biomasa aérea (kg MV 0.1m²⁻¹)

La biomasa aérea se determinó por estimación visual. El método de estimación visual se calibró a campo cotejando los gramos de materia verde (MV) de las estimaciones visuales con los gramos de MV cortados y pesados en el campo. La calibración se realizó siempre antes del muestreo de cada parcela para cada período.

Número de individuos (Abundancia)

Se realizó el recuento de macollos de festuca expresados en número de individuos/m². Los recuentos se realizaron dentro de los rectángulos ubicados en sitios fijos de muestreo.

Indicadores de las características químicas del suelo

Sobre las mismas parcelas donde se realizó el estudio de la dinámica de la vegetación y respetando el mismo diseño estadístico, se midieron las variables químicas del suelo que pueden ser afectadas por el manejo de las cargas propuesto. Para esto se tomó como referencia el trabajo de Cantú *et al.*, citado por Montico (2010).

Fósforo asimilable (Pasim)

Para este caso se utilizó el método de Bray Kurtz 1. (Bray y Kurtz, 1945)

Nitratos (Ni)

Esta determinación empleó el método del 2.4 fenoldisulfónico. (Jackson, 1976)

pH (1:2,5)

A través del método electrométrico

Las muestras se tomaron con barreno por parcela, en forma compuesta, al azar y a dos profundidades: 0-10 cm y 10-20 cm que luego se mezclaron.

Los datos se analizaron con un diseño de DBCA y el modelo utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + b_i + t_j + (bt)_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable dependiente

μ = media general

b = efecto de bloque ($i = 1, 2$)

t = efecto de tratamiento ($j = 1, 2, 3, 4$)

(bt) = interacción de bloque por tratamiento

E_{ijk} = error aleatorio

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5%

Normalización de los indicadores

Para la ejecución de este trabajo se tomó el enfoque metodológico propuesto en el proyecto ELANEM (Red Euro-latinoamericana de Monitorización y Evaluación Ambiental) (Cendrero, 2001). De acuerdo a este método, para normalizar los indicadores, se utilizó una escala de 0 a 1 que representan, respectivamente, la condición desfavorable y favorable desde el punto de vista de la sustentabilidad, independientemente de los valores absolutos medidos para cada indicador.

Hay dos situaciones posibles:

La primera cuando el valor del indicador máximo (Imax) corresponde a la mejor situación ambiental (Vn = 1).

Este fue el caso de los indicadores de dinámica de la vegetación (cobertura, biomasa y abundancia) y pH. Para estos casos el cálculo fue: $Vn = Im - Imin / Imax - Imin$.

La segunda cuando el valor Imax corresponde a la situación desfavorable (Vn = 0).

Esto se dió para los indicadores de la características químicas del suelo (Pasim y Ni) y se calcula como: $Vn = 1 - (Im - Imin / Imax - Imin)$.

Donde:

Vn = valor normalizado

Im = valor observado del indicador

Imax = valor máximo del indicador

Imin = valor mínimo del indicador

Tanto los indicadores como los valores máximos y mínimos de los mismos, fueron definidos en base al trabajo de campo y a la discreción de los autores.

Los indicadores normalizados para cada uno de los tratamientos se representaron en figuras radiales, una estrategia muy útil para el seguimiento de la sustentabilidad de los sistemas. Cada una de las figuras representa la información de los cuadros. La línea externa de cada gráfico representa la situación ideal. Las otras dos líneas destacadas (trazo continuo y trazo cortado) representan cada fecha de observación. Resulta fácil detectar qué indicador se aleja de la situación ideal o de la condición más sustentable a partir del tiempo transcurrido del experimento. De esta manera es posible identificar fortalezas y debilidades del tratamiento analizado.

En este trabajo la sustentabilidad analizada es la ecológica. Entendiéndose por ello, la dimensión de la sustentabilidad vinculada a los procesos biofísicos y la continuidad de la productividad y funcionamiento de los ecosistemas (Tommasino y Gómez, 2007).

Esta herramienta permitió comparar, simultáneamente, indicadores de la dinámica de la vegetación e indicadores de las características químicas del suelo.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos por tratamiento se muestran en los siguientes cuadros y gráficos radiales.

En el Cuadro 1 y en la Figura 2 se observa que para el T1, a medida que transcurrió el tiempo, el porcentaje de cobertura, la biomasa y la abundancia, indicadores del tapiz, disminuyeron (se alejaron de la condición más sustentable). Con respecto a los indicadores de suelo, el pH y el fósforo asimilable aumentaron, con el tiempo, hacia valores más ideales,

mientras que los valores de nitratos disminuyen en forma notoria durante el período del experimento.

Para el T2, en el Cuadro 2 y en la Figura 3 se observan los mismos resultados respecto a los indicadores de tapiz vegetal que en el T1 (Cuadros 1 y Figura 2). En este caso el alejamiento de los valores ideales fue mayor. Los indicadores de suelo como el pH y los nitratos también se alejaron de la sustentabilidad, no así el fósforo asimilable que mejoró su valor.

Cuadro 1. Valor de los indicadores normalizados para el Tratamiento 1, según fechas de medición

Tratamiento 1	Unidades de medida	17/10/2006		13/03/2007		Imax	Imin
		Im	Vn	Im	Vn		
<u>Indicadores del tapiz</u>							
Cobertura	%	92.2	0.92	36.20	0.36	100	0
Biomasa	kg MV 0.1m ²⁻¹	101.30	0.68	26.90	0.18	150	0
Abundancia	Individuos m ²⁻¹	103.00	0.69	17.40	0.12	150	0
<u>Indicadores de suelo</u>							
pH	-log [H ⁺]	5.70	0.14	5.66	0.22	7.0	5.5
Nitratos	ppm	66.98	1.08	270.08	0.58	400	50
Fósforo asimilable	ppm	159.82	0.22	134.23	0.36	200	15

Im: Valor medido; Vn: Valor normalizado; Imax: Valor máximo; Imin: Valor mínimo

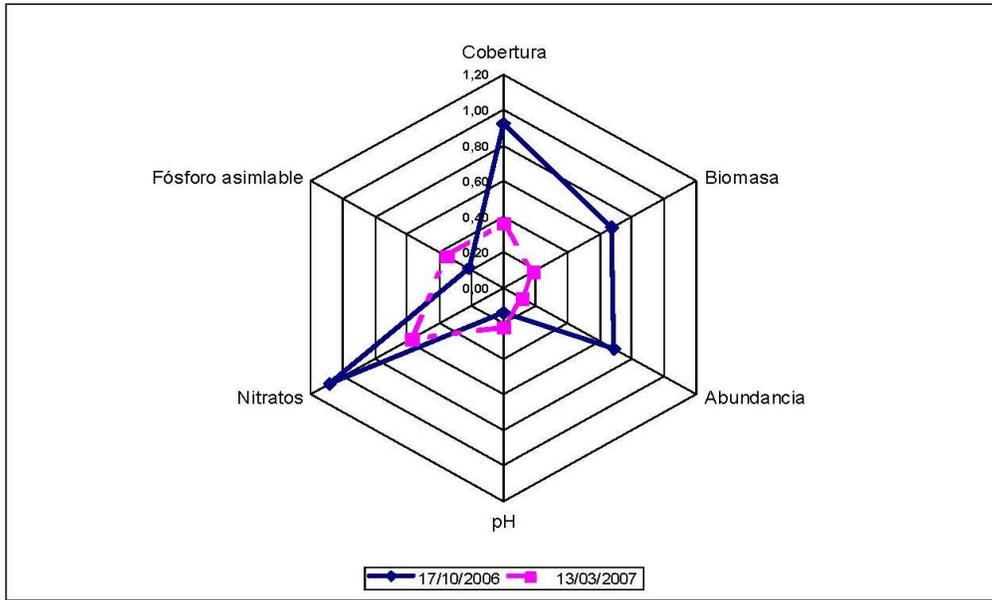


Figura 2. Posicionamiento en esquema radial en dos fechas y el promedio para el Tratamiento 1 respecto a los indicadores: cobertura, abundancia, biomasa, nitratos, fósforo asimilable y pH de suelo

En el Cuadro 3 y en la Figura 4 se observa que para el T3, la cobertura y la abundancia se alejaron de los valores ideales, mientras que la biomasa se acercó a medida que transcurrió el tiempo. Los indicadores del suelo, como los nitratos y el fósforo asimilable se alejaron levemente de los valores más sustentables. Mientras que el pH mejoró hacia el final del ensayo.

Para el T4, en el Cuadro 4 y en la Figura 5 se observa que todos los indicadores del tapiz disminuyeron, alejándose de los valores más

sustentables. Los indicadores del suelo indican que el pH tendió a acercarse a los valores ideales mientras que los nitratos y el fósforo asimilable disminuyeron a valores medios.

Además si se analizan los valores de biomasa en las dos fechas de medición, T1 y T3 (baja carga) fueron significativamente mayores $P \leq 0.05$ que los de T2 y T4 (alta carga). Cuando se analiza la cobertura sólo en la fecha del 13/03/07 se repite el mismo patrón que para la biomasa.

Cuadro 2. Valor de los indicadores normalizados para el Tratamiento 2, según fechas de medición

Tratamiento 2	Unidades de medida	17/10/2006		13/03/2007		Imax	Imin
		Im	Vn	Im	Vn		
<u>Indicadores del tapiz</u>							
Cobertura	%	88.70	0.89	8.30	0.08	100	0
Biomasa	kg MV 0.1 m ²⁻¹	50.60	0.34	10.80	0.07	150	0
Abundancia	Individuos m ²⁻¹	47.50	0.32	1.50	0.01	150	0
<u>Indicadores de suelo</u>							
pH	-log [H ⁺]	5.79	0.19	5.64	0.09	7.0	5.5
Nitratos	ppm	64.50	1.09	169.07	0.83	400	50
Fósforo asimilable	ppm	133.67	0.36	117.97	0.44	200	15

Im: Valor medido; Vn: Valor normalizado; Imax: Valor máximo; Imin: Valor mínimo

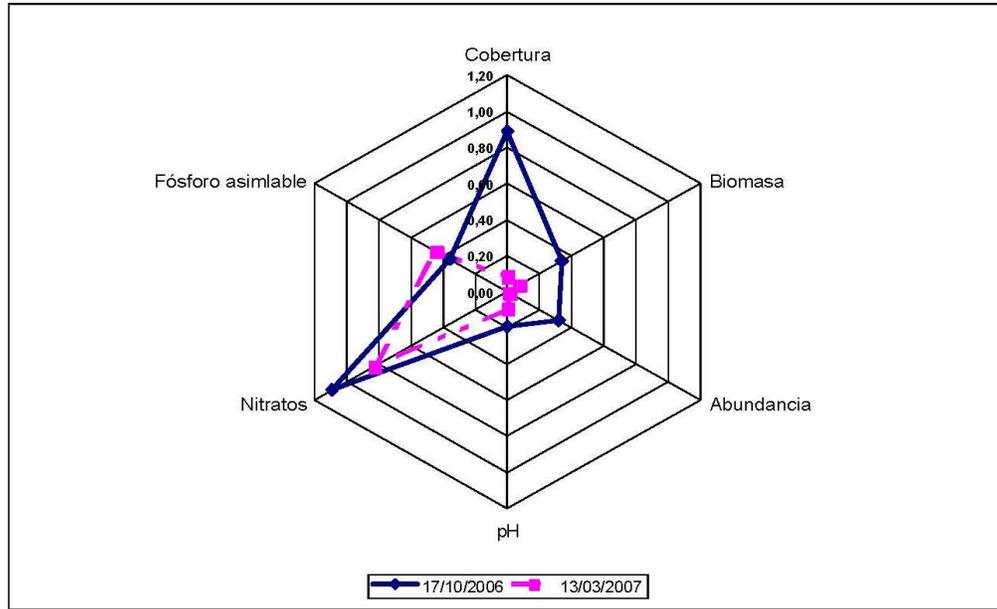


Figura 3. Posicionamiento en esquema radial en dos fechas y el promedio para el Tratamiento 2 respecto a los indicadores: cobertura, abundancia, biomasa, nitratos, fósforo asimilable y pH de suelo.

En tan sólo cinco meses, tiempo planteado en este experimento, los T2 y T4 (alta carga) fueron los que más se alejaron de la sustentabilidad ecológica, fundamentalmente, por el mayor impacto sobre la dinámica de la vegetación (cobertura, biomasa y abundancia). Esto indica el efecto de la alta carga independientemente de la categoría de animales.

El T4 (Terminación alta carga) fue el más afectado respecto a la sustentabilidad, ya que es el que más se alejó de la condición ideal respecto a todos los indicadores analizados. Esto puede

explicarse por el volumen y la calidad de las excretas producidas por los animales de mayor tamaño, lo que afectó negativamente la química del suelo (Ausilio *et al.*, 2007) y esto a su vez a la dinámica de la vegetación. Sin embargo, estos indicadores químicos del suelo no llegarían a explicar el deterioro en la dinámica de la vegetación en el T2 (Crecimiento alta carga). Otra explicación de este efecto puede estar dada por el impacto del pisoteo de los animales sobre la compactación del suelo (Ausilio *et al.*, 2008).

Cuadro 3. Valor de los indicadores normalizados para el Tratamiento 3 según fechas de medición

Tratamiento 3	Unidades de medida	17/10/2006		13/03/2007		Imax	Imin
		Im	Vn	Im	Vn		
<u>Indicadores del tapiz</u>							
Cobertura	%	91.4	0.91	51.3	0.51	100	0
Biomasa	kg MV 0.1 m ²⁻¹	40.4	0.27	47.2	0.31	150	0
Abundancia	Individuos m ²⁻¹	42.5	0.28	23.9	0.16	150	0
<u>Indicadores de suelo</u>							
pH	-log [H ⁺]	5.77	0.18	5.79	0.39	7.0	5.5
Nitratos	ppm	62.68	1.09	106.08	0.98	400	50
Fósforo asimilable	ppm	109.52	0.49	112.95	0.47	200	15

Im: Valor medido; Vn: Valor normalizado; Imax: Valor máximo; Imin: Valor mínimo

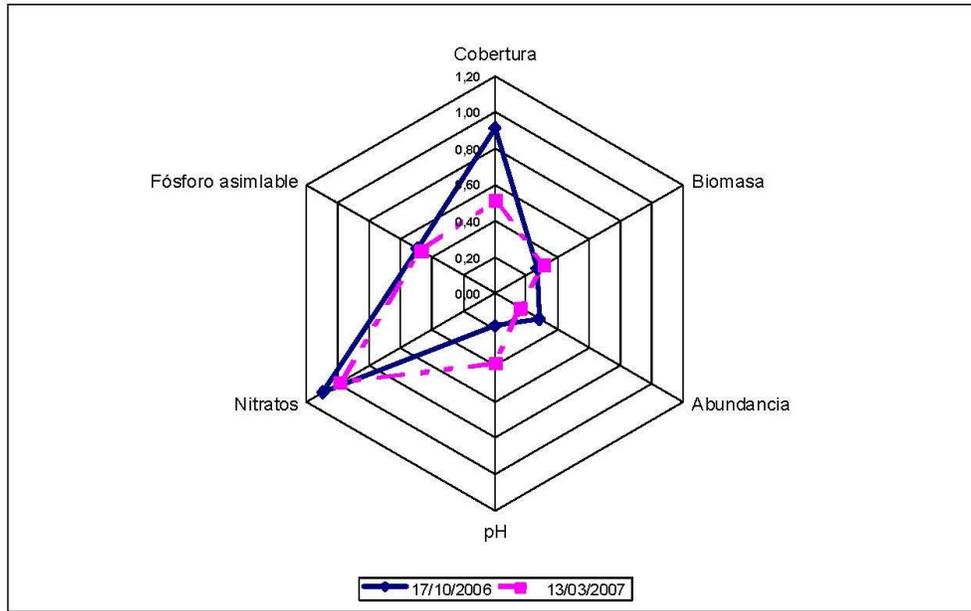


Figura 4. Posicionamiento en esquema radial en dos fechas y el promedio para el Tratamiento 3 respecto a los indicadores: cobertura, abundancia, biomasa, nitratos, fósforo asimilable y pH de suelo

Se debería seguir trabajando para determinar las cargas a recomendar para estas categorías de animales y estas especies vegetales y evaluar los indicadores que expliquen este deterioro ambiental. Los indicadores químicos del suelo elegidos no explican estas pérdidas. Es muy difícil que el nitrógeno pueda producir efectos nocivos en el suelo, pues tan sólo cuando el contenido en nitratos de un suelo se aproxima a 4000 mg/kg pueden presentarse fenómenos de toxicidad, valor muy alejado de los obtenidos en este trabajo. El fósforo

no suele originar fenómenos de toxicidad en los suelos. Por otro lado, el pH de las deyecciones del ganado porcino se encuentra alrededor de 7.0. En este trabajo el efecto de su aporte sobre el pH de los suelos resultó algo acidificante. Estos resultados coinciden con los de Gómez Orea (2004).

La lixiviación de nitratos, la compactación del suelo, la remoción de la vegetación y la erosión del suelo son algunos de los factores edáficos que deben ser monitoreados en estos sistemas para prevenir la ocurrencia de daños (Edwards, 1999). Se sugiere

Cuadro 4. Valor de los indicadores normalizados para el Tratamiento 4 según fechas de medición

Tratamiento 4	Unidades de medida	17/10/2006		13/03/2007		Imax	Imin
		Im	Vn	Im	Vn		
<u>Indicadores del tapiz</u>							
Cobertura	%	86.90	0.87	13.70	0.14	100	0
Biomasa	kg MV 0.1 m ²⁻¹	37.80	0.25	6.70	0.04	150	0
Abundancia	Individuos m ²⁻¹	34.30	0.23	3.10	0.02	150	0
<u>Indicadores de suelo</u>							
pH	-log [H ⁺]	5.78	0.19	5.62	0.46	7.7	5.5
Nitratos	ppm	51.03	1.12	259.16	0.60	400	50
Fósforo asimilable	ppm	82.74	0.63	107.16	0.50	200	15

Im: Valor medido; Vn: Valor normalizado; Imax: Valor máximo; Imin: Valor mínimo

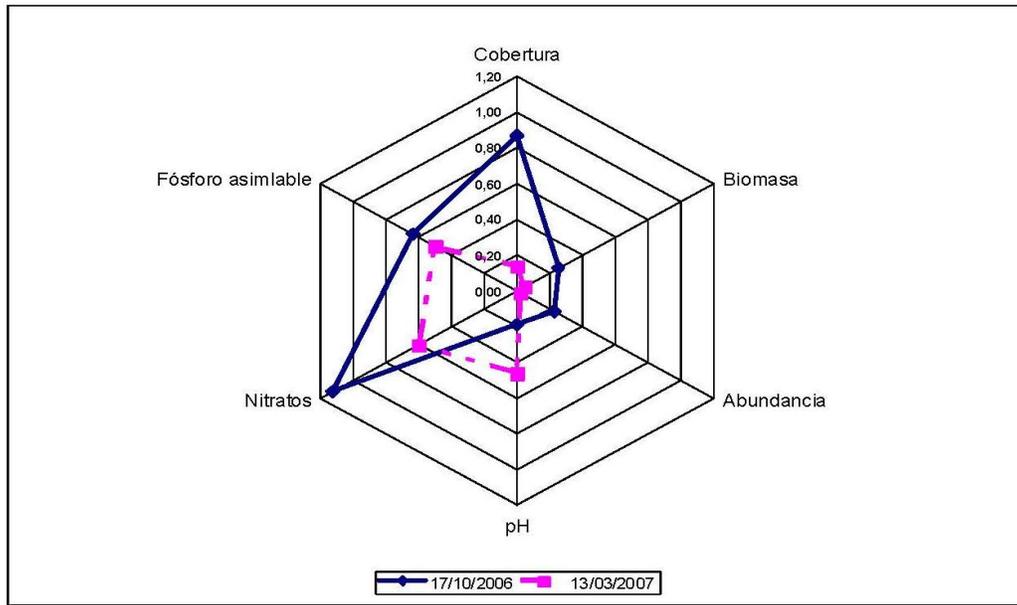


Figura 5. Posicionamiento en esquema radial en dos fechas y el promedio para el Tratamiento 4 respecto a los indicadores: cobertura, abundancia, biomasa, nitratos, fósforo asimilable y pH de suelo.

que en próximos trabajos se profundice el estudio sobre estas características (como por ejemplo: compactación de suelo) para determinar la carga de animales más ajustada según la cobertura vegetal utilizada y el tiempo de permanencia.

Estos trabajos deben analizar la interacción entre la dinámica de la vegetación y las características químicas del suelo, y no en forma independiente como se realizó en trabajos previos (Dichio *et al.*, 2009; Ausilio *et al.*, 2007).

Se concluye que la visualización gráfica de cambios en indicadores importantes de sustentabilidad en una sola figura revela no sólo si ha habido

progreso o regresión en el todo que es el sistema, sino también algunas de las dinámicas de interdependencia de las variables. De esta manera se facilita la toma de decisiones que beneficien al todo en lugar de beneficiar sólo a algunas partes en detrimento de otras. Los gráficos radiales cuantificados con precisión, al ser utilizados en una forma simplificada y rápida, pueden ayudar a los productores a pensar en sus estrategias de manejo de una manera holística. Esta herramienta permite ver en qué medida cada indicador, se interrelaciona e influye sobre los otros.

Literatura Citada

- Ausilio, A., P. Besson, y G. Mena. 2007. Evolución de niveles de nitratos y fósforo asimilable del suelo en un sistema de producción porcina a campo. Mem IX Congreso Nacional de Producción Porcina. Rosario, Argentina. 29 y 30 de noviembre de 2007.
- Ausilio, A., P. Besson, D. Duran, F. Bauza, G. Mena, y D. Campagna. 2008. Efecto del pisoteo producido por diferentes cargas y categorías de porcinos sobre la compactación del suelo. Mem. IX Congreso Nacional de Producción Porcina. San Luis, Argentina. 26 al 28 de mayo 2008. p. 182.
- Beghin, J. y M. Metcalfe. 1998. Environmental regulation and competitiveness in the hog industry: an international perspective. Iowa State University, Research Report: www.iastate.edu/research/abstracts/NDN001.html.
- Brewer, C., D. Miller, and J. Kliebenstein. 1998. The economics of finishing pigs in hoop structures and confinement during the winter first group results. Swine Hoops Systems Field Day. Rhodes Farm.
- Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available form of phosphorus in soil. *Soil Sci.*59:360-361.
- Caminotti, S., N. Spiner y J. Brunori. 1991. Pastura perenne para porcinos. Hoja informativa N°2. Plan

- de Mejoramiento de la Producción de Cerdos. EEA INTA Marcos Juárez.
- Cangiano, C. A. 1997. Producción animal en pastoreo. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA/INTA. Área de Producción Animal. Balcarce, Argentina.
- Cendrero, A. 2001. Proyecto ELANEM, un aporte a la elaboración de indicadores de calidad ambiental. Mem. V Congreso Latino-Americano de Ecología.
- Dichio, L., D. Campagna, F. Mijoevich y J. M. Arregui. 2009. Efecto de la carga animal promedio sobre el tapiz vegetal en un sistema porcícola «amigable» con el medio ambiente. Mem. X Congreso de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR (CADIR2009). CIGR Section V Internacional Symp. Rosario, Argentina. 1, 2, 3 y 4 de septiembre de 2009.
- Edwards, S. A. 1999. Outdoor finishing systems for pig. 2nd Symp. on Swine Raised Outdoors, Concordia, Brasil. September 23.
- Faner, C. L. 2002. La pastura de alfalfa como fuente de alimentación para cerdos en crecimiento y terminación. Jornadas de Producción Porcina a Campo. EEA/INTA Marcos Juárez (Córdoba - Argentina), 7 y 8 de noviembre de 2002.
- Gentry, J. G., M. F. Miller, y J. J. McGlone. 2001. Sistemas alternativos de producao: influencia sobre o crescimento dos suínos e a qualidade da carne. II Confencia Internacional Virtual sobre Qualidade da Carne Suína. 05 de novembro à 06 de dezembro de 2001 - Via Internet.
- Gómez Orea, D. 2004. Evaluacion del impacto ambiental. Editorial Agrícola Española. 722 pp.
- Jackson, M. L. 1976. Análisis química de Suelos. (Ed.) Omega, Barcelona, España.
- Maiztegui, L., P. Silva, D. Campagna, D. Somenzini, R. J. DiMasso, and M. T. Font. 1999. Lean percentage in restricted pig reared separately by sex during the finishing period. BIOCELL. 26 (Abstract): 0327-9545.
- Montico, S. 2010. Evaluación de impacto ambiental: conceptos y aplicación. Curso Análisis de la Sustentabilidad de los Sistemas. En Especialización en sistemas de Producción Animal Sustentables.
- Peet, B. 1992. Rearing and finishing outdoors. Pigmisset 1992.14-15
- Perdomo, C. C. 2000. Suinocultura e meio ambiente. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) y III Congreso Uruguayo de Producción Animal. Montevideo, 30 de marzo de 2000.
- Pond, W. G. 1987. Thoughts on fiber utilization in swine. J. Anim. Sci. 65: 497-499.
- Quintern, M. y A. Sundrum. 2006. Ecological risks of outdoor pig fattening in organic farming and strategies for their reduction—results of a field experiment in the centre of Germany. Agriculture, Ecosystems Environment 117:238. [Electronic Resource]. [Online]. .
- Silva, P. S., D. A. Campagna, D. Somenzini, L. Maiztegui, P. Aberastegui, R. J. Di Masso, y M. T. Font. 1998. Caracteres a la faena en cerdos sometidos a una restricción de alimento en días alternos, en un sistema de producción a campo. Revista Congreso Rioplatense Producción Porcina (Trabajo Completo) Punta del Este, 7 de noviembre de 1998.
- Silva, P. S., D. A. Campagna, L. Maiztegui, D. Somenzini, R. J. Di Masso, y M. T. Font. 2000. Crecimiento y composición de la res en cerdos sometidos a una restricción de alimento con suministro de ración en días alternos, en un sistema de producción a campo. IV Seminario Internacional de Ciencias Avícolas y II Seminario Internacional de Porcinos. 10, 11 y 12 de mayo de 2000.
- Tommasino, H y A. J. Gómez. 2007 Indicadores de sustentabilidad en la producción familiar. IX Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Montevideo. Uruguay. 14 -16 de noviembre de 2007.
- Varel, V. H. 1987. Activity of fiber-degrading microorganisms in the pig large intestine. J. Anim. Sci. 65: 488-496.