

## **Artículo de divulgación**

### **Sustentabilidad ambiental de sistemas de producción agropecuaria en el distrito San Gregorio, provincia de Santa Fe**

Alvarez, H. J.<sup>1</sup>; Larripa, M. J.<sup>1</sup>; Nalino, M.<sup>1</sup>; Dall'orso, J. C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra Sistemas de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR

<sup>2</sup> Empresa Agroconsultor SA

**halvarez@unr.edu.ar**

## **Introducción**

En los últimos años el concepto de sustentabilidad ha ganado espacio en la opinión pública, vinculada a los procesos productivos y sus consecuencias ambientales y sociales.

También se evidencia una creciente preocupación por diversos sectores de la sociedad por conocer las tecnologías utilizadas en la producción de los alimentos que se consumen.

El término desarrollo sustentable fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, creada en Asamblea de las Naciones Unidas en 1983.

La mayor demanda de alimentos, como consecuencia de la creciente población mundial y del acelerado desarrollo económico en amplias regiones del planeta, pone una presión constante sobre los actuales sistemas de producción agropecuarios e impulsa cambios tecnológicos para satisfacer las nuevas exigencias productivas. En este marco, la intensificación busca una mayor y más eficiente producción por unidad de recurso e insumo involucrado. Los modelos intensificados utilizan mayor cantidad de fertilizantes, agroquímicos, animales o suplementos por unidad de superficie en busca de mayor productividad, para lo cual producen cambios en la asignación relativa de los recursos tierra, trabajo y capital.

La intensificación de la producción agropecuaria es positiva si se produce de un modo sustentable, es decir atendiendo las necesidades humanas actuales, pero cuidando los recursos para las generaciones futuras, respetando el medio ambiente, con rentabilidad económica y aceptación por parte de la sociedad. De no ser así se pueden exceder los límites de tolerancia ambiental y social como consecuencia de los cambios ecológicos, demográficos, culturales y económicos que una intensificación no planificada puede producir.

Desde el punto de vista ambiental la intensificación puede causar impacto a varios niveles. El mayor uso de energía fósil se asocia a la emisión de gases con efecto invernadero (cambio climático) y a la contaminación de suelos y aguas (Viglizzo y otros, 2006), lo mismo que el uso intensivo de productos químicos. Los suplementos

alimenticios y los fertilizantes que ingresan al sistema aportan un importante volumen de nutrientes (nitrógeno y fósforo, fundamentalmente) que pueden constituirse en una potencial fuente de contaminación. Del mismo modo, la mayor concentración de animales como consecuencia de la intensificación genera un mayor volumen de efluentes que se transforman en residuos altamente contaminantes si no se los trata adecuadamente. Además, la fauna y la flora silvestres se han empobrecido considerablemente.

La intensificación sustentable proporciona oportunidades para optimizar la producción agropecuaria por unidad de superficie. Las recientes tendencias indican que la incorporación de principios de manejo del ecosistema puede fortalecer la producción de alimentos en calidad y cantidad. A modo de ejemplo puede decirse que fertilizar criteriosamente y de acuerdo a los requerimientos del cultivo y la fertilidad del suelo, aplicar plaguicidas en forma racional, definir un plan de suplementación del ganado de acuerdo a sus requerimientos, sembrar en fecha con las variedades adecuadas, tratar los efluentes evitando riesgos de contaminación, entre otras medidas, muestran que la intensificación sustentable está vinculada a la combinación de tecnologías de insumos, costosas económica y ambientalmente, con tecnologías de procesos, fundamentalmente vinculadas al manejo de los sistemas y por lo tanto menos costosas (Alvarez y Pece, 2009).

Otro aspecto fundamental vinculado a la sustentabilidad de los sistemas es la diversificación agropecuaria, que se mide por la cantidad y proporción de las diferentes actividades productivas, tanto agrícolas como ganaderas, que se llevan adelante dentro de un establecimiento. Su importancia fundamental radica en que la diversidad biológica reduce el riesgo al que quedan expuestos los sistemas ante cambios no previstos en el ambiente económico o climático. Para citar un caso, un cambio en los precios de mercado o en el régimen de precipitaciones puede hacer más vulnerable un sistema que realice un solo cultivo, por ejemplo soja, comparado con un sistema que planifique el uso de la tierra, rotando por ejemplo soja con trigo y maíz. Aún mejor sería la situación si lo comparamos con un sistema agrícola-ganadero, que incluya pasturas, verdes y silajes en la secuencia de cultivos. Hay evidencias que demuestran que los sistemas diversificados son más amigables con el medio ambiente que los sistemas especializados, considerando su mayor variabilidad genética, las mejores posibilidades de controlar plagas y enfermedades, la mayor eficiencia en el uso de los recursos, los menores riesgos de erosión y la más equilibrada extracción de nutrientes del suelo. Puede afirmarse que, a partir de la consideración de aspectos económicos y ambientales, es necesario planificar rotaciones adaptadas a cada región y situación particular, que incluyan distintos cultivos y de ser posible, agricultura y ganadería integrada en sistemas mixtos.

El presente trabajo presenta los resultados de un proyecto de extensión surgido a partir de una demanda concreta de la Comuna de San Gregorio, provincia de Santa Fe, quienes deseaban conocer de qué manera se estaba realizando la producción agropecuaria dentro de su distrito y en qué medida ésta se enmarcaba dentro de los parámetros de una producción sustentable (Figura 1).

A los efectos de dar respuesta a dicha inquietud se firmó un convenio marco y un acta acuerdo específico entre la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad

Nacional de Rosario y la mencionada Comuna y el proyecto fue acreditado y financiado por la Secretaría de Extensión Universitaria de la dicha Universidad.

Figura 1. Preocupación por las nuevas formas de producción



## Objetivos

### *General*

- Evaluar la sustentabilidad ambiental de un conjunto de sistemas de producción agropecuarios característicos del Distrito San Gregorio, diferenciados por el tipo de actividad que desarrollan, el uso de la tierra que realizan y el nivel de intensificación que aplican.

### *Específicos*

- Describir y analizar las características productivas y tecnológicas de los establecimientos seleccionados, identificando sus principales limitantes relacionadas con la sustentabilidad ambiental.  
- Capacitar a docentes y estudiantes locales en la metodología de relevamiento de predios para la posterior caracterización de dichos establecimientos.

- Transmitir a la sociedad local los resultados obtenidos y generar un ámbito de debate en el cual se logren acuerdos sobre las mejores herramientas para poder producir en forma sustentable.
- Estimular a la sociedad para que se transforme en una demandante concreta de esta problemática.

### **Metodología**

El proyecto desarrollado tuvo una participación interinstitucional, en el cual confluyeron autoridades de la Comuna de San Gregorio, provincia de Santa Fe; docentes y estudiantes de la Escuela Superior de Comercio Nivel Superior Tecnicatura en Administración Rural de la misma localidad; la empresa prestadora de servicios Agroconsultor SA y la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR, a través de la Cátedra Sistemas de Producción Animal.

Las actividades realizadas abarcan los siguientes ejes: 1) capacitación de los estudiantes de la Escuela que participan del proyecto, que incluyó un curso realizado en la localidad de Zavalla; 2) el relevamiento y diagnóstico de la sustentabilidad de diferentes sistemas de producción seleccionados; 3) presentación de los resultados y conclusiones, poniendo especial referencia en la importancia de que la población regional se transforme en una demandante concreta de esta problemática y se involucre en el monitoreo de la producción agropecuaria local. Para la evaluación de los resultados y el monitoreo del proyecto se utilizaron indicadores de sustentabilidad.

Los establecimientos seleccionados son representativos de las siguientes situaciones: sistema tambo de base pastoril intensificado integrado con agricultura, sistema agrícola con planificación de las rotaciones, sistema agrícola con planificación de rotaciones y riego y sistema agrícola sin planificación de rotaciones (monocultivo de soja). La elección de los establecimientos estuvo a cargo de la Comuna de San Gregorio, en forma conjunta con la empresa Agroconsultor SA y el equipo docente de la Cátedra de Sistemas de Producción Animal. La recopilación de la información la llevaron adelante estudiantes de la mencionada Escuela, con el asesoramiento de técnicos de la empresa y del equipo docente. El proceso de capacitación de dichos estudiantes incluyó la realización de encuentros, en los cuales se les presentaron los fundamentos teóricos y su aplicación en ejemplos concretos del concepto de sustentabilidad y su importancia en el campo agropecuario, se los instruyó en la utilización de una guía para el relevamiento de predios, la cual abarca aspectos socioeconómicos, productivos y ambientales e incluye información general, datos del establecimiento y de la actividad productiva correspondiente. Se propuso asimismo mantener un vínculo de consulta permanente para poder asistirlos y asesorarlos, que incluyó la comunicación electrónica. También se les suministraron estrategias básicas para realizar una entrevista al propietario o persona a cargo de la explotación.

Los datos obtenidos fueron cargados en el programa de gestión ambiental del INTA denominado AgroEcoIndex (Viglizzo y otros, 2009) y los indicadores evaluados fueron los siguientes:

- Uso de la Tierra: proporción de superficie dedicada a cultivos anuales, pasturas semipermanentes, campo natural, laguna y forestación. Está vinculado con el uso de energía fósil y la posible pérdida de sustentabilidad.
- Consumo de energía fósil: estima la energía utilizada en insumos y actividades agropecuarias. Se asocia a la emisión de gases con efecto invernadero, la contaminación de suelos y aguas y una alta dependencia de factores externos. Está directamente vinculado con la intensificación de los sistemas.
- Producción de energía: estima el contenido energético de todos los productos obtenidos en el establecimiento.
- Eficiencia de uso de la energía: resulta del cociente entre utilización y la producción de energía y estima el costo energético para obtener una unidad de producto. A mayor eficiencia mayor sustentabilidad.
- Balance de N y P: estima la relación existente entre los ingresos y egresos de ambos nutrientes. El déficit afecta la productividad, mientras que el exceso aumenta el riesgo de contaminación de suelos y aguas.
- Riesgo de contaminación con N y P: sólo habrá riesgo con balance positivo. Considera el exceso de ambos nutrientes y el exceso de agua, por lo cual para su estimación el modelo tiene en cuenta el balance hídrico de la región.
- Riesgo de contaminación con plaguicidas: tiene en cuenta la toxicidad de los plaguicidas, la dosis y la superficie de aplicación.
- Cambios en el stock de C del suelo: el C es el principal componente de la materia orgánica y determinante de la fertilidad química y física de los suelos. Se estima en función del uso de la tierra, el tipo de labranza y el manejo del rastrojo.
- Riesgo de erosión de suelos: se estima a partir de un modelo único que calcula las pérdidas de suelos en toneladas/año. Se consideran características de suelo, clima y manejo.
- Balance de gases con efecto invernadero: se estima a partir de sumar y restar los valores estimados para las distintas fuentes de emisión y secuestro.
- Impacto sobre el hábitat: evalúa el efecto de las labranzas y el uso de agroquímicos sobre el ecosistema natural.
- Agro-diversidad: considera que la diversidad hace a los sistemas más estables frente a cambios ambientales o económicos.

El programa establece una escala para cada uno de los indicadores, la cual permite evaluar su comportamiento en lo relacionado a la gestión ambiental.

El proyecto contempló la elaboración de un material de difusión para difundir los principales conceptos vinculados a la sustentabilidad ambiental y productiva y la realización de una jornada de presentación de resultados, con el objetivo de propiciar un debate que permita evaluar posibles soluciones a los problemas planteados y promover un ámbito para monitorear el comportamiento de los indicadores en el tiempo.

## **Resultados obtenidos**

### **a- Evaluación de la sustentabilidad ambiental de los establecimientos**

Los establecimientos que formaron parte del proyecto fueron seleccionados siguiendo los criterios oportunamente fijados y teniendo en cuenta su representatividad en el distrito San Gregorio.

Cada uno de ellos incluía distintos procesos productivos, de acuerdo a las distintas situaciones que se pretendía evaluar. Se relevó información correspondiente a dos períodos agrícolas (2010/2011 y 2011/2012). Se presenta a continuación una somera descripción del manejo que se realizaba en cada uno de los establecimientos.

Sistema tambo de base pastoril intensificado integrado con agricultura (TAMBO).

La superficie total del establecimiento era de 302 hectáreas. Las especies forrajeras de la rotación incluían alfalfa, festuca, raygrás, trébol rojo, trébol blanco, cebada y triticale. Además había un lote con pastura natural. Los animales eran suplementados con rollo, silaje y grano de maíz producidos en el propio campo y pellets de soja y semillas de algodón comprados fuera del establecimiento. La rotación corta con agricultura incluía soja y maíz. El sistema de siembra alternaba siembra directa y convencional (labranza mínima). Se utilizaban fertilizantes nitrogenados y fosforados para reponer nutrientes y herbicidas e insecticidas para el control de plagas y malezas.

Sistema agrícola con planificación de las rotaciones (A-PLA).

La superficie total del establecimiento era de 1024 hectáreas. La rotación agrícola incluía maíz de primera y segunda, soja de primera y segunda, cebada, colza y trigo, en distintas proporciones de acuerdo al ciclo analizado. El sistema de labranza era siembra directa. Se utilizaban fertilizantes nitrogenados y fosforados para reponer nutrientes y herbicidas, insecticidas y funguicidas para el control de plagas y malezas.

Sistema agrícola con planificación de rotaciones y riego (A-PLA-RI).

La superficie total del establecimiento era de 292 hectáreas. La rotación agrícola incluía maíz de segunda, soja de primera y segunda, cebada, colza y trigo, en distintas proporciones de acuerdo al ciclo analizado. El sistema de labranza era siembra directa. Se utilizaban fertilizantes nitrogenados y fosforados para reponer nutrientes y herbicidas, insecticidas y funguicidas para el control de plagas y malezas. Los cultivos eran regados de modo complementario de acuerdo a requerimientos hídricos y condiciones edáficas y climáticas.

Sistema agrícola sin planificación de rotaciones -monocultivo de soja- (MO-SO).

Dado que no fue posible incorporar un establecimiento con estas características, esta situación fue simulada considerando el interés en evaluar el comportamiento ambiental de un sistema con estas características. La información utilizada concuerda con datos relevados de establecimientos que realizan este tipo de manejo en la zona. La superficie total considerada fue de 100 hectáreas de soja de primera. El sistema de labranza era siembra directa. Se utilizaban fertilizantes nitrogenados y fosforados para reponer nutrientes y herbicidas e insecticidas para el control de plagas y malezas.

Los resultados obtenidos de los distintos indicadores de sustentabilidad evaluados se presentan en el Cuadro 1, indicando para cada uno el comportamiento respecto de la gestión ambiental de acuerdo a la siguiente escala:

MUY FAVORABLE (MFA)  
 FAVORABLE (FA)  
 ALERTA (ALERTA)  
 DESFAVORABLE (DESFA)  
 MUY DESFAVORABLE (MDESFA)

Cuadro 1. Indicadores ambientales para los establecimientos seleccionados

INDICADOR DE SUSTENTABILIDAD	TAMBO	A-PLA	A-PLA-RI	MO-SO
<i>Consumo de energía fósil</i>	MDESFA	DESFA	MDESFA	ALERTA
<i>Producción de energía</i>	MFA	MFA	MFA	MFA
<i>Eficiencia de uso de la energía fósil</i>	FA	MFA	MFA	MFA
<i>Balance de Nitrógeno</i>	MFA	ALERTA	MDESFA	DESFA
<i>Balance de Fósforo</i>	MFA	MDESFA	MDESFA	MDESFA
<i>Cambio de stock de C del suelo</i>	MFA	FA	MFA	MDESFA
<i>Riesgo de contaminación por N</i>	MDESFA	MFA	MFA	MFA
<i>Riesgo de contaminación por P</i>	MDESFA	MFA	MFA	MFA
<i>Riesgo contaminación plaguicidas</i>	FA	FA	DESFA	ALERTA
<i>Riesgo de erosión hídrica y eólica</i>	MFA	FA	MFA	FA
<i>Balance de gases invernadero</i>	FA	FA	ALERTA	MDESFA
<i>Impacto sobre el hábitat</i>	FA	FA	MDESFA	MDESFA
<i>Agro-diversidad</i>	FA	ALERTA	DESFA	MDESFA

Como observación general cabe acotar que la herramienta utilizada (programa AgroEcoIndex) permitió efectivamente evaluar la gestión ambiental de los cuatro establecimientos seleccionados, mostrando las fortalezas y las debilidades de cada uno de ellos.

No es objetivo de este trabajo discutir en detalle los resultados de cada uno de los indicadores calculados, pero sí resulta pertinente hacer un comentario general sobre los aspectos más destacados en cada de las situaciones analizadas.

Sistema tambo de base pastoril intensificado integrado con agricultura (TAMBO).

Un análisis global del sistema de indicadores utilizado permite afirmar que la gestión ambiental de este establecimiento se encuentra dentro de límites aceptables, no obstante lo cual se visualizaron algunos aspectos preocupantes que merecen ser analizados con detenimiento.

Resultó muy alto el consumo de energía. Esto, que es habitual en la mayoría de los sistemas dedicados a la producción de leche, obedece entre otras causas a los suplementos que consumen los animales, los fertilizantes y plaguicidas utilizados, el funcionamiento de la ordeñadora y la maquinaria en general, así como también por los traslados diarios que requiere este tipo de producción. No obstante la productividad del establecimiento fue elevada (14000 litros de leche por hectárea promedio), lo que determinó que la eficiencia de uso de la energía fósil se comportara de un modo favorable. Los balances de nitrógeno y fósforo fueron altamente positivos, fundamentalmente como consecuencia del traslado de nutrientes que implica el uso, como suplementos para los animales, de la harina de soja y la semilla de algodón comprada fuera del establecimiento e incorporada al mismo. Esto resulta un aspecto altamente preocupante, pues los nutrientes excedentes implican un alto riesgo de contaminación de suelos y aguas (Castillo, 2005).

#### Sistema agrícola con planificación de las rotaciones (A-PLA).

Del mismo modo que lo sucedido con el sistema TAMBO, un análisis global del sistema de indicadores utilizado permite afirmar que la gestión ambiental de este establecimiento se encuentra dentro de límites aceptables, no obstante lo cual se pudo observar que el comportamiento de algunos indicadores presenta aspectos que necesitan algún grado de atención.

Se trata de un sistema intensificado, con alto uso de insumos y altos rendimientos por unidad de superficie. Esto explica los altos consumos de energía y la alta eficiencia con esa energía es utilizada. No obstante, los indicadores que muestran los resultados más preocupantes son aquellos vinculados al balance de nutrientes, negativo tanto en nitrógeno como en fósforo, lo cual estaría indicando que los egresos de ambos nutrientes son mayores que los ingresos, situación que de no revertirse tendería a agotar el recurso con los consiguientes efectos sobre la productividad de los mismos. Al tratarse de un sistema agrícola puro, la agro-diversidad también muestra signos de alerta.

#### Sistema agrícola con planificación de rotaciones y riego (A-PLA-RI).

En este sistema, los resultados muestran un comportamiento menos aceptable. El nivel de intensificación es mayor, con un alto porcentaje de la superficie del establecimiento con doble cultivo anual y altos rendimientos por unidad de superficie sostenido con alto uso de agroquímicos. Como consecuencia, el balance de nutrientes en el suelo es muy desfavorable, el riesgo de contaminación con plaguicidas y el impacto sobre el hábitat muestran también resultados que ameritan un seguimiento detenido de su evolución.

#### Sistema agrícola sin planificación de rotaciones -monocultivo de soja- (MO-SO).

Se encuentran aquí los resultados más desfavorables, lo que muestra lo inconveniente que resulta para el ambiente el desarrollo de sistemas basados en el monocultivo de soja, considerando fundamentalmente el balance negativo de nutrientes, la pérdida de carbono orgánico del suelo, la elevada producción de gases con efecto

invernadero, el alto impacto sobre el hábitat y la baja diversidad biológica que presenta este tipo de producción.

#### **b- Material de difusión y jornada de presentación de resultados**

A los fines de involucrar a la población del distrito en general, y a los estudiantes de la Tecnicatura en Administración Rural en particular, los docentes de la Facultad que participaron del proyecto elaboraron una Carpeta Técnica donde se desarrollan conceptos vinculados con la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuaria, los beneficios, riesgos y consecuencias de la intensificación, la importancia de la fertilidad de los suelos y de la diversidad productiva y los impactos del cambio climático. La misma fue distribuida por vía electrónica y contribuyó a profundizar los conocimientos sobre esta problemática de creciente interés. El material se preparó con el programa Microsoft Publisher 2003 e incluyó textos, fotos y gráficos, lo cual lo hizo amigable, de lectura accesible y amena.

Una de las actividades más relevantes que tuvo el proyecto fue la Jornada de presentación de resultados que se llevó adelante en San Gregorio, de la cual participaron estudiantes, productores, técnicos y miembros de las fuerzas vivas (Figura 2).

Figura 2. Jornada de presentación de resultados realizada en San Gregorio



En el debate dado durante dicha jornada, así como antes y después de la misma, se evidenció un marcado interés en los resultados del proyecto y, fundamentalmente, en la necesidad de promover cambios en aquellos indicadores que mostraron resultados desfavorables. Dicho debate incluyó, entre otros conceptos, la importancia de mantener

altos rendimientos por unidad de superficie para satisfacer la demanda creciente de alimentos por parte de la población, la necesidad de un uso racional de la energía fósil y de los plaguicidas, la conveniencia de planificar adecuadamente rotaciones, labranzas y fertilizaciones a fin de mantener o aumentar la fertilidad del suelo y la diversidad biológica y el impacto de las dietas para la mejorar al eficiencia de los sistemas ganaderos.

En todas las etapas y en todos los ámbitos donde se desarrolló el proyecto hubo amplio acuerdo en que la capacitación es una herramienta estratégica en el proceso de mitigación de los daños ambientales, destacándose el importante rol que le cabe a la Universidad en dicho marco.

Finalmente, puede considerarse que el proyecto sembró una semilla que deberá germinar y crecer en el tiempo: la necesidad de crear ámbitos que promuevan el monitoreo permanente de las situaciones descriptas, con activa participación de todos los involucrados directa o indirectamente en la actividad.

### **Conclusiones**

El proyecto realizado colabora en la modificación del perfil productivo de la región, retroalimenta las funciones de investigación, extensión y docencia, contribuye a resolver una problemática vinculada con el área de influencia de la Facultad, vincula a la institución con el medio productivo y promueve la transferencia de tecnología.

### **Agradecimientos**

A los Ingenieros Agrónomos Clara Nicolai y Juan Ignacio Di Salvo por su colaboración en el proyecto, especialmente en la actualización de la base de datos del programa utilizado.

### **Bibliografía**

- Alvarez, Hugo Jorge y Pece, Mariela Alejandra. 2009. Sistemas de producción lechera: una visión integradora de la sustentabilidad. VI Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales - Programa Interdisciplinario de Estudios Agrarios. ISSN 1851-3794. 19 pp.
- Castillo, A. 2005. Impacto ambiental de los sistemas de producción de leche en los países desarrollados, problemas, soluciones y posibles escenarios futuros. Conferencia. Escuela de Postgrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.
- Viglizzo, E.F., Frank, F. y Cabo, S. 2009. AGROECOINDEX. Programa Nacional de Gestión Ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Viglizzo, E.F., Frank, F., Bernardos, J., Buschiazzi, 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.