



## A4-368 Evolución de la sustentabilidad de un sistema de producción agroecológica a través de veinte años, en el secano interior de Chile

Sebastián Bórquez C.<sup>1</sup> y Jaime Rodríguez M.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Depto. Economía Agraria, Fac. Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.  
e-mail: [borquez.sc@gmail.com](mailto:borquez.sc@gmail.com) ; [jaimerodriguezm.uchile@gmail.com](mailto:jaimerodriguezm.uchile@gmail.com)

### Resumen

Se evaluó la evolución de un agroecosistema ubicado en el Secano Interior de Chile, en función del manejo agroecológico aplicado durante 20 años. Se analizó verticalmente la sustentabilidad predial comparando 16 indicadores agroambientales y económicos, obtenidos mediante la metodología MESMIS. Se compararon los años 1993 (inicio de la producción), 2000, 2007 y 2013. Los indicadores reflejaron un progreso en los atributos de productividad, estabilidad, resiliencia y autogestión. El indicador de producción se incrementó sobre 100%, debido principalmente al aumento de la biodiversidad agrícola (35,9%) y al manejo ecológico del suelo. Éste último logró un mayor contenido de MOS (de 2,54 a 5,35%), una mayor estabilidad estructural (de 33,3 a 54,6) y una menor pérdida de suelo (de 8,04 a 0,22 t/ha/año). El mayor nivel de sustentabilidad alcanzado después de 20 años, demuestra que la estrategia de producción agroecológica es una alternativa apropiada para el desarrollo sustentable de pequeños agricultores del Secano Interior.

**Palabras clave:** Indicadores; evaluación agroecosistema; agroecología.

### Abstract

We evaluated the evolution of an agroecosystem located in Secano Interior of Chile, according to the agroecological management applied for 20 years. Farm sustainability was vertically analysed comparing 16 agri-environmental and economic indicators obtained by the MESMIS methodology. The years 1993 (start of production), 2000, 2007 and 2013 were compared. Indicators reflected considerable progress in the attributes of productivity, stability, resilience and self-management. The production indicator increased over 100%, mainly due to the increase of agricultural biodiversity (35.9%) and ecological management of the soil. The latter achieved a higher content of MOS (2.54 to 5.35%), greater structural stability (from 33.3 to 54.6) and reduced soil loss (from 8.04 to 0.22 t/ha/yr). The higher level of sustainability achieved after 20 years, demonstrate that agroecological production strategy is a suitable alternative for the sustainable development of small farmers in the Secano Interior of Chile.

**Keywords:** Indicators, agroecosystem evaluation, agroecology.

### Introducción

Una de las principales limitantes para determinar el nivel de éxito de sistemas agrícolas, es la ausencia de herramientas apropiadas que permitan evaluar su sustentabilidad en términos de viabilidad, capacidad productiva y estabilidad. Existe una urgente necesidad de establecer indicadores que midan el impacto de los tipos de manejo agrícola a nivel predial y señalen cuáles son las decisiones claves para reorientarlos y mejorarlos.

En Chile existen experiencias de evaluación de sustentabilidad a corto plazo comparando diferentes estilos de manejo agrícola, realizadas desde el ámbito académico (Museau, 2007; Pino, 2009; Vega, 2009). Sin embargo, no se han reportado evaluaciones de sustentabilidad de tipo longitudinal, que estudien la evolución de un mismo sistema a lo largo del tiempo.



El objetivo general de la presente investigación fue evaluar la evolución del sistema agroecológico del CET en el Secano Interior de Chile. Los objetivos específicos fueron: a) definir indicadores de sustentabilidad adecuados para las condiciones de los sistemas agrarios minifundistas del Secano Interior de Chile; b) evaluar la evolución del sistema productivo del CET a través de 20 años bajo manejo agroecológico; y c) proponer medidas para fortalecer la sustentabilidad de la unidad agroecológica estudiada.

### **Metodología**

El estudio se realizó en el predio experimental agroecológico del Centro de Educación y Tecnología (CET), ubicado en el Secano Interior de Chile. Esta zona se caracteriza por presentar un clima mediterráneo con 6 meses secos (Octubre-Marzo). Las precipitaciones son cercanas a los 1100 mm anuales, concentrándose entre Mayo y Septiembre, con una marcada época de sequía. No presenta temperaturas bajas extremas, siendo frecuente la ocurrencia de heladas en los meses de Agosto y Septiembre.

Los suelos predominantes de la región son de origen granítico, muy susceptibles a la erosión hídrica y actualmente se encuentran muy degradados. Son suelos moderadamente profundos, de textura franco arcillo arenosa, con bajos niveles de macronutrientes y materia orgánica. Pertenecen a la Clase de Uso VI y VII, presentando serias limitaciones para el establecimiento de cultivos.

El sistema agroecológico del CET contempla rotaciones de cultivos, huertos frutales, hortalizas, hierbas medicinales, sistemas de compostaje, invernaderos familiares y comerciales, sistemas de cosecha de agua y riego tecnificado, métodos de conservación de suelos, crianza de animales menores y mayores, apicultura y preparación de bioinsumos prediales.

Para estudiarla evolución de la sustentabilidad predial, se utilizó el “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales, incorporando Indicadores de Sustentabilidad” (MESMIS) descrito por Masera *et al.* (1999), que permitió obtener y analizar indicadores en las dimensiones agroambiental y económica.

El concepto de sustentabilidad se definió a partir de cuatro atributos generales del agroecosistema: productividad, estabilidad, resiliencia y autogestión. Se analizó verticalmente la sustentabilidad predial comparando 16 indicadores (8 agroambientales y 8 económicos) sobre una escala temporal de 20 años, cuyos hitos de evaluación fueron los años 1993 (inicio de la producción), 2000, 2007 y 2013. En el año 2013, los datos se obtuvieron de forma empírica, siendo contrastados con registros de evaluaciones anteriores (Museau 2007, CET 2011).

Posteriormente, los resultados de los indicadores se representaron a través de una gráfica radial “Amoeba” (Ten Brink *et al.*, 1991) y se plantearon recomendaciones tanto para fortalecer la sustentabilidad del sistema productivo, como para optimizar futuras evaluaciones.

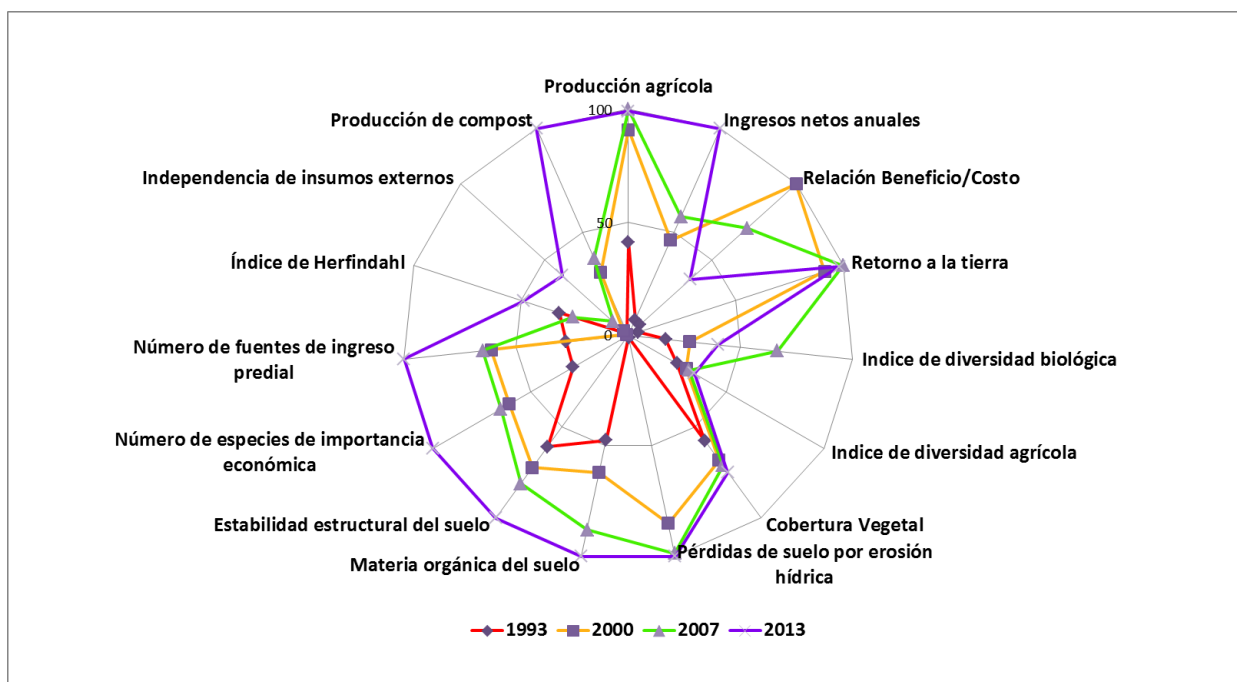
### **Resultados y discusiones**

La evolución del sistema productivo reflejó un claro progreso en los atributos de productividad, estabilidad, resiliencia y autogestión, lo cual se reflejó en el comportamiento de los 16 indicadores evaluados. En la dimensión agroambiental, el indicador más

destacable fue la producción agrícola, la cual se incrementó sobre 100% debido al aumento de la biodiversidad agrícola (de 0,89 a 1,21), de la cobertura vegetal (de 57,6 a 75,1%) y al manejo ecológico del suelo. Éste último se tradujo en un mayor contenido de materia orgánica (de 2,54 a 5,35%), una mayor estabilidad estructural (de 33,3 a 54,6) y una menor pérdida de suelo por erosión hídrica (8,04 a 0,22 t/ha/año), lo que permitió revertir la degradación del suelo y retornar su fertilidad a niveles aceptables para cultivo.

Los resultados anteriores responden a un manejo agronómico integral, basado principalmente en la producción y aplicación de volúmenes crecientes de enmiendas orgánicas (compost) y de biofertilizantes líquidos, en la mantención de una cubierta vegetal o mulch, en el uso de rotaciones y policultivos y en el incremento de la biodiversidad biológica y productiva.

En la dimensión económica, la mayor diversificación de rubros reflejada por indicadores como el Número de Especies de Importancia Económica (NEIE) (de 13 a 46) o el Número de Fuentes de Ingreso Predial (de 15 a 54), permitió alcanzar un alto nivel de eficiencia y estabilidad productiva que garantizó la disponibilidad de productos durante todo el año y la generación permanente de ingresos. Sin embargo, el desempeño de indicadores como la relación Beneficio/Costo (de 0,2 a 1), el Índice de Herfindahl (de 0,08 a 0,06) y el Índice de Dependencia de Insumos Externos (IDIE) (de 0,33 a 0,2), indica que pese a la mayor cantidad y variedad de rubros incorporados a través del tiempo, éstos aún concentran la generación del ingreso total en pocas fuentes productivas, lo cual reduce la capacidad de recuperación del agroecosistema frente a perturbaciones externas (resiliencia) y aumenta el riesgo económico. Aunque la producción de bioinsumos prediales y la complementariedad entre subsistemas permitió reducir considerablemente los costos operacionales, el nivel de autosuficiencia del sistema, representado por el IDIE, no alcanzó la condición esperada, debido fundamentalmente al costo creciente de la mano de obra a través del tiempo.



**FIGURA 1.** Representación gráfica (Amoeba) de la evolución de los indicadores de sustentabilidad predial entre los años 1993, 2000, 2007 y 2013.



## Conclusiones

La evolución del sistema productivo del CET a través de 20 años bajo manejo agroecológico, fue positiva para los atributos de productividad, estabilidad, resiliencia y autogestión, debido al aumento de la biodiversidad productiva y de la calidad del suelo. Además, se observó un notable incremento en el número de fuentes de ingreso predial, lo que se tradujo en una mejor relación Beneficio/Costo principalmente durante los primeros años de implementación del manejo agroecológico.

Puesto que la central del CET está situada en una zona agroecológica representativa del Secano Interior de Chile, se plantea que el conjunto de indicadores evaluados puede ser una herramienta útil para monitorear futuros programas de desarrollo agrícola en esta zona. Asimismo, los resultados obtenidos en el año 2013 podrán ser considerados como niveles de referencia para orientar la toma de decisiones de pequeños agricultores, en relación a los aspectos agroambiental y económico.

Considerando las limitantes metodológicas detectadas, se propone incorporar un nuevo grupo de indicadores que permita evaluar el balance hídrico y la eficiencia en el uso del agua (EUA) a nivel predial. Además, se sugiere la integración de indicadores de eficiencia energética, tanto productiva como alimentaria. En relación a las estimaciones de biodiversidad, es preciso complementar o reemplazar el uso del Índice de Shannon por nuevos indicadores como los propuestos por Leyva y Lores (2012). Por último, se recomienda utilizar el Índice de Herfindahl para futuras evaluaciones, dada su fácil medición y utilidad al complementar las estimaciones de diversidad económica, que no consideran la distribución de los rubros respecto de su aporte al ingreso total.

Los resultados del presente estudio demuestran que la estrategia de producción agroecológica es una alternativa apropiada para el desarrollo sustentable de predios de pequeños agricultores del Secano Interior.

## Referencias bibliográficas

- Leyva A & A Lores (2012) Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología* 7: 109-115
- Masera OR, M Astier & S López-Ridaura (1999) Sustainability and Natural Resource Management. The MESMIS Evaluation Framework. Mundiprensa-GIRA-UNAM, Mexico. 109 p.
- Museau H (2007) Évaluation de la durabilité d'un système de production agro-sylvo-pastoral (SASP) diffuse par la Corporation "Centro de Educación y Tecnología (CET)" dans la commune de Yumbel, région Bío-bío au Chili. Mémoire de fin d'études Master Professionnel spécialité Sciences et Productions Végétales, Université de Rennes 1. Rennes, France. 56 p.
- Pino C (2009) Evaluación y comparación de sostenibilidad de predios bajo manejo orgánico certificado en las Regiones del Maule y Bío-bío. *Revista Brasileira de Agroecología* 4 (2): 747-750.
- Ten Brink BJ, SH Hoeser & F Colin (1991) A Quantitative Method for Description and Assessment of Ecosystems: The AMOEBA-approach. *Marine Pollution Bulletin* 23: 265-270.
- Vega D (2009) Medición comparativa de la sustentabilidad en agroecosistemas campesinos polirubricados: Estudios de casos en la comunidad de Tralcao, Provincia de Valdivia, Región de los Ríos. Tesis de Licenciatura en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 124 p.