

# Un nuevo método para la evaluación de la sustentabilidad agropecuaria en la provincia de Salta, Argentina

VEGA, M.L.<sup>1</sup>; IRIBARNEGARAY, M.A.<sup>2</sup>; HERNÁNDEZ, M.E.<sup>2</sup>; ARZENO, J.L.<sup>3</sup>; OSINAGA, R.<sup>3</sup>; ZELARAYÁN, A.L.<sup>3</sup>; FERNÁNDEZ, D.R.<sup>3</sup>; MÓNICO SERRANO, F.H.<sup>4</sup>; VOLANTE, J.N.<sup>3</sup>; SEGHEZZO, L.<sup>2,5\*</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se describe una experiencia de diseño, desarrollo y cálculo de un índice de evaluación de la sustentabilidad agropecuaria. Este índice, que se denominó ISAP (Índice de Sustentabilidad Agropecuaria), se estimó en siete establecimientos agropecuarios del departamento de Anta de la provincia de Salta, en el noroeste de Argentina. El ISAP se construyó mediante la estimación de indicadores previamente seleccionados de manera conjunta con los productores agropecuarios locales durante tres series de encuestas estructuradas y semiestructuradas realizadas entre los años 2012 y 2014. El ISAP se construyó sobre el concepto de "sistema socioecológico", entendido como el ámbito geográfico y cultural en el cual se producen los procesos de cambio social, ambiental y productivo. Este enfoque permitió incluir en la evaluación indicadores que describen los procesos de gobernanza y toma de decisiones de gestión. El cálculo del ISAP se realizó con la participación activa de los productores agropecuarios, quienes fueron los responsables de la evaluación de sus propios establecimientos. Los establecimientos evaluados presentaron un nivel aceptable de sustentabilidad, superando el umbral de aceptabilidad establecido para este estudio. Un análisis detallado de cada caso permitió identificar aspectos que requieren intervenciones y sugerir algunas estrategias de mejora. La versión actual del ISAP será discutida con productores y expertos locales para evaluar su aplicabilidad en otros sistemas productivos y en otras regiones de la provincia de Salta o del resto del noroeste argentino. El ISAP no pretende reemplazar otras metodologías de evaluación, sino que puede ser una herramienta de análisis complementaria para evaluar y optimizar el nivel de sustentabilidad de los establecimientos agropecuarios de la región.

**Palabras clave:** Anta; indicadores de sustentabilidad; Índice de Sustentabilidad Agropecuaria; ISAP.

## ABSTRACT

*This paper describes the design, development, and calculation of an index to assess agricultural sustainability. This index was called ISAP (a Spanish acronym meaning Agricultural Sustainability Index) and was estimated for seven farms in the Anta Department, province of Salta, Northwestern Argentina. The construction of the ISAP involved the estimation of indicators that were previously selected together with agricultural producers during three series of structured and semi-structured interviews performed between 2012 and 2014. The ISAP was built on the concept of "social-ecological system", understood as the geographical and cultural arena where processes of social, environmental, and productive change can take place. This approach allowed the*

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa).

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Salta.

<sup>4</sup>INTA, AER Joaquín V. González, Salta.

<sup>5</sup>Autor de correspondencia. INENCO, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Avenida Bolivia 5150, A4408FVY Salta, Argentina.

Correo electrónico: lucas.seghezzo@conicet.gov.ar

*inclusion of governance and decision-making processes in the assessment. The calculation of the ISAP was made with the active participation of farmers, who were in charge of assessing their own establishments. The farms assessed present an acceptable level of sustainability, all above the acceptability threshold adopted for this study. A detailed analysis of the cases studied allowed the identification of aspects that need interventions and improvement strategies. The current version of the ISAP will be discussed with local experts and producers to assess its potential applicability to other production systems, and for different areas in the province of Salta or in other parts of Northwestern Argentina. The ISAP is not meant to replace other assessment methods but aims to be a complementary tool to assess and optimize the level of agricultural sustainability in the region.*

**Keywords:** *Agricultural Sustainability Index; Anta; ISAP; sustainability indicators.*

## INTRODUCCIÓN

Las actividades agropecuarias producen bienes y servicios indispensables para el ser humano y son una importante fuente de mano de obra (FAO, 2014). Al mismo tiempo, estas actividades pueden generar efectos negativos sobre el ambiente y la sociedad, reduciendo la sustentabilidad del uso del suelo a distintas escalas espaciales (predial, local y regional) y temporales (corto, mediano y largo plazo) (Cabeza Gutiérrez, 1996; López-Ridaura *et al.*, 2002). La estimación de "indicadores de sustentabilidad" es una manera de evaluar estos efectos y puede ayudar a la formulación de políticas agropecuarias que respeten el ambiente y sean socialmente aceptables (Bell y Morse, 2008; Bossel, 1999; Stringer *et al.*, 2006).

Existen métodos diversos para la evaluación de la sustentabilidad, con distinto grado de especialización temática o sofisticación metodológica (ver por ejemplo: Cabell y Oelofse, 2012; Ness *et al.*, 2007; Rigby *et al.*, 2001; Valentin y Spangenberg, 2000; Van de Kerk y Manuel, 2008; Walter y Stützel, 2009a; 2009b). En América Latina existen experiencias de evaluación de la sustentabilidad de las actividades agrícolas o de determinados sistemas de gestión de recursos naturales. Los métodos aplicados van desde la evaluación de temas específicos, tales como la calidad de los suelos (Arzeno, 2006) o el impacto de los pesticidas y el tipo de labranza (Ferraro *et al.*, 2003), hasta sistemas más complejos constituidos por numerosos indicadores, como el MESMIS (Método de Evaluación de la Sustentabilidad Mediante Indicadores de Sustentabilidad) (Astier *et al.*, 2008; López Ridaura, 2005; Speelman *et al.*, 2007) o el indicador de prácticas agrícolas sustentables (Rigby *et al.*, 2001). Otros métodos se basan en protocolos relativamente estandarizados de evaluación de impacto ambiental aplicados a las actividades productivas como el AGRO\*ECO (Girardin *et al.*, 2000) o el APOIA (Rodríguez y Campanhola, 2003). En Argentina, el método más difundido es el AgroEcolIndex, un índice propuesto como una herramienta de evaluación de la performance ambiental de emprendimientos agropecuarios de la región pampeana (Manuel-

Navarrete *et al.*, 2009; Viglizzo *et al.*, 2005; 2006; 2011). Si bien muchos de estos métodos se presentan como enfoques integrales para la evaluación agropecuaria, en general se puede observar un claro sesgo hacia la estimación de variables productivas o económicas. En el MESMIS, por ejemplo, alrededor del 80% de los indicadores utilizados se relacionan con cuestiones biofísicas o económicas del establecimiento. Lo mismo puede concluirse analizando la lista de indicadores utilizados en el indicador de prácticas agrícolas sustentables en el AGRO\*ECO y en el APOIA. El AgroEcolIndex, por otra parte, se presenta claramente como una medida de la performance ambiental de la actividad productiva.

En general, los métodos disponibles se basan en la idea de "desarrollo sustentable" popularizada por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD, 1987). Esta idea considera que los tres pilares del desarrollo sustentable son la economía, el ambiente y la sociedad (Elkington, 1998) a los que se suma a veces una dimensión institucional (Spangenberg, 2009). La validez o pertinencia actual del paradigma de desarrollo sustentable es materia de intenso debate (Seghezze, 2009). Este paradigma ha sido criticado, entre otras cosas, porque otorga escasa importancia al contexto territorial e histórico a nivel local (Escobar, 2008) y porque supedita los procesos de gobernanza, o sea aquellos vinculados a la toma de decisiones de gestión, a fenómenos económicos de orden global (Dresner, 2002; Voß *et al.*, 2006). Si bien esta discusión excede los objetivos del presente trabajo, los nuevos desarrollos conceptuales en materia de sustentabilidad pueden ayudar a definir metodologías de evaluación más actualizadas y pertinentes (Iribarnegaray y Seghezze, 2012).

La evaluación de la sustentabilidad de las actividades productivas es particularmente necesaria para la región del Chaco argentino, en donde se observan intensos procesos de expansión de la frontera agropecuaria (Volante *et al.*, 2006; Volante, 2014). En los últimos años, la tasa de deforestación en esta región varió entre 1.5 y 2.5%, lo cual supera los promedios latinoamericano (0.51%) y mundial

(0.20%) (FAO, 2013). De mantenerse las tendencias actuales, el paisaje del Chaco terminará siendo predominantemente agropecuario, con franjas y parches de bosques nativos con escasa conexión entre ellos (Volante, 2014). A pesar de que las graves consecuencias ambientales y sociales que podrían derivarse de los procesos de expansión agropecuaria, la sustentabilidad de estas actividades todavía no ha sido estudiada con metodologías adaptadas a las condiciones de la región.

En este trabajo se describe una experiencia de diseño, desarrollo y estimación de un Índice de Sustentabilidad Agropecuaria (ISAP) que puede ser utilizado a nivel de unidad de manejo (escala predial) en la región del Chaco argentino. El ISAP se construyó con variables cualitativas y cuantitativas que reflejan la visión de sustentabilidad tanto de los expertos

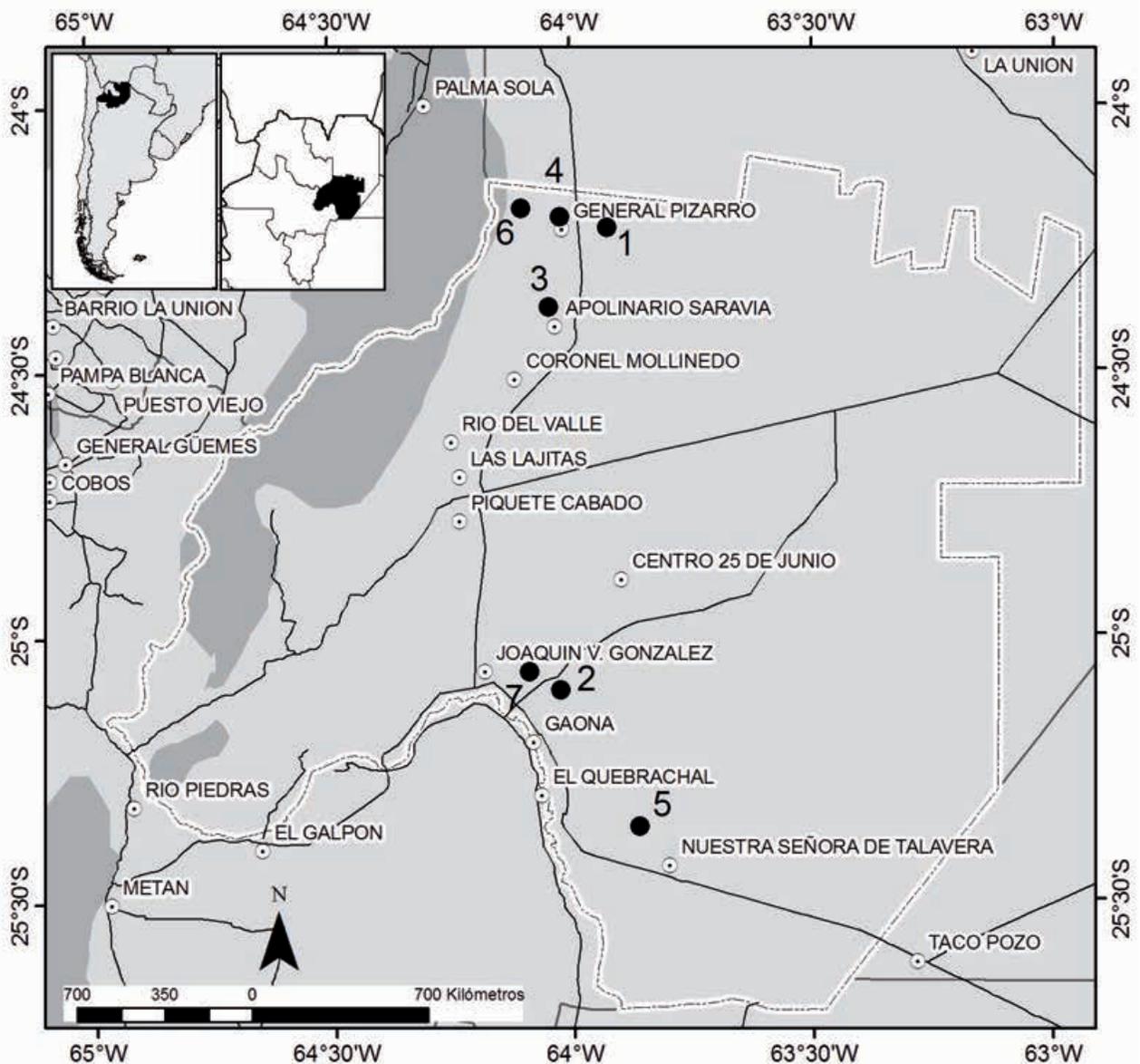
en el tema como de los productores y otros actores locales relevantes. Una primera versión del ISAP se estimó en Establecimientos Agropecuarios (EAP) seleccionadas en el Departamento Anta de la provincia de Salta, Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Estudio de caso

#### Área de estudio

El departamento de Anta está ubicado entre los 24° 00' y 25° 45' de latitud sur y los 62° 54' y 64° 50' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 22.900 km<sup>2</sup> que representa el 14,8% del total del territorio de la provincia de Salta (figura 1). El departamento de Anta presenta un gra-



**Figura 1.** Departamento de Anta de la provincia de Salta (Argentina). La ubicación aproximada de los Establecimientos Agropecuarios (EAP) evaluados se indica con círculos negros y números. Elaboración propia con datos catastrales.

diente de precipitación oeste-este que va desde los 2.000 mm (ecorregión de Las Yungas) a los 500 mm en el límite con la provincia del Chaco (ecorregión del Gran Chaco). Entre estas dos ecorregiones existe una zona agroeconómica de transición denominada "Umbral al Chaco". Esta zona de pendientes ligeras, con precipitaciones que superan los 700 mm, posee suelos profundos con buena aptitud para agricultura a secano. Hacia el oeste del Umbral al Chaco se ubica el Chaco silvoganadero, en donde el clima semiárido de altas temperaturas y con precipitaciones que oscilan entre los 400 y los 600 mm, restringen la aptitud agropecuaria a ganadería subtropical, explotación forestal y agricultura de tipo marginal (Bravo *et al.*, 1999). Al sur del departamento de Anta existe también un área de riego de aproximadamente 90.000 ha alimentada por el río Juramento. El departamento de Anta, compuesto por 5 municipios (Las Lajitas, Joaquín V. González, Apolinario Saravia, El Quebrachal y General Pizarro), cuenta con una población total cercana a los 60.000 habitantes (INDEC, 2010).

#### *Establecimientos agropecuarios evaluados*

Luego de un proceso de consulta a expertos locales, reuniones con productores y relevamientos a campo, se seleccionaron para este estudio siete EAP cuyas características básicas se describen en la tabla 1 (ver ubicación en la figura 1). En la selección se incluyeron EAP de distintos tamaños dedicados a diferentes actividades agropecuarias. Un criterio importante en el proceso de selección fue la predisposición de los productores para participar de la experiencia y la disponibilidad de información para la construcción del índice. Los interlocutores de cada EAP fueron los dueños o encargados de las actividades productivas y administrativas. La descripción inicial de estos establecimientos se realizó luego de entrevistas semi-estructuradas a los responsables y visitas complementarias de campo.

#### **El Índice de Sustentabilidad Agropecuaria**

El ISAP es una medida de la sustentabilidad que se podría incluir entre las metodologías de evaluación integrada de la sustentabilidad que utilizan herramientas de análisis

multicriterio (Ness *et al.*, 2007). El proceso de construcción del ISAP constó de las siguientes etapas:

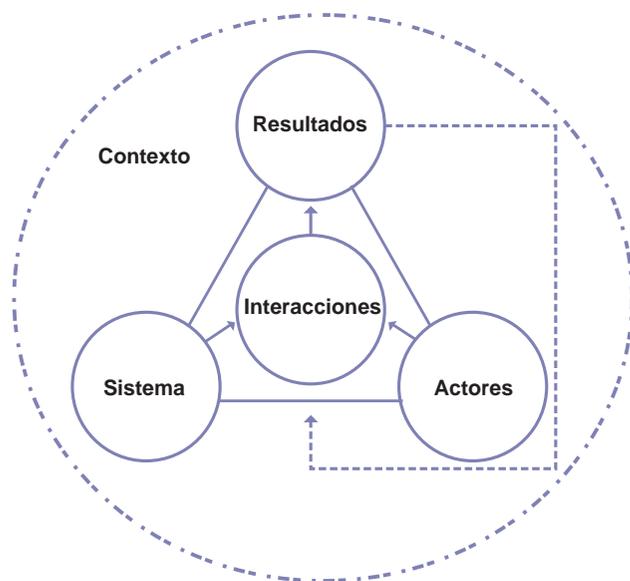
#### *Definición del marco conceptual de análisis*

Se utilizó como base para la evaluación el concepto de "sistema socioecológico" (SSE) propuesto por Elinor Ostrom (Premio Nobel de Economía 2009) y sus colaboradores (Gibson *et al.*, 2000; 2005; Ostrom 2006; 2007; 2009; 2010). Los SSE se entienden como el ámbito geográfico y cultural en el cual se producen los procesos de cambio social, ambiental y productivo. En este trabajo, un EAP se consideró un SSE en el cual la gestión productiva interactúa con el contexto ambiental y social en el corto, mediano y largo plazo. Este enfoque permite incluir en la evaluación los procesos de gobernanza y toma de decisiones de gestión en un territorio determinado (Bosselmann, 2008; Bosselmann *et al.*, 2008; Hufty 2011; Meadowcroft *et al.*, 2005). En este marco conceptual, la sustentabilidad de un EAP en el Chaco argentino se definió como "el proceso adaptativo de toma de decisiones de gestión que permite desarrollar estrategias para un aprovechamiento racional de los recursos naturales, una distribución equitativa de los beneficios económicos y sociales de las actividades productivas y una protección activa de la diversidad natural y cultural de la región". Esta definición operativa se comunicó a los actores locales durante talleres participativos para su discusión y validación, de acuerdo a lo sugerido por Walter y Stützel (2009a). Si bien existen diferencias entre los SSE de distintas regiones, el marco conceptual adoptado considera que la sustentabilidad de una unidad de manejo genérica puede ser descrita en términos de cinco aspectos fundamentales (figura 2): (1) *Sistema*: componentes materiales o biofísicos y estrategias de gestión productiva de la unidad de manejo bajo análisis; (2) *Actores*: representantes sociales relevantes (productores agropecuarios, trabajadores, técnicos, gobiernos y otros actores) cuyas acciones o inacciones afectan de manera determinante a las unidades de manejo; (3) *Resultados*: cambios en los procesos productivos y consecuencias espaciales o temporales del proceso de toma de decisiones de gestión; (4) *Interacciones*: espacios o canales reales o virtuales existentes para inter-

EAP Nº	Ubicación (Municipio)	Tamaño (ha)	Tipo de producción
1	General Pizarro	130	Ganadería, horticultura (tomate)
2	Joaquín V. González	190	Granos (soja, maíz)
3	Apolinario Saravia	28	Horticultura (tomate, cebolla, maní)
4	General Pizarro	10	Horticultura (tomate, cebolla, maní, garbanzo)
5	El Quebrachal	9000	Ganadería, granos (soja, maíz, avena)
6	General Pizarro	180	Horticultura (tomate, pimiento, maní)
7	Joaquín V. González	550	Granos (soja, maíz)

**Tabla 1.** Características básicas de los EAP evaluados.

cambio de información, debate y discusión de problemas entre actores y representantes de distintas unidades de manejo; y (5) *Contexto*: aspectos políticos, institucionales, históricos, legales, sociales y ambientales que afectan o pueden afectar al sistema bajo análisis y que constituyen el marco local, regional y global que condiciona o favorece el desarrollo de las actividades productivas (Becker y Ostrom, 1995; Ostrom 2007; 2009; Young *et al.*, 2006; Iribarnegaray y Seghezzo, 2012; Seghezzo, 2009).



**Figura 2.** Marco conceptual para la evaluación de la sustentabilidad agropecuaria. Flechas de línea llena: relación causal directa; flecha de línea de puntos: retroalimentación; línea de rayas y puntos: indica que el contexto es permeable a influencias regionales y globales. Adaptado de Iribarnegaray y Seghezzo (2012).

### Selección de indicadores

La sustentabilidad de los EAP se analizó como una función objetivo que es posible optimizar mediante una minimización de las restricciones que la afectan. Las restricciones (o aspectos críticos) son aquellos factores y/o procesos que tienen un efecto limitante sobre el sistema (Astier *et al.*, 2008; López Ridaura *et al.*, 2002). La atención especial que se da a los aspectos críticos se basa en la idea de que, por razones prácticas, históricas y epistemológicas, es mucho más fácil evaluar la “in-sustentabilidad” de un sistema (los problemas que lo afectan) que su sustentabilidad (la cercanía a un hipotético estado deseable) (Walter y Stützel, 2009a). Siguiendo este enfoque, se seleccionaron indicadores para describir los factores limitantes identificados para cada uno de los cinco aspectos del marco conceptual. Para ello, se siguieron los lineamientos metodológicos propuestos por Bell y Morse (2008) y Bossel (1999). Los indicadores que se utilizaron en este trabajo (tabla 2) se seleccionaron en reuniones de expertos y productores a partir

de un extenso menú obtenido de bibliografía especializada (Arzeno, 2006; Bell y Morse, 2008; López Ridaura *et al.*, 2002; Lütz y Felici, 2009; Rodríguez y Campanhola, 2003; Ostrom, 2007; Torquebiau, 1992; Van de Kerk y Manuel, 2008; Viglizzo *et al.*, 2006; Walter y Stützel, 2009b).

### Estimación y valoración de indicadores

Se asignaron valores numéricos en las unidades propias de cada indicador. Para permitir las comparaciones y evitar el problema de compensación de variables expresadas en distintas unidades (Bockstaller *et al.*, 1997), cada indicador se valoró luego en una escala de 0 a 100 (100=totamente sustentable; 0=totamente in-sustentable). La estimación y valoración de indicadores fue realizada por los productores agropecuarios durante tres series de encuestas estructuradas y semi-estructuradas realizadas entre los años 2012 y 2014. También se organizaron talleres presenciales previos para explicar el método de evaluación y se realizó un seguimiento posterior de los resultados por correo electrónico y comunicaciones telefónicas.

### Cálculo de índices de sustentabilidad

El ISAP para cada EAP se calculó mediante el método SMART (Simple Multiple Attribute Rating Technique), una metodología de evaluación multicriterio basada en el proceso de jerarquías analíticas (Belton, 1986; Saaty, 2008). Los distintos aspectos del índice recibieron la misma ponderación ya que se consideró que todos son componentes esenciales con valor equivalente. Cada aspecto, a su vez, se calculó como el promedio no ponderado de los indicadores seleccionados para ese aspecto. Los intervalos de confianza se construyeron para un nivel de significación del 95%, considerando que las variables del mismo grado (indicadores o aspectos) representan medidas independientes de un mismo parámetro (la sustentabilidad del EAP). En casos específicos, indicadores o aspectos pueden recibir ponderación diferenciada, lo cual deberá ser justificado adecuadamente. El resultado final se redondeó a números enteros y se cotejó con la siguiente escala de sustentabilidad: 0 a 24=Mala (rojo); 25 a 49=Regular (amarillo); 50 a 74=Buena (verde); 75 a 100=Muy buena (azul) (adaptada de Bossel, 1999). El umbral de “aceptabilidad” (o condición de referencia) que se adoptó en este trabajo tanto para indicadores como para aspectos fue 50, que es también el piso de la categoría de sustentabilidad “Buena”. Los indicadores que se encuentren por debajo de este umbral requerirán medidas correctoras inmediatas. El umbral puede variar en función del grado de exigencia que se adopte en cada caso o en cada región y puede ser modificado en el tiempo para obligar a los productores a un proceso de mejora continua. Para una mejor visualización de la variabilidad interna de los EAP evaluados, además del ISAP “promedio” (calculado como se indicó más arriba), se calcularon también el “mejor” y el “peor” ISAP para cada EAP. En estos dos índices, el valor de los aspectos no se calculó como el promedio de sus indicadores, sino que se adoptó

Aspecto	Indicador	Breve descripción
<b>Sistema</b>	Tamaño	Tamaño del EAP en relación con la unidad económica según producto.
	Actividad	Relación entre la producción del EAP y la aptitud del lugar.
	Productividad	Evaluación de la productividad promedio del EAP en los últimos años.
	Conservación	Existencia de áreas de conservación dentro del EAP.
	Distancias	Distancia a mercados como factor que afecta comercialización de productos.
<b>Actores</b>	Tecnología	Uso de tecnología para optimizar condiciones laborales y calidad de producción.
	Técnicos	Contratación de personal profesional calificado en el EAP.
	Personal	Personal no profesional contratado en relación con la productividad observada.
	Conocimiento	El conocimiento técnico del productor influye en la productividad.
<b>Resultados</b>	Tenencia	El tipo de tenencia y los conflictos existentes pueden afectar la producción.
	Incentivos	Los incentivos económicos mejoran la viabilidad financiera.
	Capital	Origen de los capitales e influencia sobre la estabilidad económica.
	Reinversión	Capacidad de reinversión con recursos propios.
<b>Interacciones</b>	Asociaciones	Participación en asociaciones de intercambio de información y experiencias.
	Reuniones	Asistencia a reuniones para la solución de problemas comunes.
	Información	Existencia de flujos de información técnica de fácil acceso.
	Conflictos	Existencia de conflictos con otros productores u otros actores en la región.
<b>Contexto</b>	Clima	Evaluación del impacto del clima y los eventos extremos en la productividad.
	Seguimiento	Presencia de instituciones estatales para planificar actividades productivas.
	Normas	El marco legal y normativo de las actividades agropecuarias.
	Mercado	Estabilidad y dinámica del mercado en relación a los productos del EAP.
	Necesidades	Relación entre el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y el EAP.
	Empleo	Influencia del nivel de empleo regional sobre el EAP.

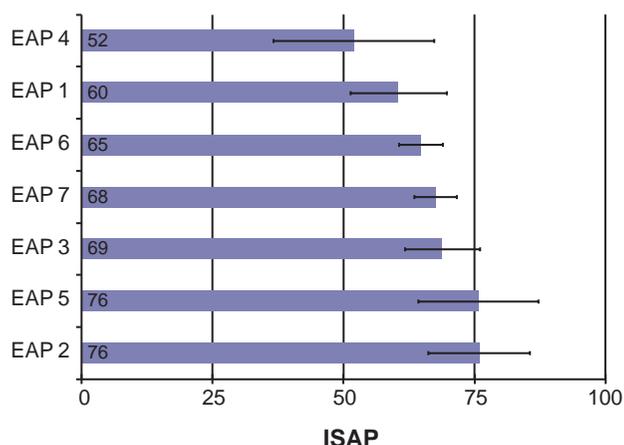
**Tabla 2.** Indicadores utilizados para construir el Índice de Sustentabilidad Agropecuaria (ISAP).

directamente el valor del mejor y del peor indicador de cada aspecto, respectivamente.

### RESULTADOS

El valor promedio del ISAP para los siete EAP evaluados fue 66 (sustentabilidad Buena). Todos los EAP superaron el umbral de aceptabilidad adoptado (50), con valores promedio entre 52 y 76. Como se puede ver en la figura 3, cuatro EAP (el 4, 1, 6, y 7) se encontraron en el rango de sustentabilidad Buena y tres EAP (el 3, 5 y 2) entraron en el rango de sustentabilidad Muy Buena. Los diagramas radiales de la figura 4 y de la figura 5 muestran los resultados obtenidos por aspecto y por indicador, respectivamente, promediados para los siete EAP. Estos diagramas radiales (también llamados gráficos “ameba”) permiten una rápida identificación gráfica de las áreas específicas donde se requieren mejoras. Este análisis se realizó para todos los EAP por separado, si bien no se muestran resultados de ningún EAP en particular por razones de confidencialidad.

Un análisis de los resultados promedio revela que al menos uno de los indicadores (Incentivos) se encuentra por



**Figura 3.** Valor promedio del ISAP para los siete EAP estudiados. Las barras de error representan el intervalo de confianza construido con los valores de los aspectos para un nivel de significación del 95%.

debajo del umbral mientras que otros dos indicadores (Empleo y Conflictos) están apenas por encima (ver figura 5). Se observan también varios indicadores cerca del umbral,

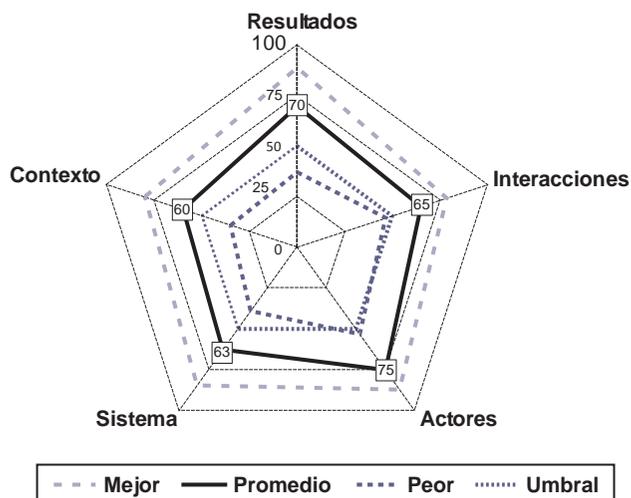


Figura 4. Valores promedio, mejor y peor de los aspectos de sustentabilidad para los siete EAP evaluados.

otros EAP, los productores otorgaron valores más altos a estos indicadores, resaltando que los eventos climáticos extremos son manejables y que las características climáticas generales de la zona son adecuadas para el tipo de producción que realizan.

Es importante señalar que la adopción del umbral de aceptabilidad es una decisión importante al momento de evaluar la sustentabilidad de un EAP. Si se hubiera fijado un umbral de 75, por ejemplo, la mayoría de los indicadores promedio hubieran quedado por debajo de ese valor, obligando a la realización de medidas correctoras más importantes. También es útil observar el comportamiento de los indicadores que recibieron la peor valoración por aspecto para focalizar la toma de decisiones de gestión y optimizar el proceso de mejora (ver figura 5). Las relaciones entre los ISAP promedio, mejor y peor resaltan la variabilidad interna de los EAP y ayudan a predecir su capacidad de reacción ante las intervenciones. También son útiles para comparar EAP entre sí. La figura 6 muestra el cociente entre el ISAP promedio y el rango (diferencia entre el valor máximo y mínimo) para los aspectos e indicadores de los EAP analizados. Cuanto más se asemejen estos cocientes al valor promedio, mayor será la homogeneidad de ese EAP. Como se puede ver, todos los EAP presentan alta variabilidad interna tanto a nivel de aspectos como de indicadores, ya que el cociente calculado se aleja considerablemente del valor medio para cada uno de ellos. Se pue-

tales como Tamaño, Productividad, Clima, Seguimiento y Necesidades. El valor asignado a los indicadores Productividad y Clima fue bajo en algunos EAP debido a los efectos de eventos climáticos recientes (sequías, vientos inusualmente fuertes) y ataques de plagas (hongos). En

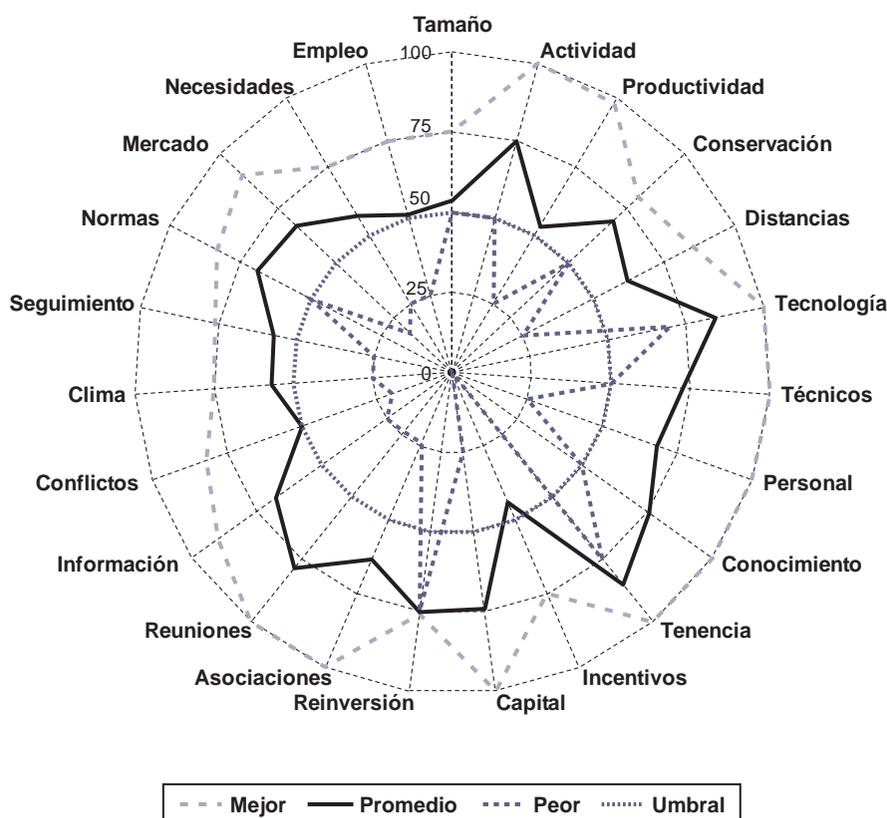
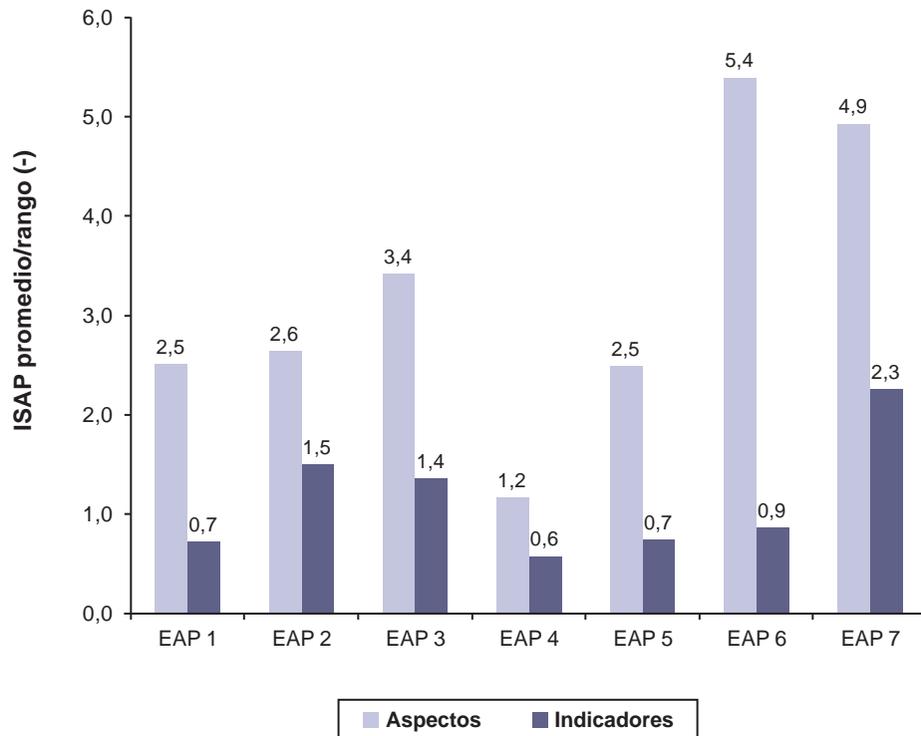


Figura 5. Valores promedio, mejor y peor de los indicadores de sustentabilidad para los siete EAP evaluados.



**Figura 6.** Cociente entre el ISAP promedio y el rango (diferencia entre el valor máximo y mínimo) para los aspectos e indicadores de los siete EAP evaluados.

den observar también importantes diferencias entre ellos. Conocer estos cocientes puede ser útil para el monitoreo de las políticas de mejora, las cuales deberían combinar un incremento gradual del valor general del ISAP y un balanceo progresivo de sus aspectos e indicadores constitutivos.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los valores relativamente altos y homogéneos obtenidos en los ISAP de los siete EAP evaluados podrían reflejar el hecho de que estos establecimientos están todos en producción activa en una zona de buena aptitud agrícola. Por otra parte, estos valores tampoco fueron excesivamente altos, lo que sugiere un cierto nivel de autocritica por parte de los productores participantes. Es probable que una valoración hecha por expertos externos a los EAP arroje resultados diferentes. Sin embargo, importa más la variación temporal del ISAP y su sensibilidad para detectar diferencias entre EAP, entre sistemas productivos, o entre regiones, que el valor absoluto obtenido en un momento específico.

Es interesante notar que los indicadores del descriptor Actores, que dependen casi exclusivamente de la capacidad de gestión de los productores, recibieron valoraciones relativamente altas (promedio: 75; mejor valor: 87; peor valor: 54) (ver figura 4), mientras que los indicadores del descriptor Contexto obtuvieron una valoración más baja (promedio: 60; mejor valor: 80; peor valor: 35). Esto parece deberse al descontento que casi todos los productores

manifestaron durante las entrevistas sobre algunas de las normas vigentes y las políticas públicas vinculadas a la producción agropecuaria en la región (por ejemplo: falta de apoyo en caso de emergencias climáticas, alta presión impositiva, falta de reconocimiento del costo de los fletes, etc.). En esta primera muestra, no se observaron diferencias significativas en los valores obtenidos para EAP granarios, hortícolas, o mixtos. Esto debería confirmarse o refutarse analizando un número mayor de EAP de diferentes tipos. A partir de los valores numéricos obtenidos y de las representaciones gráficas, se identificaron medidas correctoras específicas para cada EAP. Un programa de ejecución progresiva de estas mejoras (no evaluado en este trabajo) constituye una estrategia de optimización para la sustentabilidad. La ejecución efectiva de las medidas por parte de los productores incorporará cambios en el sistema e iniciará un nuevo ciclo de evaluación. Si de la ejecución de las propuestas resulta que se mejora significativamente el valor de los indicadores limitantes iniciales, en el nuevo ciclo de análisis estos indicadores limitantes serán otros, modificándose los valores del ISAP promedio y peor. Un sistema con muchas restricciones requiere medidas correctoras en varias áreas y puede tardar más tiempo en alcanzar el nivel de sustentabilidad deseado, incluso cuando su ISAP inicial (promedio o peor) no sea demasiado bajo al inicio de la evaluación.

El ISAP es relativamente riguroso en cuanto a los aspectos que es necesario tener en cuenta, que se consideran elementos fundamentales del marco conceptual.

Al mismo tiempo, el ISAP es flexible en cuanto a los indicadores que se necesitan estimar para cada aspecto. En nuestro estudio, la propuesta inicial de indicadores fue elaborada por el equipo técnico. La medición o estimación cuantitativa de cada indicador y su posterior valoración cualitativa (es decir la traducción del valor del indicador a una escala única de sustentabilidad) fueron realizadas por los productores locales durante las entrevistas y los talleres. El ISAP es entonces una combinación de enfoques “*top-down*” y “*bottom-up*” que permite aprovechar los conocimientos científicos y técnicos de la región sin perder de vista la visión de los actores relevantes del sistema analizado (Fraser *et al.*, 2006). Esto contribuye a dar mayor solidez técnica al análisis y acrecienta la aceptabilidad social de los resultados.

El ISAP no pretende reemplazar otras metodologías de evaluación agropecuaria tales como los índices de calidad de suelos agropecuarios (Arzeno, 2006), los índices de desempeño ambiental como el AgroEcoIndex (Viglizzo *et al.*, 2006), los sistemas de evaluación del impacto ambiental de las actividades productivas como el AGRO\*ECO (Girardin *et al.*, 2000) o el APOIA (Rodrigues y Campanhola, 2003), o los métodos de evaluación basados en variables productivos y económicas tales como el indicador de prácticas agrícolas sustentables (Rigby *et al.*, 2001) o el MESMIS (Speelman *et al.*, 2007). Por el contrario, el ISAP pretende ser una herramienta de análisis complementaria ya que posee características que lo distinguen claramente de los métodos mencionados. En primer lugar, se basa en un marco conceptual actualizado, relativamente simple, con sólidos fundamentos teóricos y prácticos, adaptado a las necesidades regionales por investigadores locales. En virtud de este marco conceptual, el ISAP otorga importancia equivalente a las características intrínsecas del establecimiento productivo, a las variables de contexto y a los procesos de toma de decisiones de gestión. Esto se logra mediante la utilización combinada de indicadores “tradicionales” para el sistema productivo (variables ambientales, sociales, productivas, económicas, etc.) y otros indicadores específicos para describir el contexto, los actores locales, las interacciones entre ellos, y los resultados de los procesos de toma de decisiones de gestión. En segundo lugar, el ISAP no solo permite, sino que exige la participación de los productores, expertos y otros actores locales relevantes, quienes son, junto con los expertos que facilitan el proceso, los que realizan la selección y estimación de indicadores y su valoración posterior. Esta participación suma transparencia y legitimidad al proceso de evaluación y maximiza la aceptabilidad social de los resultados (Stockle *et al.*, 1994). En cuarto lugar, si bien la estimación del ISAP requiere una cierta dosis de subjetividad vinculada al proceso de valoración, el análisis objetivo de los resultados permite realizar comparaciones entre EAP (espaciales) o en un mismo EAP en sucesivas evaluaciones (temporales), lo cual puede ayudar a tomar decisiones de gestión.

Los resultados presentados en este trabajo son un ejemplo de aplicación del método y no pretenden caracterizar a todos los sistemas productivos del departamento de Anta.

Luego de esta experiencia piloto se iniciará un proceso de revisión y optimización del ISAP. Se discutirá con productores y profesionales la pertinencia y aplicabilidad de este índice para otros sistemas productivos y para diferentes regiones de la provincia de Salta o del noroeste argentino. Como parte de este proceso se elaborarán nuevos formularios de encuesta que permitirán optimizar el proceso de recolección de datos. El ISAP, si bien tiene en cuenta la influencia del contexto sobre la actividad productiva, es fundamentalmente un índice focalizado en la escala predial. La evaluación de la sustentabilidad predial será siempre insuficiente, ya que es posible afirmar que muchos establecimientos productivos sustentables no conducen necesariamente a un paisaje o una región más sustentable (López-Ridaura, 2005). Para la evaluación de sustentabilidad a esas escalas, se puede complementar el ISAP con herramientas tales como la estimación del nivel de provisión de servicios ecosistémicos y otros indicadores de alcance regional (Fisher *et al.*, 2009; Volante *et al.*, 2012).

El ISAP puede ser útil tanto para el productor agropecuario como para los organismos de planificación a nivel municipal, provincial y nacional. Para el productor, el ISAP contiene información específica sobre su EAP que puede ser útil para la toma de decisiones. A su vez, le permite conocer la posición relativa de su establecimiento en el contexto de la región. Para los organismos de planificación gubernamentales o para las asociaciones de productores, el ISAP provee un panorama relativamente completo sobre la sustentabilidad de las actividades agropecuarias de la zona y puede ayudar a formular políticas para el sector.

Las conclusiones que se pueden obtener de este trabajo son las siguientes:

- Se desarrolló un índice de evaluación de la sustentabilidad agropecuaria que fue aplicado con éxito en varios EAP del Departamento de Anta, en la provincia de Salta (Argentina).
- Este índice se construyó utilizando como base el concepto de “sistema socio-ecológico”, adaptado a las necesidades regionales por investigadores locales.
- Los productores participantes fueron capaces de responder las encuestas de recolección de datos sin inconvenientes y en un tiempo relativamente corto.
- Los resultados obtenidos indican que los EAP evaluados presentan un buen nivel de sustentabilidad, aunque se identificaron varios aspectos que requieren mejoras y optimización.
- El ISAP puede ser una herramienta de evaluación y gestión para mejorar el nivel de sustentabilidad de los EAP de la región.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la predisposición de los productores participantes y el apoyo logístico brindado por la

Agencia de Extensión del INTA en Joaquín V. González. Este trabajo fue financiado por el CONICET (Proyecto PIP 11420090100392), la Facultad de Ciencias Naturales de la UNSa (fondos de ayuda a tesis de grado), y la Fundación Capacitar del NOA con financiamiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) (Proyecto PPIP 2008-1).

## BIBLIOGRAFÍA

- ARZENO, J.L. 2006. Empleo de indicadores de sostenibilidad en sistemas extensivos agrícolas del NOA. En: Actas de las Primeras Jornadas Interdisciplinarias de estudios agrarios y agroindustriales del NOA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Salta, Argentina.
- ASTIER, M.; MASERA, O.M.; GALVÁN-MIYOSHI, Y. 2008. Evaluación de la sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Mundi-Prensa, México D.F.
- BECKER, C.D.; OSTROM, E. 1995. Human ecology and resource sustainability: the importance of institutional diversity. *Annual Review of Ecology and Systematic*, Enero 1995, 113-133.
- BELL, B.; MORSE, S. 2008. Sustainability indicators: measuring the immeasurable? 2 ed. Earthscan Publications Ltd., Londres.
- BELTON, V. 1986. A comparison of the analytic hierarchy process and a simple multi-attribute value function. *European Journal of Operational Research* 26, 7-21.
- BOCKSTALLER, C.; GIRARDIN, P.; VAN DER WERF, H.M. 1997. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy* 7, 261-270.
- BOSSEL, H. 1999. Indicators for sustainable development: theory, method, applications. A report to the Balaton Group. International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg, Canadá.
- BOSSELMANN, K. 2008. The principle of sustainability. Transforming law and governance. Ashgate, Hampshire.
- BOSSELMANN, K.; ENGEL, R.; TAYLOR, P. 2008. Governance for sustainability. Issues, challenges, successes. IUCN, Bonn.
- BRAVO, G.; BIANCHI, A.; VOLANTE, J.N.; ALDERETE SALAS, S.; SEMPRONII, G.; VICINI, L.; FERNÁNDEZ, M.; LIPSHITZ, H.; PICCOLO, A. 1999. Regiones agroecológicas del noroeste argentino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Salta, Argentina.
- CABEZA GUTÉS, M. 1996. The concept of weak sustainability. *Ecological Economics* 17, 147-156.
- CABELL, J.F.; OELOFSE, M. 2012. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society* 17 (1).
- CMMAD (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo). 1987. *Nuestro futuro común*. Oxford University Press, Oxford.
- DRESNER, S. 2002. The principles of sustainability. Earthscan Publications Ltd., Londres.
- ELKINGTON, J. 1998. Partnerships from cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. *Environmental Quality Management*, otoño 1998, 37-51.
- ESCOBAR, A. 2008. Territories of difference. Place, movements, life, redes. Duke University Press, Durham y Londres.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2013. Base de datos estadísticos en línea de la FAO. FAO, Roma.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2014. Metas e indicadores para la agenda de desarrollo post-2015 y los objetivos de desarrollo sostenible. FAO, Roma.
- FERRARO, D.O.; GHERSA, C.M.; SZNAIDER, G.A. 2003. Evaluation of environmental impact indicators using fuzzy logic to assess the mixed cropping systems of the Inland Pampa, Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 96 (1-3), 1-18.
- FISHER, B.; TURNER, R.K.; MORLING, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68 (3), 643-653.
- FRASER, E.D.G.; DOUGILL, A.J.; MABEE, W.E.; REED, M.; MCALPINE, P. 2006. Bottom up and top down: analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *Journal of Environmental Management* 78 (2), 114-127.
- GIBSON, C.C.; MCKEAN, M.A.; OSTROM, E. (Ed.) 2000. People and forests: Communities, institutions, and governance, politics, science, and the environment. MIT Press, Cambridge.
- GIBSON, C.C.; WILLIAMS, J.T.; Ostrom, E. 2005. Local enforcement and better forests. *World Development* 33 (2), 273-284.
- GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; VAN DER WERF, H. 2000. Assessment of potential impacts of agricultural practices on the environment: the AGRO\*ECO method. *Environmental Impact Assessment Review* 20, 227-239.
- HUFTY, M. 2011. Investigating policy processes: the Governance Analytical Framework (GAF). En: WIESMANN, U.; HURNI, H. (Ed.) *Research for sustainable development: foundations, experiences, and perspectives*. NCCR North-South y Geographica Bernensia, Berna, Suiza, pp. 403-424.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2010 *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*.
- IRIBARNEGARAY, M.A.; SEGHEZZO, L. 2012. Governance, sustainability and decision making in water and sanitation management systems. *Sustainability* 4 (11), 2922-2945.
- LÓPEZ RIDAURA, S. 2005. Multi-scale Sustainability Evaluation. A framework for the derivation and quantification of indicators for natural resource management systems. Tesis doctoral. Universidad de Wageningen, Holanda.
- LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. 2002. Evaluating sustainability of complex socio-environmental systems, the MESMIS framework. *Ecological Indicators* 2, 135-148.
- LÜTZ, M.; FELICI, F. 2009. Indicators to identify the agricultural pressures on environmental functions and their use in the development of agri-environmental measures. *Regional Environmental Change* 9, 181-196.
- MANUEL-NAVARRETE, D.; GALLOPÍN, G.C.; BLANCO, M.; DÍAZ-ZORITA, D.; FERRARO, D.O.; HERZER, H.; LATERRA, P.; MURMIS, M.R.; PODESTÁ, G.P.; RABINOVICH, J.; SATORRE, E.H.; TORRES, F.; VIGLIZZO, E.F. 2009. Multi-causal and integrated assessment of sustainability: the case of agriculturization in the Argentine Pampas. *Environment, Development and Sustainability* 11(3), 621-638.
- MEADOWCROFT, J.; FARRELL, K.; SPANGENBERG, J. 2005. Developing a framework for sustainability governance in the European Union. *International Journal of Sustainable Development* 8, 3-11.
- NESS, B.; URBEL-PIIRSALU, E.; ANDERBERG, S.; OLSSON, L. 2007. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics* 60, 498-508.
- OSTROM, E. 2006. The globalization of socio-ecological systems: an agenda for scientific research. *Global Environmental Change* 16(3), 304-316.
- OSTROM, E. 2007. A diagnostic approach for going beyond panaceas. *PNAS* 104 (39), 15181-15187.

- OSTROM, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* 325, 419-422.
- OSTROM, E. 2010. Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change* 20 (4), 550-557.
- RIGBY, D.; WOODHOUSE, P.; YOUNG, T.; BURTON, M. 2001. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economics* 39 (3), 463-478.
- RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C. 2003. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38 (4), 445-451.
- SAATY, T.L. 2008. Relative Measurement and its generalization in decision making. Why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors: The Analytic Hierarchy/Network Process. *RACSAM* 102 (2), 251-318.
- SEGHEZZO, L. 2009. The five dimensions of sustainability. *Environmental Politics* 18, 539-556.
- SPANGENBERG, J.H. 2009. Sustainable development indicators: towards integrated systems as a tool for managing and monitoring a complex transition. *International Journal of Global Environmental Issues* 9 (4), 318-337
- SPEELMAN, E.N.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; COLOMER, N.A.; ASTIER, M.; MASERA, O.R. 2007. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 14 (4), 345-361.
- STOCKLE, C.O.; PAPENDICK, R.I.; SAXTON, K.E.; CAMPBELL, G.S.; VAN EVERT, F.K. 1994. A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems. *American Journal of Alternative Agriculture* 9, 45-50.
- STRINGER, L.C.; DOUGILL, A.J.; FRASER, E.; HUBACEK, K.; PRELL, C.; REED, M.S. 2006. Unpacking "participation" in the adaptive management of social-ecological systems: a critical review. *Ecology and Society* 11 (2), 39.
- TORQUEBIAU, E. 1992. Are tropical agroforestry home gardens sustainable? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 41, 189-207.
- VALENTIN, A.; SPANGENBERG, J.H. 2000. A guide to community sustainability indicators. *Environmental Impact Assessment Review* 20, 381-392.
- VAN DE KERK, G.; MANUEL, A. 2008. A comprehensive index for a sustainable society: the SSI – the Sustainable Society Index. *Ecological Economics* 66, 228-242.
- VIGLIZZO, E.F.; FRANK, F.; BERNARDOS, J.; BUSCHIAZZO, D.E.; CABO, S. 2006. A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the Pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment* 117 (1-3), 109-134.
- VIGLIZZO, E.F.; FRANK, F.C.; CARREÑO, L.V.; JOBBÁGY, E.G.; PEREYRA, H.; CLATT, J.; PINCÉN, D.; RICARD, F. 2011. Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology* 17, 959-973.
- VIGLIZZO, E.F.; PORDOMINGO, A.J.; BUSCHIAZZO, D.; CASTRO, M.G. 2005. A methodological approach to assess cross-scale relations and interactions in agricultural ecosystems of Argentina. *Ecosystems* 8, 546-558.
- VOLANTE, J.N. 2014. Dinámica y consecuencias del cambio en la cobertura y el uso del suelo en el Chaco Semi-Árido. Tesis doctoral. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- VOLANTE, J.N.; ALCARAZ-SEGURA, D.; MOSCIARO, M.J.; VIGLIZZO, E.F.; PARUELO, J.M. 2012. Ecosystem functional changes associated with land clearing in NW Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 154, 12-22.
- VOß, J.P.; BAUKNECHT, D.; KEMP, R. 2006. *Reflexive Governance for Sustainable Development*. Edward Elgar, Cheltenham.
- WALTER, C.; STÜTZEL, H. 2009a. A new method for assessing the sustainability of land-use systems (I): Identifying the relevant issues. *Ecological Economics* 68 (5), 1275-1287.
- WALTER, C.; STÜTZEL, H. 2009b. A new method for assessing the sustainability of land-use systems (II): Evaluating impact indicators. *Ecological Economics* 68 (5), 1288-1300.
- YOUNG, O.R.; BERKHOUT, F.; GALLOPIN, G.C.; JANSSEN, M.A.; OSTROM, E.; VAN DER LEEUW, S. 2006. The globalization of socio-ecological systems: an agenda for scientific research. *Global Environmental Change* 16 (3), 304-316.