



Foto: Georgina García-Inza

# APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA (IIE) PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS FRUTÍCOLAS

## Resultados preliminares

Ing. Agr. Mag. Gabriela Linari<sup>1</sup>

Ing. Agr. Dr. Óscar Blumetto<sup>2</sup>

Ing. Agr. Dra. Georgina García-Inza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sistemas Ambientales - Facultad de Agronomía (Udelar)

<sup>2</sup>Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental - INIA

<sup>3</sup>Programa de Investigación en Producción Frutícola - INIA

La fruticultura actual enfrenta el desafío de producir alimentos de manera más sustentable, cuidando la salud de consumidores, productores y del ambiente. Pero... ¿cómo saber si un sistema es más sustentable que otro?, ¿cómo identificar qué aspectos son mejorables? El Índice de Integridad Ecosistémica puede ser una herramienta de fácil aplicación en predios frutícolas para evaluar el estado de los sistemas y proponer estrategias que aporten a la sustentabilidad.

### INTRODUCCIÓN

La fruticultura actual tiene el desafío de producir frutas de manera más sustentable y la evaluación del estado y funcionamiento ecosistémico en los sistemas de producción es una preocupación creciente a nivel internacional.

En este contexto es relevante considerar los efectos de las producciones sobre los ecosistemas naturales,

por ejemplo, la capacidad del sistema para sustentar la biodiversidad o ciertos servicios ecosistémicos. Para cumplir estos objetivos es necesario cuantificar los efectos de las distintas estrategias de gestión sobre el mismo uso del suelo y valorar la evolución del sistema en el tiempo.

Hoy en día diagnosticar el estado del ecosistema resulta complejo, ya que requiere de mediciones a campo y análisis de laboratorio realizados por personas

expertas y a costos relativamente elevados, lo que dificulta el alcance de este tipo de evaluaciones.

Desde INIA se desarrolló el Índice de Integridad Ecosistémica –IIE– (Blumetto *et al.*, 2019), como una herramienta de evaluación multidimensional. Es decir, que integra diferentes dimensiones bajo un sistema cuali-cuantitativo de evaluación, de manera rápida y económica, que puede ser utilizado tanto para la evaluación como para la gestión.

Esta herramienta, que evalúa aspectos de la funcionalidad del ecosistema en sistemas ganaderos, mostró en una validación primaria, buena correlación con otras variables ambientales como la diversidad de vida silvestre y el contenido de materia orgánica del suelo.

La producción frutícola presenta –además de objetivos productivos diferentes– características de diseño y manejo que la distinguen de los sistemas ganaderos para los que fue validado el IIE. Mientras que estos últimos, son sistemas con predominancia de especies herbáceas, los frutícolas tienen una proporción mayor de especies perennes leñosas. Además, los servicios ecosistémicos que se busca promover son distintos, como la polinización o procesos de regulación de plagas y enemigos naturales.

Otra diferencia importante es que la fruticultura se realiza completamente sobre un área sustituida, con baja proporción de especies nativas. Estas diferencias entre sistemas productivos generan la necesidad de realizar una nueva validación del IIE para sistemas frutícolas.

En este trabajo mostramos los resultados preliminares de la aplicación del índice en cuadros de manzanos de los departamentos de Colonia, Canelones y Montevideo. El objetivo es interpretar los resultados del índice en comparación con las observaciones a campo y la información obtenida a partir de entrevistas a productores y técnicos sobre el manejo del monte frutal.

El IIE puede ser una herramienta útil para identificar puntos críticos de manejo o diseñar estrategias de gestión, ya que permite rastrear la influencia de las distintas dimensiones e identificar las posibles mejoras.

## DESCRIPCIÓN DEL IIE Y SU APLICACIÓN EN FRUTICULTURA

El IIE original evalúa cuatro dimensiones clave en el funcionamiento de los ecosistemas: 1) estructura de la vegetación; 2) especies vegetales que componen la comunidad; 3) estado del suelo en función de las evidencias y el potencial de erosión; 4) estado de los cursos de agua (arroyos, cañadas) y la zona ribereña. Cada dimensión se califica en forma independiente

y luego se promedia en un valor único que toma una escala de 0 a 5, siendo 5 el mejor estado posible para un sitio determinado.

La toma de datos se realiza a partir de las observaciones a campo. Sigue un protocolo simple que registra el estado de cada dimensión evaluada según una pauta definida y no se requiere un conocimiento específico para su aplicación. Los datos se ingresan en una planilla de cálculo que devuelve el valor del IIE total y por componente y permite analizar los resultados obtenidos.

El IIE está desarrollado para su aplicación en diferentes unidades de manejo dentro de un mismo predio (potreros, chacras, cuadros). Para calcular el índice total de un predio se toma en cuenta el valor de cada unidad de manejo ponderado por el porcentaje de su superficie relativo al total.

Los resultados permiten comparar diferentes situaciones y su evolución en el tiempo, identificar la influencia de cada componente evaluado y analizar los aspectos a mejorar.

A modo de avance de posibles ajustes del IIE para su aplicación en sistemas frutícolas, decidimos evaluar 17 cuadros de manzanos ubicados en predios de los departamentos de Colonia, Canelones y Montevideo a comienzo de la primavera 2021. Los cuadros fueron definidos en acuerdo con productores y técnicos prediales de referencia afines a la propuesta.

Los componentes relevados en los cuadros de manzanos fueron tres:

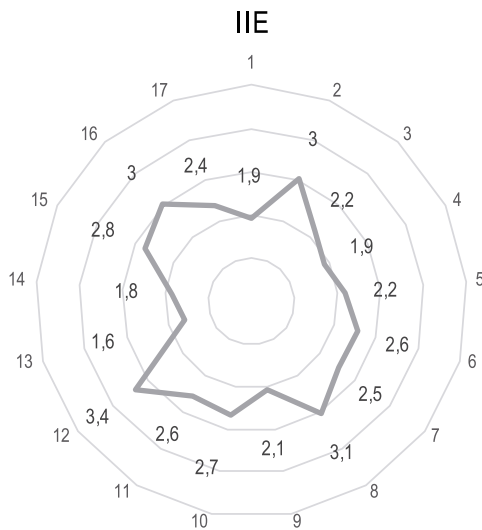
1 - Estructura: consideramos la presencia y distribución de los diferentes estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) en el cuadro y las cortinas, y la extensión y patrón de distribución de quemadas por herbicida.

2 - Especies: consideramos la diversidad de la comunidad vegetal para los diferentes estratos y la presencia de especies exóticas invasoras.

3 - Suelo: consideramos la proporción de suelo desnudo, erosión actual y factores predisponentes.

El relevamiento de la información de campo se realizó cubriendo áreas representativas de cada cuadro, previa observación de la homogeneidad interna. Observamos que si bien cada cuadro puede diferir en su estructura, a la interna son homogéneos respecto a las especies presentes en la entrefila. En cada cuadro realizamos un mínimo de cinco mediciones en entrefilas alternadas, cubriendo los extremos y el medio de cada una.

Para evaluar los componentes utilizamos cuadrantes de un metro cuadrado arrojados al azar, en los que registramos la presencia y cobertura de los estratos



**Figura 1** - Índice de Integridad Ecosistémica (IIE) para cuadros de manzano.

presentes, la proporción de suelo desnudo, evidencias de quema de vegetación y la presencia y distribución de especies invasoras. Las evidencias de erosión y factores predisponentes se registraron por observación de la entrefila y cabeceras del cuadro.

## RESULTADOS PRELIMINARES

Los resultados del índice total y por componente para los 17 cuadros evaluados se muestran en el Cuadro 1.

El IIE para los cuadros de manzanos evaluados varía entre 1,6 y 3,4, con un promedio general de 2,5 (Figura 1). *A priori*, los valores resultan consistentes con lo observado en el campo, con algunas situaciones puntuales que nos parece interesante revisar para ajustar una evaluación acorde con las particularidades del manejo frutícola.

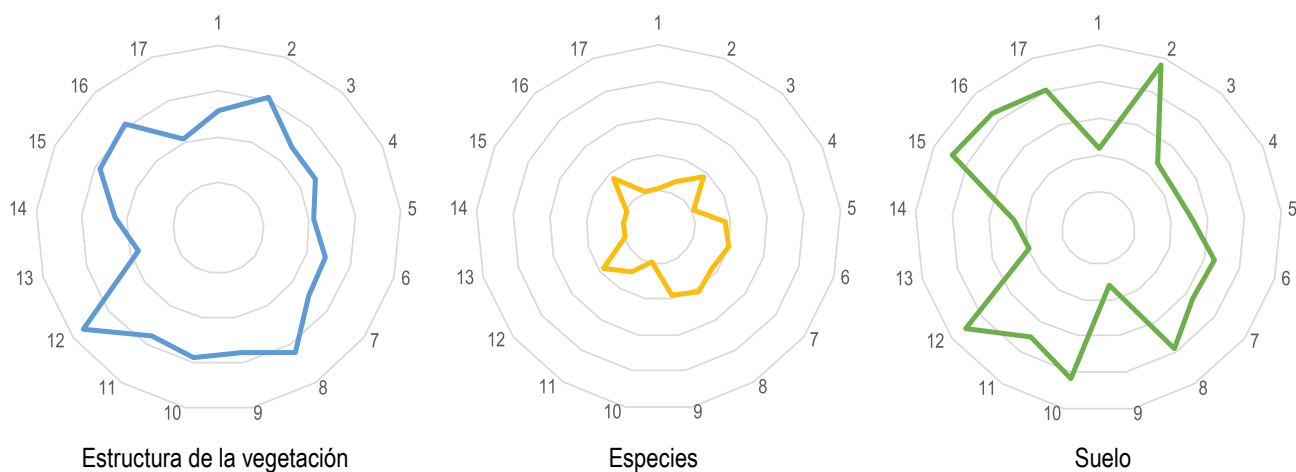
En la Figura 2 mostramos la representación gráfica de los valores de cada componente del IIE para los cuadros evaluados.

Los valores para la estructura de la vegetación son similares en todos los cuadros y se pueden explicar por la presencia de los estratos herbáceo bajo y medio fundamentalmente.

El IIE es una herramienta de fácil aplicación con potencialidad para evaluar el estado de sistema frutícolas.

**Cuadro 1** - Valor del índice y de sus componentes para los 17 cuadros de manzanos evaluados durante la primavera del 2021.

Cuadro	IIE	Estructura	Especies	Suelo
1	1,9	2,6	1,1	2,2
2	3,0	3,1	1,3	4,8
3	2,2	2,4	1,9	2,4
4	1,9	2,4	1,1	2,3
5	2,2	2,1	1,9	2,6
6	2,6	2,4	2,0	3,3
7	2,5	2,5	1,9	3,2
8	3,1	3,2	2,1	3,9
9	2,1	2,8	1,9	1,6
10	2,7	2,9	1,0	4,2
11	2,6	2,8	1,4	3,5
12	3,4	3,7	1,9	4,6
13	1,6	1,8	1,0	2,0
14	1,8	2,3	1,0	2,3
15	2,8	2,9	1,0	4,5
16	3,0	3,1	1,8	4,3
17	2,4	2,1	1,1	4,0



**Figura 2** - Valores de los componentes (estructura, especies, suelo) que integran el Índice de Integridad Ecosistémica aplicado a cuadros de manzano.

El componente “especies” aparece como el que más se aleja de la situación óptima, aunque se encuentra dentro de lo esperado para este tipo de sistemas. Esta observación se sustenta por la homogeneidad de los cuadros en cuanto a especies en cultivo, cortinas y vegetación espontánea. La especie invasora que aparece con mayor frecuencia es la gramilla (en 13 de los 17 cuadros evaluados). En las Figuras 3 y 4 mostramos ejemplos de la estructura y composición de especies típica de los cuadros evaluados.

La aplicación del IIE detectó diferencias entre cuadros y permitió identificar para cada uno el componente más comprometido.



**Figura 3** - Estructura típica de los cuadros evaluados.



**Figura 4** - Composición de especies típica de los cuadros evaluados.



Foto: Georgina García-Inza

**Figura 5 - Suelo desnudo.**

Con respecto al componente suelo, los valores menores se corresponden con una alta proporción de suelo desnudo en las entrefilas, que se asocia con el grado de erosión potencial o presente en el cuadro (Figura 5). Entre los factores de riesgo, se destaca la presencia de huellas de vehículos, sobre todo en las cabeceras del cuadro (Figura 6).

### CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS A FUTURO

Los resultados preliminares muestran que el IIE detectó diferencias entre cuadros y permitió identificar para cada uno el componente más comprometido. A partir de la aplicación se observa que el índice refleja con coherencia las observaciones a campo.

Sin embargo, será necesario plantear una estrategia de muestreo que permita captar los cambios del ecosistema a lo largo del año como consecuencia de prácticas de manejo tales como siembras de verdeos, aplicación de herbicidas o insecticidas y laboreo.

El IIE puede ser una herramienta útil para identificar puntos críticos de manejo y diseñar estrategias de gestión.



Foto: Georgina García-Inza

**Figura 6 - Huellas de vehículo.**

Esto permitirá promediar el estado del ecosistema en distintos momentos del año, evitando sesgos en valores del índice.

Estos resultados constituyen un punto de partida para un estudio más detallado del IIE con aplicación en fruticultura que permita comparar entre distintos sistemas, identificar los puntos críticos y evaluar tanto el impacto de las prácticas como la trayectoria de un sistema a lo largo del tiempo.

Continuaremos profundizando la investigación para ajustar la aplicación del índice a escala de predio y correlacionar los valores con indicadores clave del funcionamiento ecosistémico que aporten a la sustentabilidad.

### BIBLIOGRAFÍA

Blumetto, O.; Castagna, A.; Cardozo, G.; García, F.; Tiscornia, G.; Ruggia, A.; Scarlato, S.; Albicette, M.; Aguerre, V. and Albin, A. 2019. Ecosystem Integrity Index, an innovative environmental evaluation tool for agricultural production systems Ecological Indicators. vol: 101 pp: 725-733.